UNR FAPyD Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño.

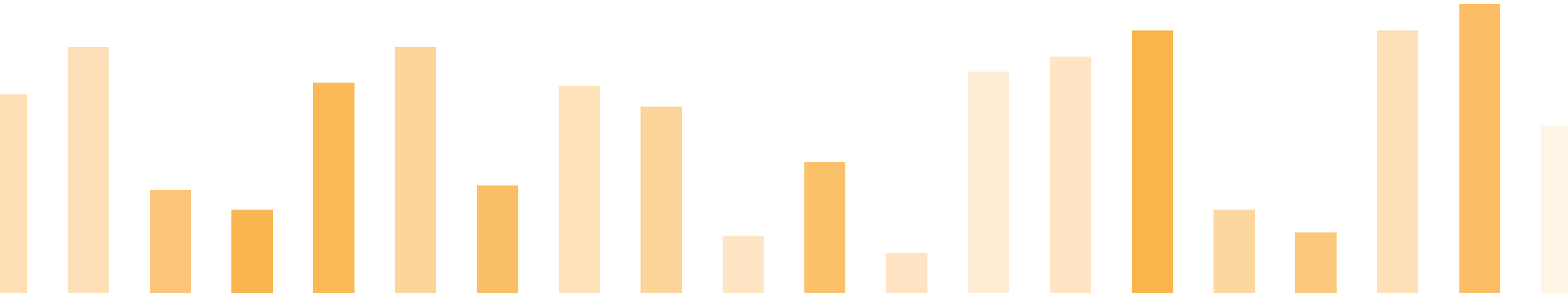
3, 4 y 5 de agosto
2022

Creta

XII Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura

Libro de ponencias

ISBN 978 - 987 - 702 - 617 - 7 | Universidad Nacional de Rosario, A&P Ediciones, 2022.



Povrzenic, Javier
XII Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura : libro de ponencias / Javier Povrzenic; María José Panvini ; compilación de Javier Povrzenic ; María José Panvini ; Iván Cabrera. - 1a ed. - Rosario : UNR Editora, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-702-617-7

1. Arquitectura. I. Panvini, María José. II. Cabrera, Iván, comp. III.
Título.
CDD 720.7

Creta

XII Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura

Desafíos de las Tecnologías en Arquitectura.
Diseño, Trabajo y Ambiente.

Institución editora
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño
Universidad Nacional de Rosario

Riobamba 220 bis | +54 341 4808531/35
2000 - Rosario, Santa Fe, Argentina
www.fapyd.unr.edu.ar

ISBN 978 – 987 – 702 – 617 – 7

Coordinación editorial
Esp. Arq. Javier Povrzenic
Mgter. Arq. María José Panvini
Arq. Iván Cabrera

Diseño editorial
Dg. Sofía Lombardich
Dg. Ana Belén Sauan
Dirección de Comunicación FAPyD

Universidad Nacional de Rosario

Rector
Franco Bartolacci

Vicerrector
Darío Masía

Facultad de Arquitectura,Planeamiento y Diseño

Decano
Mg. Arq. Adolfo del Rio

Vicedecano
Arq. Jorge Lattanzi

Secretario Académico
Arq. Sergio Gustavo Bertozzi

Secretaria de Autoevaluación
Mg. Arq. Bibiana Ada Ponzini

Secretario de Asuntos Estudiantiles
Arq. Leandro Peiró

Secretaria de Extensión
Arq. Aldana Prece

Secretaria de Postgrado
Dra. Arq. Jimena Paula Cutruneo

Secretario de Ciencia y Tecnología
Mg. Arq. Gabriel Chiarito

Secretario Financiero
Cont. Jorge Luis Rasines

Secretaria Técnica
Arq. María Teresa Costamagna

Secretaría de Infraestructura Edilicia y Planificación
Arq. Luciana Tettamanti

Director General de Administración
CPN Diego Furrer

Red Regional de Tecnología en Arquitectura

Unidades Académicas Fundadoras de la RED

ARGENTINA
Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste
PARAGUAY
Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte de la Universidad Nacional de Asunción
URUGUAY
Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República

Unidades Académicas integran la RED

ARGENTINA
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Urbanismo de la Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán
BOLIVIA
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Mayor de San Andrés

Director Red Regional de Tecnología en Arquitectura
Arq.Gustavo Cremaschi
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata
Argentina

Coordinador General del XII CRETA
Esp. Arq. Javier Povrzenic
Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño
Universidad Nacional de Rosario

Integrantes del
Comité Académico Evaluador

ALTUZARRA, César - FAPyD-UNR
ALVAREZ, Alejandro - FAUD USNJ
ASIS FERRI, Gabriela - FAUD-UNC
BAS, Guillermo - FAPyD-UNR
BASUALDO, David - FAU-UNLP
BELLOT, Rodolfo - FADU-UNL
BENEDETTI, Rubén - FAPyD-UNR
BERARDI, Roberto - FAU-UNLP
BIRCHE, Mariana - FAU-UNLP
BRUSCHINI, César - FADU-UNL
CAMPOREALE, Patricia- FAU-UNLP
CANESE AZZI, René - FADA-UNA
CARE, Daniel - FAUD-UNMdP
CHIARITO, Gabriel - FAPyD-UNR
CREMASCHI, Gustavo - FAU-UNLP
CZAJKOWSKI, Jorge - FAU-UNLP
DIULIO, María de la Paz - EAD-UNRN
ESPINOSA, Ana - FAPyD-UNR
FENOGLIO, Carlos - FAUD-UNMdP
FERNANDEZ IGLESIAS, M. Esther - FADU-UdelaR
FERNANDEZ PAOLI, Diego - FAPyD-UNR
FERRARO, Orlando - FAUD-UNC
FLORES LÓPEZ MOREIRA, Ana Raquel - FADA-UNA
GARCIA ZÚÑIGA, Federico - FAU-UNLP
GOMEZ, Analía - FAU-UNLP
GONZALO, Guillermo - FAU-UNT
KRUK MIENOK, Walter - FADU-UdelaR
KURBAN, Alejandra - FAUD USNJ
MAIDANA, Alberto - FADU-UNL
MARTINEZ, Cecilia - FAU-UNT
MOSCONI, Patricia - FAPyD-UNR
PANVINI, María José - FAPyD-UNR
PERONE, Daniel - FAPyD-UNR
PILAR, Claudia - FAU-UNNE
POVRZENIC, Javier - FAPyD-UNR
PUIG, Sebastián - FADU-UNL
REUS NETO, Gabriela - FAU-UNLP
RODRIGUEZ, Alejandro - FADU-UNL
ROMERO, Laura Isabel - FAUD-UNMdP
SOLARI, Claudio - FAPyD-UNR
TOMEO SUARÉZ, Fernando - FADU-UdelaR
VEDOYA, Daniel - FAU-UNNE
WADEL, Gerardo - FAU-UNLP
ZANNI, Enrique - FAUD-UNC

Integrantes del
Comité Organizador

CABRERA, Iván
CHAMORRO, Pablo Andrés
FERNADEZ PAOLI, Diego
JACINTO, Natalia
PANVINI, María José
PORRI, José Pablo
POVRZENIC, Javier
RENDAL, Marina
SALDI, Romina
STHÖR, Mariana
ZITTA, Aldana

Colaboradores Docente

ALEGRE, Juan
ALTUZARRA, César
ANGIOLINI, Hernán
BAS, Guillermo
BELLA, Franco
BORROMEO, Mariela
BRUFAL, Nelson
CHIARITO, Gabriel
DÍAZ, Nora Gabriela
ESPINOSA, Ana Emilia
FLORIANI, Eduardo
GRAZIANI, Marcelo
LOCASCIO, Fernanda
MAURINO, Juan Esteban
MAYA, Florencia
PASTORIO, Verónica
PERONE, Daniel
SOSA, Guillermo
SPROVIERO, Eduardo
VILLAR GARCÍA, Damián

Colaboradores Estudiantes

BALLESTER, Martina
BERTOTTI, Lucas
CIMOLAI. Florencia
FRANCISCO, Juan José
GARAY, Aldana
GÓMEZ CARCAGNO, Valentino
MATEOS, Anabela
SABATINI RISSO, Lucas
VEGA GÓMEZ, Luciana

Difusión

Dirección de Comunicaciones FAPyD UNR
GONZALEZ, María Victoria
GALMES, María Carla
CAGNONI, Agustina

Introducción

El encuentro estuvo destinado a docentes, investigadores y extensionistas de las áreas: Diseño, Tecnología, Estructuras, Ciencias básicas y Producción, a partir de la consideración de la naturaleza objetual, tridimensional y tecnológica de las formas que ambas disciplinas producen e inciden en la materialización del hábitat humano.

De la misma manera, imbuidos de la necesidad de acercar a todos los componentes de la sociedad identificados, se hizo extensiva la invitación de aquellas instituciones y organismos del gobierno -en todas sus escalas- las cuales desarrollan acciones en las áreas enunciadas y con compromisos asumidos para el mejoramiento del hábitat en la región MERCOSUR.

También se invitaron a participar a Estudiantes y Profesionales de Arquitectura y Diseño Industrial que se encontraran desarrollando becas de investigación o pasantías en Proyectos de I+D incluidos en sistemas formales de investigación, estudiantes que estuvieran desarrollando trabajos finales o tesis finales de grado con problemáticas vinculadas a las áreas. Propiciar la generación de espacios para reflexionar y fomentar la presencia del afuera, dentro de las Casas de Estudios Públicas.

La temática estuvo orientada a los aportes asociados en docencia, investigación, vinculación tecnológica y extensión de la arquitectura y el diseño industrial, dando continuidad a los procesos de integración desarrollados en el ámbito de las escuelas y facultades de Arquitectura y Diseño Industrial, propiciando la incorporación a la convocatoria al medio público y privado de la región. Áreas de interés de esta convocatoria:

- **Área A – Docencia:** Pedagogías en las tecnologías -Arquitectura y Diseño Industrial- grado y posgrado.

- **Área B – Investigación:** Proyectos de I+D desarrollados en las Áreas de las Tecnológicas y del Diseño.

- **Área C – Extensión:** Intervenciones tecnológicas en las mejoras del hábitat.

- **Área D – Gestión:** Políticas de Gobierno relacionadas con tecnologías del hábitat.

Ejes temáticos

Pudieron presentarse ponencias inéditas dentro de los siguientes ejes temáticos:

Eje 1: Innovación en sistemas constructivos/ estructurales

- Innovación en diseño y proyecto
- Sistemas industrializados
- Nuevos materiales

Eje 2: Tecnología para la Sustentabilidad

- Arquitectura y eficiencia energética
- Instalaciones bioclimáticas
- Reutilización y reciclaje de materiales

Eje 3: Construcción del hábitat socio económico

- Tecnologías de gestión y producción
- Salud y Seguridad Edilicia
- Extensión universitaria y transferencia tecnológica

Objetivos

- Incentivar el intercambio entre diferentes actores que implementan tecnologías diversas en la arquitectura y la construcción de la ciudad, con la intención de generar y fortalecer vínculos que permitan abordar problemáticas de un modo más integral.

- Intercambiar experiencias en la teoría y práctica de la enseñanza de la tecnología en el grado de las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial, con la exploración de estrategias pedagógicas y desarrollo de herramientas didácticas.

- Exponer avances en experiencias pedagógicas y de investigación en salud y seguridad edilicia.

- Poner en común las acciones llevadas a cabo en investigación e innovación tecnológica para ser volcadas a la enseñanza y al territorio, dentro de las casas de estudio y en el marco de la producción de conocimiento orientado al mejoramiento del hábitat.

- Promover tareas de extensión universitaria como recurso ineludible para la formación integral estudiantil.

- Generar instancias de debate permanente para la actualización de conocimientos, la comunicación de los trabajos de investigación, vinculación tecnológica y de extensión.

- Producir acuerdos múltiples de trabajo que expresen la voluntad de integración en la región.

Área A - Docencia

Eje 1

Comprensión y aprendizaje de los sistemas constructivos a través de su concepción tecnológica
César Altuzarra, Nora Diaz, Karina Sansarricq, Florencia Sacchi
18 » 22

La eficiencia en el diseño estructural. Un ejercicio de aplicación en edificio en altura, en zona sísmica
María Julieta Mansilla, Anabella Cardellino, Daniela Gilabert, Raquel Fabre, Gabriela Asís Ferri
23 » 26

Comparación y evaluación de experiencias didácticas entre el cursado presencial y virtual en estructuras
Raquel Fabre, Daniela Gilabert, Gabriela Asís Ferri, Anabella Cardellino, Yohana Cicaré, Javier Martini, Eduardo Rodríguez, Romina Ruiz, Eduardo Wuthrich
27 » 31

Diseño estructural paramétrico
Jorge Farez, Patricia Langer, Juan Fostel, Aldana Chichizola, Lucía Del Moro
32 » 35

Caso de estudio: pequeña casa de madera sustentable, materialidad para una nueva arquitectura
Analía Verónica Díaz
36 » 39

Mas allá de lo tectónico. La falacia estructural como argumento formal en los últimos diseños de Rafael Iglesia
Diego Fernández Paoli
40 » 44

El potencial generativo del modelo conceptual como estrategia de concepción de la forma estructural. Aplicaciones en el taller de arquitectura
Diego Fernandez Paoli, Ramiro Garcia, Esteban Bechis, Pablo Makler, Ana Lina Klotzman, Sofia Navello, Mariana Schiavetti, German Borello, Solana Di Marco, Fabricio Silva.
45 » 49

Mesa vibratoria para análisis dinámico de modelos estructurales
Gustavo Gonzalez, Eduardo Rodriguez Cimino, Leonel Ghiglione
50 » 53

Análisis de sistemas industrializados como herramienta para el abordaje del Diseño estructural
Fernando Redivo
54 » 58

Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina
Claudio Solari, María Carla Berrini, Sebastián Bechis
59 » 63

Área A - Docencia

Eje 2

La autoevaluación como parte del proceso formativo
Juan Luis Marezi, María Consuelo Calvo Zarlenga, María Elisa Cremaschi, María Sofia Massa Formica, Adrian Saenz
65 » 69

Laboratorio ambiental: experiencia organoléptica
César Altuzarra, Nélida Skindzier, Nora Diaz, Erica Lugo
70 » 74

Revisando nuestro hogar en la cursada virtual de Acondicionamiento y Confort
María de la Paz Diulio, Agustina Barthes, Joanna Baffoni, Andrea Bujer
75 » 78

El espacio vivencial personal como anclaje introductorio en el conocimiento de las solicitaciones del medio en tecnología
Carlos Eduardo Fenoglio, Federico Moretti, Leonel Perez, Julia Alejandra Romero, Agustín Terra Loredo
79 » 82

El vínculo entre la proyectualidad y la materialidad a partir del análisis de una obra referencial.
Julia Alejandra Romero, Carlos Eduardo Fenoglio, Federico Moretti, Leonel Perez, Agustín Terra Loredo
83 » 86

Práctica Evaluada Globalizadora en tiempos de virtualidad
Gilma Beatriz Goity, Nicolás Hernan Oteiza, Maria Tatiana Villén
87 » 91

Eficiencia energética-sustentabilidad ambiental-tecnologíca de la construcción NO Convencional: la esencia de la cátedra CONSTRUCCIONES II-B (Matutina) de la FAU-UNNE
Guillermo José Jacobo, Herminia María Alías, Jorge Alejandro Álvarez, José Ariel Collman, Rocío Carolina Molina.
92 » 96

Trayecto curricular de la Materia Optativa "Lógicas Ambientales para el Proyecto Arquitectónico"
Daniel Perone, Laura Bracalenti, Patricia Mosconi, Jorge Vazquez, Marcelo Graziani. Laura Mateos, Melina Duca, Franco Nocioni, Federico Vazquez, Federico Ferrari, Julieta Cremonte, Mariana Giacone, Agustina Martinez Chaher
97 » 102

Diseño estructural sostenible. Experiencia de enseñanza en el posgrado
Silvina Inés Prados, Guadalupe Álvarez
103 » 107

Tecnologías de proceso en la enseñanza de producción de obras
Federico García Zúñiga, Gerardo Wadel, Diego Cremaschi
108 » 113

Área A - Docencia

Eje 3

Estrategias en la enseñanza de las tecnologías de gestión en la arquitectura. La reflexión crítica como herramienta pedagógica
Ivan Eladio Cabrera
115 » 118

Inteligencia artificial aplicada al proceso proyectual de arquitectura y paisaje
Pedro Ferrazini, Soledad Chamorro, Marcos Dana, Juan Ignacio Pignatta, Pablo Almirón
119 » 122

La tecnología en tiempos de crisis
María Raquel Gutiérrez Garigliano, Sofía Feigielson, Juliana Serra, José Luis Alen, Alejandro Caloia, Eduardo Rudi
123 » 127

Laboratorio arquitectónico: experimentación de roles profesionales en formato virtual
Marcela Mercuri, Florencia Finocchiaro, Samanta Crespo, Camila Licalzi, Alicia Cisternas
128 » 132

Desafíos de la virtualidad en matemática de Diseño Industrial durante la pandemia del COVID-19
Nicolás Hernán Oteiza, Alicia Isabel Assalone
133 » 137

Salud, seguridad y medio ambiente en la producción de obras. Propuesta para la formación integral de profesionales de la arquitectura
Marisa Beatriz Troiano, Julia Alejandra Romero
138 » 142

Área B – Investigación

Eje 1

Entrepisos híbridos: avances tecnológicos en acero y hormigón armado
Guadalupe Álvarez, Gabriela Cristina
144 » 148

Componentes constructivos a base de RSU. Potencialidades del cartón corrugado de desecho para el hábitat
Samira Burgos, Alvaro Di Bernardo, Guillermo Jacobo
149 » 153

Predimensionado de entrepisos sin vigas en obras de hormigón armado en Argentina
Gerónimo Caffaro, Carolina Ponssa, Yohana Cicaré
154 » 158

Consideraciones constructivas de las juntas en paredes exteriores, construidas con tecnología en seco. Reporte de una vivienda en S.M. de Tucumán
Nora Fajre, Enrique Elsinger, Marcela Doz Costa
159 » 163

Procesos proyectuales en clave multidisciplinar desde un pensar técnico. Caso: casa áurea
Ma. Graciela Imbach, Ma. Soledad Fritz, Florencia A. Cernigoi, Sandra F. Kernot, Nestor M. Lenarduzzi
164 » 167

Desarrollo de un sistema constructivo con maderas correntinas de bosques implantados para edificios eficientes energéticamente de viviendas unifamiliares
Guillermo José Jacobo, José Luís Mancuso, María de los Ángeles Lourdes Aguirre Correa
168 » 172

Producción de losetas de hormigón para protección de cables subterráneos en barrios populares de Mar del Plata
José Isaac Melian, Agustín Lautaro Terra Loredo, Sabine Asis, Luis Fernando Alza, Lelis René Fernandez Wagner
173 » 177

Pensamiento material como técnica proyectual
Margarita Trlin, Andres G. Milos Sucksdorf
178 » 182

Comportamiento sismorresistente de tipologías frecuentes en la ciudad de Córdoba: Un caso de estudio
Eduardo Rodriguez Cimino, Gustavo Gonzalez, Gabriela Asis Ferri, Julieta Mansilla, Eduardo Wuthrich, Raquel Fabre, Daniela Gilabert, Leonel Chiglione, Horacio Altamirano
183 » 187

Área B – Investigación

Eje 2

Impacto del uso en la eficiencia energética de viviendas del nordeste argentino
Herminia M. Alías, Guillermo J. Jacobo
189 » 193

Morteros cementicios con agregados de ceniza de origen vegetal
Fernando F. Arana Sema, Angel Marcelo Costilla, Hilda Kanan
194 » 197

Análisis del comportamiento térmico e higrotérmico de los muros de árido vertido implementados en la autoconstrucción de Mar del Plata
Kristina Atanasoska
198 » 202

Evaluación de tres jardines maternales municipales en la ciudad de Neuquén, su comportamiento higrotérmico y energético en verano
M. Belén Birche, Jorge D. Czajkowski, Analía F. Gómez, Julián Basualdo
203 » 206

Caracterización física y mecánica de los adobes producidos en el centro este de la provincia de Santa Fe
Santiago Cabrera, Santiago Noguera, Ariel González
207 » 210

Memorias del agua. Interacciones entre los ciclos de inundación y el proceso de crecimiento urbano en la localidad de Puerto Vilelas, Chaco, Argentina
Victor Hugo Cabrera, Daniel Edgardo Vedoya
211 » 216

Certificación de eficiencia energética de edificios escolares en Tucumán. Análisis de la iluminación en aulas
Marta Susana Cisterna, Santiago Hernán Tadeo
217 » 221

La eficiencia energética edilicia como un problema complejo. Enfoque metodológico para abordar su investigación – proyecto
Laura Gisela Currie, Herminia María Alias
222 » 226

Comportamiento energético ambiental del centro de infancia de la familia CDIF "Santa Brígida", en el partido de San Miguel, Provincia de Buenos Aires.
Jorge D. Czajkowski, Analía F. Gómez, Belén Birche, Roberto Berardi, David Basualdo, Julián Basualdo
227 » 231

Aplicación de residuos textiles en la producción de placas de fibro-cemento. Estudios Preliminares
Ma. Esther Fernández , Camila De Los Santos, Fernando Petrone, Ma. Eugenia Pereira, Holmer Savastano Júnior
232 » 236

Estrategias de diseño bioclimático en centros de salud en San Miguel de Tucumán
Amalita Fernandez, David Elsinger, Beatriz Garzón
237 » 240

Construcción del Año Base para el Subsector Salud
Santiago Tomás Fondoso Ossola, Pedro Joaquín Chévez, Irene Martini
241 » 245

Rehabilitación Bioclimatica. Análisis de los niveles de confort bajo las condicionantes de la eficiencia energética en el edificio el Cubo
Miguel Bossi, Leandro Fontanetto, Maria Victoria Tate
246 » 249

Prototipo de piel verde modular aplicado a Viviendas Procrear II de la Ciudad de Resistencia, Chaco
Florencia Belén Galizzi, Claudia Pilar, Daniel Vedoya
250 » 254

Etnografía y prácticas energéticas en culturas constructivas nómades desérticas. Casos de vivienda social de adobe en Lavalle y Valle del Draa
Maria Laura Giovino, Leticia Katzer
255 » 260

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+
Jorge D. Czajkowski, Analía F. Gómez, Belén Birche, Roberto Berardi, David Basualdo, María de los Angeles Czajkowski, Julián Basualdo
261 » 265

Producción de viviendas de BTC a partir de tierras de excavación.
Stella Maris Latina, Mirta Eufemia Sosa, María Alejandra Sosa Latina, Irene Cecilia Ferreyra
266 » 271

Propuestas de mejoras de iluminación en aulas prototipo para las escuelas nuevas construidas en Tucumán, Argentina
S. Gabriela Márquez Vega, Cecilia F. Martinez
272 » 276

Evaluación funcional-ambiental de modernización de espacio peatonal en localización de clima cálido-húmedo
Cecilia F. Martinez, Cintya L. Villa
277 » 281

Empleo de placas de residuos de desmote de algodón y resina urea-formaldehido para el mejoramiento de envolventes horizontales en viviendas
Agustina Trevisan, Luciano Massons, Florencia Benítez, María Fernanda Carrasco, Rubén Marcos Grether
282 » 286

Área B – Investigación

Eje 2

Incorporación de energías renovables en el hábitat popular de San Juan, Argentina
Alción de las Pléyades Alonso Frank, María Celina Michaux
287 » 291

Análisis de las condiciones de confort higrotérmico y verificaciones de habitabilidad de las viviendas sociales de la región bioclimática IIb
Estefanía N. Neder, Sebastián E. Puig, Alberto Maidana
292 » 296

Factibilidad de recuperación de agua pluvial y aguas grises para su posterior utilización en el sistema sanitario de edificios tipo de la ciudad de Rosario
Franco Daniel Nocioni
297 » 301

Factibilidad de aplicación de cubiertas y fachadas vegetadas como estrategia de control termo-energético en edificios de uso residencial y terciario
Franco Daniel Nocioni
302 » 306

Soluciones constructivas para la envolvente de edificios. Valoración energético ambiental para su sustentabilidad
Sara Iías Ledesma, Viviana María Nota
307 » 311

Análisis, evaluación y diagnóstico del desempeño energético actual de la envolvente del edificio público educacional de la FAPyD
María José Panvini, Romina Saldi, Ana Espinosa, Agustina Chiappero, Sebastián Micheli, Nancy Murialdo, Javier Povrzenic, Sandra Rodriguez, Luciana Tettamanti
312 » 317

Análisis de los efectos directos de la implementación de la Ordenanza 8757. Transiciones energéticas en el parque construido de Rosario
Patricia Mosconi, Laura Bracalenti, Jorge Vazquez, Daniel Perone, Marcelo Graziani, Melina Duca, Franco Nocioni
318 » 321

Análisis comparativo de costo–efectividad entre estrategias pasivas y activas para la eficiencia energética en bodegas. Un estudio de casos
Alba Ramos Sanz
322 » 327

Aislamiento acústico a ruido aéreo en envolventes laterales multicapa, mediciones en laboratorio
Alicia Rivoira, Sebastián Coca, Tomás O´Neill, Roberto Tambussi, Luisina Abiega
328 » 331

Análisis comparativo de dos infraestructuras del Programa Nacional 700 Escuelas, localizadas en zonas bioambientales diferenciadas de San Juan
Cristian Gonzalo Sguario, María Guillermina Ré
332 » 336

Construcción de pisos y revestimientos de hormigón vibrado con plásticos de RAEE reciclados
Diego Velázquez, Marcelo Stipcich
337 » 341

Arquitectura Natural. Propuestas de construcción del hábitat social para el desarrollo de una ciudad sostenible
Agustín Lautaro Terra Loredo, Laura Isabel Romero, Carlos Eduardo Fenoglio
342 » 346

Herramienta para el análisis y mejoramiento de la eficiencia energética de las superficies transparentes de la envolvente edilicia vertical
Emilia Urteneche, Dante Andrés Barbero, Irene Martini
347 » 351

Sostenible, biomimética o resiliente, tres propuestas para una misma arquitectura
Daniel Edgardo Vedoya
352 » 356

Transformar residuos en productos de construcción sustentables, certificables y valorables en el mercado
Marta Edith Yajnes, Susana Ines Caruso, Abraham Becerra Araneda, Roberto Rafael Busnelli, Mariana Carla Berardino
357 » 362

Área B - Investigación

Eje 3

La participación social en la mejora habitacional del hábitat popular: herramientas de diagnóstico comunitario
Guadalupe Ale, Jesica Belen Esparza, Graciela Melisa Viegas
364 » 368

Trabajo y productividad en la construcción
Mariano Andres De Schant, Viviana Carmen Rodriguez
369 » 373

Convidar Tecnología. Reflexiones y Aprendizajes en experiencias patagónicas
Ana Laura Minari, Josefina Centeno Crespo, Pilar del Campillo, Paula Peyloubet, Santiago Ríos
374 » 378

El mapa geotécnico como instrumento de políticas y gestión pública para la planificación urbana. La ciudad de Mar del Plata como caso de estudio.
Emilio Polo Friz
379 » 384

Estrategias tecnológicas de mejoramiento habitacional de barrios populares en el Partido de La Plata. Caracterización y estudio morfológico de sectores urbanos.
Mariana Vincent, Jesica Esparza, Graciela Viegas, Gustavo San Juan
385 » 389

Tecnologías sociales para el mejoramiento del hábitat popular peri-urbano y rural. Desarrollos tecnológicos, técnicas de vinculación social y apropiación tecnológica
Graciela M. Viegas, Laura E. Reynoso, Gustavo A. San Juan
390 » 394

Análisis de saberes previos en modelización matemática con referencia a las Propiedades Mecánicas de niveles iniciales de carreras proyectuales.
Gilma Beatriz Goity, Carlos Fenoglio, Nicolas Hernan Oteiza, Maria Tatiana Villen, Alicia Assalone.
395 » 398

Sistema de ayuda de eficiencia energética en vivienda municipal
Gerardo Wadel, Claudia Dido, Franco Mieres
399 » 403

Área C - Extensión

Eje 1

Diseño pirorresistente
Alejandro Alvarez, Mario Flumiani, Sergio Reiloba
405 » 409

Prototipo de módulo sanitario industrializado
Bianca Biagini, Guadalupe Gonzales, Juan Alegre, Alberto Ochoa, Gabriel Chiarito
410 » 413

Butacas cilíndricas de H°A° con plásticos de los RSU incorporados para reducir el impacto ambiental.
María José Panvini, Luciana Tettamanti, Nancy Murialdo, Sabina Spessot, Agustín Ascani
414 » 417

Eje 2

Mecanismos para la disminución del impacto ambiental en el proceso de construcción de obras de arquitectura
Alejandro Alvarez, Mario, Flumiani, Sergio Reiloba
419 » 423

Acciones colaborativas sobre la educación-urbano-ambiental, en el marco del plan mar en una escuela sustentable de Mar Chiquita
Analía Verónica Díaz, Nora Demarchi, Kristina Atanasoska, Marsili Lucio, Tomas Fulgenzi
424 » 427

Utilización de plásticos reciclados en construcción de Obras Públicas con generación de mano de obra y reglamentaciones de uso
Nancy Murialdo, Agustín Ascani, María Jose Panvini, Sabina Spessot, Luciana Tettamanti
428 » 431

Eje 3

Mujeres y feminidades albañiles
Cesar Altuzarra, Nora Diaz, Florencia Montano
433 » 435

Alternativa de estructuras para torres tanques domiciliarios en el marco de proyectos de integración socio urbana
Jeremias Ispizua, Sabine Asis
436 » 440

Medición y evaluación de agentes de riesgo en la construcción del hábitat
Rodolfo José Bellot, Leandro Fontanetto
441 » 445

Muro de áridos vertidos en el barrio Autódromo Ciudad de Mar del Plata: Uso de áridos finos de reciclado para la autoconstrucción en un marco de tecnología social
Gabriel Cacopardo, Franco Maximiliano Santacroce
446 » 450

Caracterización de placas con alto contenido de telgopor reciclado para revestimiento de viviendas precarias
Diego Velázquez, Marcelo Stipcich, Luciano Villalba, Francisco Daoud
451 » 456

XII Creta

Área A - Docencia

Eje 1

COMPRENSIÓN Y APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A TRAVÉS DE SU CONCEPCIÓN TECNOLÓGICA

UNDERSTANDING AND LEARNING OF CONSTRUCTION SYSTEMS THROUGH THEIR TECHNOLOGICAL CONCEPTION

César Altuzarra
Nora Diaz
Karina Sansarricq
Florencia Sacchi

Materialidad
Panvini

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
cesaraltuzarra@gmail.com

RESUMEN

El proyecto de investigación “Validación de una clasificación universal de la tecnología constructiva de la arquitectura”, tiene como objetivo redefinir las lógicas constructivas, partiendo de la consideración de que la caracterización tecnológica del espacio no depende solo de la materia sino también de las relaciones que se establecen entre los elementos. Se propone una clasificación que considera los sistemas constructivos según su concepción tecnológica, interpreta su concepción matérica, las técnicas constructivas y su relación con el espacio arquitectónico: apilamientos (traba), vertido (moldeo) y entramados (nudos y barras) y sus combinaciones. Se analizaron diversos casos de estudios con secuencia historiográfica, a fin de obtener conclusiones que permitan una síntesis conceptual como insumo de las decisiones proyectuales y del proceso de enseñanza aprendizaje de la generación del proyecto arquitectónico.

PALABRAS CLAVES: tecnología – apilamiento – vertido – entramado

ABSTRACT

The research project "Validation of a universal classification of the constructive technology of architecture", which has the purpose to redefine the constructive logics. Starting from the consideration that the technological characterization of space does not depend only on the material but also on the relationships established between the elements. The classification that is proposed considers the construction systems according to their technological conception, interprets their material conception, the construction techniques structures and their relationship with architectonic space: frameworks (knots and bars), stacking (masonry), pouring (moulding) and their combinations. Various case studies with historiographical sequence were analyzed in order to obtain conclusions that allow a conceptual synthesis as an input for project decisions and the teaching-learning process of the generation of the architectural project.

KEY WORDS: technology – masonry – pouring – framing

INTRODUCCIÓN

Los modos de organización de la materia suelen presentarse asociados, para poder comprenderlos se hace necesario clasificarlos con el fin de cualificarlos y así obtener de ellos su mayor potencial.

> Tehrani (2007) afirma: [Uno] podría argumentar que un edificio se intensifica a través de la elaboración de su propio medio, un lenguaje de palos y piedras, para inducir un estado de arquitectura. El "material" que subyace a la arquitectura está de algún modo enraizado en la construcción y sus detalles y, sin embargo, de manera seductora, los dispositivos que involucran la práctica de la construcción suelen estar en tensión con las necesidades aparentemente directas de la fabricación. Aquí radica uno de los temas más fértiles y debatidos en la teoría arquitectónica: el tema de la tectónica. En el centro de este debate está el dilema que plantean las necesidades de fabricación, que rara vez coinciden con la expresión pretendida de un edificio, incluso en aquellos proyectos cuyos autores profesan una ética de veracidad y honestidad ante los hechos de construcción material. (Scwartz, 2016, pp.XXVII)

El acto de construir es una actividad ancestral siempre condicionada por la materia disponible. A través de la historia de la tecnología constructiva se ha ido evolucionando e interrelacionando los sistemas primigenios, llegando a un estado actual de hibridez conceptual, que es necesario clarificar para hacer consciente dicho acto de construir.

A partir del liminal libro de Ignacio Paricio "La construcción de la arquitectura. Las técnicas", donde se desarrollan las técnicas de la construcción y su relación con la forma de los materiales, proponiendo una clasificación que pone el acento en los procesos de producción y sus consecuencias; detallando técnicas por moldeo, tendido, albañilería, grandes conformados y fijación, pudimos reconocer aspectos que insinuaban una clasificación inédita con fuerza pedagógica que era necesario explorar.

Entendíamos que más que técnicas de organización de la materia, estábamos frente a una clasificación de recursos tecnológicos para la arquitectura, ya que cada uno de los estados de asociación de la materia, impregnaba la resultante formal caracterizándola de una manera muy diferenciada. Reagrupamos algunas categorías y las renombramos a partir de los aspectos esenciales de cada sistema tecnológico, como sistemas tecnológicos por apilamiento, por vertido, por entramado.

Las agrupamos según las consecuencias espaciales que generan en función de las clasificaciones de Semper, entendiendo a la generación del espacio tectónico fuertemente relacionado con el entramado y el estereotómico con el vertido y el apilamiento, sin dejar de reconocer que, a partir de un uso muy particularizado de las técnicas constructivas, podrían alterar este agrupamiento primario.

Comenzamos a indagar antecedentes y a aplicar esta metodología de trabajo de manera sistemática para aportar claridad en las tomas de decisiones al momento de concretar la arquitectura. El repertorio tecnológico disponible, que es el soporte material de la arquitectura, se presenta imbricado en una serie de técnicas que conviven en la generación del espacio. Para comprenderlas y operar con la materia desde un plano consciente es necesario establecer una estructura de pensamiento que clarifique y caracterice cada sistema desde su esencia.

En el año 2009 propusimos para una asignatura sobre Tecnología de la Construcción, abordarla desde las lógicas de los tres sistemas, por vertido, por apilamiento, por entramados, plasmándose, con posterioridad, en el plan de estudio vigente en la carrera de Técnico constructor de obras del Instituto Politécnico Superior UNR, a partir del 2012.

En Materialidad I, cátedra Horacio Panvini FAPyD, se incorporó plenamente en los contenidos conceptuales de la materia, a través de clases teóricas y trabajos prácticos a partir del año 2009.

Estas categorías fueron propuestas para estructurar los temas en el eje Construcción, sub eje Sistemas Constructivos en el proyecto de creación de la carrera universitaria de arquitectura para la Universidad de La Matanza en el año 2014, elaborado por la FAPyD de la UNR.

En el 2019 presentamos para su acreditación, el proyecto de investigación en SCyT de la UNR, "Validación de una clasificación universal de la tecnología constructiva de la arquitectura".

En el 2022, la clasificación formó parte de la propuesta oficial para la estructuración del área tecnológica en las carreras de Técnico Universitario en Construcciones y Técnico Constructor de Obras en el Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín", UNR.

Como antecedente, podemos citar al Arq. Daniel Ventura (UFLO/UBA) que, basado en la clasificación de Ignacio Paricio, desarrolla una pedagogía en base a los sistemas de producción por montaje, mampuestos y por colados.

METODOLOGÍA

El presente trabajo propone una comparación de la clasificación propuesta, a través del análisis de casos de obras representativas de tres arquitectos re-

Fig. 1: Le Corbusier. Fig. 1: Le Corbusier. Fig.2: Peter Zumthor. Fig. 3: Rafael Iglesia

conocidos a nivel mundial por su versado manejo material y espacial, y que debido a su prolífica y magistral producción nos permiten comparar sus reconocidas obras dentro de las tres clasificaciones planteadas. Le Corbusier (fig. 1), como reconocido exponente del movimiento moderno y su influencia tanto en la práctica como en la enseñanza en la teoría de la arquitectura; Peter Zumthor (fig. 2) como arquitecto contemporáneo por cómo trabaja la materia de manera casi artesanal, cuidando las técnicas de construcción y los detalles; Rafael Iglesia (fig.3) como representante local por su permanente experimentación con la materia.

"Cuando empiezo, mi primera idea para un edificio es con el material. Yo creo que la arquitectura se trata de eso. No se trata de papel, no se trata de las formas... Se trata de espacio y material." (Zumthor, 2009) Esta comparación tiene como objetivo analizar las relaciones entre los modos de enlazar la materia y las características espaciales de la arquitectura resultante.

DESARROLLO

En base a las categorizaciones propuestas por Ignacio Paricio (2004), se presenta un reagrupamiento de las mismas en tres sistemas tecnológicos constructivos:

Apilamiento

Fig. 4: Albañiles trabajando. Pinturas en la tumba de Rekhmire. Necrópolis tebana

Hacemos referencia al elemento constructivo fabricado mediante la adición de piezas u unidades que se relacionan entre sí mediante la traba, conservando la verticalidad. El rozamiento entre las piedras contribuye a la mayor esbeltez del componente constructivo. El encastre podría ser otro modo de relacionar los elementos, contribuyendo a contrarrestar las componentes horizontales. El antecedente es la estiba, la referencia primaria es la mampostería en sus distintas variantes materiales: ladrillos, bloques de hormigón o de piedra, con mortero entre las juntas o sin él. Pueden utilizarse otros materiales como la madera en bloques o piezas de tamaño tal que mediante la traba constituyan una unidad mayor. El tamaño de la pieza puede ser manipulado o requerir el auxilio de equipos de gran porte. En la clasificación de Semper constituye una estructura espacial estereotómica.
Las imágenes a continuación presentan una obra de cada uno de los arquitectos elegidos, la Escuela de Arquitectura de Chandigarh de Le Corbusier (fig. 5) donde puede verse el manejo del ladrillo visto como un mampuesto tradicional. El trabajo de Peter Zumthor en las rutas turísticas de Noruega utiliza el mampuesto de piedra emulando magistralmente las características naturales del lugar (fig.6). Rafael Iglesia utiliza para la obra Quincha y piscina (fig. 7), elementos de madera que podrían asociarse con las características tecnológicas de un entramado, pero con la lógica del apilamiento.

Fig. 4: Albañiles trabajando. Pinturas en la tumba de Rekhmire. Necrópolis tebana

Vertido

Su esencia es la masa líquida que petrifica, requiere un confinamiento para permitir su solidificación. La tapia es un antecedente temprano, el muro romano y el hormigón ciclópeo. El asfalto es un vertido. El molde transfiere su apariencia otorgando materialidad al material. El vertido carece de materialidad, depende del molde. Es una masa homogénea continua, que genera un espacio estereotómico, cerrado, pesado, la cueva es la referencia. El alfarero es el oficio relacionado. En general su monolitismo hace difícil su reversibilidad. Ciertas dosificaciones de hormigón permiten prescindir del encofrado como en el caso del Contour Crafting (impresión 3D).
Le Corbusier en la expresión exterior de la cité Radiuse (fig. 9) y Peter Zumthor en el interior de la capilla Bruder Klaus (fig. 10) dejan al descubierto el encofrado como impronta y expresión fundamental de la obra, que revela su proceso constructivo con las características del vertido. En Rafael Iglesia en el edificio Altamira (fig. 11) aparenta un apilamiento de elementos que requiere sin embargo una continuidad constructiva del vertido para garantizar su estabilidad.

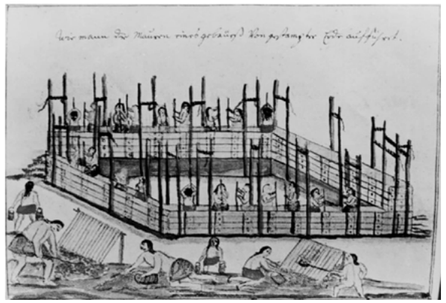


Fig. 8: Indigenas trabajando tapia. Dibujos del Banco de Imágenes Florián Paucke.

Fig. 9: Le Corbusier. La cité Radiuse. Marseille, Francia (1947-52) Fig. 10: Peter Zumpthor. Capilla de campo Bruder Klaus. Mechernich, Alemania (2007) Fig. 11: Rafael Iglesias. Edificio Altamira Rosario (2001)

Entramado

Fig. 12: El primer edificio. Viollet Le Duc (1860)

Piezas individuales se vinculan mediante enlaces, barras y nudos envueltos por una membrana o piel. Estructura tectónica que genera un espacio abierto, diáfano, liviano. El material primigenio es la madera, siendo la cabaña y la tienda el refugio de referencia. El cestero es el oficio relacionado. El bahareque constituye un sistema tecnológico por entramado. Una de sus principales características es que permite ser desmontado y recuperar los elementos. El material moderno es el acero y el hormigón prefabricado en elementos lineales. La vinculación es la clave, a través de bulones, clavos, soldadura. Como ejemplo podemos citar técnicas constructivas conocidas como el balloon frame, wood frame, steel frame, entre otros.
En el pabellón de Zurich (fig. 13), Le Corbusier independiza el esqueleto es-

Fig. 13: Le Corbusier. Pabellón de Zurich, Zurich, Suiza. (1967) Fig. 14: Peter Zumpthor. Capilla San Benito. Sumvitg, Suiza (1987-1989) Fig. 15: Rafael Iglesias. Polideportivo P.H.Y. Rosario, Argentina. (2005)

tructural de la membrana que lo recubre, la soldadura conecta las piezas de acero. Zumthor (fig. 14) descompone la piel del edificio en capas sucesivas diferenciadas por su materialidad, la madera es el material común del sandwich constructivo, tejas de alerce en el exterior, alma de tablero de osb pintado en color aluminio (barrera de vapor) y montantes vinculadas por conectores en el interior, una reinterpretación del wood frame. El entramado de las cerchas metálicas preexistentes (fig. 15) es revitalizado por Iglesias iluminándolas naturalmente, el espacio adquiere un carácter tectónico en contraposición con la pesadez estereotómica del bloque de hormigón adyacente, que contiene los servicios.

¿Por qué apilamiento y no albañilería?
La albañilería está asociada a la construcción con mampuestos, el apilamiento tiene sus raíces en la estiba predominantemente vertical, piezas individuales asociadas por rozamiento (traba) o encastre para absorber las cargas horizontales. El apilamiento incluye aquellas operaciones que involucran equipos para ubicar las piezas de gran volumen, en esos casos no corresponde llamar al sistema mampuesto ya que las piezas no están puestas con la mano.

¿Por qué vertido y no moldeo?
El término vertido refiere al estado plástico de la masa que pasará luego por endurecimiento y fraguado para adquirir la forma deseada. Expresa la condición pastosa del material que ocupará todas las oquedades constituyéndose la pieza en un continuo homogéneo, mono material. Si bien el molde plasma su impronta en la materialidad del elemento constructivo y de alguna manera caracteriza el sentido de generación de la forma, ya que es necesario pensar en él como estructura previa, pero puede existir vertido de alta densidad o con acelerantes de fragüe que permitan prescindir del molde en ese sentido el término vertido es más abarcativo.

¿Por qué entramado y no montaje o fijaciones?
El montaje no necesariamente genera un entramado, pueden ser piezas montadas trabajando exclusivamente a compresión y ello no constituye conceptualmente un entramado. (Pared con bloques de madera clasificado como entramado, cuando en realidad es apilamiento). El entramado representa una estructura constituida por esqueleto y piel, entramado y membrana. barras y nudos sometidas a esfuerzos axiles más una envolvente.

Apariencias

Falso apilamiento
Peter Zumthor emula en las Termas de Vals (fig. 16) al muro romano. Esta obra fue ejecutada en piedra en sus paramentos exteriores con alma de HºAº, podría clasificarse como apilamiento desde su materialidad, pero es esencialmente vertido, ya que la piedra oficia de encofrado perdido.

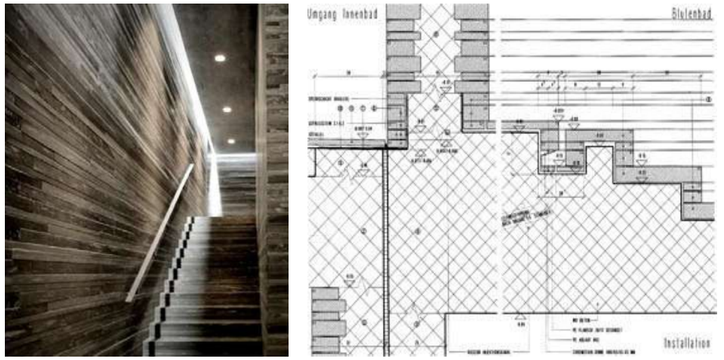


Fig. 16 Peter Zumpthor. Termas de Vals. Graubunden, Suiza. (1996)

Falso vertido

El pabellón comprende una habitación en forma de L y un jardín colindante, construido alrededor de un árbol ya existente. Consta de una estructura metálica y unos paneles con relleno de paja comprimida, sobre los que se aplica el cemento con una bomba neumática. Al contrario de los estilos elogiados por la Exposición. (Le Corbusier 1925, como citó García, 2022)

Fig. 17 Le Corbusier.Pabellón del Espíritu Nuevo París, Francia (1925)

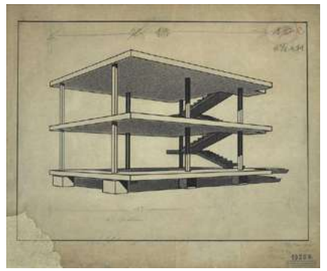


Fig. 18 Le Corbusier.Maison Dom-inó, Sans Lieu, Francia (1925)

Es innegable la asociación del Pabellón del Espíritu Nuevo con la casa Dominó que tiene una estructura de hormigón por vertido, sin embargo, el sistema tecnológico utilizado es el entramado, podría considerarse una industrialización del bahareque.

Falso entramado

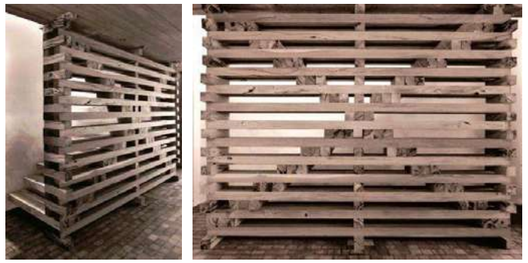


Fig. 19 Rafael Iglesias. Escalera casa Del Grande, Rosario, Argentina (2002)

La escalera que se encuentra en Casa del Grande (fig.19) está construida de Quebracho colorado, se trata de una obra realizada utilizando técnicas primitivas, basada en el encastre de piezas de madera. La construcción consiste de grandes listones de madera dispuestos y encastrados de manera tal que todos los peldaños quedan fijos, firmes con todos sus posibles grados de libertad anulados, acuñando toda la estructura al techo. Gracias a la presión que las cuñas imprimen al sistema, se logra que los escalones, que se encuentran sin apoyar en la pared, estén estables.
El uso de la madera en pequeñas unidades induce a clasificar esta obra como entramado, sin embargo, la madera está siendo utilizada bajo la lógica del apilamiento, El peso de la losa descarga la fuerza a través de la escalera, hacia el piso, apretando los escalones.
Análogamente, Zumthor, en el Pabellón Suizo de la Exposición Universal de Hannover 2000 “Cuerpo sonoro”, utiliza la madera en pequeñas unidades generando la fuerza de compresión mediante tensores.

De manera no tradicional, toda la caja de sonido suiza podría verse como una construcción estereotómica. Las paredes y el techo de la estructura

eran de madera, un material típicamente tectónico, que se apilaba sin sujeción mecánica directa, un proceso estereotómico. (Schwartz, C,2016)

Instrumentación pedagógica

La clasificación propuesta es fácilmente aprehensible por los estudiantes, quienes se apropian de estas categorizaciones no solo como método de análisis sino como herramienta proyectual. La incorporación de las categorías en los planes de estudio citados y la multiplicidad de abordajes como en el caso de Daniel Ventura, certifican su valor pedagógico.

Los ejercicios que se plantean fluctúan entre lo abstracto y lo concreto. A partir de la observación condicionada del entorno material, proponemos categorías de análisis que permiten clasificar para comprender. El concepto se afianza en la propuesta de los estudiantes cuando es confrontado con la experimentación corpórea que permitirá estructurar la materia mediante nuevas lógicas de organización.

Fig. 20: Prácticas realizadas en el taller por los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y del Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín" aplicando los sistemas tecnológicos por apilamiento, vertido y entramado (2021)

Fig. 21: Trabajos realizados por estudiantes de Materialidad 1. Diferenciando Materia, material y materialidad, clasificando a través de los sistemas tecnológicos por apilamiento, vertido y entramado (2021)

CONCLUSIONES

Podemos reconocer la pertinencia del método de análisis propuesto a partir de una taxonomía de los sistemas tecnológicos constructivos por apilamientos (traba), vertidos (moldeo) y entramados (nudos y barras), en donde se verifica el valor universal de la clasificación al aplicarla a distintas obras de arquitectura.

Explorando y analizando la "obra" de los tres arquitectos seleccionados: Le Corbusier, Peter Zumthor y Rafael Iglesias, reconocimos en algunos ejemplos como en Las termas de Vals, el Pabellón del Espíritu Nuevo y en la Escalera casa Del Grande, que aparentan estar dentro de esa categorización inicial, pero en realidad la esencia es otra, lo que nos lleva a designarlos como falso apilamiento, falso vertido y falso entramado. Es necesario aclarar que la palabra "falso" no tiene en este caso connotaciones negativas, sino que expone la compulsiva necesidad de los autores de experimentar y desafiar continuamente las lógicas de las técnicas constructivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Aspiazu, J.I. (2013) *Semper: el estilo. El estilo en las artes técnicas y tectónicas, o, estética práctica y textos complementarios.* Ediciones Azpiazu.

· Frampton, K. (1999) *Estudios sobre cultura tectónica: Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX.* Ediciones Akal.

· Desplazes, A. (2010) *Construir la arquitectura del material en bruto al edificio.* Editorial GG.

· Paricio, I. (2004) *La construcción de la arquitectura. Tomo 1: Las técnicas, Tomo 2: Los elementos, Tomo 3: La composición.* Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya - ITeC.

· Goytía, N. (2000) *Cuando la idea se construye: Procesos de diseño en la arquitectura de los siglos XIX y XX.* Editorial Screen.

García Setién-Terol, D. (2016) *Trans arquitectura, imaginación, invención e individuación del objeto técnico arquitectónico. Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, España.

· Scwartz, C.(2016) *Introducing architectural tectonics: Exploring the Intersection of Design and Construction.* Ed. Taylor & Francis p.p.XXVII

· CQ TECTÓNICA (2015.) *Escalera casa Del Grande.* Revista tectónica digital web site. Disponible en: https://tectonica.archi/projects/escalera-casa-del-grande/

· García, F. (2022). Pabellón de "L" Espirit Nouveau – Le Corbusier. Revista Arquitectura. Disponible en: https://es.paperblog.com/pabellon-de-l-espirit-nouveau-le-corbusier-2903751/

· Pogrebin, R (2009). *Pritzker Prize goes to Peter Zumthor.* Publicado en The New York Times. Disponible en: https://www.nytimes.com/2009/04/13/arts/design/13pritzker.html

· Merin, G. (2015) Clásicos de Arquitectura: Capilla de San Benito / Peter Zumthor. Disponible en https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-296419/clasicos-de-arquitectura-capilla-de-san-benito-peter-zumthor

· Ventura, D (2020) Conferencia El Proyecto Material Realizada el viernes 18/09 en el marco del Ciclo de Charlas de la Maestría en Arquitectura de la FADU UNL. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=yMujsIJ3I5E

LA EFICIENCIA EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL. UN EJERCICIO DE APLICACIÓN EN EDIFICIO EN ALTURA, EN ZONA SÍSMICA.

EFFICIENCY IN STRUCTURAL DESIGN. AN APPLICATION EXERCISE IN A HIGH-RISE BUILDING, IN A SEISMIC ZONE.

María Julieta Mansilla
Anabella Cardellino
Daniela Gilabert
Raquel Fabre
Gabriela Asís Ferri

Estructuras III

FAUD — UNC, Córdoba, Argentina

—
arqgabrielaasis@gmail.com

RESUMEN

En el curso de Estructuras III se realiza el ejercicio de diseño de un edificio en altura en zona sísmica, con la tipología de torre aislada. Esta metodología presentada se realiza desde el año 2018, en el que fue factible utilizar programas que permitan modelar en tres dimensiones y de esta manera aplicar los conceptos del CIRSOC 103, en el que se incorporan nuevos parámetros de verificación. Los objetivos del mismo son: incentivar al diseño estructural, como un conjunto tridimensional resistente a fuerzas en cualquier dirección del espacio, coherente y compatible con la arquitectura, transfiriendo los conceptos estructurales adquiridos. Capacitar en el uso de softwares de resolución matricial como herramienta de análisis de los mecanismos estructurales y lograr su máxima eficiencia. El uso de programas de cálculo permite tener una visión tridimensional del problema y el manejo de planillas de cálculo, simplifican el procesamiento de la información.

PALABRAS CLAVES: CIRSOC 103 – torre aislada – torsión – distorsión

ABSTRACT

In the Structures III course, the design exercise of a high-rise building in a seismic zone is carried out, with the isolated tower typology. This methodology presented has been carried out since 2018, in which it was feasible to use programs that allow modeling in three dimensions and in this way apply the concepts of CIRSOC 103, in which new verification parameters are incorporated. Its objectives are: to encourage structural design, as a three-dimensional set resistant to forces in any direction in space, coherent and compatible with architecture, transferring the acquired structural concepts. Train in the use of matrix resolution software as a tool for analyzing structural mechanisms and achieving maximum efficiency. The use of calculation programs allows to have a three-dimensional view of the problem and the handling of spreadsheets, simplify the processing of information.

KEY WORDS: CIRSOC 103 – insulated tower – torsion – distortion

INTRODUCCIÓN

La configuración estructural espacial de los edificios es una variable de diseño que debe contemplarse desde las primeras ideas. El proceso a seguir para diseñar un mecanismo estructural es muy similar al proceso de diseño de cualquier objeto. En todos existe una dinámica relación de retroalimentación entre las condicionantes y premisas y el resultado propuesto.

En este proceso, en cada ciclo, la nueva propuesta es analizada total o parcialmente y es evaluada o verificada en función del conjunto de los parámetros que aporta cada aspecto de la arquitectura (función, imagen, confort, instalaciones, factibilidad constructiva, economía, etc.), además de las condicionantes estructurales.

De esta manera cada ciclo retroalimenta el proceso y produce variantes en la propuesta. Ésta se va modificando hasta que se llega a un punto en que el diseñador juzga que alcanzó un suficiente grado de coherencia con todos los aspectos que han influido en el proceso y, por ahora, se constituye en el resultado más eficiente.

Cuando analizamos las acciones producidas por un sismo en una construcción vemos que la relación que existe entre la conformación del edificio y su sistema resistente está representada, entre otras variables, por la irregularidad tanto en planta como en altura. El Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes, Parte I, para construcciones en general enfatiza la valoración de la regularidad de las edificaciones.

En el curso de Estructuras III se realiza el ejercicio de diseño de un edificio en altura en zona sísmica, con la tipología de torre aislada. Esta metodología presentada se realiza desde el año 2018, en el que fue factible utilizar programas que permitan modelar en tres dimensiones y de esta manera aplicar los nuevos conceptos del CIRSOC 103, en el que se incorporan criterios cuantitativos que se suman a los criterios cualitativos de análisis.

El ejercicio esta orientado a un alumno del nivel 4, quien ya ha adquirido habilidades en el diseño estructural bajo la hipótesis de cargas gravitatorias. En este nivel, se suma el análisis y diseño de las estructuras en zonas sísmicas, incorporando entonces el estado de esfuerzos horizontales, lo que luego permitirá un análisis global del comportamiento de la propuesta seleccionada.

En este sentido, se apunta a que el alumno aborde el diseño del mecanismo estructural y reconozca las acciones sobre el mismo, para que luego comprenda el comportamiento de la estructura, y sea capaz de modelarla, analizarla y verificarla con recursos informáticos que le permitan interpretar la problemática en tres dimensiones, a fin de lograr un resultado eficiente.

Para ello la catedra ha adquirido una licencia estudiantil de un programa de análisis matricial (RAM™ Elements CONNECT edition Versión 16.3 Update 3).

Cabe destacar que la metodología de internalización e integración de conceptos a partir de diseños, es una metodología que se ha implementado desde hace tiempo en la cátedra, pero la evolución en el software de cálculo, que permiten una visión tridimensional del problema, ha permitido mejorar el proceso de análisis e interpretación de los resultados.

Es por este motivo que se propone capacitar a los estudiantes en el uso de softwares de resolución estructural como herramienta de análisis y verificación de los mecanismos estructurales, en pos de lograr su máxima eficiencia. El uso de programas de cálculo matricial, que permiten tener una visión tridimensional de la situación, y el manejo de planillas de cálculo, que simplifican considerablemente el procesamiento de la información, son herramientas que posibilitan la búsqueda de alternativas estructurales desde las primeras etapas de diseño.

“Dar existencia a la estructura requiere que se defina para cada una de las acciones u sistema completo capaz de garantizar el equilibrio.” (Reboredo, 2016, pág. 14)

METODOLOGÍA

El trabajo práctico inicia a partir de un programa específico y un sitio, dentro de la ciudad de Córdoba. Se plantea a los alumnos realizar el diseño de un edificio en altura destinado a oficinas, considerando que la configuración estructural debe jugar un rol protagónico en la propuesta, suficientemente estable, resistente y dúctil. La formulación de la propuesta, en el caso que nos ocupa, debe responder al objetivo principal de toda estructura de un elemento arquitectónico cualquiera; cual es el de resolver la necesidad de permanencia de éste con el fin de brindar seguridad y protección al usuario que lo habita, pero a su vez debe responder a la configuración formal del proyecto.

Desde las primeras ideas de diseño se ensayan alternativas estructurales, compatibles con las premisas planteadas. Definido el esquema, se procede al predimensionado de los elementos, teniendo en cuenta la compatibilidad con las variables del proyecto. “Lo que más puede hacer un docente es poner al estudiante frente a situaciones tales que lo obliguen a crear intuitivamente y luego razonar y verificar la validez de lo que imaginó” (Moisset de Espanés, 1999, pág. 12).

Luego, continúa la etapa de evaluación de la propuesta. El objetivo de la misma es analizar el comportamiento del mecanismo estructural. Se realiza por medio de diversos procedimientos tanto cualitativos como cuantitativos, con el objeto de comparar deformaciones y deplazamientos iniciales. Fundamentalmente, se trata de visualizar, en términos generales, el comportamiento que ha tenido el mecanismo estructural propuesto frente a las condiciones impuestas para establecer criterios de trabajo que conduzcan a la optimización.

En esta etapa de evaluación, se incorpora la modelación con el programa de análisis matricial (RAM™ Elements CONNECT edition Versión 16.3 Update 3), para realizar la verificación de la deformabilidad, tanto en planta como en altura. La misma está en función de la relación que se plantea entre las acciones (sistemas de fuerzas gravitatorias y sismicas) y la rigidez (geometría y materiales de los elementos estructurales) y puede considerarse como primordial ya que, en caso de no satisfacerse estas condiciones, la única forma de solución parte de producir modificaciones en la geometría y/o la organización de la estructura. Esto significa volver a una de las primeras etapas del proceso de diseño.

En este sentido se remite a lo establecido por el INPRES-CIRSOC 103, y procedemos a determinar el grado de torsión en planta y la distorsión horizontal por nivel como parámetros de la deformabilidad de la estructura. Este procedimiento se realiza mediante una planilla en la cual se ingresan los valores de desplazamientos obtenidos por el programa. A partir de la comparación de los resultados con las referencias reglamentarias, y la interpretación de los mismos, se propone realizar adecuaciones compatibles con las premisas de diseño para llegar a una propuesta más eficiente y que cumpla con las condiciones establecidas por el reglamento según la zona sísmica.

DESARROLLO

Fig. 1: Premisas de diseño de trabajos de alumnos. Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

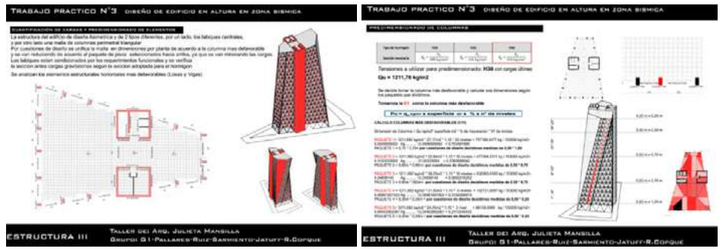


Fig. 2: Predimensionado y configuración de la propuesta. Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

A continuación, se muestra el trabajo de alumnos de la cátedra de Estructuras III, de la FAUD de la Universidad Nacional de Córdoba. A través del desarrollo de los mismos se puede observar como evoluciona el diseño arquitectónico y el diseño estructural con las herramientas anteriormente descriptas.
En la primera etapa comienzan a plantear el esquema de la volumetría. Para ello se consideran premisas de diseño teniendo en cuenta localización, tamaño y forma del terreno, orientaciones y, específicamente, debe incluir a la estructura como protagonista en el diseño del edificio.
A partir de las primeras ideas comienzan a diseñar la estructura, plantenado la configuración espacial de los planos resistentes horizontales y verticales, tanto en su rol específico de "sostener" como de configuración espacial. En esta etapa es fundamental realizar un trabajo de predimensionado, considerando, no solamente las cargas gravitatorias, requerimientos funcionales y formales sino también la ubicación de los planos resistentes verticales que permitan lograr la estabilidad ante esfuerzos horizontales. La etapa de predimensionado tiene una parte cuantitativa y, también cualitativa, que permite lograr una primera propuesta del diseño estructural del edificio.
Una vez planteada la primera propuesta de diseño estructural se procede al modelado de los elementos que lo componen. El programa de análisis matricial utilizado permite el modelado de columnas, tabiques y vigas, colocando diafragmas rígidos para representar la losa y vincular los elementos estructurales que componen el mecanismo.
Para el análisis cuantitativo es necesario calcular la fuerza símica según el Método Estático Equivalente explicitado en el reglamento INPRES-CIRSOC 103, para ello primero se calculan la fuerza sísmica a través de planillas de cálculo que ofrece la cátedra donde se identifican claramente los elementos que intervienen en el cálculo de la misma. Esta herramienta les permite obtener la distribución de las fuerzas sísmica en altura para poder analizar las deformaciones y desplazamientos que tendrá el edificio según su configuración estructural.

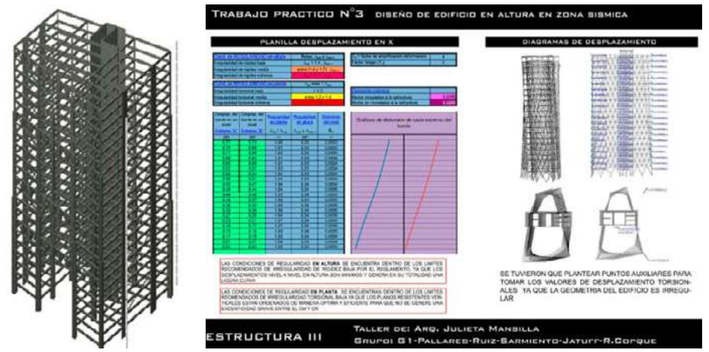


Fig. 3: Modelado de la estructura y verificación del comportamiento Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

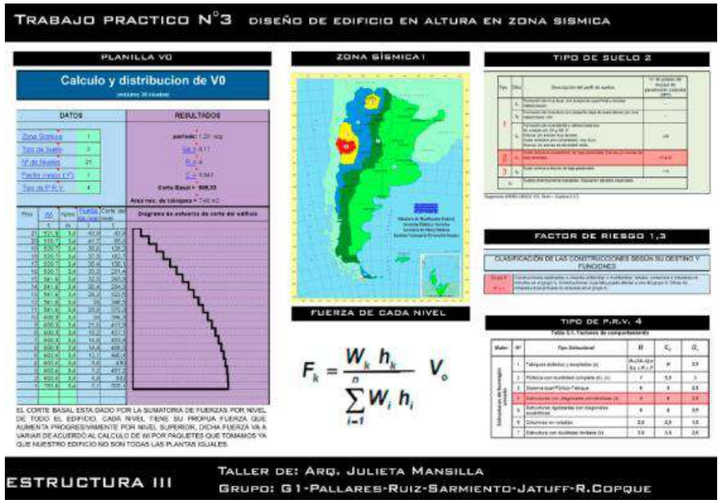


Fig. 4: Cálculo de fuerzas sísmicas por nivel según Método Estático Equivalente. Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

Al colocar estas fuerzas en el modelo se pueden observar las deformaciones en las direcciones principales de análisis, esto permite verificar lo analizado cualitativamente, como la incidencia de la excentricidad, que genera torsiones en la estructura ante las fuerzas horizontales y las deformaciones en altura.
La ventaja del modelado a través del software permite un análisis cuantitativo de las deformaciones, en función de las especificaciones del reglamento INPRES-CIRSOC 103. Es posible evaluar las irregularidades de la estructura propuesta, tanto en altura como en planta y, además, controlar las distorsiones de cada nivel. El uso de tablas de cálculo que proporciona la cátedra permite rápidamente cuantificar estas variables para poder, a través del diseño estructural, mejorar el comportamiento del edificio, controlando su vulnerabilidad ante el esfuerzo sísmico y proporcionando mayor seguridad estructural.

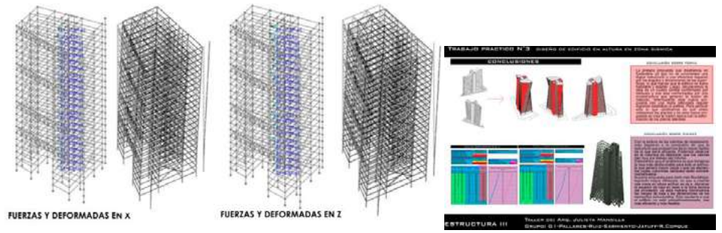


Fig. 5: Deformadas para esfuerzos horizontales en ambas direcciones de análisis. Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

El trabajo práctico solicita trabajar con irregularidades bajas en planta y altura, de esta manera se garantiza la confiabilidad del método de análisis utilizado. Por ende, luego de analizar las deformaciones, se deben proponer alternativas de optimización para alcanzar esos valores.
Tanto el análisis cualitativo como el análisis cuantitativo permiten obtener conclusiones sobre el diseño estructural ante esfuerzos horizontales, desde el cambio de escala y el tamaño necesario de los elementos que componen la estructura hasta las ventajas que proporciona un diseño regular.

CONCLUSIONES

La propuesta metodológica de la Cátedra, en cuanto a la relación de aprendizaje y enseñanaza, se basa en la internalización de conceptos a partir de casos diseñados y desarrollados por los alumnos. Abordando el criterio de que la estructura en primera instancia, se diseña, luego se analiza y por último se verifica. Atendiendo a este concepto, resulta sumamente importante que el alumno pueda realizar un análisis cualitativo, para luego realizar verificaciones cuantitativas simples y mejorar su comportamiento.
El uso del programa de cálculo RAM, facilitados por la empresa Bentley, permite realizar la representación del mecanismo estructural en 3D, y de esta manera, es posible acercar una mirada espacial al problema del comporta-

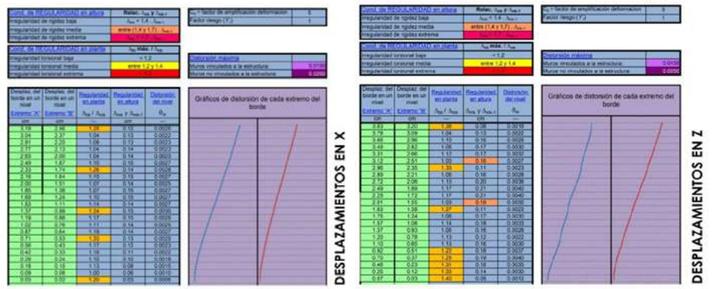


Fig. 6: Verificación de las deformaciones por nivel. Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

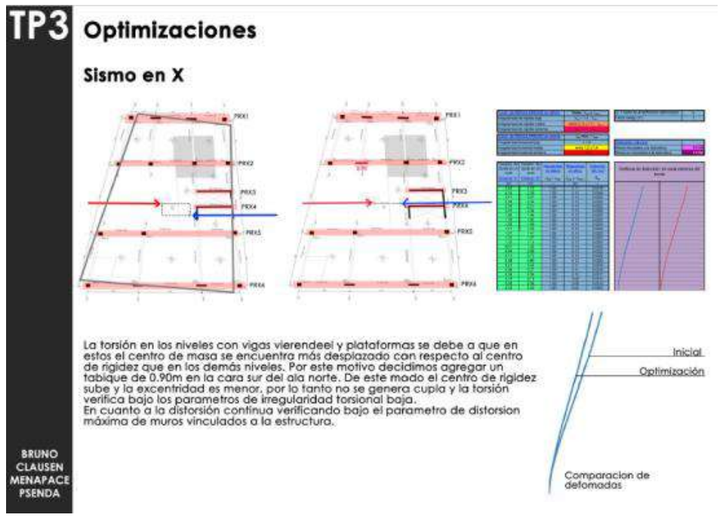


Fig. 7: Porpuesta de optimización en dirección X. Fuente: alumnos, cátedra estructuras 3 FAUD

miento de los planos resistentes verticales frente a las acciones a las que están sometidos y optimizar su comportamiento frente a cargas de distinta naturaleza.
Finalmente, la última intención, es la de generar, en el estudiante, habilidades para la integración de los conocimientos y contenidos vistos en los cursos anteriores, que le permiten avanzar en el desarrollo de la materia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· INPRES CIRSOC. Reglamento inpres - cirsoc 103 parte I. 2018. (Argentina)
· INPRES CIRSOC. Reglamento inpres - cirsoc 103 parte III. 2005. (Argentina)
· Moisset de Espanés, D. (1999). *Intuición y razonamiento en el diseño estructural*. Color Magenta Gráfica
· Reboredo, A. (2016). El diseño estructural. Argentina Diseño editorial.

COMPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS ENTRE EL CURSADO PRESENCIAL Y VIRTUAL EN ESTRUCTURAS

COMPARISON AND EVALUATION OF DIDACTIC EXPERIENCES BETWEEN FACE-TO-FACE AND VIRTUAL COURSES IN STRUCTURES

Raquel Fabre
Daniela Gilabert
Gabriela Asís Ferri
Anabella Cardellino
Yohana Cicaré
Javier Martini
Eduardo Rodríguez
Romina Ruiz
Eduardo Wuthrich

Estructuras 1A

FAUD — UNC, Córdoba Argentina

—
yohanacicare@unc.edu.ar

RESUMEN

Las propuestas metodológicas y didácticas implementadas por la cátedra Estructuras IA (FAUD-UNC) se orientan al desarrollo de las habilidades necesarias en el campo del conocimiento específico, maximizando las fortalezas de los estudiantes de arquitectura y vinculando estos conocimientos con el área de diseño, para comprender, organizar, analizar y predimensionar alternativas estructurales del proyecto realizado en las cátedras de Arquitectura.
El forzado cursado virtual de la asignatura generó la inminente búsqueda de herramientas y recursos para lograr los objetivos planteados por la cátedra, como así también, la adaptación y cambio de los trabajos prácticos que se realizan en taller.
El presente trabajo tiene como objetivo mostrar y explicar distintas experiencias realizadas, analizando ventajas, desventajas y eficiencia de los recursos y estrategias utilizadas en las diferentes situaciones de cursado, evaluando y obteniendo conclusiones con el fin de optimizar y favorecer la enseñanza, la comprensión y el aprendizaje.

PALABRAS CLAVES: desarrollos educativos – tecnologías multimedias – virtualidad – presencialidad

ABSTRACT

The methodological and didactic proposals implemented by the IA Structures Chair (FAUD-UNC) are aimed at developing the necessary skills in the field of specific knowledge, enhancing the strengths of architecture students and linking this knowledge with the area of design, to understand, organize, analyze and pre-dimension structural alternatives of the project carried out in the chairs of Architecture.
The obligatory virtual course of the subject generated the imminent search for tools and resources to achieve the objectives set by the chair, as well as the adaptation and change of the practices carried out in the workshop.
The objective of this work is to show and explain different experiences carried out, analyzing advantages, disadvantages and efficiency of the resources and strategies used in the different study situations, evaluating and obtaining conclusions to optimize and favor teaching, understanding and learning.

KEY WORDS: educational developments – multimedia technologies – virtuality – presence

INTRODUCCIÓN

La cátedra de Estructuras IA está integrada por docentes que desarrollan su tarea en varias asignaturas de diferentes niveles en el área de tecnología. Desde hace varios años, han participado en investigaciones sobre propuestas pedagógicas y recursos didácticos, en las cuales se caracterizó el perfil de los alumnos de nivel medio de la carrera de arquitectura de la FAUD-UNC dentro del área.

A partir de los resultados de las mismas y de la experiencia docente es que, desde 2012, en Estructuras IA, los conceptos se introducen a través de la manipulación de modelos, maquetas y trabajos que permiten relacionar gráficos y esquemas con valores cuantitativos. Más tarde, estos conceptos se profundizan aplicándolos gradualmente a estructuras de baja complejidad, ejemplos arquitectónicos construidos, y posteriormente a los ejercicios de diseño que desarrollan en las cátedras de arquitectura del mismo nivel.

Estas prácticas han demostrado que el alumno adquiere habilidad y destreza para comprender, organizar y predimensionar alternativas estructurales incorporando variables tecnológicas en su proceso de diseño. Se prioriza el análisis de las estructuras a través de métodos cualitativos, relacionando siempre con objetos de diseño, enfatizando el uso de gráficos, esquemas tridimensionales y modelos, en las distintas fases del proceso de aprendizaje, potenciando, así, las fortalezas del estudiante de arquitectura.

A partir del forzado cursado virtual debido a la pandemia, se tuvieron que replantear las herramientas, metodología, y diseño de los teóricos y prácticos.

Estas metodologías se muestran aplicadas en tres trabajos prácticos: Mecanismo mínimo estable, Organización estructura - Análisis de cargas y Solicitaciones en vigas flexionadas.

METODOLOGÍA

Con un trabajo colaborativo entre todos los docentes de la cátedra se investigó y se experimentó diferentes herramientas disponibles en la virtualidad para el desarrollo de clases remotas, tanto para la ejecución de las clases teóricas como las prácticas. Lo que permitió seleccionar las más adecuadas para cumplir con los objetivos propuestos por parte de la cátedra.

Durante el cursado virtual se utilizaron estas herramientas para el dictado de clases y al finalizar el año se realizaron encuestas que permitieron recabar información sobre la apreciación por parte de los estudiantes. El equipo docente evaluó los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento académico de los mismos y nos permitió elaborar conclusiones sobre lo realizado, tanto en el 2020 como en el 2021.

A partir de éstas y debido al cursado bimodal propuesto en la materia para el primer semestre de 2022 se decidió organizar las clases de forma tal que permitieran optimizar al máximo tanto los recursos de la virtualidad como de la presencialidad, obteniendo de este modo nuevas conclusiones con respecto a las prácticas docentes y desarrollo de metodologías y recursos.

DESARROLLO

Virtualidad (2020/2021)

El desafío estuvo puesto principalmente, en cómo y con qué herramientas trabajar las clases dentro de este contexto sin perder la riqueza de las prácticas realizadas en la presencialidad.

Los teóricos de la materia se realizaron en formato video con el programa Camtasia, que les permitió a los estudiantes ver las clases grabadas, cuantas veces fuera necesario para la comprensión del tema y desarrollo de los trabajos prácticos.

Toda la información fue publicada en el aula virtual de la FAUD en la plataforma Moodle. Esta herramienta se utiliza en la cátedra desde antes de la pandemia como espacio repositorio de apuntes y trabajos prácticos.

A modo de ejemplo desarrollaremos la metodología utilizada para diferentes trabajos prácticos:

Objetivos de Trabajo Práctico 1

- Comprender las condiciones mínimas de la estabilidad espacial a través de una experiencia con modelos, aplicando fuerzas horizontales a nivel del plano superior.
- Comprender las variables que intervienen en la eficiencia del mecanismo estable, a través de la selección de planos verticales portantes, ubicación del centro de masa, ubicación del centro de rigidez y excentricidad entre ambos.

Los modelos que desarrollaban los estudiantes en taller fueron reemplazados por videos subidos en YouTube donde se ensayan las alternativas propuestas para que obtengan conclusiones sobre estabilidad, mecanismo mínimo y posición del centro de masa y centro de rigidez (fig. 1).

En el taller, se decidió utilizar plataformas con características de pizarras virtuales como MURAL y JAMBOARD (dependiendo del docente) combinada con Google Meet, con el fin de generar el trabajo colaborativo en taller y que todos los alumnos puedan observar en simultáneo el trabajo de sus compañeros y a su vez, por medio del trabajo en salas dentro de la plataforma Meet trabajar en subgrupos permitiendo al docente ingresar a cada sala para responder posibles dudas (fig. 2).

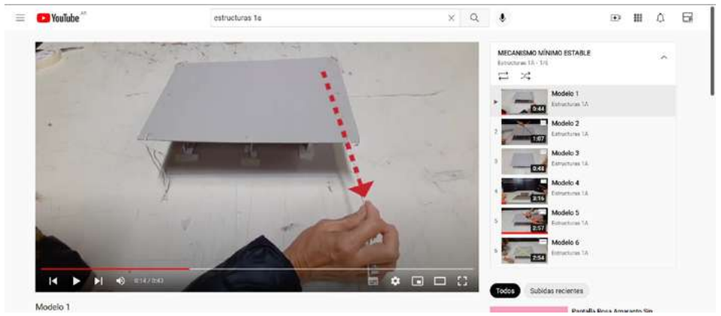


Fig. 1: Imagen capturada de la plataforma Youtube de la lista de reproducción de los videos del Mecanismo mínimo estructural. Fuente: Elaboración propia

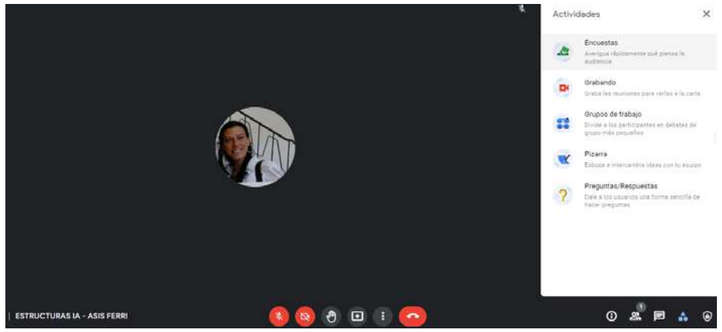


Fig. 2: Imagen capturada de la plataforma Meet en la que se observa la división en subsalas. Fuente: Elaboración propia

La plataforma MURAL, por ejemplo, posibilitó crear una gran "pared de trabajo colectivo" en el que cada grupo de alumnos tuvo su espacio de intervención (fig. 3).

Lo que permitió realizar las típicas "colgadas de pared en el taller" (fig. 4) dentro de la virtualidad, facilitando que los alumnos recorran los trabajos de sus compañeros y a su vez realizar observaciones sobre los mismos. Una herramienta muy interesante dentro de esta app es el cronómetro para limitar el tiempo de trabajo, logrando establecer a los alumnos el tiempo dentro de

sus salas, y definir que al terminar con el sonido de la alarma debían regresar a la sala común con todos sus compañeros.

Fig. 3:Imagen de alumnos interviniendo en el MURAL Fuente: Elaboración propia

Fig. 4:Imagen del desarrollo del trabajo de un grupo de alumnos en MURAL. Fuente: Elaboración propia

Fig.5:Imagen del desarrollo del trabajo de alumnos en JAMBOARD. Fuente: Elaboración propia

Objetivos de Trabajo Práctico 2:

- Organizar el mecanismo estructural apto para soportar cargas sísmicas y gravitatorias, que sea coherente y compatible con el diseño arquitectónico.

- Comprender la trasmisión de cargas gravitatorias entre componentes que conforman la estructura y realizar el análisis de las mismas. (TP 2-2° Parte).

La particularidad que tiene este trabajo práctico, es que se analiza y trabaja con obras de arquitectura construidas acordes al nivel.
En este caso la herramienta que se utilizó fue JAMBOARD (fig. 5). Cada subgrupo dividido en salas realizó el desarrollo en una diapositiva, esto facilitó que pueda ser consultada tanto por el docente como por otros compañeros.
El trabajo de taller y la manipulación de maquetas de estudio en la carrera de arquitectura es imprescindible para la formación del arquitecto. La utilización de las herramientas MURAL y JAMBOARD, propiciaron un ambiente de trabajo de construcción colectiva que permitió generar la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes, pero los videos realizados en YouTube para comprender el mecanismo mínimo estable y la ubicación del centro de rigidez, no fueron suficientes.

Encuestas

Al finalizar el cursado se realizaron encuestas a los estudiantes para saber cómo habían evaluado el cursado virtual desde los distintos aspectos (fig.6).

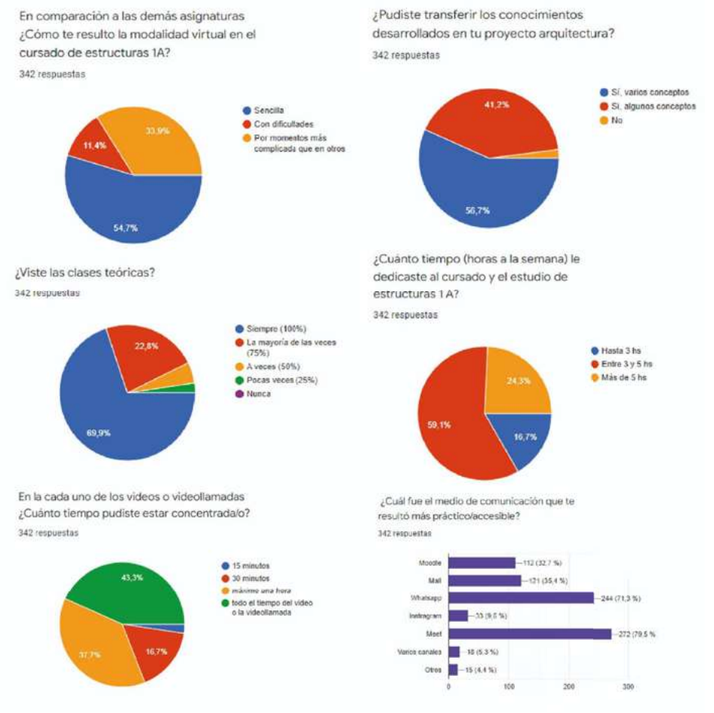


Fig.5:Imagen del desarrollo del trabajo de alumnos en JAMBOARD. Fuente: Elaboración propia

Bimodalidad

En el primer semestre de 2022, se propuso la bimodalidad para el cursado. Basándonos en los resultados obtenidos en las encuestas realizadas, se decidió mantener recursos de la virtualidad muy valorados por los alumnos y volver a poner en escena el trabajo mediante maquetas de estudio.
Con respecto al Trabajo Práctico 1, se decidió retomar con los modelos del mecanismo mínimo estable (Fig.7).
La manipulación de modelos es irremplazable con medios virtuales, el contacto del estudiante con la maqueta le permite sentir con sus propias manos los desplazamientos y rotaciones que puedan producirse en el modelo ayudándolo a obtener conclusiones más certeras.
Es por esto que todos los trabajos cuentan con instancias tanto virtua-

les como presenciales.
En el caso del práctico 2 en el que los alumnos se introducen al análisis de carga sobre los planos resistentes, se pudo retomar las maquetas de estudio (Fig. 8).

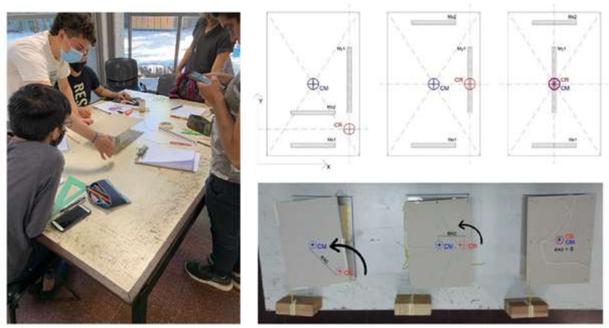


Fig.7:Trabajo en taller presencial Fuente: Elaboración propia

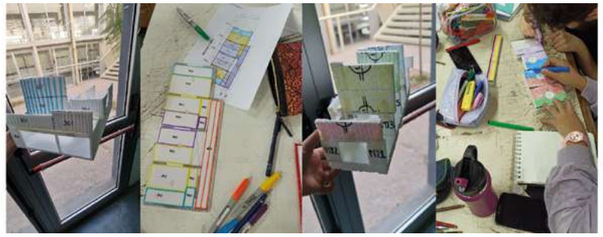


Fig. 8: Trabajo en taller Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la secuencia llevada a cabo en el TP N°3.

Objetivos del Trabajo práctico 3:

- Analizar el equilibrio externo de vigas isostáticas. (Análisis de cargas y cálculo de reacciones).
- Observar y analizar las deformaciones producidas en distintas vigas sometidas a cargas gravitatorias, y comprender las variables que intervienen en la deformación.

La primera parte del práctico tuvo inicio en el taller virtual, por lo que se trabajó en la plataforma MURAL (Fig. 9).

En esta primera parte del práctico, los alumnos deben realizar el análisis de carga sobre vigas y muros, y cuantificarlas.

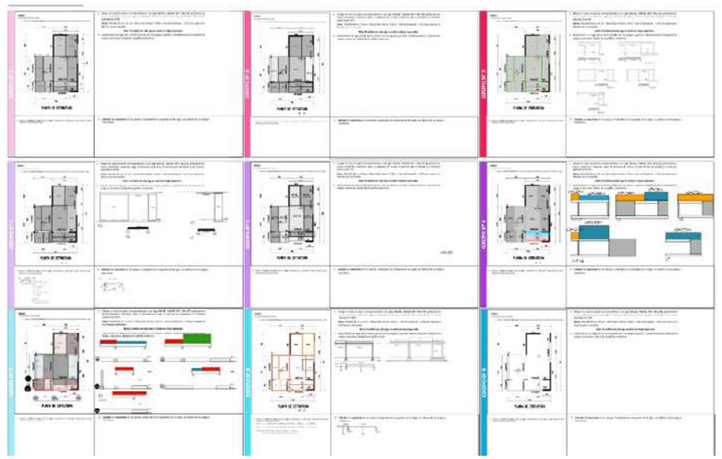


Fig. 9: Imagen del TP N°2 2da Parte en mural Fuente: Elaboración propia

Se decidió trabajar con un formato que permitiera a los alumnos tanto el trabajo virtual como el presencial, pudiendo imprimir en formato A3 lo desarrollado en la clase remota y completarlo en taller (Fig. 10y 11).

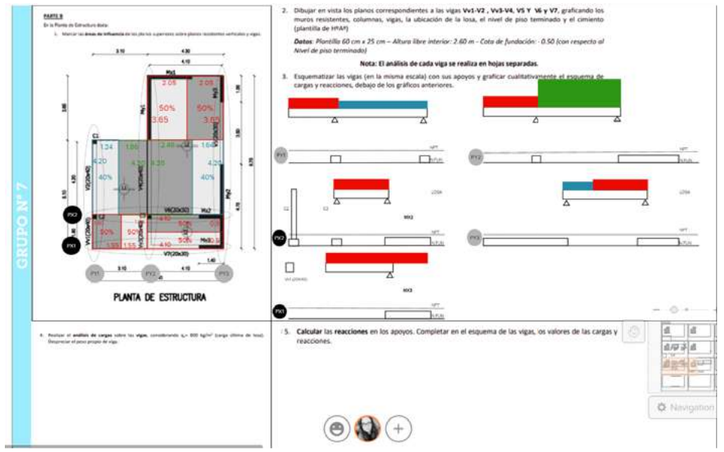


Fig. 10: Trabajo desarrollado durante la clase virtual Fuente: Trabajos de alumnos

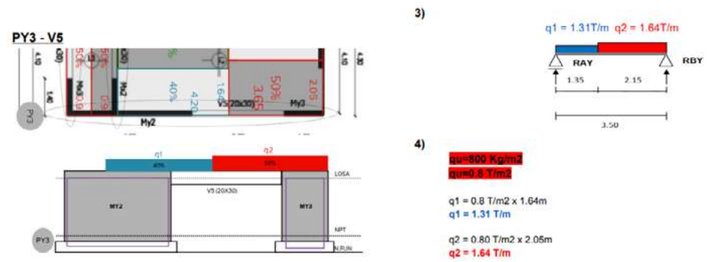


Fig. 11: Trabajo realizado en el taller a partir de lo trabajado en la clase virtual en MURAL Fuente: Trabajos de alumnos

La segunda parte del Trabajo práctico, tuvo lugar en la presencialidad, se terminó de desarrollar todo lo relacionado al equilibrio externo, y se dió la introducción al equilibrio interno con se utilizaron de modelos que permitieron ver la deformación de una viga simplemente apoyada y de una viga con voladizo (Fig 12 y 13).

Fig. 12: Trabajo en taller Fuente: Elaboración propia

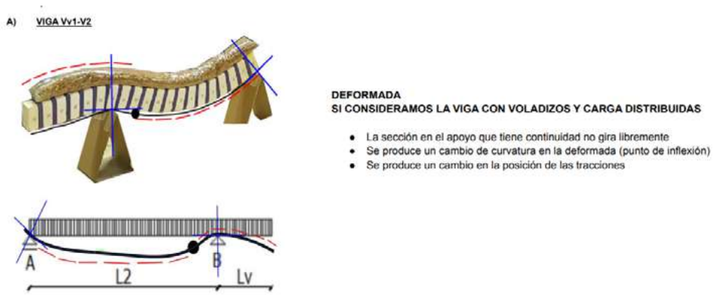


Fig. 13: Trabajo desarrollado por alumnos a partir de lo observado en la maqueta Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La repentina situación debido a la pandemia estimuló y provocó búsquedas y usos de herramientas, metodologías no experimentadas, formatos de enseñanza que nos permitieron sacar las siguientes conclusiones.

Con respecto a los teóricos, el uso de videos cortos conceptuales y explícito antecediendo los trabajos prácticos (uso del programa Cantasia) se implementó como formato de las clases teóricas, ya que es un recurso que optimiza los tiempos y permite verlos cada vez que lo necesiten, acompañado de un formato de presentación (Power Point). Es un recurso que los estudiantes ponderan positivamente con respecto al teórico presencial.

Con respecto a los talleres de prácticos, se considera insustituible la manipulación de modelos, uso de maquetas y trabajos que incentiven a relacionar gráficos y esquemas con valores cuantitativos, permiten razonar y comprender el comportamiento estructural, vinculándolo con el objeto de arquitectura. En el taller presencial es insustituible el intercambio individual y grupal que genera el clima de trabajo y aprendizaje.

No obstante se rescatan algunos recurso digitales utilizados que nos permiten una optimización de los tiempos y horas de trabajo, generando la posibilidad de una organización más personalizada con respecto a los tiempos.

Es importante rescatar que la incertidumbre y valoración de estas experiencias nos generaron un aprendizaje y crecimiento repentino en las prácticas didácticas.

En esta integración los alumnos son capaces de ejercer juicio crítico y comprender las instancias no resueltas. Es importante resaltar el entusiasmo y compromiso con que resuelven la estructura de su proyecto.

Los docentes reconocemos el principio de integración del conocimiento como un método o procedimiento de enseñanza adecuado para la consecución de los objetivos didácticos y pedagógicos formulados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Palacios Mena N. (2016). La maqueta: estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geografía. Recuperado de https://compartirpalabramaestra.org/columnas/la-maqueta-estrategia-didactica-para-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-de-la-geografia

· Prados S. y Cicaré Y. (2015) El video como recurso didáctico en el área de tecnología. Ponencia presentada en II JORNADAS NACIONALES Y IV JORNADAS DE LA UNC. Córdoba, 19 de Noviembre de 2015, ARTEC, UNC.

· Simonetti I., Fabre R., Asís Ferri G, Marciani F, Cardellino A., Cicaré Y., Gilabert D., Rodríguez E. y Wutrich E. (2019) Experiencias académicas hacia un diseño estructural sustentable: Uso de modelos para el aprendizaje. Ponencia presentada en Primera Jornadas de diseño y tecnología para la sustentabilidad. Córdoba, 8, 9 y 10 de Mayo de 2019, FAUD, UNC.

· Simonetti, I., & Fabre, R. (2015). Estructuras y arquitectura. Ingreso.

DISEÑO ESTRUCTURAL PARAMÉTRICO

PARAMETRIC STRUCTURAL DESIGN

Jorge Farez
Patricia Langer
Juan Fostel
Aldana Chichizola
Lucía Del Moro

Cátedra Estructuras FLL

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—
rgeefarez@gmail.com

RESUMEN

En este documento se describe una metodología de diseño arquitectónico-estructural utilizando el modelado paramétrico, combinado con un análisis del comportamiento de los sistemas resistentes que se evalúan mediante optimizadores multi-objetivos, aportando herramientas para la exploración de un amplio espacio de diseño, como proceso de toma de decisiones y aporte para la comprensión del funcionamiento estructural.
Los resultados muestran el intercambio de información en tiempo real entre los parámetros de la geometría, la arquitectura y la ingeniería, utilizándose principalmente en el área académica y en la enseñanza conceptual de las estructuras.
El uso de nuevas tecnologías y referencias para evaluar y medir el desempeño estructural, intentan aportar además, a los futuros diseñadores estructurales, las herramientas para generar el desarrollo de sus propios algoritmos matemáticos que definan la geometría de sus proyectos.

PALABRAS CLAVES: parametricismo – comportamiento estructural – optimizadores

ABSTRACT

This document describes an architectural-structural design methodology using parametric modeling, combined with an analysis of the behavior of resistant systems that are evaluated through multi-objective optimizers, providing tools for the exploration of a wide design space, as a decision-making process and contribution to the understanding of structural functioning.
The results show the exchange of information in real time between parameters of geometry, architecture and engineering, Also being used mainly in the academic area and in the conceptual teaching of structures.
The use of new technologies and references to evaluate and measure structural performance try to provide future structural designers with the tools to generate the development of their own mathematical algorithms that define the geometry of their projects.

KEY WORDS: parametricism – structural behavior – optimization

INTRODUCCIÓN

Los avances en la arquitectura han traído una nueva libertad de diseño, del mismo modo, la proliferación de herramientas de software de análisis ha ayudado a los proyectistas a calcular modelos estructurales complejos, permitiéndoles no solo realizar un análisis más exacto de su funcionamiento, sino también acelerando el proceso de análisis obteniendo resultados de tensiones, momentos y deformaciones en tiempo real con cálculos que utilizan modelos basados en elementos finitos.

Nuestra propuesta consiste en incorporar desde el diseño arquitectónico preliminar los aspectos estructurales con herramientas paramétricas sencillas y con resultados en tiempo real.

De esta manera, el diseño estructural, cuando lo planteamos paramétricamente se integra empáticamente con el diseño arquitectónico, desarrollando desde las primeras etapas del proyecto, las pautas para incorporar los conceptos y necesidades estructurales en las decisiones del Diseño Arquitectónico.

METODOLOGÍA

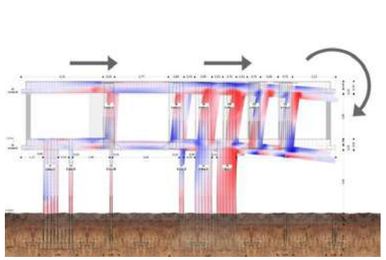
Como método de transmisión de conocimientos, se utilizan todos los medios informáticos con que cuenta la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP, aula de informática con equipos PC, notebooks de los estudiantes, pantalla, editores paramétricos (Grasshopper), visualizadores (Rhinoceros), analizadores (Karamba), diseño asistido (2D y 3D), aplicaciones de dibujo, planillas de cálculo, optimizadores adaptados al cálculo estructural como: Octopus, Galápagos y Zirkel.

DESARROLLO

Uno de los objetivos es introducir en la formación estructural de los futuros arquitectos modalidades de análisis que anticipen la óptima performance de las estructuras. Para ello, se plantean diversas etapas, donde las primeras pretenden afirmar los conceptos de funcionamiento de los sistemas estructurales mediante la incorporación de herramientas que generan, a la manera de simuladores de aprendizaje, numerosos resultados en tiempo real.

Así, incorporando múltiples visualizaciones del desempeño estructural ante diversas situaciones que soliciten a las estructuras, permitirán acelerar la incorporación de conocimientos y formación estructural.

El camino de aprendizaje de los aspectos estructurales propuesto permitirá orientar al estudiante de arquitectura hacia el diseño estructural como generador de la idea principal del sistema a adoptar, siendo el cálculo un proceso de verificación posterior a la decisión de diseño.



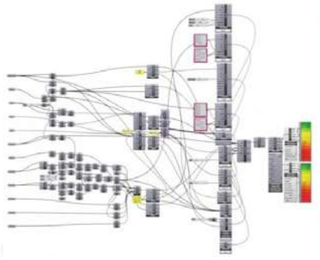


Figura 1. Obra en estudio. Modelado estructural | Figura 2. Desarrollo en Grasshopper

Figura 3. Obra terminada

Esta metodología se ensambla en los nuevos paradigmas, no solo en la formación del futuro arquitecto, en cuanto a la manera de plantear la decisión estructural a través de los conocimientos conceptuales, sino también a la necesidad de calificar el desempeño estructural incorporando en la materialidad variables como la sustentabilidad.

Nuestro equipo de proyecto está conformado por arquitectos, ingenieros y programadores, permitiéndonos un trabajo multidisciplinar, realizando investigación y docencia además de sumar experiencias reales en obras civiles.

La utilización de optimizadores desarrollados por nuestro equipo de trabajo

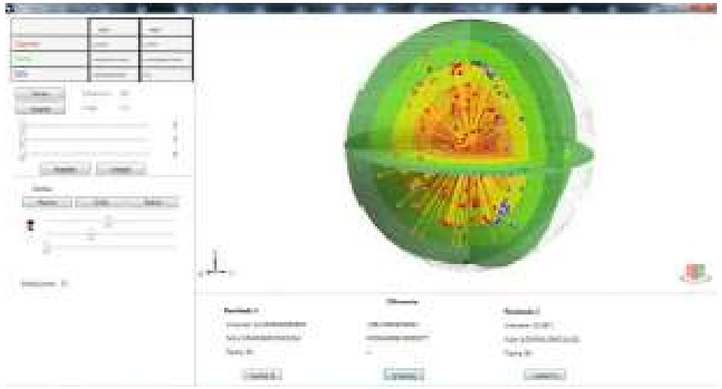


Figura 4. Brújula de búsqueda "Zirkel" Los colores identifican las deformaciones con las poblaciones de posibles soluciones estructurales

para ser utilizados como un colaborador digital, orienta rápidamente sobre las mejores posibilidades de la estructura ideada para el proyecto en ejecución. El Optimizador desarrollado, Zirkel, tiene el objetivo de introducir al proyectista con una visión más amplia sobre cuáles son las mejores poblaciones de posibles soluciones dentro los objetivos particulares impuestos.

En el esquema estructural de la obra de la Fig.1, se plantea la utilización del optimizador estructural Zirkel (Brújula de Búsqueda), que nos permite verificar y analizar todas las variables teniendo en cuenta los aspectos estructurales, funcionales y constructivos impuestos como prioridad por el proyectista.

El término parametricismo implica que todos los elementos del modelo son modificables, tanto en su posición como en su dimensión, orientación, forma, color, etc., y que a la vez todos éstos elementos están interrelacionados.

El Diseño Estructural Paramétrico utiliza este modelo de herramienta proyectual y los conecta a un visualizador, a un analizador estructural y a un Optimizador, permitiendo modificar las variables definidas en el proyecto, contando al mismo tiempo con los resultados que surgen de las modificaciones de los parámetros del mismo. De esta manera se obtienen, en forma instantánea, los resultados estructurales de las modificaciones que se realizan con el ajuste del proyecto permitiendo un dinamismo y una búsqueda más libre y creativa a la vez. (Fig. 2 y Fig. 3)

Este análisis simultáneamente, permite contar en forma inmediata con los datos necesarios para evaluar la viabilidad de la idea arquitectónica. Por esta razón, el proyecto en lugar de ser una forma terminada, es el resultado

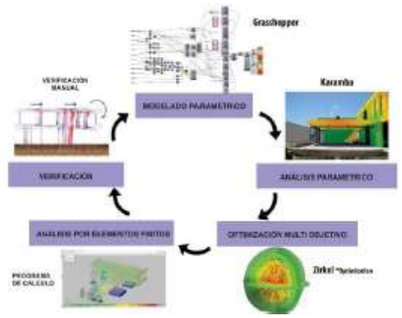


Figura 5.

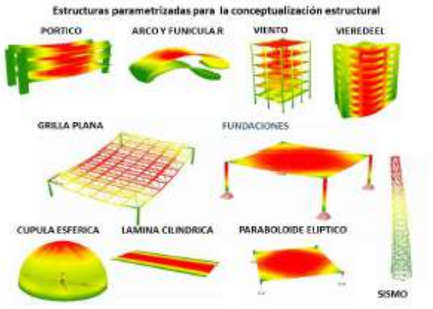


Figura 6. Estructuras parametrizadas para la conceptualización estructural

de una determinada cantidad de parámetros y funciones programadas que pueden modificarse instantáneamente en sus valores dentro del rango impuesto a cada parámetro. La Herramienta Paramétrica habilita desarrollar nuevos conceptos, tanto en los aspectos proyectuales, de diseño estructural como de Enseñanza de las Estructuras, esta última disciplina es donde más nos focalizamos. Teniendo en cuenta las necesidades de los estudiantes y profesionales de la construcción, se ha orientado el uso de la Herramienta Paramétrica, además, hacia la modelación desde visualizadores, como el Rhinoceros, que permiten al estudiante y al arquitecto, observar en tiempo real, a medida que va esbozando su proyecto, los valores tensionales, y de deformaciones de la estructura que está creando.

Para completar la idea, concluimos que se observa la máxima potencialidad de esta modalidad tanto en la formación del futuro arquitecto como en el uso profesional, cuando se incorpora como vector iniciador y modelador de

Figura 7. Zirkel ® optimizador estructural multi – objetivo desarrollado por nuestro equipo

las formas libres que actualmente utiliza la arquitectura. No teniendo el análisis estructural, ni límites ni fronteras, sino que es un potenciador de posibilidades de la arquitectura paramétrica.

La utilización de la herramienta paramétrica como elemento de toma de decisiones, con sus plugings desarrollados a propósito de las necesidades proyectuales, no debe acotar ni generalizar o poner un sello común a los proyectos; debe permitir la posibilidad de explorar nuevos horizontes que plantea el dinamismo de los paradigmas actuales.

Los condicionantes a los que se enfrenta la Arquitectura cambian permanentemente, generando una necesidad de dinamismo en los recursos proyectuales que hace imprescindible la incorporación de nuevas tecnologías que respondan adecuadamente a los nuevos desafíos. La estructura debe dar respuesta también a los requisitos de sustentabilidad, incorporando como elemento de análisis, no solamente nuevas materialidades sino elementos comparativos de consumo energético de fabricación y la incidencia de su huella ecológica.

La incorporación de optimizadores y comparadores digitales para medir la eficiencia, no solo deben tener en cuenta el consumo volumétrico y pesos estructurales, sino también su gasto energético de fabricación y su efecto en el medio ambiente formando parte de una exigencia para la evaluación de la eficiencia de los proyectos.

En esta línea de estudio intentamos aportar nuevos enfoques para medir el desempeño estructural, proponiendo modelados con algoritmos que incorporen en su medición nuevos parámetros. Así sumamos una nueva herramienta que, a diferencia de los optimizadores de uso libre, integra múltiples objetivos para intentar agregar otros protagonistas que intervienen en el desempeño estructural. (Fig.4).

Grasshopper es un editor gráfico algorítmico relacionado con herramientas de modelado 3D de Rhinoceros, este programa de código abierto permite no solo a los diseñadores crear y programar componentes, sino también realizar

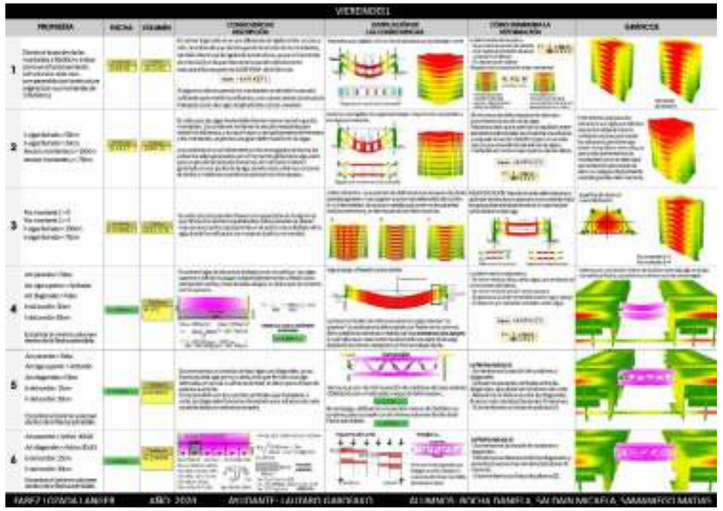


Figura 8. Trabajo Práctico de estudiantes de la asignatura Estructuras III – Viga Vierendeel

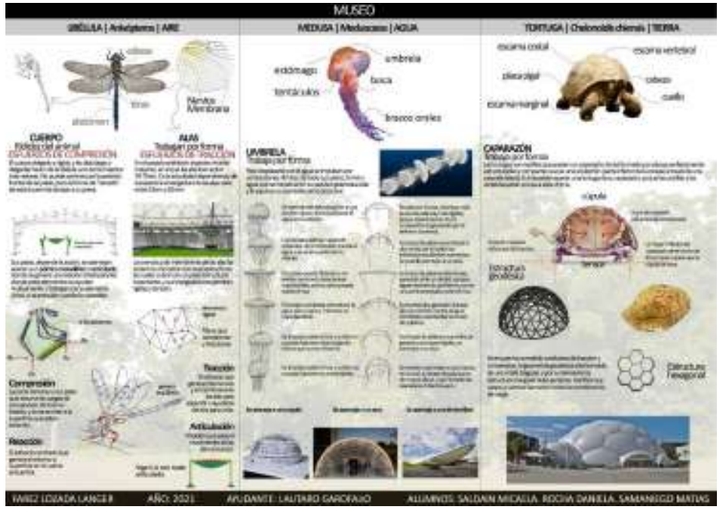


Figura 9. Trabajo Práctico de estudiantes de la asignatura Estructuras III – Museo de Ciencias Naturales UNLP

Figura 10. Concurso "Complejo Tribunal en Necochea" 3er. Premio Arqs. Santinelli y Squillacioti

Figura 11. Concurso "Complejo Tribunal en Necochea" Diseño Estructural Paramétrico: Ing. J.Farez - Arq. P. Llordella | Figura 12. Proceso de optimización

un trabajo multidisciplinar donde ingenieros en sistemas configuran funciones específicas para facilitar el análisis y la elaboración de tareas. (Fig. 5 y Fig.6)
El ZIRKEL es una herramienta de uso conceptual para la comprensión del funcionamiento estructural desarrollado y orientado a evaluación de proyectos estructurales y enseñanza de las Estructuras para estudiantes de Arquitectura. Fig.7
Esta nueva forma de enseñar está siendo aplicada desde hace más de siete años en la asignatura Estructuras III y en el Curso de Posgrado de Diseño Estructural Paramétrico dictado en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (FAU UNLP), Buenos Aires, Argentina. (Fig.8 y Fig.9).

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación describen metodologías de trabajo y los métodos para evaluar las propuestas alternativas de diseño en etapas tempranas, obteniendo en tiempo real datos imprescindibles para la libertad proyectual y la toma de decisiones. Una forma arquitectónica no sólo puede ser analizada sobre la base de su comportamiento estructural, pero si puede ser derivada a través del proceso de simulaciones estructurales. (Fig.10, Fig.11 y Fig.12)
El uso de Zirkel y el comparador nos da un acercamiento y comprensión conceptual del funcionamiento estructural y permite obtener las poblaciones de resultados que resulten adecuadas a las expectativas propuestas por el proyectista. Por último, en el proceso de formación de estudiantes de diseño estructural, el contar con un simulador de situaciones estructurales que les brinde información instantánea de distintas situaciones proyectuales, permite incorporar al futuro profesional, experiencia que de otra manera insumiría mucho más tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Farshid Moussavi (2016). *The Function of Form*. EE.UU. Ed. Actar and the Harvard University Graduate School of Design
· J.E. Gordon (1999). *Estructuras O Por Que Las Cosas No Se Caen*. Ed. Celeste Ediciones
· Jorge Wagensberg (2013). *La rebelión de las formas.* Ed. Tusquets Editores S.A.
· Jorge M. Schamun (1999) *Introducción al método de los elementos finitos.* Edit. CEILP-UNLP
· Farez, J.E. (2018) *Diseño Estructural Paramétrico.* Ponencia presentada en el Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura CRETA X. La Plata, 29, 30 y 31 de agosto de 2018, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. Buenos Aires, Argentina
· Farez, J.E. (2019) *Diseño Estructural Paramétrico.* Ponencia presentada en el Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura CRETA XI. La Plata, 28, 29 y 30 de agosto de 2019, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UNMdP. Buenos Aires, Argentina
· Farez, J.E. (2019) *¿El parametricismo como modelo didáctico?* Ponencia presentada en el Curso de Posgrado Análisis de Estrategias de Enseñanza de Matemática y Física aplicada. La Plata, 5 de octubre de 2019, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. Buenos Aires, Argentina
· Proceedings of 2nd International Conference on Structural Architectural and Civil Engineering, Held on 19th - 20th November 2016, in Dubai, U.A.E ISBN: 9788193137376. Disponible en: http://www.innovativeresearchpublication.com/documents/papers/Dubai2016/ICSACEpaper5.pd f
· Farez, J., Lordella P., Fostel, J., Langer, P., Chichizola, A., Del Moro, L. (2.019). Diseño estructural paramétrico. Revista ARQUITECNO, N°14 - Noviembre 2019. Disponible en: https://revistas.unne.edu.ar/index.php/arq/article/view/4146
· https://www.karamba3d.com/ David Rutten
· http://estructurasfll.wixsite.com/unlp
· http://www.grasshopper3d.com/
· Curso de Posgrado "Diseño estructural paramétrico". Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNLP. Buenos Aires, Argentina. https://www.fau.unlp.edu.ar/posgrado/
· Curso de Posgrado "Catedral de La Plata: Proyecto, rehabilitación y completamiento y su diseño paramétrico". Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNLP. Buenos Aires, Argentina. https://www.fau.unlp.edu.ar/posgrado/

CASO DE ESTUDIO: PEQUEÑA CASA DE MADERA SUSTENTABLE, MATERIALIDAD PARA UNA NUEVA ARQUITECTURA

CASE STUDY: SMALL SUSTAINABLE WOODEN HOUSE, MATERIALITY FOR A NEW ARCHITECTURE

Analía Verónica Díaz

Taller Vertical de Construcciones "M"

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

anaverodiaz@gmail.com

RESUMEN

Con el fin de replantearnos las formas de habitar y difundir los sistemas constructivos en madera, presentamos un caso de estudio real construido en Mar del Plata; una pequeña casa de 21 m2 de huella donde se materializaron 7 premisas relacionadas a la arquitectura sustentable: Diseño bioclimático, sistema constructivo de bajo impacto en madera y aislante de rastrojo de trigo y lana de vidrio reciclada; cumplimiento de valores de eficiencia energética; energía solar térmica y fotovoltaica, desagües por celdas botánicas; y reutilización de agua de lluvia. Sus dimensiones fueron estudiadas en base al concepto de tiny house con un sentido de cobijo y máxima relación con la naturaleza. El objetivo alcanzado fue conseguir el mayor confort en el menor espacio construido, poniendo en valor a la madera y a los sistemas prefabricados, bajo un proceso detallado de diseño, modelización y planificación para su exitosa materialización.

PALABRAS CLAVES: innovación – tecnología – diseño – eficiencia – ambiente

ABSTRACT

With the aim of divulge and teaching the construction systems in wood, we present as an object of study a real case built in the south of Mar del Plata; a small house of 21 m2 of footprint that materializes 7 premises related to sustainable architecture:Bioclimatic design, low-impact construction system in wood and insulation of straw bale and recycled glass wool; values of comfort and energy efficiency at low cost; solar thermal and photovoltaic energy, drains by botanical cells; and rainwater reuse. Its dimensions were studied based on the concept of tiny house with a sense of shelter and maximum relationship with nature. The objective was to achieve the greatest comfort and quality of life, in the smallest built space, putting in value the wood and the prefabricated systems, under a detailed process of design, modeling and planning for its successful materialization

KEY WORDS: innovation – technology – design – efficiency – environment

INTRODUCCIÓN

La arqui tiny o pequeña casa , es un proyecto realizado 100% en estructura de madera en el sistema llamado *wood frame* o *platform frame*, ubicado en la costa atlántica bonaerense, donde desde los inicios, se pensó como un proyecto que además de su materialidad incorpore premisas de diseño para cumplir con objetivos de sustentabilidad y eficiencia energética; los principales son:

- Diseño bioclimático
- Recursos materiales naturales , certificados y de bajo impacto
- Prefabricación en taller y sistema constructivo en seco
- Confort y eficiencia energética
- Energía solar para agua caliente y energía fotovoltaica electricidad
- Tratamiento de desagües por biodigestor y celdas botánicas
- Producción de alimentos y almacenamiento

Es un proyecto donde sus dimensiones y espacios fueron estudiados en base al concepto de tiny house o pequeña casa, con un sentido de cobijo y máxima relación con la naturaleza.

El objetivo es conseguir el mayor confort y la mejor calidad de vida, en el menor espacio construido, con el menor impacto en el medio. Y además, reivindicar sistemas constructivos con materiales renovables, demostrando que se puede construir en madera de forma prefabricada, con diseño y calidad, siendo que en nuestro país existe desde el año 2018 la normativa que considera tanto al sistema de entramado ligero de madera como sistema "tradicional", permitiendo construir proyectos en cumplimiento de las normativas en el territorio nacional sin que los organismos de control exijan un Certificado de Aptitud Técnica (CAT) para aprobar dichas obras en los municipios.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto, se estableció una metodología de trabajo que permitiera optimizar cada una de las etapas a realizar, incluyendo los recursos humanos y materiales.Se conformó un equipo de trabajo que pudiera atender las diferentes demandas y necesidades.En el inicio se analizaron las alternativas constructivas y los detalles tecnológicos más convenientes para que una vez puesta en funcionamiento la vivienda no tuviera altos requerimientos de mantenimiento, como así también la producción de la misma fuera optimizada en taller y posterior montaje en sitio, pre-fabricando la mayor cantidad de piezas y elementos posibles previamente al inicio de la obra in situ.

Una vez definido el proyecto arquitectónico y la materialidad definitiva, se procedió a la elaboración de la documentación gráfica de proyecto ejecutivo, el cómputo de materiales y el presupuesto, la modelización del proyecto general, los planos de las piezas de fabricación en taller, la documentación municipal, y se realizó la planificación de las compras, los acopios, el cronograma de obra dividido en tiempos de trabajo en taller, tiempos de montaje y terminaciones.

Para la definición del proyecto se cumplieron con las normativas locales del Reglamento de Construcción y el Código de Ordenamiento Urbano local.

DESARROLLO

La propuesta arquitectónica fue definida luego de analizar diferentes tipologías y formas funcionales de proyectos de casas similares realizadas con estos lineamientos en diferentes países. Si bien el concepto de "tiny house", inicia con una tendencia de casas móviles que tienen como ancho máximo el que permite trasladar en rutas a los módulos (ancho máximo exterior 2.60m), en este caso se excedió el ancho para ganar cierta funcionalidad teniendo en cuenta que la vivienda no sería trasladada ni sería del tipo "móvil".

La vivienda se trata de un espacio de vida compuesto por una planta baja de 21 m2 (Fig 1) donde se encuentra la cocina, el estar comedor, un estudio y un baño completo y la escalera fija que accede al entrepiso de media altura, donde se encuentran los espacios para dormir, y los gabinetes de guardado. Además, a modo de sótano bajo tierra la casa contempla un espacio de bodega para almacenamiento de alimentos, conservas y cava, realizado en mampostería de piedras de las canteras de la zona.

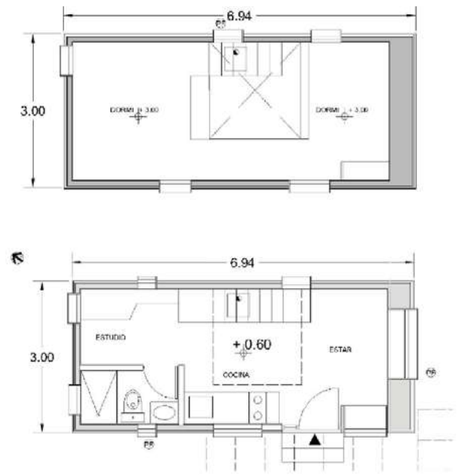


Fig. 1: Plantas arquitectónicas | Fuente propia

Implantación

El proyecto se encuentra en la zona de la costa marplatense, en un predio de 15m de frente por 30m de fondo, donde la casa se ubica casi al frente del lote respetando los 5 mts reglamentarios de acuerdo a los indicadores establecidos en el Cödigo de Ordenamiento Territorial (C.O.T) del Municipio de General Pueyrredón. Ubicando a la vivienda en esta posición de acuerdo al recorrido solar, se evita generar sombra sobre el propio terreno en la zona de producción de alimentos y además , ganando el sol del atardecer en el ambiente principal, en las épocas de otoño invierno, considerando que el clima en el lugar (excepto en verano) es en la mayor parte del año frío-templado, teniendo en cuenta las recomendaciones que realizan las normas IRAM para la zona bioclimática que corresponde al proyecto.

Se ha contemplado el espacio exterior para la producción de huerta y alimentos libre de agrotóxicos, de esta forma y luego de realizar un relevamiento del clima, y de las diferentes situaciones a lo largo de las estaciones, se definieron las áreas convenientes para la ubicación de árboles frutales, como así también se han ubicado los espacios para el cultivo de huerta.

Es importante destacar que se ha respetado las características del suelo en su totalidad, manteniendo la permeabilidad en toda la superficie más allá de la zona donde se ubica la vivienda, de manera de permitir el libre escurrimiento de agua de lluvia , respetando los beneficios de la flora y la fauna silvestre y nativa del lugar.

La materialidad

Fundaciones: la primer decisión fue elevar la casa del nivel de suelo, por tal motivo la casa apoya sobre 2 tipos de fundaciones; por un lado con el objetivo de elevar la vivienda, y evitar contacto con el suelo , se construyeron 9 pilotes de hormigón de 25 cm de diámetro, y del otro lado apoya sobre los muros que se elevan del sótano de piedra de 35 cm de ancho; de esta manera el total de la planta baja se despega del nivel de suelo eliminando la posibilidad de que el sistema constructivo tome contacto con la humedad o anegamientos por lluvia. Estos elementos son los únicos que utilizaron agua o se construyeron en sistemas "húmedos" de toda la casa. Para vincular la construcción de madera con las fundaciones, se realizaron anclajes químicos para conectar la solera de nivelación con la fundación y la estructura de la casa.

El sistema constructivo de la caja arquitectónica se realizó 100% en madera de pino tratada en autoclave, la producción de los bastidores, vigas y costillas para la pared sur (fardos de rastrojo de trigo) se realizó de manera prefabricada en taller de acuerdo al modelado del proyecto.(Fig 1) En cuanto al di-

seño, fue muy importante la etapa de planificación ,cálculo y modelización, con el fin de estudiar las alternativas para la toma de decisiones más eficientes en cuanto a recursos y etapas y de esta manera disminuir los tiempos de obra. El tiempo de fabricación en taller fue de 4 semanas incluida una prueba de armado 1:1 para verificar los últimos detalles.

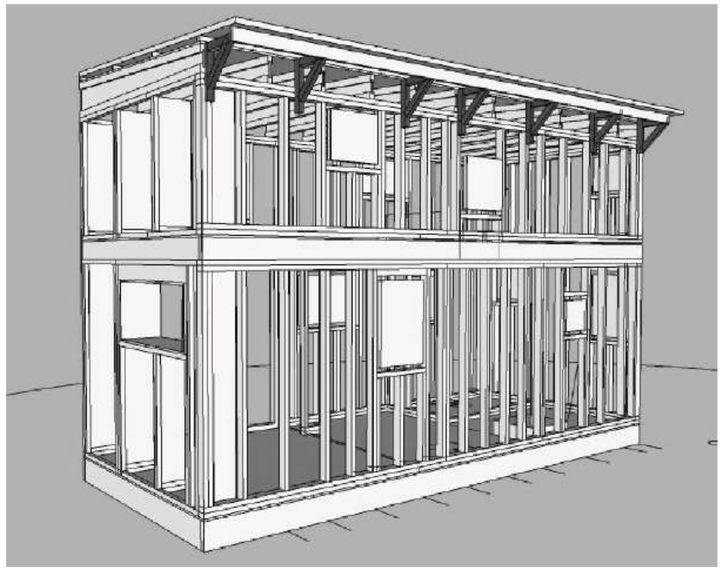


Fig. 1: Modelización | Fuente propia

Se utilizó en 3 de las caras el sistema de wood frame o entramado ligero de de madera con secciones de madera de 2" x 4" , tal como indican las especificaciones del sistema, agregando como componente en el bastidor, 100 mm de aislación de lana de vidrio.En la cara sur se utilizó sistema de estructura de costillas de madera incorporando como aislante , fardos de rastrojo de trigo con un ancho de muro de aprox.50 cm.
Para el revestimiento exterior se especificó madera de eucalipto grandis de 1" x 5 " sin pintura adicional, conservando su coloración natural, lo que provocará el cambio de color en el tiempo que se mimetizará con los árboles circundantes. Las aberturas son de PVC de abrir , considerando a este sistema de mayor eficiencia y hermeticidad que las ventanas corredizas, con vidrios DVH (doble vidriado hermético) 4+9+4mm, y en algunos sectores de la envolvente de consideraron paños fijos de madera con el mismo sistema de vidriado.El revestimiento interior de las paredes y cielorraso es de machihembrado con terminación de pintura de ½" x 5", con piso de pino de 1". Para construir la mesada de la cocina se han reciclado dos piedras de mármol.

Fig. 2: Prefabricación y Estructura montada PB | Fuente propia

Confort y energías.
El proyecto plantea su funcionamiento con criterios sustentables, mayor confort y eficiencia térmica, aprovechamiento de la energía solar y tratamiento de efluentes para disminuir el impacto ambiental de los desagües.

Confort térmico: toda la envolvente cumple con la ley 13059 de eficiencia energética y supera los valores para acondicionamiento térmico en condiciones de invierno para la zona (máx 0.8 m2.°C/W), logrando un confort en temperaturas, con muy bajos gastos de energía. (K muro de fardo 0.14 m2.°C/W muro y techos 100 mm aislación lana de vidrio reciclada K 0,35 m2.°C/W). Inicialmente se consideró colocar una estufa de 6000 KCAL de alto rendimiento en su interior, pero al verificar el funcionamiento térmico una vez cerrada la casa, se optó por ubicar la estufa afuera en el espacio de galería de invierno que da al sur, ya que la estufa supera ampliamente la demanda necesaria para lograr el confort y se decidió contar con una estufa eficiente de bajo consumo eléctrica como apoyo para ciertos días de invierno donde se requiera aumentar la temperatura del aire interior, sobre todo en las horas nocturnas.

Energía Eléctrica: el abastecimiento eléctrico funciona de manera mixta, por un lado con alimentación desde la red de servicios de electricidad , y por otro, se colecta la energía solar a través de un sistema OFF GRID para abastecer un circuito específico dentro de la casa de luminarias y contactos que funciona de manera paralela al de la red. Todos los ambientes de la casa tienen una luminaria y un contacto solar, incluso luces exteriores, indicados con colores diferenciados en los tableros de apagado y encendido (Fig 3)

Fig. 3: Tableros diferenciando energía solar de la energía de la red | Fuente propia

Abastecimiento de Agua: el suministro de agua se realiza a través de una bomba sumergible a 45 mts que extrae el agua, la misma sube y se almacena en el tanque de 500lts que llega por gravedad a la vivienda. Complementariamente se acopia el agua de lluvia para riego y baño de mangrullo. El agua caliente se obtiene del termo solar de 150 lts , toda la cañería desde el mangrullo hasta la casa está aislada con poliuretano de alta densidad.

Fig. 1: Detalle de aislación de rastrojo, vista exterior e interior | Fuente: Elaboración propia

Tratamiento de efluentes por biodigestor: los desagües están separados en 2 tipos: aguas grises, desembocan primero en una celda botánica que realiza el saneamiento del agua a través de las raíces de las plantas y piedras, esta celda está realizada en un contenedor de 80 cm de profundidad cubierta por nylon de 400 micrones, arena media sombra piedras y tierra para albergar las plantas, para concluir en el lecho nitrificante donde el agua vuelve saneada al suelo.

Las aguas negras, previamente pasan por un biodigestor de 1700 lts donde para reducir la presencia de contaminantes, el biodigestor degrada la materia orgánica presente en las aguas residuales mediante un proceso denomi-

nado digestión anaeróbica, para luego continuar a la celda botánica, para finalmente concluir su proceso en un lecho nitrificante que devuelve las aguas residuales de manera saneada y tratada al suelo.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de finalizar la obra, se comenzó a experimentar el uso de la vivienda en principio en la temporada de verano, con un desempeño favorable del confort interior regulando las altas temperaturas gracias a la vegetación existente y al diseño de toda su envolvente manteniendo un gran porcentaje de paños opacos versus los paños vidriados y aberturas.

En temporada invernal, es posible llegar a la temperatura de confort de manera muy accesible, por un lado por tratarse de un único espacio, concentrando la mayor calidez en la planta superior, siendo notable la capacidad de conservación del calor de toda la caja arquitectónica. La compacidad, la hermeticidad, y el diseño racional de los espacios colaboran con el objetivo inicial de alcanzar el mayor confort al menor gasto.

CONCLUSIONES

Si bien el concepto de prefabricación y la construcción con madera son ideas de proyectos que se encuentran estigmatizados por nuestra sociedad, relacionándolos con viviendas precarias de baja calidad; a medida que el desarrollo de la tecnología avanza en diferentes países y se enfoca cada vez más en la utilización de materiales renovables de bajo impacto y en la innovación de los procesos constructivos apuntando a sistemas que consuman los menores recursos posibles y que no impacten durante el proceso de obra como los sistemas en seco, por lo tanto ponemos como objetivo promover las buenas prácticas y el diseño de calidad en madera, como así también las estrategias proyectuales que nos hagan reflexionar sobre nuestra huella al momento de proyectar nuestras viviendas.

De esta forma, la experiencia de construir una pequeña casa de madera sustentable nos propone repensar la forma en la que construimos nuestros hogares, comenzando por la distribución y tamaños de los espacios, evaluando la decisión en cada una de las etapas del proyecto la opción más sustentable, incorporando opciones de sistemas constructivos de bajo impacto y mayor eficiencia, incorporando el aprovechamiento de energías naturales, respetando el entorno en una relación armoniosa con la naturaleza; todas cuestiones que nos ayudarán a tener una mejor calidad de vida y en conjunto disminuir los impactos que ocasionamos en la medida que crecen las ciudades y los lugares que habitamos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Argentina.Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1993) Normas IRAM 11600 Tercera Edición (2002) Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

· Argentina. Ministerio del Interior, obras públicas y vivienda (2018) Guía Introductoria para la construcción de viviendas bajo el sistema de entramado de madera.

· Falabella M.T. y Díaz A.V.(2016) Estudio de un componente de cerramiento con estructura de madera, incorporando el rastrojo como elemento en Comunicaciones al I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable, La Plata 26 al 28 de mayo del 2016 Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNLP.

· Allen A. (2010). Sustentabilidad y Desarrollo sustentable. Módulo Sustentabilidad Ambiental y Hábitat de la Maestría en Hábitat y Vivienda. Mar del Plata FAUD/UNMDP

· Borthagaray, J. M. y Otros. (2006) Hacia la Gestión de un Hábitat Sostenible. Buenos Aires Editorial Nobuko.

· Castro Francisco Javier (2007). Construcción con Balas de Paja. Proyecto fin de Carrera. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de A. Coruña.

· Gernot Minke(2006). Manual de Construcción con Fardos de Paja. Montevideo. Fin de Siglo.

· Braian Edwards. (2009). Guía Básica de la sostenibilidad. Barcelona: Gustavo Gili, SL.

· Huw Heywood (2017) 101 Reglas Básicas para edificios y ciudades sostenibles.Barcelona:Gustavo Gili, SL.

· González Enrique. (2005). Taller Promoción de tecnologías de eficiencia energética y energías renovables. Uso eficiente de la energía en Argentina. Dirección Nacional de Promoción.

· González A. D., Tognetti C., Van Den Heede, S. (2011) Beneficios ambientales del uso de paja de cereal para muros en edificios de la Patagonia andina, en Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 15. (pp7.55-7.63).

MAS ALLÁ DE LO TECTÓNICO. LA FALACIA ESTRUCTURAL COMO ARGUMENTO FORMAL EN LOS ÚLTIMOS DISEÑOS DE RAFAEL IGLESIA.

BEYOND THE TECTONIC. THE STRUCTURAL FALLACY AS A FORMAL ARGUMENT IN THE LATEST DESIGNS OF RAFAEL IGLESIA.

Diego Fernández Paoli

Diseño de Estructuras

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—

dfpaoli@yahoo.com.ar

RESUMEN

Si la condición tectónica de la arquitectura es definida por Kenneth Frampton como poética de la construcción que provoca, como consecuencia, una sumisión de los modos constructivos asociados con las reglas ortodoxas del arte de construir, las últimas producciones del arquitecto Rafael Iglesia se posicionan en el sentido opuesto, en lo a-tectónico, término acuñado por Eduard Sekler. El objetivo de este trabajo consiste en esclarecer en las propuestas menos conocidas del autor presentadas en concursos, como utiliza de manera audaz el hormigón armado, apelando a sus característicos desafíos hacia toda forma equilibrada y transgrediendo las lógicas constructivas convencionales. Los resultados esperados intentan revalorizar el uso de un material no solo como un simple contenedor espacial que sostiene la forma, sino también como una masa continua maleable que, por una estrategia sustractiva, define y contiene en sus entrañas las particiones funcionales, presentándose al mismo tiempo como vehículo de expresión arquitectónica.

PALABRAS CLAVES: tecnología – hormigón armado – estructura – forma

ABSTRACT

If the tectonic condition of architecture is defined by Kenneth Frampton as poetics of construction, provoking as a consequence a submission of the constructive modes associated with the orthodox rules of the art of building, the latest productions of the architect Rafael Iglesias are positioned in the opposite direction, in the a-tectonic, a term coined by Eduard Sekler. The objective of this work is to clarify in those lesser-known proposals of the author presented in competitions, how he boldly uses reinforced concrete, appealing to its characteristic challenges towards any balanced form and transgressing conventional constructive logics. The expected results try to revalue the use of a material not only as a simple spatial container that holds the form, but also as a malleable continuous mass that, by a subtractive strategy, defines and contains in its bowels the functional partitions, presenting itself at the same time as a vehicle of architectural expression.

KEY WORDS: technology – reinforced concrete – structure – shape

INTRODUCCION

El término "tectónica" ha estado muy utilizado en estos últimos tiempos para referirse a una condición de la arquitectura que privilegia más su raíz constructiva que su afán de representación. La condición tectónica en la arquitectura ha ido teniendo en el tiempo varias connotaciones que han alterado su significado original. Desde Botticher hasta Semper la tectónica posee tanto un valor "ontológico" es decir de raíz netamente tecnológica o constructiva y por otro lado un valor "representacional" atendiendo a su rol netamente expresivo que puede ocultar o simular la esencia estructural o forma núcleo como lo definía Botticher. En función de esto Kenneth Frampton (Frampton,1999) intenta mediar entre estas dos definiciones en apariencia antagónicas otorgándole un valor poético a lo constructivo como forma esencial que posee en sí mismo un potencial expresivo más allá de lo meramente técnico. La tectónica, asumida de este modo, sugiere entonces una forma base sometida a unas leyes físicas que la determinan, es decir una forma-fuerza que refleja un modo de construir donde los materiales son activos participantes de la génesis de la forma. Volviendo a Botticher que definía a la tectónica como la "ley integradora de función, materia y forma que organiza las relaciones entre partes evitando toda arbitrariedad e incidiendo en la junta, en la articulación de los miembros[1] podemos decir que, según la misma, las juntas son las que deben asumir la función representacional que activen el proceso de significación de la solución constructiva. De ese modo las partes ensambladas se convierten en un sistema expresivo por sí mismo y que por esa razón deben ser exhibidas sin ningún tipo de ocultación que disimule su efecto. Siguiendo el razonamiento de Semper, Campos Baeza (Campos Baeza, 2000) contrapone lo tectónico, representado por la junta y las uniones, a lo estereotómico. Para dicho autor lo estereotómico representa un sistema estructural continuo y completo en una arquitectura masiva, "pétrea, pesante, donde la fuerza de la gravedad se trasmite de una manera continua en un sistema estructural continuo" (Campos Baeza, 2000). En cambio, la tectónica, como procedimiento distinto para construir la forma, se relaciona con la idea de trama, en donde "la fuerza de la gravedad se trasmite de una manera discontinua, sincopada, en un sistema estructural con nudos, donde la construcción es sincopada". Baeza pone el énfasis en la junta como elemento mediador y de transición sintáctica entre la base estereotómica a la estructura tectónica y "constituye algo esencial en arquitectura." (Campos Baeza,2000), Contraponiéndose a esta idealización de lo tectónico que sugiere un orden constructivo que representa fielmente los recorridos de las cargas gravitacionales a través de la estructura, Eduard Sekler define a lo "a-tectónico" (Sekler, 1965) no como su efecto que lo niegue, sino como una manera de redefinirlo y potenciarlo. Si a lo tectónico lo podemos asociar con la idea de orden, jerarquía y equilibrio, además de referirse a lo sistemático, manifiesto o sobre entendido, lo a-tectonico busca el efecto contrario. Lo tectónico plantea un juicio estético a priori aplicado a la visualización de las reglas artesanales utilizadas que expresen fielmente la realidad constructiva. Lo a-tectonico se instala no como una despreocupación hacia los aspectos técnicos, sino como "el efecto que tiende a negar la solidez de los volúmenes edificados", es decir transgrediendo o "ocultando la interacción expresiva de la carga y el soporte en la arquitectura". (Sekler,1965) Lo a-tectonico expresa entonces la supuesta negación de las cualidades constructivas y estructurales en pos de un determinado efecto visual que lo vincula con la falacia[2]. En esta dirección se ubican las últimas producciones del Arquitecto Rafael Iglesia, en las cuales fundamentalmente a partir de la casa de la Cruz (2007) y especialmente en los anteproyectos presentados para los concursos del museo de arte contemporáneo (MPLA) y el Museo de Medellín (MANN), ambos en 2009, utiliza recursos emparentado con lo a-tectonico, especialmente en lo que refiere al rol que asigna a las juntas constructivas. En el desarrollo del trabajo podremos reconocer como las mismas se convierten en un recurso que es funcional a las combinaciones buscadas por los agrupamientos de las formas. Por un lado, recurre al empleo de técnicas arcaicas de vinculación entre elementos como las palancas y contrapesos (Liernur, 2006) para su concreta materialización; por otro las utiliza, especialmente en estas dos últimas obras, como un efecto que no solo las oculta o disimula, sino que además transgrede el orden constructivo tradicional.

Fig. 1: Escalera, Quincha y Piscina. Rafael Iglesia. Fuente: AA. Arquitecturas de Autor (38)

Fig. 2: Casa de la Cruz. Rafael Iglesia. Imagen exterior Fuente: Fotografía cedida por el Arq. Emilio Farrugia.

LA FALACIA ESTRUCTURAL COMO MODO DE DEFINICION DE LA FORMA

Tanto el concurso Nacional de anteproyectos para la sede del Museo de Arte Contemporáneo de la ciudad de Mar del Plata, (MPAC) Argentina, como el concurso de ideas para el diseño de la Segunda Fase del edificio sede del Museo de Arte Moderno de Medellín, Colombia (MANN), ambos realizados en el año 2009, encuentra a un Rafael Iglesia en una etapa cumbre de producción arquitectónica. Continua las exploraciones con las formas desequilibrada iniciada allá con la Casa de la Cruz en 2007 tomando distancia de aquellos primeros proyectos – la escalera (2001), la Quincha y Piscina (2001) y en cierto modo, aunque no completamente, del multipremiado edificio Altamira (2000), todos en la ciudad de Rosario. (Figura 1) En todos ellos, las experimentaciones con los materiales se referían más a un agrupamiento de piezas tectónicas claramente distinguibles y vinculadas con técnicas rudimentarias, que van definiendo por apilamiento al mismo tiempo la forma estructural.

A partir de la casa De la Cruz, (Figura 2) Iglesia reemplaza aquellas piezas unitarias por volúmenes puros que alojan en ellos funciones donde, en una especie de juego de acrobacia estructural, utiliza el contrapeso de unos sobre otros como modo de equilibrio para generar esas formas en apariencia inestables. Desde aquellas primeras obras, la especial atención a la junta constructiva ha sido una de las características distintivas de sus experimentaciones con los materiales. Las formas de vincular los distintos elementos se disponen de modo diferente a lo que sugiere Semper cuando refiere a la

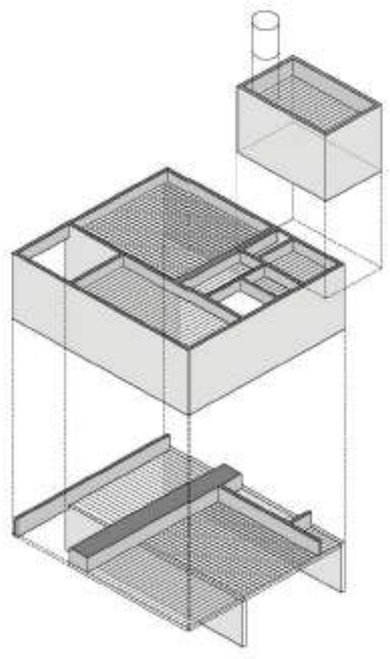


Fig. 3: Casa de la Cruz. Rafael Iglesia. Axonometría de despiece estructural. Fuente: Elaboración propia

naturaleza textil del entramado tectónico (Semper, 2011) que articula piezas por sus extremos. Iglesia parece interesarse más por procedimientos generadores de forma que establecen relaciones con lo estereotómico, ya que apila y desfasa las piezas unas sobre otras a la manera de la arquitectura oriental. A partir de aquí, las utiliza ya no como modo de articulación de partes constructivas denotadas claramente para que no queden dudas de la relación de partes, -la esencia misma de la condición tectónica de origen técnico-constructiva - sino como modo de articulación formal de volúmenes en el espacio. Vinculaciones que continúan representando o aludiendo a aquellos mecanismos arcaicos utilizados en sus primeras obras, pero con un discurso expresivo y representacional que en cierto modo falsea o esconde su esencia constructiva y que las acerca más al planteo del edificio Altamira. La junta, en vez de manifestar su condición de constructividad, lo que hace es potenciar su efecto escenográfico para crear un verdadero discurso a-tectónico. Si, como dijimos antes, lo tectónico apelaba a la verdad de las formas constructivas

Fig. 3: Casa de la Cruz. Rafael Iglesia. Axonometría de despiece estructural. Fuente: Elaboración propia

esenciales, la falacia provoca justamente el efecto contrario: su ocultamiento o transgresión de las leyes constructivas elementales. Si la coherencia entre lo que nos muestra la forma y la realidad construida nos vuelve inteligible a aquella, lo a-tectonico nos la devuelve ininteligible. Por un lado, lo falaz se asocia en cierto modo al desafío hacia todo determinismo estructural que provoca formas desequilibradas e inestables escapando de la verticalidad regresiva (Balmond, 1999); por otro, la desviación de la base constructiva de la arquitectura es reinterpretada produciendo otras configuraciones técnicas basadas en lógicas donde se genera un efecto estético expresivo alejadas de su contenido. Ese intento de ocultar la solución técnica-estructural lo practica en la casa de la Cruz, recurriendo al recurso estético de camuflar su evidencia a través de una pantalla de mampostería que desvirtúa aún más la función convencional del mampuesto utilizándolo como encofrado activo de la gran viga-pared de hormigón estructural posterior (Figura 3). Esta solución permite, además de hacer innecesario el uso de la trabado de las piezas, elimina por completo la función de la junta como entidad técnica perceptible. El acercamiento con el edificio Altamira se puede reconocer en la idea, también de raíz estereotómica de sustraer y quitar masa de un volumen formal previamente concebido, como una gran pieza excavada. Cada unidad

Fig. 5: Concurso Museo de Arte Contemporáneo de Mar del Plata. Rafael Iglesia. Fuente: Revista G-uay. 2013

volumétrica aditiva es tratada como una masa estereotómica por sí misma que comienza a ser vaciada teniendo en cuenta las distintas particiones espaciales interiores que dan origen a los distintos programas funcionales. Forma y función se asocian en un todo indisoluble. Respecto de la concepción estructural, Iglesia retoma la idea de estructura ahuecada iniciada por el ingeniero Robert Le Ricolais (Juarez, 1996), asimilándola a una especie de organismo natural, una masa continúa horadada donde la función se aloja en las entrañas de la estructura. Reutiliza también la idea del edificio Altamira en relación a esa necesidad de “anonimato” de las funciones que históricamente cumplen los elementos estructurales reemplazándolos por características de situación que cada proyecto requiere.

> “En mi edificio, intento lograr lo contrario. Lo que estoy tratando de mostrar son sólo las vigas, tratadas como simples unidades cuya función es anónima, colectiva y de una tercera persona, como las piezas de Go. Aquí, las vigas no se convierten, como elementos, sujetos con propiedades intrínsecas, sino que con propiedades derivadas de su situación: pueden convertirse en una pared, una ventana, una puerta” (Iglesia, 2012)"

Situándonos específicamente en los proyectos a analizar, en el concurso para el MANN se plantea una solución formal que busca tensionar la relación con el suelo, elevándose o apoyándose de manera de lograr distintos grados de apertura respecto del plano del suelo. (Figura 4) Arquitectónicamente la propuesta se compone de tres bloques independientes entre sí: en uno de los extremos se define la sala de exposiciones itinerantes; en el otro extremo el auditorio y en el centro la rampa de acceso que conecta los bloques desde planta baja y que en nivel superior también aloja la denominada sala experimental. El movimiento en zig–zag de los bloques que se despegan alterna-

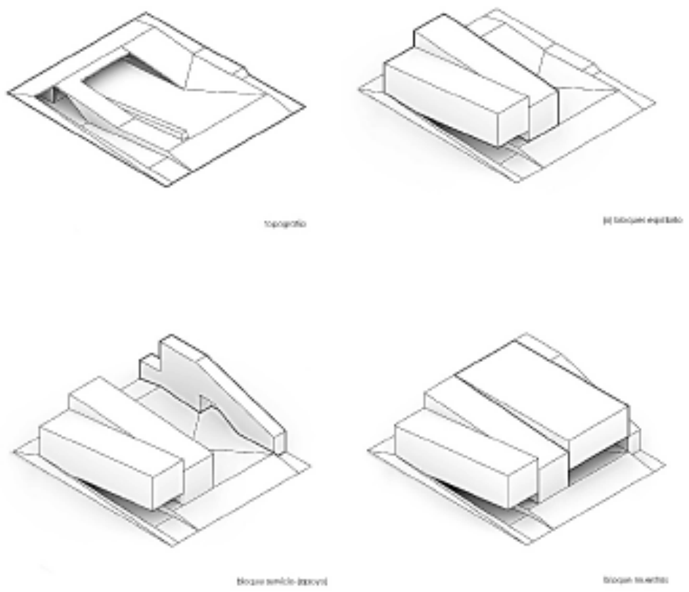


Fig. 6: Concurso Museo de Arte Moderno de Medellín. Rafael Iglesia. Fuente: Material cedido por el Arq. Claudio Solari de la producción de alumnos cursantes de la materia optativa "Rafael Iglesia. Inventario razonado (2017-2018) Facultad de Arquitectura, planeamiento y Diseño. Rosario.

damente de la planta baja generan un espacio semipúblico. En la planta de subsuelo se aloja el estacionamiento, reservándose parte del mismo para el anclaje del bloque central.

En el proyecto del MPAC la propuesta es en cierto modo similar en cuanto utiliza la interrelación espacial entre volumen geométricamente sencillos y contrapesados. La concepción formal representa el contrapeso que genera el gran bloque horizontal encastrado sobre una ménsula inclinada que aloja en su interior el espacio destinado a las circulaciones verticales. (Figura 5) Funcionalmente el edificio se compone de una única planta elevada donde a través de una composición que subdivide el espacio interior en un damero de 9 partes simétricas, se disponen las salas destinadas a las exhibiciones. Algunas de estas salas ocupan dos de esos módulos y otras solamente una. La disposición de los planos estructurales interiores, como veremos luego, serán los encargados de definir los diferentes grados de apertura de dichos espacios, creando una distribución interior bastante flexible en su uso. En la planta baja cubierta se dispone, junto a las circulaciones verticales, un pequeño auditorio.

ESTRUCTURA

En el caso del museo de Medellín, el principio estructural utilizado es muy simple. (Figura 6) Conceptualmente se trata de que los dos volúmenes extremos, al estar separados del suelo, en parte funcionen estructuralmente como grandes ménsulas. La aparente inestabilidad de los mismos se compensa descargado su peso lateralmente sobre el bloque central que se encuentra dispuesto en sentido opuesto, de manera de lograr un juego de equilibrios perfectamente contrapesados. Además, la forma pura de los tres paralelepidos que conforman los volúmenes se comportan como una gran caja estructural prácticamente cerrada, donde cada uno de ellos se apoyan mutuamente uno sobre otro para descargar sus pesos de manera tangencial. Para ello recurren a la fricción lateral que por rozamiento van transmitiendo las cargas oblicuamente hacia el suelo. En definitiva, si bien las formas logradas buscan aparentar una sensación de desequilibrio espacial alejándose de su verticalidad, la interrelación entre los tres bloques contrapesados recompone estructuralmente el equilibrio, repartiendo las cargas de manera simétrica sobre el terreno. De nuevo aparece aquí el recurso expresivo de lo a-tectonico, ya que las formas empleadas representan una condición de perdida de estabilidad espacial que luego es recuperada técnicamente por la compensación de los pesos. La junta más que aludir a su condición tectónica de unión entre partes expresa un modo de vinculación que lo acerca a la idea de lo estereotómico, ya que al utilizar la fricción lateral entre dos planos paralelos –los grandes muros portantes laterales- requiere una gran superficie de contacto que lo que hace es hacer más difícil y compleja su identificación como punto de articulación.

Tal como ocurre en la propuesta de Medellín, la forma estructural del museo de Mar del Plata es esencialmente la forma arquitectónica. (Figura 7) Cada bloque formal se comporta como una gran caja estructural ahuecada. El bloque principal, a través de su subdivisión interna en 9 espacios interiores menores, permite definir otros planos estructurales interiores los cuales descargan en forma de ménsulas sobre el bloque central inclinado, logrando de ese modo el efecto de encastre buscado. Esta situación desvirtúa el carácter constructivo de la junta que vuelve a ser solamente vehículo de expresión. Nuevamente aparece tanto el concepto de la estructura ahuecada, como el carácter situacional de los elementos estructurales que ya hemos visto en Altamira y también en la Casa de la Cruz. El plano estructural perimetral continuo exterior de hormigón armado que limita la caja descarga en esa serie de dos ménsulas cruzadas entre sí, las cuales permite a través de sus diferentes calados no interferir la continuidad visual y funcional entre ellos. En algunas situaciones la ménsula define a modo de antepecho los límites entre dos salas, en otros sectores se interrumpe para girar bruscamente y ubicarse como dintel que insinúa un vano. Por lo tanto, las vigas en ménsula definen el grado de apertura o de conexión espacial entre cada uno de estos espacios interiores que alojan las distintas funciones. La descarga de estas ménsulas sobre el bloque central, al no acusarse por fuera del volumen principal, genera ese efecto de atectonicidad buscado. La estabilidad del conjunto queda además garantizada por el apoyo simple del volumen sobre uno de sus laterales.

CONCLUSIONES

La importancia del estudio de la obra de Rafael Iglesia se visualiza en la total concordancia de los aspectos relativos a la composición estructural integrada con la forma y la función. Que la forma arquitectónica sea al mismo tiempo la forma estructural, no significa ni que la forma arquitectónica sea determinante a la cual la estructura debe someterse ni lo contrario, que la estructura sea la que defina tanto la forma como la expresión arquitectónica. La génesis del pensamiento estructural integrada desde el inicio de las primeras exploraciones con la forma sugiere que la misma contiene el germen de la solución estructural.

Al mismo tiempo, la maqueta como vehículo de experimentación con los volúmenes, permite anticiparse a las condiciones básicas en equilibrio que en sus propuestas se encuentra en permanente tensión, lo que lo convierte en el centro de su pensamiento proyectual. Lo que llamamos la condición a-tectónica es otra de las cuestiones importantes que surgen del análisis de sus últimas obras. Lo a-tectonico se entiende, no como una falta de tectonicidad como sugiere el termino, sino como una instancia de superación de lo tectónico, instalando una especie de ficción teatral que actúa directamente sobre la forma visible. El efecto que logra es un ocultamiento o invisibilidad de lo real desde el punto de vista de la solución técnica empleada y que lo tectónico revelaba, posibilitando una especie de ilusión óptica que altera las lógicas perceptivas convencionales de la realidad espacial asociadas con la gravedad. Esta transgresión de las reglas básicas artesanales del construir incluye las lógicas constructivas usuales en cuanto a la resolución de juntas y secuencias de transferencia de cargas. "La forma surge como resistencia a esa manera de hacer llegar las cosas al piso, escondiendo esa manera de evitarlo." (Iglesia, 2013, 16)

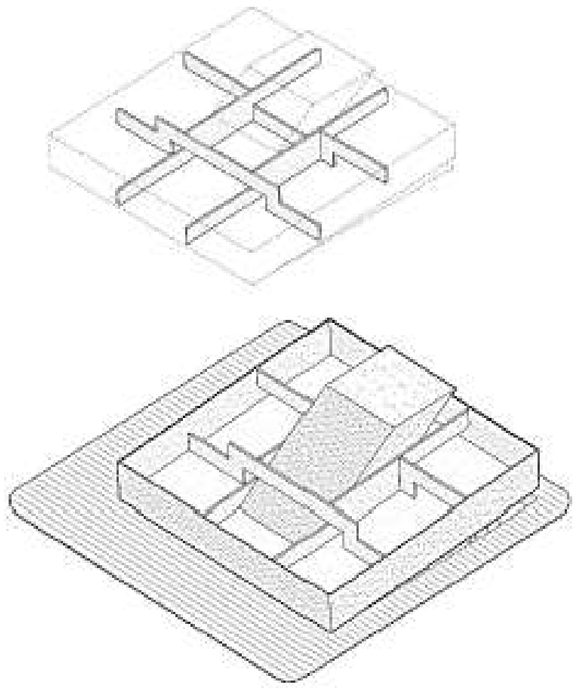


Fig. 7: Concurso Museo de Arte Contemporáneo de Mar del Plata. Rafael Iglesia. Fuente: Material cedido por el Arq. Claudio Solari de la producción de alumnos cursantes de la materia optativa "Rafael Iglesia. Inventario razonado (2017-2018) Facultad de Arquitectura, planeamiento y Diseño. Rosario.

El proceso de vaciamiento de la masa constructiva por sustracción que produce un ahuecamiento de la estructura es otro de los aspectos importantes que surgen de este estudio. Las operaciones de calado de la masa estructural en relación a las necesidades de las funciones permiten pensar la cuestión estructural como un marco contenedor en donde se desarrolla espacialmente los programas arquitectónicos sin impedir mayormente, en base a la configuración interna, que los sucesivos espacios definidos entre los planos que lo limitan puedan fluir libremente entre sí.
El entendimiento de esta masa continua como un plano integro que soporta cargas produce un tipo de disquisición semántica que altera el significado habitual de los elementos estructurales característicos –especialmente la viga–, que de este modo no tienen una función determinada en el conjunto pudiendo cumplir cualquier función. La estructura de este modo se plantea como un gran plano continúo indiferenciado que recorre y limita cada una de las partes programáticas, produciendo a su vez la desaparición de la función habitual de la junta constructiva visible como articuladora de partes. Si bien mantiene su función constructiva convencional la misma no puede expresarse visualmente ya que queda oculta bajo el mismo efecto de palanca, contrapeso y también de rozamiento que articulan los bloques. No actúa directamente como vinculación entre elementos unitarios como en sus primeras obras sino entre volúmenes compositivos, representando más uniones que responden a una idea estereotómica más que tectónica. No existe de este modo una correspondencia entre la función constructiva esencial y su efecto escénico como vehículo de expresión, ya que ambas se ubican en sentidos opuestos, dando origen a aquella falacia.

NOTAS

1Citado en Framptom, K. (1999) Estudio sobre la cultura tectónica. Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX. Madrid: Akal.
2Término que Kenneth Framptom toma de las representaciones teatrales del drama de Aristófanes, que la utiliza con la intensión de una manipulación visual usando intencionadamente la distorsión, la sorpresa y el doble sentido para vulnerar alguna regla lógica o predecible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Framptom, K. (1999) *Estudio sobre la cultura tectónica. Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX.* Madrid: Akal.
· Campos Baeza, A. (2000) Cajas, cajitas, cajones. Sobre lo estereotómico y lo tectónico. En: A.
· Campos Baeza (ed) *La idea construida* (pp. 60-65), Buenos Aires: CP67, Librería técnica S.A.
· Sekler, Edward. (1965) Structure, construction, tectonic. En: G Kepes (ed), Structure in Art and in Science (pp. 89-95), N. York: George Brazilier.
Liernur, J. Máquinas arcaicas, la obra de Rafael Iglesia en Rosario. (2006) AA Arquitecturas de Autor. Escuela Técnica superior de Arquitectura. Universidad de Navarra, (38), 4-8.
· Semper, G. (2011) *Clasificación de las artes técnicas.* Capítulo 2. El estilo en las artes técnicas y tectónicas. J. I. Azpiazú (trad. y ed.). Disponible en: semper-estilo.blogspot.com.ar/2011/04/clasificacion-de-las-artes-tecnicas.html.
· Balmond C. La nueva estructura y lo informal. (1999) *Quaderns Espirales*, (222), 38-45. Juárez, A. (1996) Reflexiones en torno a Robert Le Ricolais. CIRCO, la cadena de cristal. (39). Disponible en: www.arranz.net/web.arch-mag.com/3/circo/39.html.
· Edificio Altamira / Rafael Iglesia" (2012) Plataforma Arquitectura. Disponible en: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-157566/edificio-altamira-rafael-iglesia.
· Iglesia, R. (2013) Revista Gua-y. Facultad de Arquitectura, Universidad Abierta interamericana,

EL POTENCIAL GENERATIVO DEL MODELO CONCEPTUAL COMO ESTRATEGIA DE CONCEPCION DE LA FORMA ESTRUCTURAL. APLICACIONES EN EL TALLER DE ARQUITECTURA.

THE GENERATIVE POTENTIAL OF THE CONCEPTUAL MODEL AS A STRATEGY OF CONCEPTION OF THE STRUCTURAL FORM. APPLICATIONS IN THE ARCHITECTURE WORKSHOP.

Diego Fernández Paoli
Ramiro García
Esteban Bechis
Pablo Makler
Ana Lina Klotzman
Sofia Navello
Mariana Schiavetti
German Borello
Solana Di Marco
Fabricio Silva

Analisis Proyectual 1 y 2

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
dfpaoli@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este trabajo se propone estudiar y analizar la integración de la problemática estructural dentro del proceso de proyectación arquitectónica como prácticas de taller, específicamente en las instancias iniciales del proceso que involucra procedimientos pre-figuradores de la forma arquitectónica. Como la definición de las estrategias de sustentación es una instancia que debe relacionarse con las instancias iniciales del proceso proyectual e involucra el desarrollo de la forma arquitectónica, el objetivo del trabajo es el reconocimiento del potencial pre-figurativo que poseen los modelos conceptuales de estudio en la concepción general y particular de la forma estructural. El trabajo a presentar mostrará algunos resultados logrados en los trabajos del taller y demostrarán que la definición de la concepción estructural, modelada en maquetas tridimensionales y desarrolladas en instancias simultáneas al proceso de generación de la forma arquitectónica, facilita pedagógicamente el reconocimiento de la variable estructural desde los inicios de la actividad proyectual.

PALABRAS CLAVES: estructura – diseño – forma – arquitectura – taller

ABSTRACT

This work aims to study and analyze the integration of structural problems within the process of architectural design as workshop practices, specifically in the initial instances of the process that involves pre-figurative procedures of the architectural form. As the definition of the support strategies is an instance that must be related to the initial instances of the project process and involves the development of the architectural form, the objective of the work is the recognition of the pre-figurative potential that the conceptual models of study possess in the general and particular conception of the structural form. The work to be presented will show some results achieved in the work of the workshop and will demonstrate that the definition of the structural conception, modeled in three-dimensional models and developed in simultaneous instances to the process of generation of the architectural form, pedagogically facilitates the recognition of the structural variable from the beginning of the project activity.

KEY WORDS: structure – design – form – architecture – workshop

INTRODUCCION

Si nos guiamos por los distintos significados que la palabra "modelo" posee para la Real Academia Española, podemos decir que el término posee variadas acepciones. Podemos asociar a modelo como reproducción de algo existente al cual simplemente copiamos, modelos matemáticos que por ejemplo simulan comportamientos estructurales de edificios o partes: modelos físicos que permiten verificar entre otras cosas la estabilidad de construcciones o procesos de ensamblaje de partes.

La acepción que más interesa a este trabajo posiciona al modelo conceptual como un campo de exploración que permite un acercamiento particular de la propuesta estructural con las instancias iniciales del proceso proyectual. Si en el campo de las estructuras resistentes podemos distinguir tres instancias de aproximación, la concepción, el diseño y la verificación o cálculo propiamente dicho, el modelo conceptual se relaciona íntimamente con la instancia de concepción, es decir con aquellas primeras aproximaciones del concepto estructural, que tiene que ver con la forma estructural que debe satisfacer nuestro espacio y que encuentra íntimamente ligado a las etapas iniciales del proceso proyectual. Es por ello que la aproximación a ella debe poseer rasgos de similitud con los procesos creativos de la arquitectura y por esa misma razón ocurrir en el preciso instante de la definición formal del edificio, tener raíces específicamente abstractas y estar al servicio de la idea arquitectónica. El modelo entendido de esta manera será de utilidad para poder incorporar la componente estructural desde el inicio del proyecto y no presentarse como comúnmente aparece en una instancia posterior, donde la forma arquitectónica e incluso la definición programática se encuentra desarrollada y a la cual la estructura forzosamente debe integrarse.

METODOLOGÍA

El trabajo a presentar se relaciona con una propuesta arquitectónica específica consistente en la elaboración de un conjunto de viviendas en una zona determinada de la ciudad de Rosario, donde la propuesta estructural es analizada en una instancia conjunta al desarrollo de la forma. La instancia de concepción estructural ubicada en las instancias iniciales del proceso de proyectación arquitectónica debiera involucrar mecanismos o procedimientos pre-figuradores de la forma arquitectónica, es decir los recursos utilizados por el proyectista para componer un espacio arquitectónico y servir de instrumento que permita una respuesta congruente entre las determinaciones perceptivas del programa de usos y las disposiciones y resoluciones constructivas y estructurales. (Fernández Paoli, 2017) En función de ello se desarrollan lo que damos en llamar "fases de estructuración" (Moliné, 2008) que son, básicamente, esquemas generativos que involucran diferentes aspectos que definidos como presiones externas a la misma permiten ir modelando la forma arquitectónica del conjunto. (Figura 1) En la primera de estas fases se analizan variables tales como la forma y tamaño del terreno, las características de sus límites y las áreas abiertas, comunes y propias de las viviendas. En una segunda fase se definen las áreas abiertas y cerradas de los espacios propios de vivienda y en una tercera se seleccionan las tipologías y cantidad posible de viviendas seleccionadas dentro de un posible repertorio de casos estudiados previamente. En función de estos esquemas prefigurativos se desarrollan maquetas de estudio preliminares que representan la forma adoptada (Figura 2).

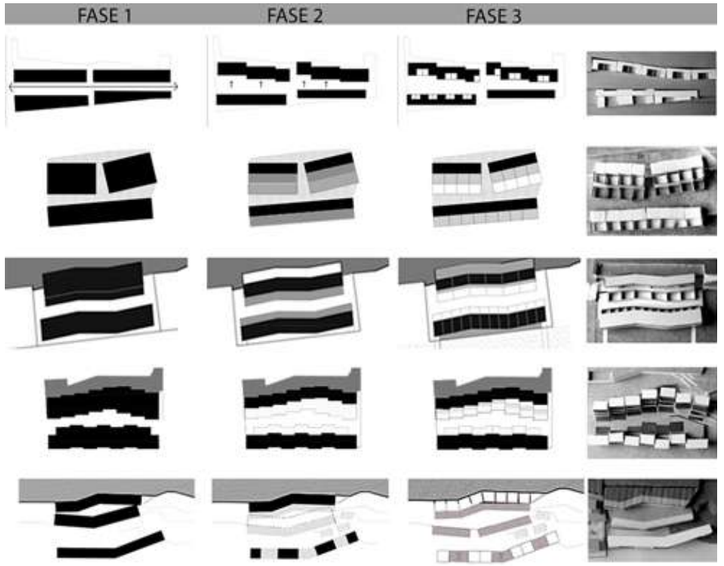


Fig. 1: Fases de estructuración. Etapa de definición de la forma.

Fuente: Trabajos realizados por Alumnos de Análisis Proyectual, Catedra García. FAPyD, UNR

En una segunda instancia de estructuración en fases se desarrollan, dentro de las unidades de vivienda, una serie de diagramas que progresivamente registran e incorporan los atributos y componentes indispensables para el avance de las propuestas. En la primera de estas fases se definen tanto la forma y tamaño de lote, su posición dentro del conjunto y las condiciones

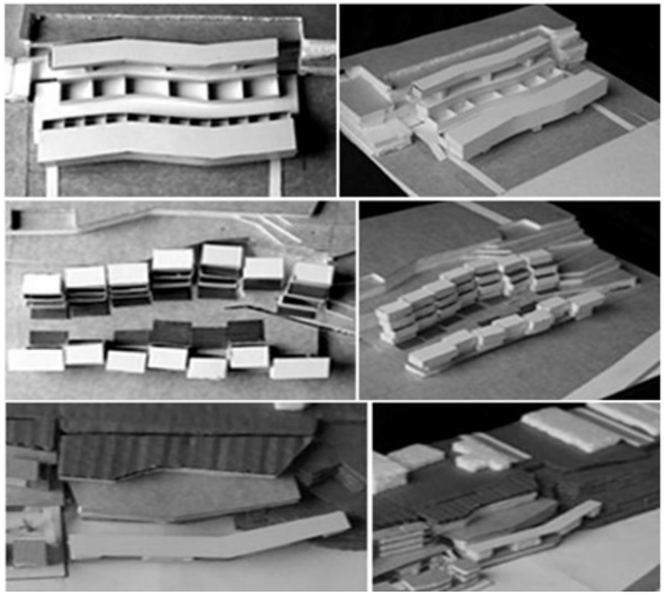


Fig. 2: Fases de estructuración. Volumetrías de conjunto.

Fuente: Trabajos realizados por Alumnos de Análisis Proyectual, Catedra García. FAPyD, UNR

de sus bordes. En la segunda fase se propone la relación de las parcelas con los espacios públicos y comunes que posibilitan definir posición de ingresos, orientaciones favorables, condiciones de privacidad y dimensiones, tanto de los espacios cubiertos como abiertos. En una tercera fase se propone un trazado mediante el cual se define la disposición de las crujías en que puede subdividirse el volumen edilicio y que se basa en considerar las dimensiones adecuadas que deberían tener los locales por razones de uso y resolución estructural. Al igual que la fase de conjunto anterior se desarrollan gráficos y fundamentalmente maquetas donde a partir del volumen general de conjunto se reconocen tanto las unidades como las crujías internas que lo componen. (Figura 3) Posteriormente a esta instancia y en función de estas definiciones espaciales, si podemos definir a toda estructura como soporte de la forma arquitectónica es decir "la unidad estructural como la esencia irreductible de la forma arquitectónica" (Framptom, 1999), y dentro de este, el espacio es el que le da el carácter formal al volumen construido, se tendría que definir un proceso generativo de la propuesta estructural que realmente interese a la conformación del espacio. Para Enrico Tedeschi la forma arquitectónica se percibe según tres esquemas: el espacio, la plástica y la escala. (Tedeschi, 1977) El espacio es el carácter

formal del volumen delimitado por elementos construidos y la plástica trata acerca del carácter formal de dichos elementos y que se ofrecen al espectador como elementos pictóricos o escultóricos según prevalezca en ellos el valor de la línea y de la superficie o el valor del volumen. Podemos entonces encontrar una metodología de concepción estructural que debiera contemplar solo a los componentes estructurales que definan líneas, superficies y volúmenes, independientemente de su geometría exterior, con la única consideración de su disposición espacial y la configuración interna del material componente. Esta última cuestión es reconocida es las maquetas elaboradas para el reconocimiento de las fases y será la herramienta fundamental para reconocer el germen de la propuesta estructural a adoptar.

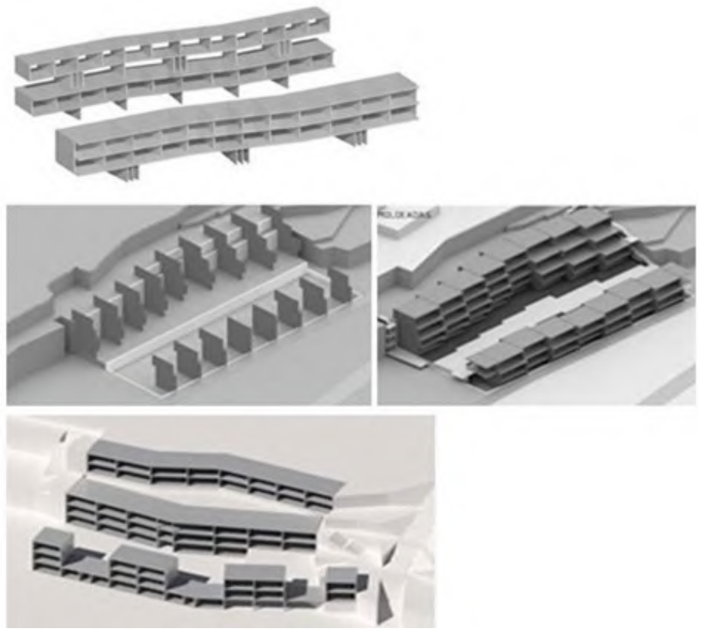


Fig. 3: Fases de estructuración. Definición de crujías estructurales.

Fuente: Trabajos realizados por Alumnos de Análisis Proyectual, Catedra García. FAPyD, UNR

DESARROLLO

Se seleccionan dos trabajos del curso lectivo 2022 pertenecientes a la asignatura Análisis Proyectual II, de la Cátedra García -se corresponde con el cursado del tercer año del ciclo básico de la Carrera de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño de la Universidad Nacional de Rosario- que a la fecha de esta presentación se encuentran en plena elaboración, pero que de igual modo van a permitir verificar la importancia de este metodología de aproximación a la génesis estructural[1].

ANALISIS CRÍTICO DE LOS CASOS

Se establecen 2 categorías de análisis para realizar el análisis crítico de los casos seleccionados dentro de la producción del taller:

a - ESTRUCTURA Y SITIO

El lote asignado para desarrollar el ejercicio proyectual de viviendas colectivas, es un terreno con un amplio frente hacia la costanera norte de Rosario. Su condición topográfica es muy particular ya que incorpora una barranca natural con un desnivel aproximado de 15 a 17 m entre la cota superior y la vereda pública inferior, sobre la rambla costera. Esta situación de borde sumado a las visuales directas hacia el Río y las islas condicionan claramente los proyectos en relación al concepto estructural adoptado. Vale aclarar en esta cirscuntancia que no se indagara acerca de la relación especifica de las propuestas respecto al suelo como material estructural, ya que se supone que este estudio forma parte de un análisis especfico a nivel técnico que escapa las metas pretendidas en esta investigacion.

b- ESTRUCTURA Y PROGRAMA

El ejercicio propone la definición de un conjunto de viviendas colectivas para la radicación de un grupo de familias relacionadas a la pesca y comercialización de pescados con una larga preexistencia en la zona. La versatilidad que muestra esta comunidad sugiere una necesaria variedad en el tipo de unidades, de distinta escala y carácter, que deberá ser resuelta sin perder la aproximación sistémica al conjunto. El ejercicio hace especial hincapié en la articulación y graduación entre el espacio público, los ámbitos de uso común propios del conjunto y los espacios privados exclusivos de cada vivienda. A fin de conferir a las unidades condiciones más asociada a la casa con patio que a la vivienda colectiva en altura, se requiere de forma obligatoria que cada unidad dispongan de patios o terrazas de uso exclusivo como expansión al aire libre. Se sugiere la incorporación de áreas destinadas a estacionamiento para un porcentaje determinado de la población del conjunto.

CASO 1

a- ESTRUCTURA Y SITIO

La estrategia estructural de esta propuesta consiste en disponer de 3 barras o bloques lineales a modo de “tubos” paralelos a la costa. Estas barras se encuentran apoyadas sobre grandes planos portantes perpendiculares a la barranca. De esta manera el nivel inferior es más permeable y los pisos superiores se constituyen en cajones estructurales más ciegos, utilizando los planos de fachada de las mismas para disponer las vigas que salvan las luces mayores entre planos de apoyo. (Figura 4)

Estos “tubos” incorporan leves quiebres en planta que registran las variaciones en la geometría propia de las cotas de nivel del terreno natural preexistente.

b- ESTRUCTURA Y PROGRAMA

A nivel programático, estos volúmenes no registran las diferentes viviendas, sino que engloban áreas funcionales de las distintas unidades. Es decir, los “tubos” resueltos como grandes vigas Vierendeel dobles alojan en su interior los dormitorios en el nivel superior aprovechando la necesidad estructural de masividad y disponiendo perforaciones controladas en sus fachadas portantes. En cambio, las áreas sociales tanto cubiertas como semicubiertas se disponen en las plantas inferiores, limitadas también por la misma viga Vierendeel, pero de mayor apertura de vanos, logrando espacios más diáfanos y con franca relación con las expansiones exteriores. Estas grandes vigas descargan transversalmente en salientes practicadas en los tabiques.

CASO 2

a- ESTRUCTURA Y SITIO

En este caso, a diferencia del anterior, la composición volumetría del conjunto expresa las distintas unidades que conforman el conjunto. Se disponen cajas desfasadas levemente en planta y escalonadas en corte acomodándose a la geometría variable propia de las curvas de nivel de la barranca. Se disponen en dos hileras paralelas, una sobre el frente de la avenida y otra recostada contra la barranca, definiendo entre ambas el espacio abierto común del conjunto.

Estas cajas volumétricas alojan los tabiques estructurales en los planos perpendiculares a la barranca y a la costa, que constituyen los muros medianeros entre unidades. Estas “costillas estructurales” portantes adoptan una sección dentada y se desplazan levemente entre sí, acomodándose al

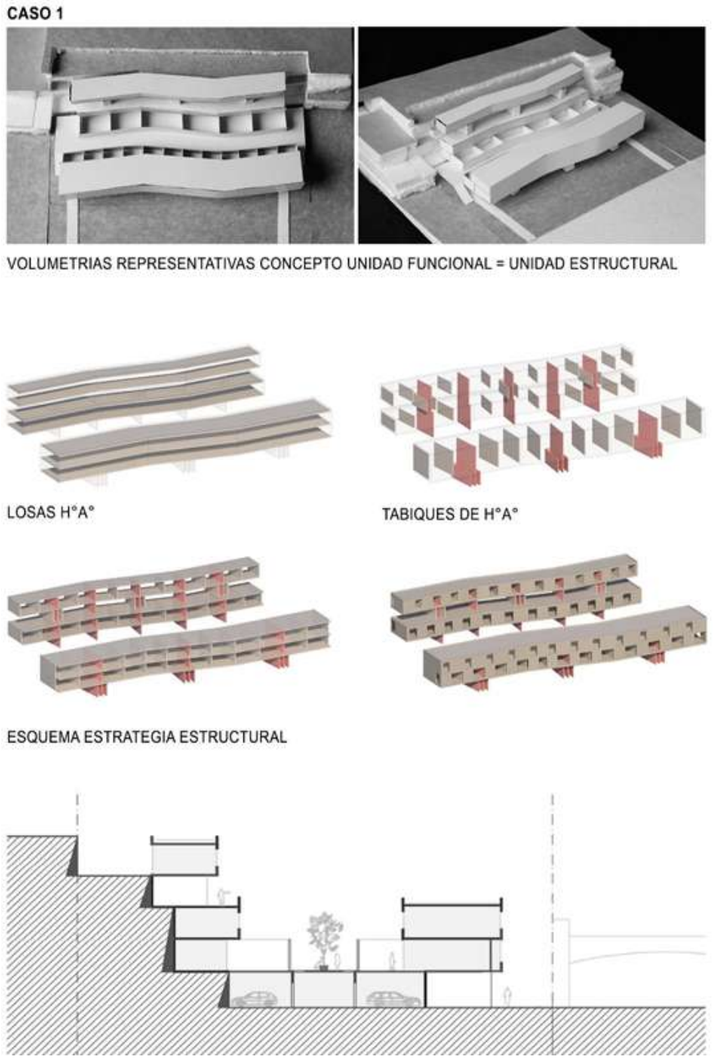


Fig. 4: Caso 1. Estrategia estructural en forma de tubo.

Fuente: Trabajos realizados por Alumnos de Análisis Proyectual, Catedra García. FAPyD, UNR.

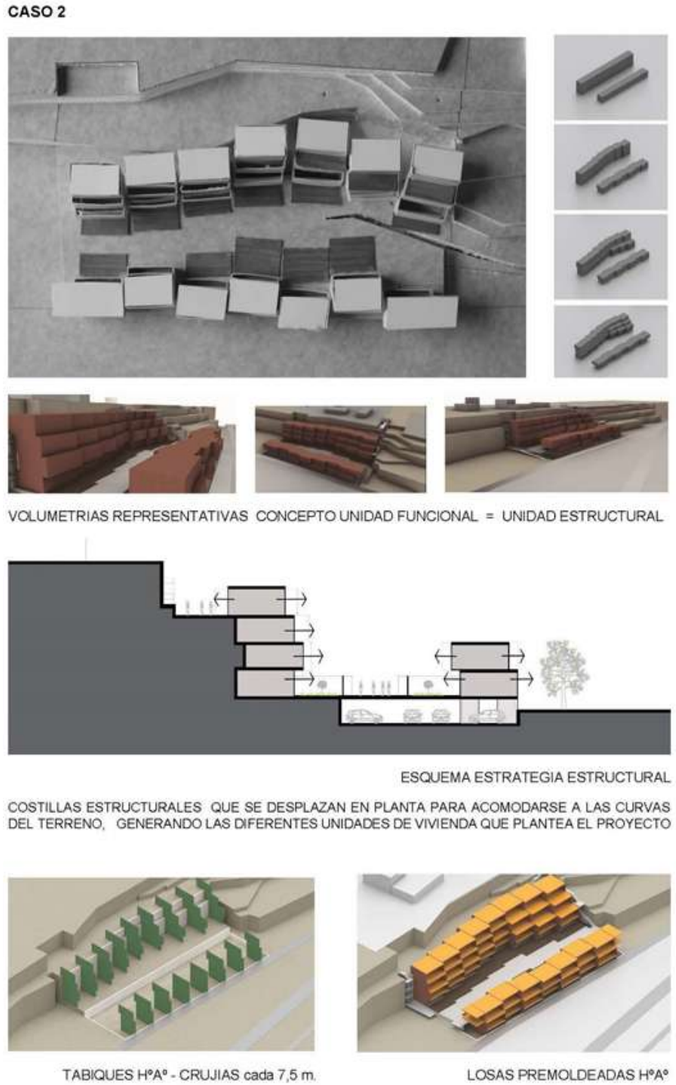


Fig. 5: Caso 2. Estrategia estructural en forma de costillas.

Fuente: Trabajos realizados por Alumnos de Análisis Proyectual, Catedra García. FAPyD, UNR.

perfil de la barranca. El dentado de los planos portantes para sostener las losas de cada nivel genera entrantes y salientes en las fachadas a modo de aleros o balcones.

b- ESTRUCTURA Y PROGRAMA

En este caso el módulo estructural coincide con la división de unidades de viviendas. La distancia entre tabiques portantes propuesta articula la métrica organizativa del estacionamiento y el módulo distributivo-funcional de la vivienda, ya que en ocasiones se encuentran superpuestas. en base a un módulo de 7.5m aproximadamente, que resuelve tanto 3 plazas vehiculares como un estar lateralizado a la fachada y 2 dormitorios en las plantas superiores de los dúplex. Se adopta una profundidad de planta simple para ambos bloques, ubicando los locales de primera a la mejor orientación y una franja de locales de servicio contra la barranca.

Se combinan los tabiques portantes de hormigón ejecutados in situ con losas pretensadas de hormigón pre moldeado en el sentido transversal para agilizar los procesos de montaje. Esta solución persigue liberar las plantas resolviendo la tabiquería interior en forma liviana para otorgar flexibilidad distributiva y liberar los planos de fachada, asegurando un contacto fluido con las expansiones. Los planos de fachada se proyectan con cierres livianos, aberturas y protecciones móviles en seco, según su grado de permeabilidad en relación a las condicionantes programáticas de privacidad, filtros de control ambiental y búsqueda de visuales al rio. El tema abordado en esta presentación, ejemplificado con casos de estudiantes de Análisis Proyectual II, se sustenta en exploraciones realizadas previa y permanentemente, en los cursos precedentes en el Área Proyectual. Esto es relevante porque refuerza la idea de una metodología pedagógica troncal en la práctica del taller.

CONCLUSIONES

El resultado del análisis y comparación de los casos propuestos demuestra la importancia de establecer distintas instancias de abordaje en el proceso de aprendizaje proyectual y del proceso proyectual en sí mismo. La utilización de distintas herramientas conceptuales -esquemas gráficos y maquetas específicas- como mecanismo operativo de rápida ejecución permiten el reconocimiento de distintas variables del proyecto en cada una de estas instancias: fases de estructuración que posibilitan la toma de decisiones. En este sentido, se reconoce la potencia propositiva de incorporar la variable estructural como concepto y como síntesis en su grado de abstracción, relacionada al desarrollo de ideas y elementos proyectuales determinantes -“tubos” en el Caso 1 o “costillas” para el Caso 2-, verificables con las distintas herramientas

antes mencionadas, y apoyada desde las primeras fases del proceso; que articula y define las principales condicionantes de la propuesta arquitectónica: relación con el sitio, distribución programática, grado de permeabilidad visual y espacial, y sobre todo la síntesis formal.

NOTAS

1 El tema abordado en esta presentación, ejemplificado con casos de estudiantes de Análisis Proyectual II, se sustenta en exploraciones realizadas previa y permanentemente, en los cursos precedentes en el Área Proyectual, es decir, Introducción a la Arquitectura y Análisis Proyectual I. Esto es relevante porque refuerza la idea de una metodología pedagógica troncal en la práctica del taller.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

· Fernández Paoli, Diego. (2017) Composición y estructura. Revaloración de la técnica constructiva del apilamiento como estrategia de diseño en la arquitectura contemporánea." 1° edición ilustrada. Rosario: UNR editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, A&P ediciones, Libro digital ISBN 978-987-702-2209.

· Framptom, K. (1999) *Estudio sobre la cultura tectónica. Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX*. Madrid: Akal.

· Moliné y Lurá, Aníbal J. (2008) Proyecto Urbano y Proyecto Arquitectónico. Reflexiones. En Colección Tesis Doctorales. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño de la Universidad de Rosario (Eds.), *Capítulo VII: Tejodo Urbano. Pequeños grupos de viviendas* (pp. 227-253). Rosario: Nobuko.

· Tedeschi, Enrico. (1977) *Teoría de la arquitectura*. 3ª ed. Buenos Aires: Nueva visión.

MESA VIBRATORIA PARA ANÁLISIS DINÁMICO DE MODELOS ESTRUCTURALES

SHAKING TABLE FOR DYNAMIC ANALYSIS OF STRUCTURAL MODELS

Gustavo Gonzalez
Eduardo Rodriguez Cimino
Leonel Ghiglione

Diseño de Estructuras III

FAUD — UNC, Cordoba, Argentina

—
eduardo.rodriguez@unc.edu.ar

RESUMEN

El desempeño de una estructura frente al sismo está determinado por su comportamiento dinámico, que depende en gran parte de su composición geométrica. Características tales como la rigidez, período y modos de vibración, magnitud de los movimientos de traslacion y torsion, composición y vinculo entre planos resistentes, etc., están relacionadas con la configuración estructural y deben considerarse al diseñar cualquier estructura que estará sometida a acciones sísmicas.
Para desarrollar un diseño eficiente, es de vital importancia comprender estos fenómenos dinámicos y la manera en la que inciden en el desempeño de una estructura. Es necesario entonces, partir de la observación del hecho físico, y luego llegar a la abstracción generalizadora. Para esta tarea se ha desarrollado una mesa vibratoria que permite el ensayo de modelos físicos para la comprensión de los fenómenos dinámicos de las estructuras. En este trabajo se detalla el proceso de diseño y construcción de esta herramienta.

PALABRAS CLAVES: docencia—estructuras—sismo

ABSTRACT

The performance of a structure against an earthquake is determined by its dynamic behavior, which largely depends on its geometric composition. Characteristics such as stiffness, period and modes of vibration, magnitude of translational and torsion movements, composition and bond between resistant elements, etc., are related to the structural configuration and must be considered when designing any structure that will be subjected to seismic actions.
To develop an efficient design, it is vitally important to understand these dynamic phenomena and how they affect the performance of a structure. It is necessary, then, to start from the observation of the physical fact, and then arrive at the generalizing abstraction. For this task, a vibrating table has been developed that allows the testing of physical models for the understanding of the dynamic phenomena of structures. This paper details the process of design and construction of this tool.

KEY WORDS: teaching—structures—earthquake

INTRODUCCIÓN

La incidencia de los aspectos de la configuración geométrica general de los edificios en el comportamiento sísmico ha comenzado a tomar importancia en las últimas normas de construcción, tales como el propio reglamento argentino INPRES-CIRSOC 103, del año 2013 y que fue puesto en vigencia a partir de junio de 2019. Se hace necesario entonces, comenzar a hablar de "arquitectura sismorresistente" y no ya de solo "estructuras sismorresistentes", ya que los condicionantes propios que impone un territorio donde la actividad sísmica es considerable, deben ser tenidos en cuenta en la totalidad de las etapas del proceso de diseño arquitectónico, dado que un cálculo y dimensionado posterior no serán suficientes para garantizar un comportamiento óptimo de la estructura.

El comportamiento de los edificios ante acciones sísmicas depende de la interacción entre todos sus componentes, y no solo de la estructura. Es necesario entonces un enfoque totalizador del diseño sismorresistente, que requiere ya no solo de analizar estructuras, sino de un diseño arquitectónico adecuado.

Para ello es necesario conocer en detalle el fenómeno dinámico del sismo, y las características de las construcciones que determinan como será su comportamiento ante el movimiento del suelo. Parámetros como la rigidez, período y modos de vibración, magnitud de los movimientos de traslacion y torsion, composición y vinculo entre planos resistentes, etc., están relacionadas con la configuración estructural y deben considerarse al diseñar arquitectura en zona sísmica.

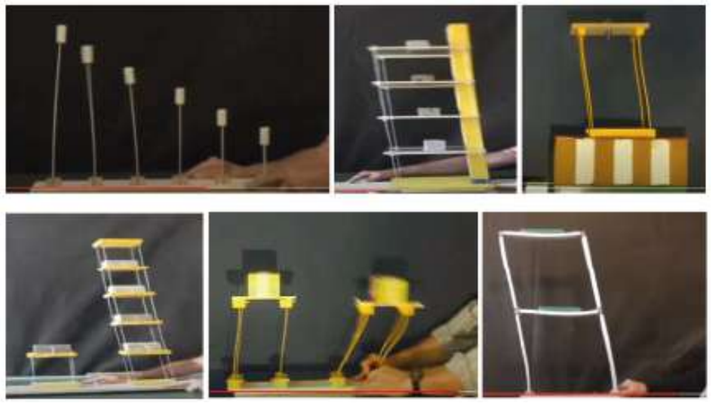


Fig. 1: Capturas de videos de ensayos

Fuente: Elaboración propia, cátedra estructuras 3 FAUD

Desde la cátedra de Estructuras 3 de la FAUD, UNC, se han desarrollado en los últimos años, modelos físicos que permiten interpretar algunas las características dinámicas de las estructuras, pero su ensayo se realizaba de manera manual, por lo que no era posible obtener datos numéricos precisos que fueran contrastables con la teoría.

El siguiente paso en el desarrollo fue construir artesanalmente, una mesa vibratoria que permitiera reproducir frecuencias, aceleraciones y desplazamientos regulables y constantes, ademas de permitir la medicion de la respuesta de los modelos ensayados mediante estos mismos parámetros.

MESA VIBRADORA

Una mesa vibratoria es una plataforma móvil que simula los movimientos de un sismo sobre un modelo estructural. Pueden ser clasificadas según el tamaño, el tipo de actuador que genera el movimiento o los grados de libertad. Existen mesas que permiten el ensayo de estructura a escala real.

Fig 1: Mesa vibradora Shake table II, de Quanser

Fuente: https://www.quanser.com/products/shake-table-ii/#productdetails

Fig. 2: Mesa vibradora para modelos a escala real

Fuente: http://www.mts.com/la

PARAMETROS DE DISEÑO

Para realizar ensayos con modelos de peso y tamaño similares a los utilizados manualmente, fijamos los siguientes parámetros de diseño como objetivo:

Tabla 1: Parámetros de diseño

Parámetro	Descripcion
Peso máximo de modelo a ensayar	3 Kg
Grados de libertad	1 (horizontal)
Dimensiones	1000 mm x 700 mm
Aceleracion máxima	1 g
Frecuencia máxima	10 Hz
Desplazamiento máximo	±30 mm

COMPONENTES

La mesa posee una parte mecánica, compuesta por una plataforma móvil, sus ejes, rodamientos, motor y transmision, y una parte electrónica, compuesta por un tablero de control externo, que envia las señales al motor y recibe mediciones de los sensores, controlando la frecuencia, aceleración y desplazamientos de la plataforma.

· Componentes mecánicos:

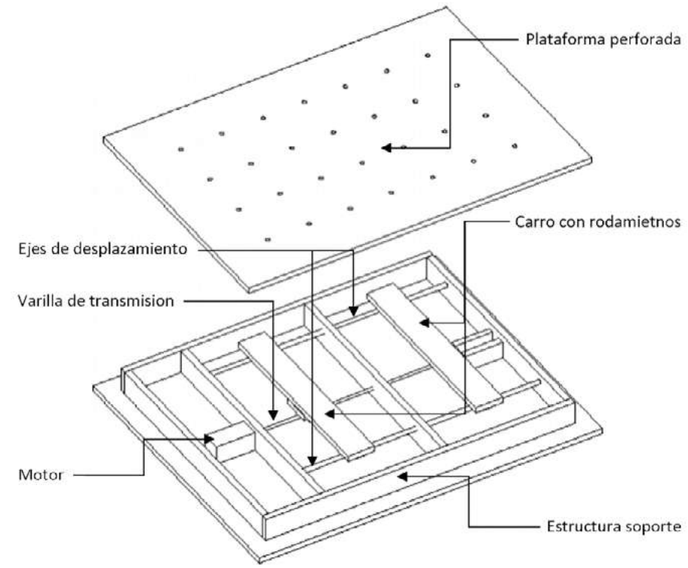


Fig. 3: Componentes mecánicos

· Plataforma perforada:

Se utilizo un tablero de melamina sobre MDF de 18 mm de espesor, con perforaciones con insertos roscados para permitir la fijación de distintos tamaños de maquetas.

Fig. 4: Vista superior de mesa vibradora

· Estructura soporte:

Al igual que la plataforma, se fabricó en madera MDF con melamina color blanco, de 18 mm de espesor.

Fig. 5: Montaje de ejes sobre estructura soporte

· Ejes y carros con rodamientos:

Se utilizaron dos barras templadas y cromadas, de 12 mm de diámetro, sobre las cuales corren los rodamientos lineales tipo SCS-UU, y sobre ellos se montaron 2 carros de MDF donde asienta la plataforma perforada

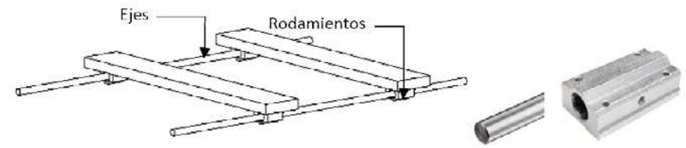


Fig. 5: Ejes y carros con rodamientos

Fuente: Elaboracion propia y web del proveedor https://ingia.com.ar/

· Motor y transmisión

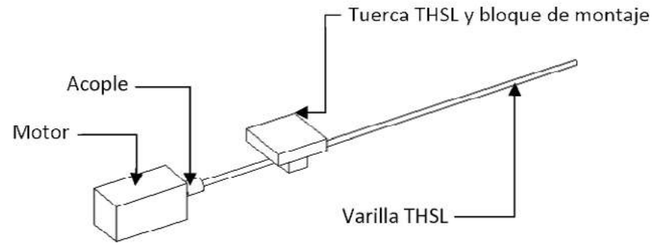


Fig. 6: Motor, eje de transmisión y fijación de carro desplazable

Se utilizó un motor paso a paso, tipo NEMA 23, modelo SC57STH112-3004. Cuenta con 200 pasos de 1,8° cada uno, y un torque de 28 kgcm, y 1400 gcm en detenimiento.

Este motor se une a una varilla roscada tipo THSL de 4 hilos y 8 mm de diámetro, mediante un acople flexible. El giro de la varilla se traduce en el desplazamiento de uno de los carros a través de una tuerca THSL, a razón de 8mm por vuelta.

Fig. 7: Motor, acople, varilla y tuerca con bloque de montaje

Fuente: Web del proveedor https://ingia.com.ar/

· Componentes electrónicos:

Los componentes electrónicos se montaron en un gabinete externo conectado a la mesa mediante cableado, desde el cual pueden regularse la frecuencia y desplazamiento de la plataforma móvil.

El movimiento del motor es controlado por el Driver digital 2DM542, con capacidad de configurar hasta 25000 pasos por revolución, y el envío y recolección de datos esta a cargo de una placa de desarrollo Arduino UNO. La alimentación está a cargo de una fuente de 24 V y 15 A de salida.

Fig. 8: Driver, fuente y placa Arduino UNO

Fuente: Web del proveedor https://ingia.com.ar/

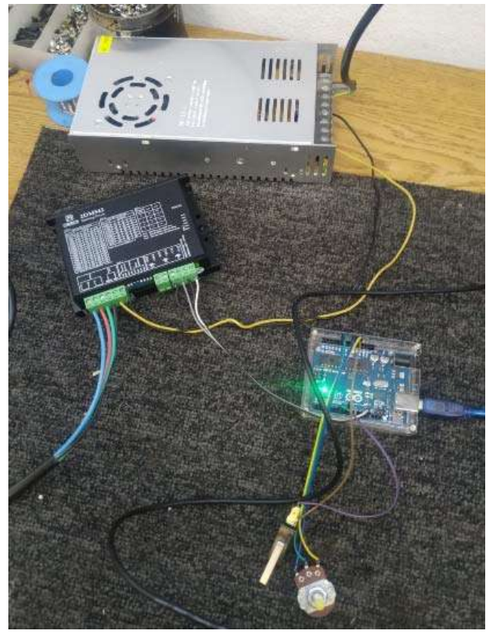


Fig. 6: Motor, eje de transmisión y fijación de carro desplazable

APLICACIÓN

Se realizaron los primeros ensayos y mediciones con modelos conformados por varillas de acrílico y placas de madera. En ellos se representaron distitas rigideces, tipos de vínculos, cantidad de niveles y configuraciones regulares e irregulares. Se registraron sus respuestas a los movimientos horizontales de la base con total presicion, midiendo desplazamientos, aceleraciones, periodos, giros, etc.
Los datos relevados de los modelos podrán compararse con los obtenidos matemáticamente a través de la teoría y utilizarse con fines didácticos. Se prevé además la elaboración de un abanico de modelos que permitan observar y medir los diversos efectos dinámicos que el sismo produce en las estructuras.
Esta herramienta también permitirá a corto plazo, la organización de concursos para estudiantes, que podrán construir, ensayar y comparar los resultados de sus propios diseños de modelos con el de sus compañeros.

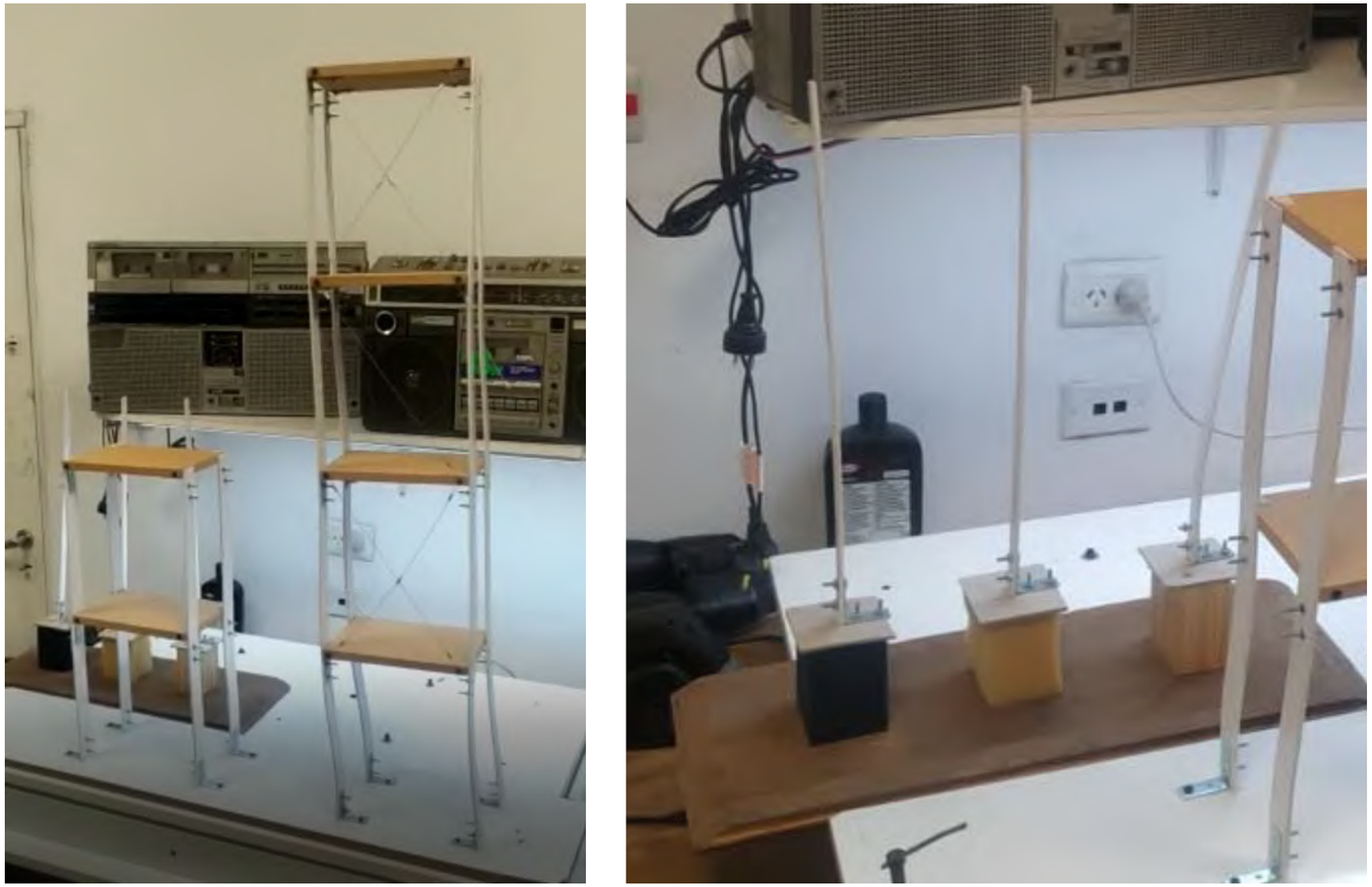


Fig. 10: Ensayo de modelos

ANALISIS DE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS COMO HERRAMIENTA PARA EL ABORDAJE DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

ANALYSIS OF INDUSTRIALIZED SYSTEMS AS A TOOL FOR APPROACHING STRUCTURAL DESIGN. INTRODUCTORY CYCLE OF THE STRUCTURES WORKSHOP

Fernando Redivo

Taller Estructuras

FAUD – UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

fernandoredivo74@gmail.com

RESUMEN

Tomando como premisa los objetivos del presente congreso, la ponencia a desarrollar tiene por objeto describir la propuesta para el Nivel Inicial del Taller de Estructuras de analizar los nuevos sistemas industrializados como herramienta para el Diseño Estructural tanto en el propio Taller de estructuras, como en sus cursadas horizontales de Diseño y Construcciones, estudiando cuales son los nuevos sistemas que brindan soluciones desde el campo formal, tecnológico y estructural buscando destacar sus ventajas y potencialidades en referencia a sistemas tradicionales. El objetivo es que el estudiante adquiera herramientas necesarias para tener una comprensión cabal del trabajo de estos sistemas, brindando los conocimientos necesarios para poder utilizar este recurso en función de las necesidades espaciales, formales, funcionales y tecnológicas requeridas en los programas de los trabajos de las distintas materias de Grado, y que se incorporen los conocimientos principales para diseñar y construir estructuras racionales, atendiendo a todas las pautas del comportamiento estructural.

PALABRAS CLAVES: soluciones integrales – diseño tecnológico

ABSTRACT

Taking the objectives of this congress as a premise, the paper to be developed aims to describe the proposal for the Initial Level of the Structures Workshop to analyze the new industrialized systems as a tool for structural Design both in the Structures Workshop itself, and in its Horizontal courses of Design and Construction, studying which are the new systems that provide solutions from the formal, technological and structural fields, seeking to highlight their advantages and potentialities in reference to traditional systems. The objective is for the student to acquire the necessary tools to have a thorough understanding of the work of these systems, providing the necessary knowledge to be able to use this resource according to the spatial, formal, functional and technological needs required in the work programs of the different degree subjects, and that the main knowledge is incorporated to design and build rational structures, taking into account all the guidelines of structural behavior.

KEY WORDS: integral solutions – technological design

INTRODUCCIÓN

Los sistemas industrializados en la construcción son aquellos cuyo modo y diseño de producción es mecanizado. Aplica tanto: para los subsistemas elaborados previamente a la ejecución,y a los componentes estructurales fabricados en serie, que posteriormente se ensamblan para la concreción de una obra arquitectónica. Se utilizan técnicas y procesos innovadores donde los distintos elementos estructurales se fabrican en taller para su posterior traslado al sitio donde posteriormente su unen entre si.Busca aumentar la productividad en la industria, y mejorar la utilización de los materiales buscando evitar el uso irracional y desmedido de los recursos naturales propiciandola vinculación armoniosa entre el hormbre y el medio ambiente.

Podemos englobar otros conceptos que, si bien la definición es distinta, también comparten mismos objetivos y soluciones como: prefabricación, construcción por montaje, elementos prefabricados, construccion en serie, construcciones modulares, mecanización yautomatización.

Podemos establecer distintas definiciones sobre la industrialización en la construcción pero todas con la misma implicancia. A modo de sintesis creemos que la más adecuada es la definida por Arq. Fernando Cassinello que indicaba que “Industrializar es poner al servicio de la producción todos los adelantos de técnica actual”.

Tomando como referencia la información de un estudio dedicado al diseño y el cálculo estructural en cuanto a la proporción que dichos sistemas abarcan en el desarrollo de las nueveas obras, se puede determinar el crecimiento exponencial de estos sistemas en relación a sistemas concebidos desde otro paradigma.

En función de la presente introducción, se hace evidente la necesidad de incorporar los nuevos sistemas industrializados a las cursadas de estructuras,analizando primordialmente el paradigma de pensamiento que lasdiseña y las construye.

OBJETIVOS

Teniendo en cuenta el análisis de los distintos sistemas se plantean los siguientes objetivos.

Objetivo general.

El objetivo principal de la Propuesta se encuentra referenciado al objetivo principal de la cátedra que es: Formar al estudiante para diseñar y construir estructuras racionales, atendiendo a todas las pautas del comportamiento estructural, teniendo en cuenta, por el carácter regional de la FAUD, la prevención y reparación de patologías estructurales en ciudades marítimas.

Objetivos particulares.

Se propone:

- Desarrollar nociones básicas sobre: Fuerzas que actúan sobre la estructura, Elementos estructurales, Análisis estáticos, Resistencia de materiales.
- Comprender el funcionamiento y comportamiento de los distintos sistemas y las nociones físicas que lo determinan.
- Capacitar en las técnicas de cálculo, pre dimensionado, métodos constructivos y la verificación de los componentes de una estructura.
- Conocer el comportamiento tecnológico de las estructuras en la construcción, atendiendo a todas las pautas en el comportamiento estructural: función, tecnología, economía e imagen.
- Concientizar sobre la importancia y potencialidades de los sistemas industrializados que justifiquen el uso de sistemas no convencionales.
- Entender a estos sistemas como una herramienta para optimizar la utilización del recurso, haciendo eje en la sustentabilidad.

METODOLOGÍA

En la búsqueda que el estudiante vaya incorporando los conceptos estructurales desde las primeras etapas de la concepción proyectual, teniendo en cuenta las varibles del diseño estructural, se propone incorporar la siguiente temática en el ciclo introductorio del Taller propiciando brindar las herramientas adecuadas para la intervención arquitectónica en sus distintas áreas. Se propone el análisis de los distintos sistemas industrializados, a través del estudio de obras realizadas por arquitectos paradigmáticos, y también por profesionales egresados de nuestra facultad buscando sortear la barrera entre el estudiante y la profesión.

En base a la introducción descripta, vamos a contextualizar donde se encuentra el estudiante cuando inicia su cursada en el Taller de Estructuras. Según el siguientecuadro (Fig. 1: Ciclos y asignaturas Arquitectura - Fuente: Elaboración propia) podemos observar que al inicio de la cursada en el taller de Estructuras, el estudiante ha transcurrido el ciclo Introductorio. La cursada en Estructuras se inicia en el Ciclo Básico Profesional donde cursan en forma horizontal las materias de Diseño y Construcciones durante el 2° 3° y 4° año. De algún modo podemos decir que la Materia ESTRUCTURAS I opera como alfabetifador en el campo estructural.

En función del ciclo en que se cursa la materia Estructuras 1 y en base a los análisis realizados en las clases teorico prácticas,se propne un trabajo práctico donde se pueda diseñar una estructura de complejidad baja (teniendo en cuenta el nivel introductorio de cursada en el área) eligiendo uno de los

	CICLO INTRODUCTORIO	CICLO BASICO PROFESIONAL			CICLO DE ORIENTACION	
	1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO	4° AÑO	5° AÑO	6° AÑO
AREA TECNOLOGICA COSNTRUCTUVA	Matemática I	Matemática II			Economía y Org. de Obras	
	Int. a las Constr.	**Constr. I**	**Constr. II**	**Constr. III**	Constr. IV	Legisl. de Obras
		Estructuras I	**Estructuras II**	**Estructuras III**	Estructuras IV	
AREA HIST. SOCIAL	Intr. a la Historia de la Arquitectura	Historia I	Historia II	Historia III		Teoría y Crítica
				Urbanismo I	Urbanismo II	
AREA DISEÑO	Intr. la Com. Visual	Comunicación Visual I	Comunicación Visual II			
	Intr. Diseño Arquitectónico	**Diseño I**	**Diseño II**	**Diseño III**	Diseño IV	Diseño V

Fig. 1: Ciclos y asignaturas Arquitectura - Fuente: Elaboración propia

sistemas industrializados brindados por los docentes, proponiendo un pre dimensionado básico donde se pueda establecer una dimensión aproximada de las líneas y puntos adimensionales que se plantean en los esquemas, para determinar el grado de perturbación de los elementos estructurales en relación a los espacios proyectados en la obra.

Si tomamos como premisa generar mayor interés en el alumno por el estudio de las estructuras, debemos trabajar en la contextualización de sus estudios físicos, matemáticos y reglamentarios, en los desarrollos proyectuales de sus obras de arquitectura. El T.P. iniciaría con la propuesta estructural en un modelo análogo, como maquetas o modelados, y concluiría con la resolución analítica de todos los elementos componentes y sus verificaciones en función de las distintas solicitaciones. La utilización modelos análogosenfatiza el sentido de trabajar de lo general a lo particular y constituyen elementos ideales para la presentación intuitiva de conceptos estructurales.

Como antecedente contamos con trabajos prácticos realizados durante la cursada de Estructuras 1 donde ya se proponía el diseño de un prototipo estructural para una pérgola de madera. Esto nos sirve de punto de partida para realizar el T.P. de sistemas industrializados, que, si bien son de otra temática, la forma de presentación se plantea de modo similar, en cuanto al trabajo con modelos análogos y el análisis de todos los elementos y sus diemensionados. (Fig. 2)

DESARROLLO

Uno de los profesionales más destacados en cuanto a la valoración de toda tarea englobada en la industrialización de la construcción – sea sistemas prefabricados, mecanización, sistemas de montaje para optimización de

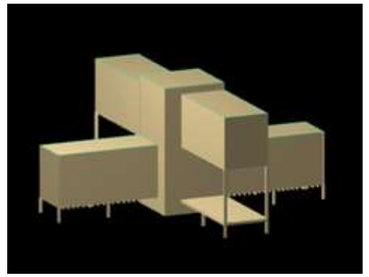


Fig. 2 – Presentación de T.P. – Modelos análogos.

tiempos – es el Arq. Ing. Pier Luigi Nervi que no sólo plantea aspectos teóricos sino que los vuelca en algunas de sus obras como es el Palacete Romano, En el mismo se propone una cúpula de doble curvatura total positiva, que es una tipología estructural que al trabajar por forma las tensiones son muy bajas, con lo cual su complejidad no era estructural sino constructiva. Es por ello que, para el armado de los encofrados propone un sistema prefabricado de elementos con conformación de diamante realizados en ferrocementos. Esto permitía garantizar la calidad de los conglomerados, la perfección ejecutiva, la economía elaboración y la velociadad de montaje.

Fig. 3 – Palacete romano – 1960 – Elementos prefabricados para la confeccion de los encofrados

En otra obra emblemática, como es el museo Renault en el Reino Unido, Norman Foster propone una construcción modular con elementos repetitivos. Es considerada la obra más lúdica del estudio, donde el requerimiento es que fuera una obra económica, flexible, y de rápida ejecución.
Se diseñan módulos de 24m (Fig. 4) que se dividían en tres tramos, mediante apoyos superiores que buscaban potenciar la flexibilidad del programa. La determinación de los esfuerzos se logra con una simple descomposición de fuerzas en el plano, teniendo en cuenta el ángulo y dirección de la propuesta. A su vez, para el diseño de los componentes y sus conexiones utiliza unidades repetitivas que permitían bajar los costos y agilizar el montaje, teniendo en cuenta la dimensión de los perfiles.

Cuando hablamos de construcción industrializados, uno piensa en elementos rigidos producidos en serie, sin embargo estas obras demuestran que también se puede utilizar unidades flexibles seriadas previamente.

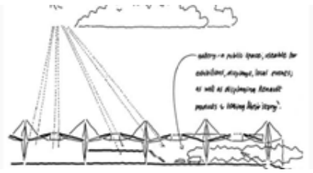
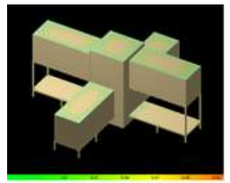


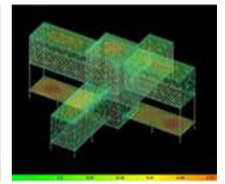
Fig. 4 – Centro de distribución Renault - Reino Unido - N. Foster - 1982

SISTEMAS A ANALIZAR.
Se propone que los estudiantes analicen los siguientes sistemas que servirán de base para la elaboración del T.P. Se han seleccionado sistemas industrializados con diferentes tecnologías, de uso frecuente en la construcción según el siguiente detalle:

Estructuras metálicas seriadas: Obras modulares realizadas con perfiles normalizados, conectores, chapas y vigas de alma calada.Ejemplo a analizar: Casa Scola. Vivienda realizada con 10 módulos de 4 x 8 x 3m. Losas y pisos: Placa colaborante Alcor 75 – Sistema mixto chapa y hormigón armado. Vigas y columnas con tubos de acero conformación UPN según IRAM-IAS U 500-509-2 y Tubos de acero Sección Cuadrada IRAM-IAS U 500-218 U 500-2592 / CIRCSOC 301/2005. Los módulos se apoyan sobre pilotes de hormigón armados in-situ.

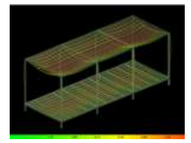
Viviendas contenedores: Vivienda realizada con contenedores de 2.5m x 6.10 x 2.4m. Para el presente caso donde los elementos ya están conformados, se analizará el desempeño de la estructura – con el auxilio de programas informáticos, y la verificación estructural de sus distintos componentes.

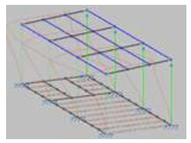




Sistema Steel Frame: Obras realizadas en su totalidad con el sistema u obras de conformación mixta en funciónncio del requerimiento del proyectista.

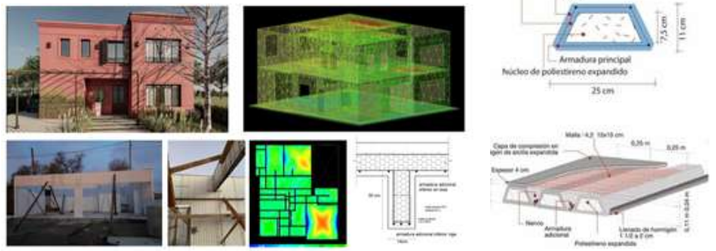
Viviendas prefabricadas: demadera, fibra de vidiro, perfiles de acero, o perfiles conformados en frio. Obra vivendas a producir en serie de 3m x 8m. x2.50. Medidas acordes acoplado de transporte. Estructura de perfiles PGC.





Sistemas industrializados con materiales reciclados: Utilización de materiales de descarte para la elaboración de los distintos elementos. Obra Viganau – Ixassa. Realizada por estudiantes de arquitectura e ingeniería. Para la

obra no sólo se utilizó un sistema industrializado, sino también el diseño y la confección de los elementos constitutivos del sistema, utilizando el desperdicio de la industria buscando la optimización en el uso del recurso.
El presente Trabajo Práctico puede ser utilizado como referencia para cursos superiores donde también se pueden incorporar sistemas industrializados como hormigón pretensado, losetas huecas pretensadas y Sistema Concrehus.Sistema Concrehaus: Obras realizadas en su totalidad con el sistema o mixtas. Sistema con paneles de EPS con malla electrosoldadfy´500Mpa – ø2.5 c/ 7cm.



En todos los casos se propone estudiar obras proyectadas o realizadas, disociando la estructura y determinando las causas que ha llevado al proyectista a plantear la estructura analizada, teniendo en cuenta: su propuesta, su materialización, la tecnología utilizada, el sistema de montaje y sus conveniencias económicas.El estudiante puede resolver la estructura de los distintos ejemplos con los conocimientos adquiridos durante la cursada.

TRABAJO PRÁCTICO – ANTECEDENTE

Como antecedente se puede citar la realización de un modelo tridimensional (maqueta) de una estructura sencilla - a lo largo de las cursadas de años anteriores- donde, constaban elementos principales y secundarios de la misma; a partir del diseño estructural los estudiantes hacia el final de la cursada, con los conocimientos adquiridos en el transcurso del año lectivo, analizaban las distintas solicitaciones a la que estaba sometida la estructura y realizaban un pre dimensionado de los distintos componentes estrcuturales.
A continuación se observan algunos ejemplos:

TRABAJO PRACTICO DE APLICACION.

Proyectar una estructura de complejidad acorde al nivel de cursada, proponiendo un pre dimensionado básico, donde el estudiante pueda establecer una dimensión aproximada de las líneas y puntos adimensionales que se plantean en los esquemas, para determinar el grado de perturbación de los elementos estructurales en relación a los espacios proyectados en la obra.
El trabajo concluiría con la resolución analítica de todos los elementos componentes y sus verificaciones en función de las distintas solicitaciones.
En su etapa de Proyecto o diseño estructural,la modalidad de trabajo será en grupos de 2 o 3 personas. Esto busca facilitar el intercambio de propuestas y la autocorrección en el correcto planteo de un esquema estructural, entendiendo que el trabajo en grupo opera como estímulo y sostén frente a lo nuevo. En la etapa de cálculo y verificación, el desarrollo será individual. Se busca de este modo facilitar al ayudante la verificación de la comprensión de todos los parámetros planteados en el ejercicio por parte del alumno.
Por último, se plantea realizar un intercambio mediante exposición, donde cada estudiante fundamente los criterios adoptados para el planteo y resolución de la estructura, fomentando el intercambio de ideas y realizando los ajustes necesarios para cada desarrollo.
El trabajo será evaluado en función de los objetivos planteados, y será aprobado una vez completado la totalidad de los puntos solicitados y bajo las condiciones establecidas previamente. Se aspira a cerrar la experiencia con una ponderación de las dificultades y logros alcanzados por el grupo.

CONCLUSIONES

Con esta información podemos concluir que debemos incorporar la presente temática en los ciclos introductorios del Taller de Estructuras buscando que los estudiantes cuenten con las herramientas necesarias para desarrollar sus desafíos proyectuales tanto en Áreas Tecnológicas como en las Áreas de Diseño Arquitectónico.
El trabajo práctico propuesto está inmerso en los paradigmas actuales respecto a la eficacia y rapidez no sólo de proyecto, sino de construcción y montaje de los diferentes elementos estructurales a la hora de llevar a cabo la concreción de la obra de arquitectura. Entendemos que es necesario incorporar en el ámbito académico desafíos acordes al momento que atraviesa la sociedad, donde los plazos de ejecución en la construcción son cada vez más exigentes, resultando, por lo tanto, los sistemas industrializados cada vez más solicitados tanto por profesionales como por comitentes. Consideramos necesario acercar al estudiante,mediante la realización del trabajo práctico propuesto, a estas nuevas tecnologías que están en auge en todo el mundo y en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Autor: SALVADORI, Mario. HELLER, Robert. Estructuras para Arquitectos. New Jersey: CP67, 1986. 254p.
· Autor: REGLAMENTO C.I.R.S.O.C 201 – 05 – Reglamento y recomendaciones. Buenos Aires. INTI, 2005. 480P.
· Autor: AVENBURG, Eduardo. Resistencia de materiales. Buenos Aires. Ediciones Pannedille, 1972. 337p.
· Autor: CALAVERA RUIZ, José. Patologías de estructuras de Hormigón Armado y pretensado.
· Autor: J.A. Fernandez Ordoñez – Prefabicacon: Teorica y practica.1974 – 509p
· Autor: Dr. Ing. TihamerKoncz – Manela de la construcción prefabricada. 1975 – 256p.

Libros de autoria.

Coautor libro "Prevención de patologías estructurales en ciudades marítimas" – Requisitos de durabilidad – Mar del Plata. Ing. Osvaldo Redivo – Arq. Fernando RedivoArea editorial Secretaria de extensión Universitaria. ISBN n°978-987-544-725-7

Trabajos presentados en reuniones y conferencias:

· *Nombre: Curso "Pre-dimensionado de Estructuras de Hormigón Armado" organizado por el Colegio de Arquitectos de la Prov. de Bs As. Tema: "REQUISITOS REGLAMENTARIOS, TECNOLOGICOS Y DESDE EL CAMPO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL." Fecha 09-2021 - Carácter: PONENTE - Institución organizadora: CAPBA DISTRITO 9.*

· *Nombre: Curso de Mantenimiento Edilicio organizado por el Colegio de Arquitectos de la Prov. de Bs As. Tema: "PATOLOGÍAS EN EL HORMIGÓN. REQUERIMIENTOS PARA ACENTUAR LA DURABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES." Fecha 09-2020 - Carácter: PONENTE - Institución organizadora: CAPBA DISTRITO 9.*

· *Nombre: IX Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura – CRETA 2019 – "Tecnologías para una Arquitectura Regionalmente Sustentable" Fecha: 28, 29, 30*

de Agosto de 2019 - Tema: "La racionalización del material – Propuesta de T.P. para el Taller de Estructuras." Carácter: PONENTE - Institución organizadora: FAUD - UNMDP.

· Nombre: IX Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura – CRETA 2017 – "Arquitectura, Diseño y Tecnología en la Construcción Sostenible del Ambiente" Fecha: 16, 17, 18 de Agosto de 2017. Tema: "La incorporación de la Durabilidad en el Diseño Estructural y Tecnologico." Carácter: Disertante – Expositor Inst. Organizadora: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral.

· Nombre: III Jornadas de Estructuras en Arquitectura. Fecha: 31 de octubre y 1 de noviembre de 2013 – Mar del Plata. Carácter: Disertante - Expositor. Tema: Trabajo Práctico Integrador Final – Propuesta para el nivel Inicial del taller de estructuras. Institución organizadora: Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

· Nombre: III Jornadas de Estructuras en Arquitectura. Fecha: 31 de octubre y 1 de noviembre de 2013 – Mar del Plata. Carácter: Disertante - Expositor. Tema: Curso de Posgrado: Patología de las Estructuras en ciudades maritimas. Consideraciones Generales y Experiencias Didácticas. Institución organizadora: Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

· Nombre: II Jornadas de Estructuras en Arquitectura. Fecha: 22 y 23 de septiembre de 2011 – La Plata. Carácter: Disertante – Expositor. Tema: Durabilidad y prevención de patologías estructurales. Institución organizadora: Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata.

LO CONSTRUCTIVO. ARQUITECTURA RECIENTE EN AMÉRICA LATINA

THE CONSTRUCTIVE. RECENT ARCHITECTURE IN LATIN AMERICA

Claudio Solari
María Carla Berrini
Sebastián Bechis

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
arq.csolari@gmail.com

RESUMEN

Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina es una asignatura optativa del ciclo superior de la carrera de Arquitectura en la FAPyD-UNR. Mediante el estudio de casos, el objetivo del curso es construir un enfoque crítico acerca del rol que la dimensión constructiva adquiere en la arquitectura reciente en el Cono Sur. Rehuyendo la posibilidad de formular un discurso genérico coherente, obras de Alejandro Aravena (Chile), Solano Benítez (Paraguay), Rafael Iglesia (Argentina), Carla Juaçaba (Brasil), y Smiljan Radic (Chile), entre otros, recuperan para el campo disciplinar la integración de la condición sensible que caracteriza al arte con aspectos estructurales y constructivos y admiten ser consideradas como manifestaciones de pura contemporaneidad: poéticas de lo efímero y lo contingente de la experiencia arquitectónica. El trabajo tiene como finalidad exponer y poner en discusión la modalidad de trabajo, las estrategias pedagógicas y las indagaciones críticas llevadas a cabo por los estudiantes.

PALABRAS CLAVES: estudio de casos – arquitectura – dimesión constructiva – campo disciplinar – estrategias pedagógicas

ABSTRACT

Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina is an optional class of the higher level of the Architecture career at FAPyD-UNR. Through case studies, the objective of the course is to build a critical approach to the role that the constructive dimension acquires in recent architecture in the Southern Cone. Avoiding the possibility of formulating a coherent generic discourse, works by Alejandro Aravena (Chile), Solano Benítez (Paraguay), Rafael Iglesia (Argentina), Carla Juaçaba (Brazil), and Smiljan Radic (Chile), among others, recover for the discipline field the integration of the sensitive condition that characterizes art with structural and constructive aspects and admit being considered as manifestations of pure contemporaneity: poetics of the ephemeral and the contingent of the architectural experience. The purpose of the work is to expose and discuss the work modality, the pedagogical strategies and the critical inquiries carried out by the students.

KEY WORDS: case study – architecture – constructive dimension – disciplinary field – pedagogical strategies.

INTRODUCCIÓN

La flexibilidad curricular determinada por el Plan de Estudios vigente y "la incorporación de desarrollos optativos y electivos que orienten las propias voluntades de especialización y de inserción en otros campos del conocimiento" (2009) promueven el dictado de materias optativas, cuyos objetivos son: completar la oferta de formación general; aportar a la investigación y formación de conocimientos y recursos humanos; contribuir a la flexibilidad del sistema; reconocer las particularidades vocacionales del alumnado; proporcionar espacios de formación académica a los avances del desarrollo disciplinar; generar intereses de profundización disciplinar y orientar la formación de posgrado.

En este sentido asumimos que los Espacios Curriculares Optativos favorecen el abordaje de campos o recortes específicos que resulten pertinentes como complemento o avance en el conocimiento acerca de temas y problemas no alcanzados por los contenidos mínimos de las asignaturas troncales. Y habilitan la oportunidad de crear ámbitos de integración curricular y promover zonas transversales a las diversas áreas de la formación, consituyéndose en espacios privilegiados para: el trabajo conjunto y el intercambio entre estudiantes y docentes de diferentes asignaturas y para la construcción de estrategias y modalidades pedagógicas alternativas a las de las asignaturas troncales.

Con esta vocación presentamos la asignatura optativa *Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina*. Esta materia presenta un recorte intencionado, que se inscribe en el marco de las consideraciones precedentes, y en tanto materia optativa propicia un espacio de reflexión e investigación para estudiantes y docentes de diferentes asignaturas y áreas: teoría y técnica del proyecto arquitectónico, producción edilicia e historia. La convergencia de un equipo docente plural facilita aproximaciones desde diferentes enfoques y aristas a la cuestión de lo constructivo, tanto en términos teóricos como prácticos. En este sentido, se ensaya una dinámica de trabajo conjunta, de intercambio entre docentes y estudiantes. Esta modalidad favorece la construcción de estrategias pedagógicas alternativas a las de las asignaturas troncales, promueve zonas de investigación colaborativas y procesos de enseñanza-aprendizaje que estimulan la co- construcción metodológica y la superación de enfoques sesgados.

Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina forma parte del ciclo superior de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño de la Universidad Nacional de Rosario. Como espacio académico, inscripto en el Área de Teoría y Técnica del Proyecto Arquitectónico, promueve la articulación de ciertos instrumentos y conceptos disciplinares que operan en el campo de relaciones entre las dimensiones formales, espaciales, estructurales, constructivas y materiales del objeto arquitectónico. Asimismo, tiene como finalidad movilizar en los estudiantes inquietudes teórico-prácticas y fomentar la construcción de conocimientos a partir la reflexión crítica en torno a producciones arquitectónicas de reciente factura.

El presente trabajo tiene como finalidad exponer el tema problema propuesto para la materia y poner en discusión los objetivos, la modalidad de trabajo, las estrategias pedagógicas y las indagaciones críticas llevadas a cabo por los estudiantes.

LO CONSTRUCTIVO: SU PROBLEMATIZACIÓN EN LAS TEORÍAS RECIENTES Y SU CONTEXTUALIZACIÓN CRÍTICA EN AMÉRICA LATINA

La actualización de la dimensión de "lo constructivo" en la discusión disciplinar puede situarse, en parte, en los debates inaugurados con posterioridad a la Bienal de Venecia de 1980. Dicha Bienal instituyó la primera edición y exposición internacional que, desde ese momento, se consagrará al ámbito específico de la Arquitectura y se sumará a las ya características bienales de arte, cine y teatro celebradas en la ciudad. En un contexto tensionado por políticas conservadoras, y bajo el lema la "Presencia del pasado", ideado por Paolo Portoghesi, la cultura arquitectónica propició una serie de controversias respecto de producciones asociadas, entre otros, al denominado *star system* norteamericano, en el cual resonaron nombres como Robert Venturi, Denise Scott Braun, Rauch, Michael Graves y Robert Stern (Solari, 2018; Silvestre y Solari, 2019). Las premisas de tintes historicistas propuestas para la bienal y la polémica imagen de la Strada Novissima suscitaron fuertes cuestionamientos que resonarán, en parte, en formulaciones teóricas que pondrán en el centro de sus reflexiones a la cuestión constructiva.

Es en este sentido en el cual podemos referirnos a la noción de *regionalismo crítico* (1983) propuesta por el historiador y crítico británico Kenneth Frampton. Esta noción se presenta como una alternativa ética y resistente hacia aquellas propuestas que reducen a la arquitectura, literalmente, a su imagen y en ese mismo acto renuncian a la dimensión constructiva como locus central del hacer arquitectónico. Para inicios de la década de 1990, avanza en esa dirección, y a partir de un exhaustivo seguimiento genealógico de las elaboraciones teóricas del siglo XIX de, entre otros, Gottfried Semper, Eugène Viollet le Duc y Karl Bötticher, Frampton (1990, 1995) coloca en el centro de las discusiones a la noción de *tectónica*. Esta noción entendida como "poética de la construcción", recupera como condición específica para la arquitectura la reflexión en torno a la dimensión artística y el indelegable núcleo tecnológico presente en la obra.

También en 1983, Vittorio Gregotti (1996) publica un artículo en el que señala la importancia de la arquitectura en tanto hecho construido y la centralidad del *detalle* y de las *uniones* o *ensambles* como elementos claves de la reflexión disciplinar. En este mismo sentido define la labor del arquitecto, que queda anclada al núcleo de la *cultura del oficio* y la *construcción*. En la misma línea que Gregotti, Marco Frascari (1996) sugiere que el detalle constructivo está en la base de la noción de tecnología, y que el mismo puede considerarse como un núcleo interpretativo para abordar la disciplina. A partir de este estudio del detalle y de estas consideraciones, el autor, elabora desde perspectivas teóricas y empíricas una genealogía de la arquitectura articulada en una comprensión de la dimensión constructiva.

Carles Vallhonrat (1988) propone una acepción para la noción de *tectónica* y la problematiza en torno a los términos de estructura y apariencia material. El autor sostiene que el arquitecto opera en la configuración del espacio y sus límites, sus uniones, sus dimensiones y sus cargas, mediante el empleo de la técnica, y sostiene que "no se puede construir sin el sentido de que la forma en que construimos es un ingrediente activo de las estrategias compositivas" (1998, p. 23).

En las últimas décadas son cuantiosos los trabajos académicos dedicados al estudio de los problemas asociados a la dimensión constructiva de la arquitectura y, más específicamente, a la noción de *tectónica*. En Aproximaciones a la arquitectura del Detalle, Alejandro Crispiani (2001) presenta la hipótesis de que en parte de estos enfoques subyace un criterio común, teórico y práctico, que "tiende a considerar al detalle como un hecho originariamente constructivo, vale decir, en términos de resolución técnica que tiene en el encuentro de distintos materiales su punto de interés más alto" (2001, p. 8).

En algunas elaboraciones teóricas recientes se refiere a la noción de tectónica para definir a la arquitectura como construcción, inherente a su dimensión física y a su comprensión en tanto producto de acciones humanas con los materiales, mediadas por la técnica y la tecnología. Para Cyrille Simonnet, la noción, de mayor alcance, tiene raíces en la filosofía estética y emerge en consonancia con la autonomía del arte: en un explícito sentido kantiano destaca que "la obra no debe buscar razones de existencia fuera de ella misma" (2011, p. 9). Este enfoque le permite al autor construir a partir de la noción de tectónica un objeto teórico "capaz de abarcar la espacialidad, la materialidad, la configuración construida y el diseño, según unos términos que canalizan la energía de estas categorías recíprocas y las sensibilizan" (2011, p. 11). En tal sentido, el término se convierte en un instrumento conceptual, útil para esclarecer una dimensión cualitativa que la obra construida es capaz de ex-

presar y que manifiesta el verdadero material de la arquitectura: el trabajo, que el proyecto tiene la virtud de organizar.
En el cambio del siglo estas perspectivas teóricas en relación con lo constructivo y sobre todo su retórica en torno a las dimensiones artísticas o culturales, latentes en ese núcleo técnico indelegable de la disciplina, renovaron también —con cierto optimismo— enfoques críticos en torno a las valoraciones y a las aproximaciones a obras en América Latina.
Tempranamente, para el caso argentino, Graciela Silvestri identifica algunas producciones que se distancian de las prácticas profesionalistas dominantes, recuperan para la disciplina reflexiones artísticas e intelectuales y comienzan a delinear "la excepción" y sugiere: "estar atentos a las pequeñas, pero significativas, trasgresiones a la norma" (1998: p. 61). En esta misma dirección se suceden una serie de apreciaciones críticas que confrontan al *statu quo* con la emergencia de ciertos episodios inesperados. Jorge F. Liernur (2001) destaca este "fenómeno" y señala como reveladoras a figuras ajenas al *establishment* arquitectónico porteño, como Pablo Beitía. En una conferencia reciente, Liernur propone que la aparición en escena de arquitectos como Rafael Iglesia, Solano Benítez y Angelo Bucci, a fines de la década de 1990, marca el final del posmodernismo y del llamado regionalismo crítico en el contexto de América Latina[1] (2016).
En esa misma dirección, Miquel Adrià reconstruye el territorio de disputa y señala que el lugar contestatario que habían ocupado algunos miembros de los Seminarios de Arquitectura Latinoamericana (SAL), que reivindicaban los atributos de una escurridiza identidad basada en la diferencia[2], empezaba a ser opacado por arquitectos jóvenes como Gerardo Caballero, Angelo Bucci, Mathias Klotz, Smiljan Radic y Alberto Kalach, quiénes en su hacer revelaban actitudes innovadoras (2008: pp. 227-228). El arquitecto catalán resalta fuertemente la densidad alcanzada, por ejemplo, por las elaboraciones del grupo de la Pontificia Universidad Católica de Chile —Klotz, Radic, Felipe Assadi y Cecilia Puga—, el trabajo corporal y muscular al que da lugar Paulo Mendes da Rocha en Brasil y, en un mismo sentido —aunque en una escala menor— por Rafael Iglesia en la Argentina (2008: p. 229). Para Adrià, estos arquitectos comparten un cierto pragmatismo regional, estrategias dirigidas a una realidad tangible y una arquitectura construida con los instrumentos dados por los modos locales de producción.
Clave es el número 51 de la revista chilena ARQ, de 2002. En ella no sólo se subraya un fenómeno, sino que se ensaya una conceptualización. Horacio Torrent, por fuera del discurso latinoamericanista, introduce una primera hipótesis y trabaja sobre el efecto: obras como la Plaza Santa Cruz (Caballero y Ariel Giménez Rita, 1989) y 4 Vigas (Solano Benítez, 2000) exhiben las marcas de un nuevo camino ya que "exploran el campo de la imagen para constituirse en dispositivos de impresión y sorpresa"; intentan escapar a su manipulación como producto y rehúyen la posibilidad de formulación de "un discurso genérico coherente" (2002: p. 12).
Estas obras de pequeña escala, en su mayoría operas primas de jóvenes arquitectos que escapan a visiones idealistas de un cambio en las condiciones económicas y sociales, y tampoco se proponen como transformadoras del estado de la cultura o la civilización —características de la modernidad—, exponen para Torrent una nueva manera de ver y hacer arquitectura "sin retórica" y evidencian cierto pragmatismo y aproximaciones al arte, "no como integración arte- arquitectura, sino como condición de obras íntegras, donde la arquitectura asume condición elocuente de obra de arte, del arte reciente, a veces hermético en sus significados pero elocuente en la condición sensible que nos plantea" (2002: p. 12).
En la misma publicación, Fernando Pérez Oyarzun despliega otra hipótesis, asociada a lo tectónico y a cierta perversión en el manejo de los materiales. Pérez advierte que algunos arquitectos de América Latina centran especial atención a la condición física, constructiva y gravitacional de la arquitectura y que, en muchas de sus obras, el uso de los materiales no está necesariamente acotado a "las normas de una supuesta racionalidad en su uso, sino más bien a exploraciones interpretativas que ponían de relieve flancos inéditos del material empleado" (2002: p. 5).
Simultáneamente y debido a afinidades descubiertas e intereses compartidos, algunos de estos arquitectos formaron una suerte de colectivo espontáneo. Liberados de las presiones del compromiso político y del éxito comercial, confluyeron en talleres, encuentros, congresos y bienales de arquitectura y fueron considerados como novedad por periodistas y una crítica inquieta que busca alternativas al *star system* y a las opacidades teóricas del posestructuralismo. El evento que los consolidó como fenómeno consagrado fue el Congreso Internacional de Arquitectura Latinoamericana, desarrollado en Rosario, en octubre de 2010. Allí se reunieron y disertaron, entre otros, Kalach (Perú), Assadi (Chile), José Manuel Carvalho Araujo, Bucci y Carla Juaçaba (Brasil), Martín Gualano (Uruguay), Benítez y Daniel Bonilla (Paraguay), José María Sáez Vaquero (Ecuador), Ricardo Sargiotti, Caballero e Iglesia (Argentina)[3]. A excepción de las presentaciones de jóvenes emergentes como, por ejemplo, Juaçaba, ya consagrados por la crítica, firmaron autógrafos, mostraron a las próximas generaciones sus producciones y unieron en pacífica coincidencia distintas aproximaciones a la condición física, poética y constructiva de la arquitectura (Solari, 2020).
Esta dimensión reflexiva y artística de lo constructivo permite reposicionar en el ámbito de la crítica local e internacional los ejemplos de obras de arquitectura producidos en América Latina, y a su vez cristaliza un corpus considerable sobre el cual trabajar y avanzar en la investigación.

PROPUESTA DEL CURSO: OBJETIVOS, MODALIDAD DE TRABAJO y ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS

Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina propone, a partir de las consideraciones precedentes, confrontar tales supuestos con un contexto caracterizado por actitudes innovadoras, por cierto pragmatismo productivo, por el interés en reflexiones intelectuales y por prácticas próximas a las del arte, con la finalidad de desplegar enfoques críticos acerca del rol que la dimensión constructiva asume en la producción arquitectónica reciente en América Latina y producir conocimientos acerca de las relaciones entre las organizaciones formales, espaciales, estructurales y materiales en la arquitectura contemporánea. En este concierto se invita a los estudiantes a abordar la complejidad de algunas obras construidas en las dos primeras décadas del siglo XXI y reflexionar sobre los alcances teórico-prácticos que su estudio habilito (Fig. 1).

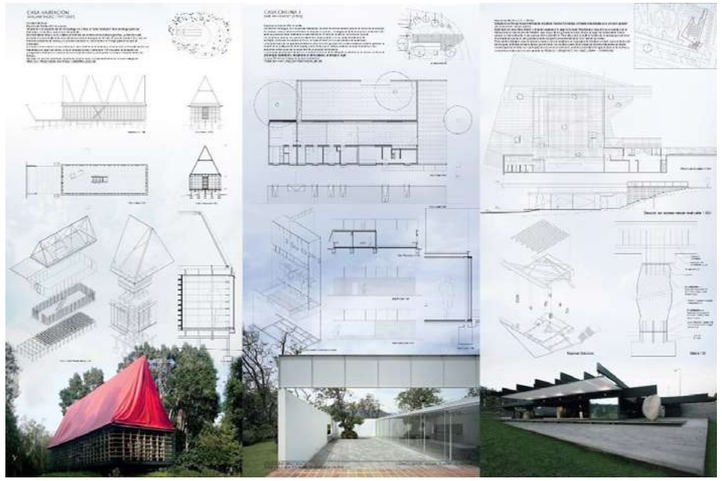


Fig. 1. Leggeri, Tomasin, Pedrezzoli (Paneles de síntesis, 2019) Casos de estudio: Casa Habitación (Radic, 1997-2007); Casa chilena 1 (Radic, 2005) y Mestizo (Radic, 2007)

La implementación de la pedagogía propuesta es delimitada por la dedicación esperada para un curso de 30 horas por parte de estudiantes del ciclo superior de la carrera de Arquitectura. En este sentido, la planificación de la asignatura prevé diferentes instancias de intercambio: exposición de clases teóricas a cargo del equipo docente, conferencias dictadas por profesores y profesionales de la arquitectura invitados y seminarios de lecturas específicas asignadas a los grupos de trabajo. En todos los casos se privilegia la modalidad de trabajo en taller y las reflexiones colectivas en torno a los avances en el estudio de casos y del enfoque de los mismos se hacen efectivas al finalizar cada jornada.

Las clases teóricas y las lecturas de textos están orientadas a poner en discusión y exponer los alcances teóricos de la cuestión de lo constructivo. Estas instancias resultan útiles a los fines de: presentar el recorte propuesto por la materia; explicitar los términos en los cuales nos aproximaremos a su problematización y dar cuenta de su relevancia en el concierto de América Latina. De forma complementaria se realizan seminarios de discusión de las lecturas propuestas y se invita a los estudiantes a detectar variables y nociones que resulten operativas para abordar la indagación de las obras escogidas por el equipo docente.

El estudio de casos se realiza de manera grupal. Con el objetivo de alentar un análisis comparativo e interpretativo, a cada grupo de trabajo se le asignan dos obras. Posteriormente, en función del avance en las indagaciones y de las variables de análisis planteadas a partir de las nociones problematizadas, los estudiantes deberán presentar un tercer caso de estudio que complemente o tensione al par dado. Este momento propositivo resulta clave para profundizar el análisis de las obras y circunscribir las coordenadas de interés a las cuales se subordinará la investigación en torno a la tríada de obras.

Los estudios interpretativos efectuados en dicho marco son documentados por los estudiantes mediante axonometrías despiezadas, geometrales, esquemas estructurales, detalles constructivos, croquis, diagramas y memorias descriptivas (Fig. 2). Estas herramientas gráficas permiten el avance paulatino, la profundización en el análisis y resultan instancias relevantes en la problematización y exposición de los contenidos alcanzados de manera progresiva en el calendario propuesto. Al finalizar el curso, se elaboran síntesis conceptuales que los distintos grupos presentan en una reflexión crítica abierta a la comunidad académica, ante un *jury* conformado por profesores invitados.

Como instancia intermedia, el ciclo de conferencias de docentes y profesionales invitados[4] se constituye en un ámbito enriquecedor de aproximación al problema de la dimensión constructiva. El recorte geográfico propuesto en el programa de la asignatura para la selección de obras hace posible, en algunos casos, invitar como disertantes a sus autores. Esto resulta estimulante por la proximidad que se promueve entre: estudiantes, obras en estudio y una práctica profesional determinada. En tanto espacio de intercambio en el marco acotado de la materia optativa, estos encuentros resultan útiles para advertir diversos enfoques sobre un mismo objeto en estudio (Fig. 3).

La modalidad de trabajo descripta y las estrategias pedagógicas implícitas, que contemplan un recorte temático, geográfico, temporal y operativo para el estudio de casos —la dimensión constructiva en obras recientes producidas en América Latina—; una dinámica de trabajo progresivo que se sustenta en la producción de los estudiantes, la exposición y la crítica grupal en taller; el trabajo conjunto de docentes de distintas áreas; las clases teóricas y las conferencias de profesionales y profesores invitados, encuentran en los espacios curriculares optativos una ocasión oportuna para su implementación y su puesta a prueba. Constituyendo a estos espacios en laboratorios de investigaciones de corto alcance y de alta productividad, tanto para estudiantes como para docentes.

CONSIDERACIONES FINALES

A partir de la experiencia desarrollada en la materia optativa *Lo constructivo. Arquitectura reciente en América Latina* en este apartado nos centraremos en ponderar los alcances en torno a los objetivos propuestos por la materia en particular y en relación con los objetivos que los espacios curriculares optativos tienen en el Plan de Estudios en general.

Respecto de esto último consideramos que los objetivos formulados por el plan vigente se alcanzan en su totalidad y que estos espacios curriculares optativos cumplen con: completar la oferta de formación general; aportar a la investigación y formación de conocimientos y recursos humanos; aportar a la flexibilidad del sistema; reconocer las particularidades vocacionales del alumnado; proporcionar espacios de formación académica a los avances del desarrollo disciplinar; generar intereses de profundización disciplinar y orientar la formación de posgrado. En este sentido el formato de la materia, su atravesamiento por instancias de intercambio entre docentes, estudiantes e invitados articula una dinámica de taller singular y permite trazar cruces de perspectivas y desplegar de manera efectiva modalidades colectivas de trabajo e investigación.

En relación a los objetivos específicos de la materia que tienen la finalidad de: desplegar enfoques críticos acerca del rol que la dimensión constructiva asume en la producción arquitectónica reciente en América Latina y producir conocimientos acerca de las relaciones entre las organizaciones formales, espaciales, estructurales y materiales en la arquitectura contemporánea, debemos señalar

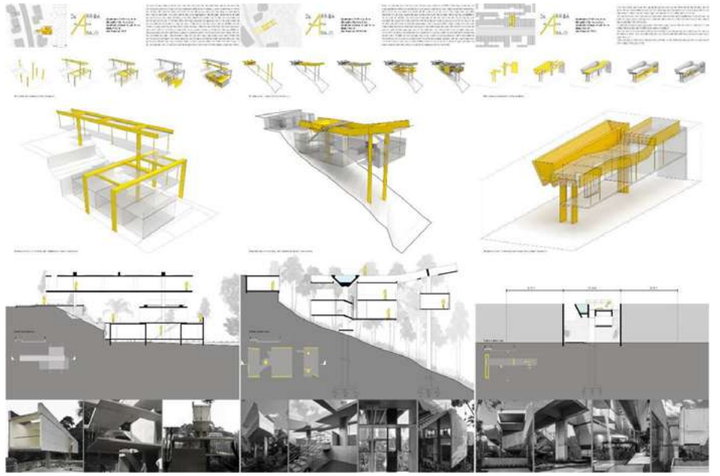


Fig. 2. Diaz, García, Goicoechea, Marcel (Paneles de síntesis, 2019) Casos de estudio: Casa en Carapicuiba (SPBR, 2008), Casa en Ubatuba (SPBR, 2005/6), Casa en San pablo (SPBR, 2013)

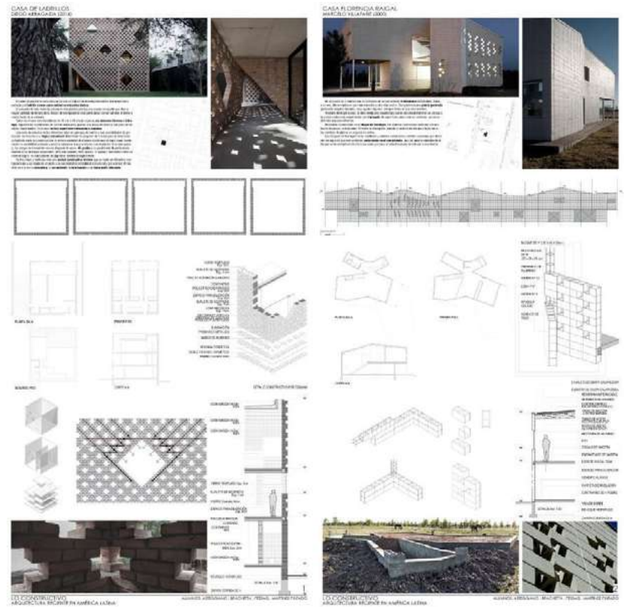


Fig. 3. Asteggiano, Brachetta, Martínez Pintado, Pessaq (Paneles de síntesis, 2019) Casos de estudio: Casa de ladrillos (Arraigada, 2014) y Casa Florencia Raigal (Villafañe, 2005)

que: el recorte en la dimensión constructiva, los alcances teóricos y prácticos de la misma resultaron de un alto nivel de operatividad y de reflexión plausible de ser verificada en los trabajos finales, los cuales tenían como premisa inicial exponer, publicar y difundir los estudios interpretativos realizados por los estudiantes. El recorte permitió a los estudiantes focalizar y profundizar en uno de los aspectos de la obra de arquitectura y en la complejidad implícita tanto en la cuestión constructiva, como en un análisis de obra.

Respecto de las capacidades de desarrollar un enfoque crítico acerca del rol que la dimensión constructiva asume en la producción arquitectónica reciente en América Latina debemos señalar que el objetivo no logró suscitar reflexiones significativas. Las coordenadas particulares de América Latina y la contemporaneidad de los casos elegidos no propiciaron la posibilidad de una reflexión crítica al respecto de estas producciones y de sus condiciones de posibilidad. En este sentido, a partir de la experiencia realizada, podemos sugerir que para propiciar avances en esa dirección y en ese objetivo, desde el punto de vista pedagógico, se debería en la selección de casos asignar obras de diferentes recortes temporales. Esta última puede ser una estrategia que habilite una comprensión crítica, a partir de un análisis comparativo del rol que la dimensión constructiva asume en obras emblemáticas de diferentes momentos en las cuales se revelan distintos enfoques en torno al rol que las tecnologías de la construcción asumen.

NOTAS

1 Desde mediados de la década de 1980, parte de la crítica arquitectónica latinoamericana —especialmente en el ámbito de los SAL— se hizo eco de los debates euro-norteamericanos en los que se problematizaban aspectos asociados a la idea de "regionalismo crítico", inicialmente promovida por Frampton (1983) como alternativa a la arquitectura posmoderna y al incipiente star system norteamericano. Como enunciamos precedentemente, para el británico, la técnica y la construcción serían las claves para una dimensión liberadora de la arquitectura en términos de resistencia y oposición a las formas contemporáneas de modernización global, a la hegemonía de las grandes empresas y a la estandarización universal de las mercancías y los estilos de vida.

2 Adrià refiere a las posiciones dominantes en el ámbito de los SAL en la década de 1980. Posiciones establecidas principalmente por autores como Marina Waisman, Ramón Gutiérrez o Cristian Fernández Cox. Waisman es autora de El interior de la historia (1993) y Arquitectura argentina: Identidad y modernidad (1990). Entre otros trabajos, el pensamiento de Gutiérrez puede encontrarse en Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica (1984), En torno a la dependencia y la identidad en la arquitectura Iberoamericana (1990) y Arquitectura Latinoamericana en el Siglo XX (1998). La posición de Cristian Fernández Cox (1988) es divulgada bajo el título ¿Regionalismo crítico o modernidad apropiada?, más tarde aparece en Hacia una modernidad apropiada: obstáculos y tareas internas (1990) y, entre otros, en Modernidad y posmodernidad en América Latina (1991). Adrià remite además a las discusiones y controversias dadas en el mismo período entre el mencionado grupo de los SAL y críticos como Liernur y Adrián Gorelik, este último autor de "¿Cien años de soledad? Identidad y Modernidad en la cultura arquitectónica latinoamericana", escrito que aparece en la Colección Sumarios en 1990.

3 Como en los World Tours a los que nos tienen acostumbrados los Rolling Stones, tres años más tarde, en 2013, la Fundación Obras decidió organizar una gira que tuvo como protagonistas excluyentes a Aravena, Benítez, Bucci, Iglesia, Sargiotti y Sáez Vaquero. El propósito del denominado "Giro America[no] del Sud" fue el de la realización de una serie de conversatorios en el marco de un recorrido en micro que, a lo largo de cinco días, llegó a unir tres ciudades argentinas —San Miguel de Tucumán, Córdoba y La Plata—. Impulsados por esta actividad, los talleres, seminarios y congresos promovidos para reunir a sus integrantes se intensificaron en los años siguientes (Solari, 2020).

4 Cabe mencionar que, entre otros, han participado de estos ciclos los arquitectos Diego Arraigada (Rosario), Ricardo Sargiotti (Córdoba), María Victoria Silvestre (Santa Fe) y Mariel Suárez (Rosario).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Aliata, F. (2006). Lógicas proyectuales. Partido y sistema en la evolución de la arquitectura contemporánea en la Argentina. Block, 7, 82-88.
· Adrià, M. (2008). The Third Generation. Latin American scene. En Josep Lluis
· Mateo (Comp.) *Global housing projects. 25 Buildings since 1980* (pp. 226-229). New York, Estados Unidos: Actar.
· Crispiani, A. (2001). *Aproximaciones de la arquitectura al detalle*. Santiago de Chile, Chile: ARQ. Frampton, K. (1983). Prospects for a Critical Regionalism. *Perspecta*, *20*, 147-162.
· Frampton, K. (1990). Rappel à l'ordre, the case for the tectonic. *Architectural Design*, 3-4, 19-25.
· Frampton, K. (1995). *Studies in Tectonic Culture. The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. Cambridge, Estados Unidos: The Mit Press.
· Frascari, M. (1996). The Tell-the-Tale-Detail. En Kate Nesbitt (Ed.) *Theorizing a New Agenda for Architecture: An Anthology of Architectural Theory 1965-1995*, pp. 498-513. New York, Estados Unidos: Princeton Architectural Press.
Gregotti, V. (1996). The Exercise of Detailing. En Kate Nesbitt (Ed.) *Theorizing a New Agenda for Architecture: An Anthology of Architectural Theory 1965-1995*, pp. 498-513. New York, Estados Unidos: Princeton Architectural Press.
· Liernur, J. F. (2001). *Arquitectura en la Argentina del siglo XX. La construcción de la modernidad*. Buenos Aires, Argentina: Fondo Nacional de las Artes.
· Pérez Oyarzun, F. (2002). Tres notas sobre una cierta poética de la arquitectura actual. *ARQ, 51*, 4-6.
· Silvestre, M. V. y Solari, C. (2019). Exploraciones en el campo de la constructividad: arquitecturas de Rafael Iglesia y Solano Benítez. *Dearq*, *25*, 74-85.
· Silvestri, G. (1998). La cultura arquitectónica en la Argentina de los años 90. *Punto de Vista*, *60*, 55-61.
· Simonnet, C. (2011). El potencial tectónico. *Dearq*, *10*, 8-13
· Solari, C. (2018). Acerca de la (pos) Modernidad: Los debates sobre la arquitectura en América Latina en las dos últimas décadas del Siglo XX. *Amazônia Moderna*, *2*, 100-127.
· Solari, C. (2020). Rafael Iglesia. Lecturas en la construcción de una poética. Buenos Aires, Argentina: Diseño.
· Torrent, H. (2002). Al sur de América: Antes y Ahora. *ARQ, 51*, 10-13.
· Vallhonrat, C. (1988). Tectonics Considered: Between the Presence and the Absence of Artifice.
Perspecta, *24*, 123-135. Conferencias:
· Liernur, J. F. y Sargiotti, R. (Noviembre, 2016). Reflexiones sobre la obra de Rafael Iglesia. Trabajo presentado en la Muestra Internacional Rafael Iglesia. Fuerzas en Juego, Centro Cultural Parque de España, Rosario.

XII Creta

Área A - Docencia

Eje 2

LA AUTOEVALUACIÓN COMO PARTE DEL PROCESO FORMATIVO

SELF-ASSESSMENT AS PART OF THE TRAINING PROCESS

Juan Luis Marezi
María Consuelo Calvo Zarlenga
María Elisa Cremaschi
María Sofia Massa Formica
Adrian Saenz

Taller de Procesos Constructivos TV1
Cremaschi — Saenz

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—
marezijuan@gmail.com

RESUMEN

La pandemia COVID-19 nos expuso a desafíos y situaciones sin precedentes, entre ellos la de reorganizar y construir herramientas para la formación de instrumentos pedagógicos para los alumnos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNLP. En esta oportunidad, queremos compartir la experiencia sobre la inclusión de aulas virtuales realizada por profesores, docentes y estudiantes del Taller de Procesos Constructivos TV1 Cremaschi-Saenz sobre el proceso formativo, haciendo foco en la autoevaluación.
El diseño y puesta en marcha de una práctica de evaluación concreta, sistematizada y personalizada; desarrollada a partir de promover espacios de reflexión colectiva con intercambios hacia lograr mejor calidad en la enseñanza y consecuentemente, en el aprendizaje. Este aprendizaje como proceso y no como apéndice final.
De esta manera, se logró contribuir a la construcción de autonomía de los/as estudiantes, proponiendoles que posean un rol protagónico durante el proceso de evaluación, asuman responsabilidades sobre su aprendizaje, procesos y resultados, identificando logros y limitaciones.

PALABRAS CLAVES: enseñanza – aprendizaje – virtualidad – construcción colectiva del conocimiento – autoevaluación

ABSTRACT

The pandemic COVID-19 exposed us to unprecedented challenges and situations, including reorganizing and designing tools for pedagogical instruments development for the Architecture and Urbanism School UNLP students. For this occasion, we want to share the experience of the inclusion of virtual classrooms carried out by headteachers, teachers and students of the TV1 Cremaschi-Saenz Construction Processes Workshop on the training process, with a focus on self-assessment.
The design and implementation of a specific, systematized and personalized evaluation practice; developed from promoting spaces for collective reflection with exchanges towards achieving better quality in teaching and, consequently, in learning. This learning as a process and not as a final appendix.
In this way, it was possible to contribute to the construction of the students autonomy, proposing them to have a leading role during the evaluation process, assuming responsibilities for their learning, processes and results, identifying achievements and limitations.

KEY WORDS: teaching – learning – virtuality – collective construction of knowledge – self-assessment

INTRODUCCIÓN

Frente al marco extraordinario devenido de la emergencia sanitaria por el Covid-19, los docentes universitarios tuvimos que adecuar el abordaje de nuestras tareas y repensar nuestra relación con los/as estudiantes en un escenario de virtualidad impuesto. La pandemia nos posicionó en un lugar de incertidumbre, preguntas y necesidad de acciones inmediatas para poder continuar con el cronograma de clases y prácticas establecidas.

Las exigencias del contexto de emergencia sanitaria requirieron de la toma de decisiones en conjunto para redefinir a la enseñanza de grado en las nuevas configuraciones del aula-taller, para ello se pusieron en juego dispositivos y herramientas digitales con el fin de asegurar la calidad de enseñanza con la que veníamos trabajando con gran compromiso en la Universidad Pública.

En este sentido, se busca compartir la experiencia sobre la inclusión de aulas virtuales realizada por profesores, docentes y estudiantes del Taller de Procesos Constructivos TV1 Cremaschi-Saenz sobre el proceso formativo, haciendo foco en la autoevaluación. El trabajo tiene como objetivo presentar una práctica de evaluación concreta y sistematizada en el marco del 2do. nivel del Taller de Procesos Constructivos TV1 - Cremaschi-Saenz de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP).

En miras a diseñar nuevos formatos de clases virtuales y repensar las formas de evaluación, consideramos que resulta imprescindible promover espacios de reflexión entre profesores, docentes auxiliares y estudiantes a efectos de generar diálogos e intercambios para la formulación de propuestas significativas que tiendan a fortalecer los instrumentos pedagógicos, y con el objeto de realizar una permanente mejora de la calidad en la enseñanza y consecuentemente, la del aprendizaje. En este punto, resulta importante destacar que se considera a la evaluación como un proceso, tal como expresa Álvarez Méndez (1996): "*La Evaluación no es ni puede ser un apéndice de la enseñanza ni del aprendizaje; es parte de la enseñanza y del aprendizaje. En la medida en que un sujeto aprende, simultáneamente evalúa, discrimina, valora, critica, opina, razona, fundamenta, decide, enjuicia, opta... entre lo que considera que tiene un valor en sí y aquello que carece de él. Esta actitud evaluadora, que se aprende, es parte del proceso educativo que, como tal, es continuamente formativo*".

En este sentido, se propuso realizar la autoevaluación del Trabajo Práctico Nº1 (TP Nº1) que comprende el desarrollo del diseño constructivo responsable de un edificio de mediana complejidad, con tecnologías para espacios de luces medias en el marco de la arquitectura para la salud.

La metodología de trabajo consistió en trabajar tanto con los instrumentos de evaluación propios de la Cátedra, como es la "Ficha de Evaluación Individual", como así también, con la actividad de autoevaluación propuesta a los/as estudiantes, donde fueron ellos los responsables de completar y justificar sus propias calificaciones en relación a las decisiones proyectuales constructivas abordadas durante el desarrollo del TP Nº1.

METODOLOGÍA

La metodología implementada en la actividad de autoevaluación fue desarrollada de forma grupal dentro de cada una de las comisiones que conforman el nivel, de manera que los/as estudiantes sean capaces de discutir, consensuar y trabajar colaborativamente en la evaluación de su preentrega. Para ello se realizó la evaluación de la experiencia grupal (Lámina 1 a 6 inclusive) intentando abordar todos los parámetros posibles para poder identificar logros, tensiones y desafíos encontrados durante el desarrollo de este primer trabajo práctico virtual y en un contexto pandémico. De esta manera, se buscó orientar nuestro desempeño futuro, con vistas a introducir cambios en la práctica pedagógica y así avanzar hacia la elaboración de nuevas propuestas superadoras. Así mismo, la actividad comprendió una parte de desarrollo audiovisual donde se buscó que los/as estudiantes adquieran práctica en la grabación y edición de este tipo de herramientas para la instancia de evaluación final.

La actividad se realizó dentro de la plataforma de Aulas Web de la UNLP donde los/as estudiantes lograron:

- Acceder al link de la planilla de autoevaluación para trabajar en línea de manera colaborativa mediante la plataforma Drive.
- Subir un video o audio señalando ¿Cómo seguir avanzando?.
- Subir las láminas de la preentrega del TP Nº1 (L1 a L6) las cuales comprenden la documentación constructiva desarrolladas en forma grupal.
- Acceso a foros habilitados para realizar consultas durante la semana de la elaboración de la actividad.
- Encuentro sincrónico mediante Big Blue Button[1] (BBB) con acompañamiento docente mientras realizaron la autoevaluación.
- Visualizar y/o descargar un archivo pdf con la devolución de la preentrega que posee las observaciones del docente sobre las láminas entregadas.

DESARROLLO

La presente actividad propuso una práctica de evaluación concreta y sistematizada en el marco del 2do. nivel del Taller de Procesos Constructivos TV1 - Cremaschi-Saenz. Se realizó la autoevaluación del Trabajo Práctico Nº1 "DISEÑO CONSTRUCTIVO DE EDIFICIOS DE EQUIPAMIENTO. Centros de Atención Primaria para la Salud" que se desarrolla en el primer cuatrimestre del curso. Este primer trabajo práctico comprende el desarrollo del diseño constructivo responsable de un edificio de mediana complejidad, con tecnologías para espacios de luces medias en el marco de la arquitectura para la salud. El mismo se encuentra condicionado por el sitio en el cual será implantado, su medio ambiente -zonas bioclimáticas de la Provincia de Buenos Aires- y por los topográficos -suelos de fundación-. Del análisis de los condicionantes con el ejemplo propuesto, cada grupo de estudiantes debe comprender la totalidad del problema constructivo y proyectar la solución correspondiente con calidad y sustentabilidad.

Para ello, se propuso trabajar con uno de los instrumentos de evaluación propios de la Cátedra: la "Ficha de Evaluación Individual" (Fig. 1). La misma es un documento que se le entrega a cada estudiante de manera individual y es resultante de la grilla general multidimensional donde cada docente ingresa información cuali-cuantitativa en relación a cada uno de los trabajos prácticos, parciales y desempeño de cada uno/a durante toda el curso de la materia (investigación, participación, intercambio, actividades de evaluaciones parciales, exposiciones, preguntas, consultas, aportes al grupo, entregas parciales, entre otros). Cabe resaltar que esta compleja grilla de evaluación es diseñada y supervisada permanentemente por los Jefes de Trabajos Prácticos y Profesores Titulares de la Cátedra, quienes destinan un tiempo considerable de trabajo a la preparación de la misma para luego realizar estadísticas sobre los resultados obtenidos y de esa manera llevar un registro del proceso de cada estudiante.

Esta herramienta se sustenta en el ámbito de enseñanza masiva (y en las instancias de virtualidad), donde la relación docente-alumno resulta esencialmente grupal, y son los auxiliares docentes quienes tienen mayor proximidad con los/as estudiantes. Por lo tanto resulta imprescindible que el Taller funcione como un verdadero equipo, en el que se opera coordinadamente para transmitir la pretendida homogeneidad cualitativa, que a su vez incorpore los acentos particulares de cada docente. De esta manera, el instrumento en cuestión funciona como nivelador de los criterios de evaluación de la Cátedra.

En este punto, resulta necesario revisar los conceptos de acreditación - evaluación, entendiendo por "acreditar", a la decisión por parte del docente acerca de si el/la estudiante ha adquirido (o no) los conocimientos necesarios para aprobar la materia. Ahora bien, hablar de evaluación conlleva una mirada totalmente diferente. La evaluación, o la acción de evaluar, presupone una

espera de situaciones mucho más amplia. La evaluación es un constructo social y, por lo tanto, una convención susceptible de cambio. Sus diferentes definiciones responden a razones políticas antes que a lingüísticas. Asimismo, evaluar es emitir un juicio de valor respecto de las cuestiones que el docente considera relevantes en el desempeño del estudiante, a los fines curriculares. Anijovich et al (2017:61) sostiene que "*cuando hablamos de evaluación nos referimos a un proceso por el cual recogemos en forma sistemática información que nos sirve para elaborar un juicio de valor en función del cual tomamos una decisión*".

Si bien, acreditar y evaluar, comparten un campo semántico, suelen confundirse. Dicho esto, se sostiene que "evaluar" significa mucho más que "acreditar", debido a que, la evaluación no puede realizarse en un solo momento: forma parte del proceso de aprendizaje. Sobre esta base, resulta necesario destacar todas aquellas cuestiones que quedan muy por fuera de la documentación volcada en Trabajo Práctico en cuestión, ya que como afirma Araujo (2005:117) '' *(…) la evaluación se relaciona con el estudio de las condiciones que afectan el proceso de aprendizaje, con las formas en que este se originó, con las intervenciones docentes y su vinculación con el aprendizaje, con el estudio de aquellos aprendizajes que, no estando previstos curricularmente, ocurrieron en el proceso de interacción entre docentes y estudiantes*''

En la actividad de autoevaluación propuesta a los/as estudiantes, fueron ellos los protagonistas quienes completaron y justificaron sus propias calificaciones en relación a las decisiones proyectuales abordadas durante el desarrollo del Trabajo Práctico Nº1. De esta manera se ocuparon de calificar, medir y/o clasificar a modo de "semáforo" las láminas grupales (Lámina 1 a 6 inclusive) con parámetros excelente, muy bueno, bueno, regular, desaprobado y no responde. Como entendemos que este formato no resulta suficiente para abarcar todas las variables que presupone evaluar, tendrán un espacio para justificar de manera escrita las decisiones tomadas en relación con los temas que se les han solicitado (Fig.1).

Una vez completada la ficha de autoevaluación, como cierre y complemento de la actividad, se les solicitó a los/as estudiantes la grabación de un video o audio corto (de no más de 5 minutos de duración) señalando los parámetros a seguir en lo que restaba del trabajo práctico.

Compartiendo las palabras de Rebeca Anijovich (2010:143) "*La autoevaluación es, entonces, un proceso en el cual el estudiante reflexiona sobre la calidad de sus trabajos, los analiza y emite un juicio de valor a la luz de los criterios previamente establecidos, con la intención de mejorar sus aprendizajes y convertirse en un aprendiz autónomo.*"

En miras a diseñar nuevos formatos de clases virtuales o presenciales y repensar las formas de evaluación, comprendemos que resulta imprescindible promover espacios de reflexión entre profesores, docentes auxiliares y estudiantes a efectos de generar diálogos e intercambios para la formulación de propuestas significativas que tiendan a fortalecer los instrumentos pedagógicos, y con el objeto de realizar una permanente mejora de la calidad en la enseñanza y consecuentemente, la del aprendizaje. Tal como señala Celman (1998:36) "*(…) es posible transformar a la evaluación en una herramienta de conocimiento, en especial para los profesores y para los alumnos, si es que se toman en consideración algunas cuestiones y se preservan y se desarrollan otras*".

En este sentido, resulta importante destacar el valor formativo de la retroalimentación y el empoderamiento que ésta genera, entendiéndose como aquella información que tiene algún impacto y genera algún cambio sobre el sistema en el que se viene trabajando, como señala Anijovich et al (2010:131): "*Podemos decir que la retroalimentación es propia de un sistema que tiene una finalidad y busca autorregularse para lograrla*".

En el desarrollo de la actividad de autoevaluación propuesta a través del completamiento y justificación por medio escrito y audiovisual, fue primordial que los/as estudiantes conocieran los criterios de evaluación, es por ello que en la primera hoja de la ficha se recuperan los objetivos del Trabajo Práctico y a su vez se visualiza la definición y alcance de cada uno de los conceptos (Fig. 2). De esta manera, cada grupo auto evaluó cada lámina con Excelente (E), Muy Bueno (MB), Bueno (B), Regular (R), Desaprobado (D) y No Responde (N/R), determinando producción de calidad, no de cantidad:

- Excelente: 100%. Cumple en su totalidad con un pensamiento sistémico para el desarrollo de la resolución constructiva del equipamiento de salud, según todos los condicionantes iniciales.
- Muy bueno: 90%. Cumple en casi su totalidad con un pensamiento sistémico para el desarrollo de la resolución constructiva del equipamiento de salud, según todos o algunos de los condicionantes iniciales.
- Bueno: 70%. Aborda parcialmente la totalidad del problema, desarrolla algunos subsistemas para la resolución constructiva del equipamiento de salud propuesto, según todos ó algunos de los condicionantes iniciales.
- Regular: 50%. Aborda escasamente la totalidad del problema, desarrolla algunos subsistemas para la resolución constructiva del equipamiento de salud propuesto, según algunos de los condicionantes iniciales.
- Desaprobado: 20%. No aborda el problema, desarrolla escasamente o nula, algunos subsistemas para la resolución constructiva del equipamiento de salud propuesto según algunos de los condicionantes iniciales.
- No responde: 0%. No responde ni desarrolla.

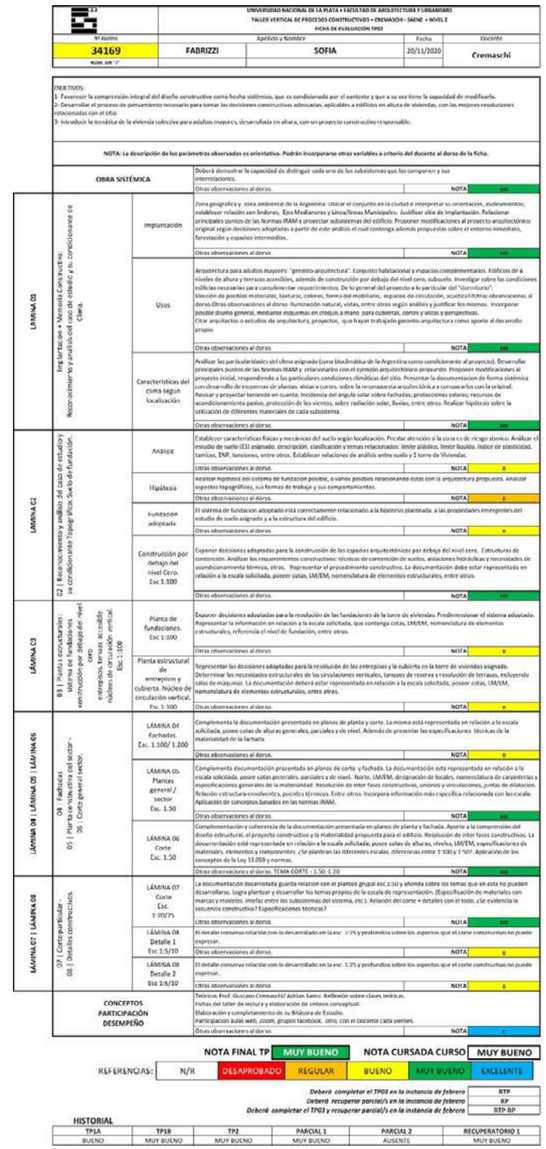


Figura 1. Ficha de evaluación individual. Fuente: Taller de Procesos Constructivos TV1 - Cremaschi-Saenz. 2020.

Asimismo, como parte de la retroalimentación un punto importante es que los/as estudiantes puedan analizar cómo seguir, teniendo en claro cuáles son los objetivos y hacia dónde dirigirse de ahora en adelante, estas experiencias se traducen en desafíos que marcan un desequilibrio, incomodidad, que los invita a visualizar que más tienen por delante, qué otros aprendizajes restan contemplar, qué pueden valorar positivamente hasta ahora, qué se debería mejorar, qué recursos necesitan para ello, entre otros.

De esta manera, se buscó contribuir a la construcción de autonomía de los/as estudiantes, proponiendoles que posean un rol protagónico durante el proceso de evaluación, asuman responsabilidad sobre su aprendizaje, procesos y resultados, identificando logros y limitaciones.

Para ello resultó necesario acompañar el proceso del estudiante mediante devoluciones escritas (Fig. 3) y encuentros sincrónicos de retroalimentación por BBB para sumar una instancia de diálogo, con el fin de promover el intercambio, toma de conciencia sobre el desempeño y modificar la planificación de futuras acciones, entre otros. Para ello se plantearon diversas estrategias pedagógico-didácticas de manera que el/la estudiante fuera tomando posición de forma progresiva sobre diversos problemas que se plantean.

En este sentido, el Taller Vertical del cual formamos parte tiene como premisa a la pregunta como disparador de la retroalimentación, no esperando en consecuencia respuestas en otro sentido, sino invitando a la reflexión teórica aportada tanto por las clases dadas por los Profesores como la información incorporada en la bibliografía aportada por el Taller y la que el/la estudiante considere pertinente. Asimismo, consideramos que el reconocimiento del esfuerzo y el desempeño con valoraciones positivas pueden contribuir a incrementar la autoestima y capacidad de logro, sin dejar de reconocer las mejoras que debe realizar en algunos aspectos de su trabajo.

Podríamos sintetizar lo dicho en que no sólo el profesional de nuestra disciplina debe saber qué cosas pasan sino también por qué pasan. Esta posición se sustenta en la promoción de la independencia de criterio en los/as estudiantes como formación universitaria, como seres autónomos, de manera tal que puedan ir adquiriendo mejor posición para resolver los problemas que la vida profesional les demandará en un futuro: "*Es importante comprender que para que los estudiantes se conviertan en aprendices autónomos, necesitan conocer su modo de pensar, sus estrategias para abordar diferentes tareas, sus fortalezas y debilidades, y cómo convivir con ellas para progresar en su formación, pero no es posible avanzar en esta línea si no se desarrolla la capacidad de autoevaluación y si no se genera un modo de trabajar basado en el diálogo entre pares con los docentes*" (Anijovich et al, 2010:133).

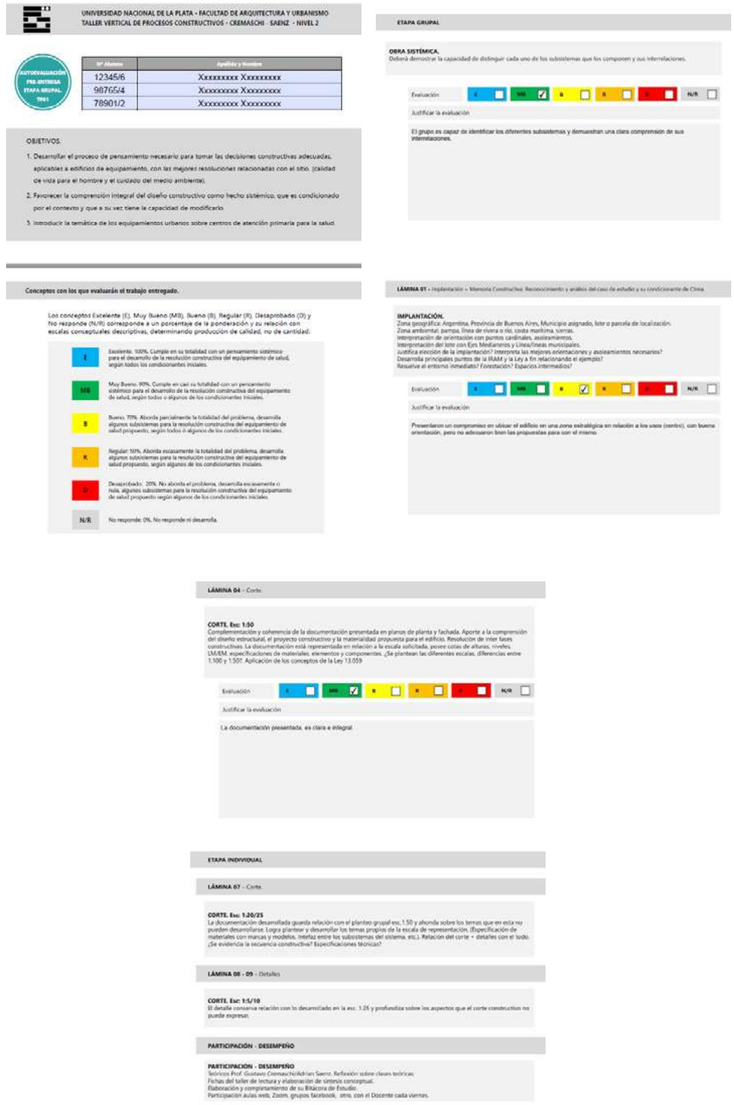
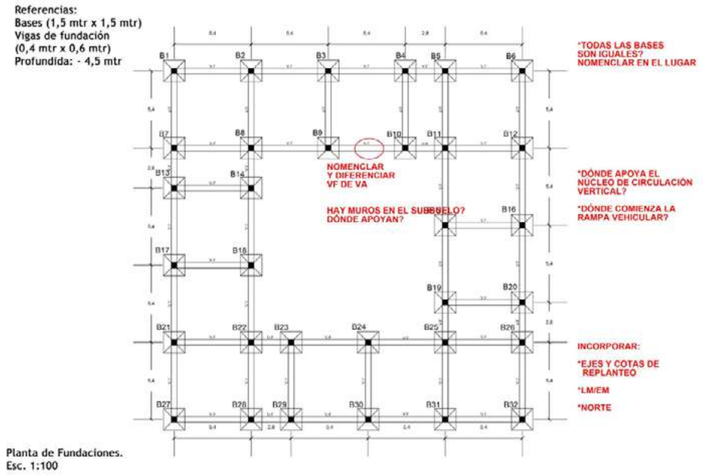


Figura 2. Ficha de autoevaluación. Fuente: Elaboración propia en base a Taller de Procesos Constructivos TV1 - Cremaschi-Saenz. 2021.



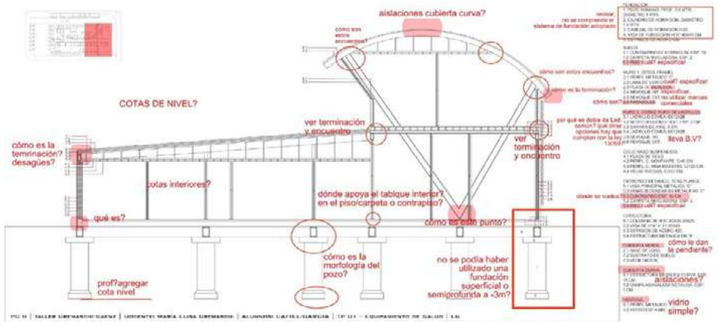


Figura 3. Ejemplo de devolución sobre láminas. Fuente: Elaboración propia. 2020.

Por otro lado, el desarrollo de esta actividad le permitió al docente registrar cambios en lo actitudinal, el interés, la participación y las inquietudes, valores que permiten reflexionar sobre el crecimiento individual e incluso grupal de la comisión de trabajo. Es por ello que la actividad planteada tuvo un fin reflexivo y de puesta en común con el fin de instalar la retroalimentación como práctica habitual y legitimada.

En este sentido, una vez finalizada la actividad y los encuentros sincrónicos en todas las comisiones del nivel, se realizó una reunión a través de BBB de retroalimentación interna entre el equipo docente para reflexionar sobre

el impacto de la actividad en el marco de los objetivos del Trabajo Práctico, en miras de pensar nuevas estrategias sobre la tríada enseñanza-aprendizaje-evaluación. Para ello se plantearon las siguientes preguntas disparadoras extraídas de Anijovich et al (2010:132): *¿Sobre qué impactó la retroalimentación realizada con sus estudiantes? ¿Sobre sus conocimientos, procesos de aprendizaje, autoestima, motivación, acciones futuras?*

CONCLUSIONES

El desarrollo de la actividad de autoevaluación propuesta a través del completamiento y justificación por medio escrito y audiovisual, como experiencia significativa que permitan multiplicidad de sentidos, permitió que el/la estudiante conozca con transparencia los criterios de evaluación y supieran "qué se espera de ellos" de modo público y participativo, de manera tal que la evaluación sea comprendida como una parte del proceso de aprendizaje y no como un apéndice final.

Desde esta perspectiva y más allá de la entrega del Trabajo Práctico, consideramos igualmente importante, el proceso realizado por los/as estudiantes. Este proceso registrado por los docentes, se compone de cambios en lo actitudinal, el interés, la participación, las inquietudes, que conforman ni más ni menos que el crecimiento individual y grupal. Es decir, se evalúa tanto el proceso como el resultado.

En este sentido, es importante señalar que el docente permanentemente e inclusive, muchas veces, inconscientemente- está evaluando a sus estudiantes, independientemente del momento de acreditación pautado con estos. Cabe recordar que la evaluación es un accionar reflexivo por parte del docente, como señala Stufflebeam (1987:183): "*(…) la evaluación es el proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados*".

Es por ello que sostenemos que la autoevaluación de esta instancia del Trabajo Práctico por parte de los/as estudiantes permitió clarificar sus alcances, límites y posibilidades. Asimismo, brindó la oportunidad de utilizar el instrumento en el marco de una evaluación formativa, de forma participativa y transparente, apostando a ser una herramienta de acción pedagógica en el marco de las actividades cotidianas del Taller. En este sentido cabe citar Anijovich et al (2017:104): "*(…) Para asegurar que la evaluación cumpla la función de certificar saberes a través de las calificaciones es necesario contar con una variedad de elementos que, de manera pública, den a conocer los logros que han alcanzado los estudiantes. Para ello es preciso que el docente comparta en forma explícita las expectativas de aprendizaje y criterios de evaluación (…)y defina los niveles de calidad de cada uno de los desempeños de los estudiantes (…)*".

De esta manera, se pudo reorientar el cierre del trabajo práctico en conjunto en todas las comisiones, con el propósito de introducir cambios en la práctica pedagógica y avanzar hacia la elaboración de nuevas propuestas superadoras. A partir de la instancia de retroalimentación interna entre el equipo docente, pudimos reconocer que los grupos o comisiones se encontraban en una situación similar respecto a la vinculación entre los objetivos de la actividad, el proyecto constructivo y la autoevaluación. También, las reflexiones realizadas por los estudiantes en cada una de las láminas evaluadas, nos posibilitó repensar, reorganizar y reformular las clases de apoyo como marco teórico, durante el trabajo práctico. Tal como señala Celman (1998:53): "*La evaluación se constituye en fuente de conocimiento y lugar de gestación de mejoras educativas si se la organiza en una perspectiva de continuidad. La reflexión sobre las problematizaciones y propuestas iniciales, así como sobre los procesos realizados y los logros alcanzados –previstos o no previstos-, facilita la tarea de descubrir relaciones y fundamentar decisiones*".

Ante lo dicho, encontramos válido destacar que el objeto de estudio ha resultado una excusa instrumental para promover una reflexión al grupo de trabajo respecto del alcance de nuestras prácticas evaluadoras. La cual atravesó no sólo la instancia de la virtualidad producto de la pandemia por Covid-19, sino que hoy continúa siendo parte de las actividades en el retorno al espacio áulico.

NOTAS

1 Herramienta de enseñanza virtual que permite realizar videoconferencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Álvarez Méndez, J. M. (2001) "Evaluar para conocer, examinar para excluir". Madrid: Morata, pp. 11-26, 84-105.
· Álvarez Méndez, J.M. (2000) "Didáctica, currículum y evaluación". España: Miño y Davila.
· Álvarez Méndez, J.M., Camillioni, A., Celman, S. y otros, (1998) "La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo" Buenos Aires: Paidós. Pág. 37.
· Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017) "La evaluación como oportunidad". Buenos Aires, Paidós.
· Anijovich, R; Camillioni, A; Cappelletti, G; Hoffmann, J; Katzkowicz, R; Mottier Lopez, L. (2010) "La evaluación significativa" Capítulo 5 "La retroalimentación de la evaluación por Rebeca Anijovich". Buenos Aires, Paidós.
· Anijovich, R. (Junio 2020) Volver a pensar las clases:¿Qué es enseñar hoy?. Disponible en: http://soloperiodismo.com.ar/. Recuperado el día 7 de abril de 2021: http://soloperiodismo.com.ar/volver-a-pensar-las-clasesque-es-ensenar-hoy/
· Araujo, S. (2014) "El estudio de la evaluación en la formación de docentes universitarios" en Morandi, G. y Ungaro, A. (coord.) La experiencia interpelada. Prácticas y perspectivas en la formación docente universitaria. UNLP.
· Araujo, S. (2016) "Tradiciones de enseñanza, enfoques de aprendizaje y evaluación", en Trayectorias Universitarias, Volumen 2, N°2, pp. 3-10.
· Celman, S. (1998) "Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento?, en Camilloni, A. Y otras. La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo. Buenos Aires: Paidós Educador, pp. 35-66.
· Cremaschi C., Marsili L., Saenz A. (2010) "Propuesta pedagógica. Taller vertical de Procesos Constructivos"
· Stufflebeam, D.; Shinkfield, A (1987) "Evaluación sistemática. Guía teórica y práctica". Barcelona: Paidós, selección de capítulo 2.

LABORATORIO AMBIENTAL: EXPERIENCIA ORGANOLÉPTICA

ENVIRONMENTAL LABORATORY: ORGANOLEPTIC EXPERIENCE

César Altuzarra
Nélida Skindzier
Nora Diaz
Erica Lugo

Departamento de Construcciones y
Departamento de Ciencias Humanas
y Naturales

IPS — UNR, Rosario, Argentina

—
cesaraltuzarra@gmail.com

RESUMEN

Un grupo de docentes de los Departamentos de Ciencias Humanas y de Construcciones del Instituto Politécnico Superior de la UNR, han presentado un anteproyecto de creación de la Secretaría de Estrategias de Educación Ambiental a fin de poner en práctica la recientemente sancionada ley nacional de Educación Ambiental Integral, que constituiría a la escuela en una institución pública pionera en poner en marcha este tipo de políticas educativas.
La construcción de una “terraza verde”, financiada por el concurso “País Ciencia” promovido por el Conicet, fue la primera de diversas acciones que se han llevado a cabo con el objetivo de concretar “Un laboratorio ambiental a cielo abierto”, proyectado y ejecutado por los propios estudiantes, aplicando la metodología “aprender haciendo” a través de una experiencia corpórea potenciando las oportunidades de aprendizaje, generando conciencia ambiental desde la experiencia fáctica, que luego puede ser cuantificada en el aula, experimentando los efectos y consecuencias del ambiente.

PALABRAS CLAVES: educación ambiental integral

ABSTRACT

A group of professors from the Department of Human Sciences and Constructions (Higher Polytechnic Institute, UNR) have submitted a preliminary project which proposes the creation of a Secretary of Strategies for Environment Education. This aims to put into practice the recently approved national law named "Comprehensive Environment Education". By achieving this, this school would be a pioneer public institution that implements this particular regulation.
The construction of a "green roof", financed by "Pais Ciencia" competition (promoted by Conicet), was the first of many actions that have been carried out in the pursue of having an "open-air environment laboratory", designed and constructed by the students themselves, applying a "learning by doing" methodology through hands-on experience, which can nourish learning processes, generating climate awareness from real exposure, that can be quantified in the classroom after experiencing the effects and consequences of weather conditions.

KEY WORDS: comprehensive environmental education

INTRODUCCIÓN

Numerosos problemas ambientales se hacen presente en las urbes, el aumento de los residuos sólidos, el cambio climático y las islas de calor urbanos entre otros, constituyen temas preocupantes que nos conducen como ciudadanos y como educadores a reorientar la mirada y buscar estrategias de mitigación y prevención a los problemas. Contribuyendo asi, con el cuidado del ambiente, recordando que:

La crisis ambiental es el signo de una nueva era histórica. Esta crisis civilizatoria es ante todo una crisis del conocimiento. La degradación ambiental es resultado de las formas de conocimiento a través de las cuales la humanidad ha construido el mundo y lo ha destruido por su pretensión de universalidad, generalidad y totalidad; por su objetivación y cosificación del mundo (Leff, 2006, 2).

En este marco, el papel de la escuela es primordial por permitir la conexión entre las problemáticas del mundo y la vida local, promoviendo el estímulo y desarrollo de los conocimientos, a la vez de fomentar valores y cambios de actitudes que colaboren, a la formación de ciudadanos capaces de construir un futuro sostenible ambientalmente.

La construcción de la terraza verde en la institución en el 2014, ejecutada por estudiantes, fue el primero de numerosos proyectos socio ambientales que fueron concretando el "laboratorio a cielo abierto" permitiendo así, llevar los contenidos a la praxis. Prototipo ambiental de enseñanza – aprendizaje que refleja el aula en extensión además de ser un espacio recreativo.

La cubierta vegetal que fue colonizando el dispositivo bioclimático de 40m2, el pastizal pampeano y las especies arbóreas autóctonas de otras regiones del pais que se encuentran en crecimiento y desarrollo en el lugar dio paso a otra de las propuestas didácticas, la realización del herbario, como instrumento de estudio y conservación de plantas autóctonas.

Asociados a la bioarquitectura en el año 2017, se crea con materiales reciclados los ecosistemas verticales, también conocido como jardines verticales. Allí los estudiantes además de reciclar los contenedores, seleccionaron especies vegetales a colocar, previo análisis y estudio de las mismas.

Así también, teniendo en cuenta los servicios y beneficios ambientales y en la salud que ofrecen las huertas orgánicas en el 2018, 2019 y el presente año, los estudiantes junto a un grupo de docentes y personal de la municipalidad llevaron a la práctica dicho proyecto colaborativo promoviendo el manejo sustentable de los recursos, el valor del ambiente y la salud.

Todos los proyectos que se vienen realizando en la azotea de la institución con estudiantes y grupos de docentes de manera interdisciplinaria permiten aunar la cultura escolar-científica y la vida cotidiana, promoviendo la creación de un espacio compartido de descubrimiento, experimentación y aplicación de conocimientos cotidianos y científicos. Estimulando el intercambio de saberes y valoración del trabajo solidario con el ambiente, además de promover su réplica hacia otros espacios.

Por último, la temática ambiental, en tanto constructo social, atraviesa todos los ámbitos institucionales, no solo impacta en los planes de estudios, los programas de cada asignatura, sino que involucra a las prácticas de gestión y producción en la institución misma y en la participación ciudadana. Bajo esta mirada y teniendo en cuenta la Ley de Educación Ambiental Integral sancionada recientemente, un grupo de docentes del Dpto. de Ciencias Humanas y Naturales y el Dpto. de Construcciones presentaron un proyecto para la creación de un espacio/ Secretaría que pueda articular dichas acciones desde una mirada holística que garantice su implementación y pueda monitorear el cumplimiento de las metas programadas. En este contexto, resulta importante y necesario conformar equipos de investigación interdisciplinarios con actores sociales de organismos públicos y privados.

METODOLOGÍA

Enmarcados en los principios de la Educación Ambiental, la metodología que sustenta la puesta en práctica del trabajo sostenido a lo largo del tiempo en el Instituto Politécnico Superior Gral. "San Martín" UNR se basa en la acción participativa. Esta metodología entendida, de acuerdo con Sirvent 2008, como un modo de hacer ciencia de lo social, en nuestro caso la participación real de la comunidad educativa involucrada, se desarrolla con el objetivo de generar un tipo de conocimiento crítico y colaborativo que trascienda la didáctica de la contemplación, la instrucción y la descripción de unos contenidos áulicos circunscriptos al espacio institucional.

En tal sentido, apelando a la acción transformadora de la educación y en sintonía con los postulados de la acción participativa, se promueve el desarrollo y la implementación de proyectos educativos ambientales basados en la problematización de los temas identificados como relevantes en la realidad educativa institucional. De este modo se busca promover cambios en las condiciones que afectan la vida escolar cotidiana priorizando la producción de conocimiento a partir de la participación, el diálogo y el trabajo en el territorio.

Los proyectos desarrollados hasta el momento que se describirán en el presente articulo son:

- Terraza verde,
- Herbario,
- Jardin vertical,
- Huerta agroecológica en la escuela,
- Estaciones meteorológicas,
- Termotanque solar.
- Diseño integral del Laboratorio Ambiental

DESARROLLO

Terraza verde

Los múltiples impactos negativos originados a partir de la evolución de la dinámica urbana, que acompaña la lógica del modelo económico hegemónico, implican la ineludible necesidad de poner en práctica proyectos urbanísticos respetuosos con el ambiente. En tal sentido, sin bien el verde en las terrazas data de la antigüedad en la arquitectura, en las últimas décadas los sistemas de terraza ajardinada adquieren una mayor importancia tomando protagonismo en el escenario global como herramienta clave para la mitigación de los efectos producidos por el cambio climático y las islas de calor urbano.

Adherir a una concepción de ambiente como sistema complejo y asumir que los problemas ambientales son también complejos, implica reconocer que ninguna disciplina podrá por sí sola resolverlos. En concordancia con ello docentes especializados en la temática ambiental y en arquitectura del Departamento de Ciencias Humanas y Naturales y del Departamento de Construcciones junto con estudiantes de la especialidad Técnico Constructor de Obras correspondientes a 4to., 5to., y 6to. año del ciclo secundario y estudiantes de la carrera Técnico Universitario en Construcciones del ciclo superior, comenzaron a elaborar el proyecto para construir una terraza verde en la azotea, en desuso hasta ese entonces, del segundo piso de la institución.

Para ello se partió de la idea de pensar en un espacio que lograra reconstruir en pequeña escala los servicios ambientales que la construcción de la institución reemplazó, así como también incorporar la mayor cantidad posible de elementos reutilizables.

Las acciones de construcción de la terraza verde en el instituto se fueron llevando a cabo en sucesivas etapas entre las cuales se destacan la definición del área a intervenir, la determinación de los componentes constructivos, el análisis de las características físico constructivas y ambientales, la configuración constructiva, la selección de la vegetación, aspecto en el cual se priorizó la preservación de la vegetación natural que fue creciendo en forma dispersa. Resulta pertinente señalar que en esta etapa se resolvió colocar, en los es-

pacios no verdes de la terraza, toneles reciclados como maceteros en los cuales se plantaron árboles cuyas especies fueron sugeridas por personal idóneo de la Municipalidad de Rosario.
Estas etapas del proyecto, culminadas en 2015, lograron el aporte a la calidad del ambiente urbano de un espacio refuncionalizado para la comunidad educativa y la sociedad en general restituyendo la provisión de innumerables servicios ecosistémicos.
Lo novedoso del proyecto es que, hasta el momento de su construcción en la ciudad de Rosario no se han construido dispositivos de esta naturaleza en otras instituciones educativas, destaca su carácter innovador, por lo que su difusión a través de numerosos medios de comunicación resultó clave para trascender la estructura institucional y posibilitar instancias de réplica en otros ámbitos e instituciones de la comunidad rosarina.

Fig. 1: Las distintas capas de la terraza. Izquierda arriba nuevo hormigón de pendiente y abajo zócalos para delimitar el espacio. Centro las distintas capas; membrana impermeable, barrera anti raíz, manta de retención y drenaje, filtro de tela. Derecha arriba sustrato y abajo instalación del sistema de riego.

Herbario

Como fuera oportunamente señalado, la construcción de la terraza verde posibilitó la puesta en práctica de otras propuestas pedagógicas con sustento en la territorialización de la Educación Ambiental las cuales dan continuidad, a través del tiempo, a la progresiva ejecución del Proyecto Educativo Ambiental del IPS centrado en transformar la enseñanza contemplativa.
El crecimiento sin intervención de las diversas especies vegetales, autóctonas de la región pampeana, de otras regiones del país (que fueron colonizando la terraza) y las arbóreas plantadas en maceteros reciclados, permitió a grupos de estudiantes y docentes realizar tareas de investigación, clasificación y monitoreo de las mismas, llevando a la práctica la técnica del armardo de un herbario. De este modo se confeccionó material didáctico propio para trabajar con el objetivo de promover el cuidado y la conservación de las especies vegetales, como así también el respeto a la biodiversidad que forma parte del ambiente urbano. Esta práctica permitió además reflexionar sobre las causas y consecuencias que generan la progresiva desaparición de la vegetación nativa destacando, entre múltiples aspectos, su consideración como recurso natural y fuente de innumerables servicios ecosistémicos.
La secuencia didáctica que tuvo lugar para la elaboración del herbario implicó el involucramiento de estudiantes y docentes en tareas de elección de los ejemplares, extracción del medio, recepción, acondicionamiento para su preservación y armado de la carpeta de colección, prensado, confección de la ficha/etiqueta de identificación y mantenimiento.
Asimismo, la intensificación de la búsqueda de material considerando diversas fuentes y autores para la ampliación de la información obtenida sobre las especies botánicas en estudio, y el registro fotográfico de las mismas, permitieron elaborar un catálogo para la realización de consultas taxonómicas además de utilizarse como guía para llevar a cabo estudios de seguimiento y control del estado de las especies silvestres inventariadas.

Fig. 2. Alumnos y docentes adecuando la terraza y recolectando ejemplares para la construcción del herbario

Jardin vertical

En octubre del 2017, en la institución se llevó a cabo la Jornada Cultural y Deportiva, en la cual un grupo de docentes del Dpto. de Cs. Humanas y Naturales (área – Geografía y Biología) y el Dpto. de Construcciones plantearon como actividad a realizar con los estudiantes "la construcción de un jardín vertical con materiales reciclados". Para ello se destinó como lugar de instalación, la terraza verde de la Institución, espacio ideado con fines socio-ambientales, pedagógicos y de investigación bajo el paradigma de una educación para el desarrollo sustentable.
La bio-construcción, fue armada con pallets de madera, que fueron acondicionados (rearmados, lijados e impermeabilizados) para dicho uso. La manta drenante y el film de polietileno colocados en el interior del armazón oficiaron de contenedor del sustrato resultante (preparado realizado con tierra y polietileno expandido) y dio lugar al anclaje radicular, al crecimiento y al desarrollo de la vegetacion. El ecosistema vertical creado artificialmente se dispone de una cubierta vegetal con especies que fueron donadas por los estudiantes y docentes, previo acuerdo en la selección según la adaptabilidad y condiciones naturales del lugar. Las especies plantadas fueron: lazo de amor o cinta (Chlorophytumcomosum), rayito de sol (Mesembryanthemummultiradiatus y Lampranthusroseus) y suculenta cebra (Haworthiaattenuata) entre las que más se destacan. El sistema de riego con el que cuenta el jardín fue realizado con recortes de botellas de plástico (material reciclado) y colocadas en la parte superior de los respectivos módulos de pallets permitiendo conectar de forma interna la estructura y distribuyendo de forma regular el agua a través de los mismos. La bio-estructura resultante, desde el punto de vista ambiental, aporta numerosos beneficios que dependen de las funciones del ecosistema generado, siendo prioritario mantenerlo en condiciones óptimas para brindar servicios ambientales de calidad, puesto que los mismos se encuentra subordinados al ecosistema.
En cuanto al plano educativo se aplicaron estrategias no convencionales, para generar conocimientos, poniendo en práctica técnicas para el cuidado ambiental.

Fig. 3. Izquierda: docentes y estudiantes armando el sostén del pallet. Centro: Comprobando la resistencia del sostén. Derecha: docentes y estudiantes regando el jardín vertical terminado.

Huerta agroecológica en la escuela

En respuesta a los modelos didácticos que promueven la perspectiva crítica del aprendizaje y centrados en propuestas encaminadas a la construcción colectiva del conocimiento y en la problematización de la realidad, en el Instituto Politécnico "Gral. San Martín", se llevó a la praxis durante los años 2018/2019 y el 2022 el armado de una huerta en la terraza de la institución.

Docentes y estudiantes de 2° año, de divisiones diversas, involucrados en el proyecto recibieron capacitación a través del programa "La huerta va a la escuela"- Área de Agricultura Urbana- Secretaría de Economía Social de la Municipalidad de Rosario.

La práctica se concretó a los fines de promover el respeto al ambiente, al cuidado de la salud, a la seguridad y al derecho a una alimentación sana, involucrando a los estudiantes en una reflexión crítica sobre el modelo de producción y consumo hegemónico, abriendo al desafío de pensar escenarios posibles y vivibles. Esto llevó a los estudiantes, a conocer la importancia que implican la seguridad y la soberanía alimentaria para las sociedades, estimulando cambios en los hábitos alimentarios y en la salud nutricional de los mismos.

La huerta escolar, dentro de los nuevos paradigmas didácticos, cumple una trascendental labor pedagógica y socio- ambiental, dado que permite viabilizar acciones transformadoras, replanteando los modos tradicionales de la práctica educativa formal aplicada al ambiente y a la salud de la población. Además de facilitar el aprendizaje por descubrimiento, significativo y vivencial, la horizontalidad, el trabajo grupal y colaborativo.

La puesta en escena de la práctica agroecológica resaltó la participación de los estudiantes quiénes como manifestación del sentimiento de pertenencia a la institución realizaron colaboraciones para la adquisición de insumos necesarios para emprender la experiencia. Activamente participaron en el diseño, la construcción y ubicación de las huerteras, además empleando el calendario de siembra para una óptima planificación prepararon almácigos, efectuaron siembras y trasplantes de especies vegetales como: hortalizas, aromáticas medicinales y condimentarías. Las técnicas de manejo consistieron en cultivo, métodos simples de riego, conservación de humedad y protección de suelos con abonos orgánicos, control de malezas y plagas con biopreparados realizados en laboratorio por los estudiantes.

Comprometidos con el cuidado del ambiente e incentivados por la curiosidad sobre las propiedades que encierran los cultivos de la huerta, los estudiantes investigaron al respecto y elaboraron preparados de uso cosmético y terapéuticos, valiéndose de especies aromáticas y medicinales como fuente de recurso natural. Bajo esta práctica de re-conexión con los ciclos naturales y con los procesos de producción alimenticia y de biopreparados, se logró, además, fortalecer la participación ciudadana y la integración de la comunidad educativa.

Fig. 4: Izquierda: personal de la Municipalidad de Rosario, Secretaria de Economía Social -Área de agricultura urbana – dictando el Taller para el armado de la huerta en la escuela. Centro y derecha: estudiantes reciclando cajones, siembra y riego de huerteras.

Fig. 5: Evolución de la huerta. Proceso de crecimiento de hortalizas, plantas aromáticas y medicinales.

Estaciones meteorológicas

En instituciones públicas educativas se hace fundamental la articulación con otras instituciones locales como en este caso, la Bolsa de Comercio de Rosario, que concretó en mayo de 2021 la donación de dos estaciones meteorológicas, que se incorporaron al equipamiento del Laboratorio Ambiental ubicado en la terraza verde de la escuela.

Estas estaciones permitirán lecturas de temperatura ambiente, humedad relativa y registro pluviométrico, que luego de una capacitación de docentes y estudiantes, para la tarea de toma de lectura y análisis de resultados con la aplicación de programas específicos, permitirá nuevas experiencias prácticas en el monitoreo y evaluación del comportamiento de la terraza verde a lo largo del tiempo, no solo como recurso natural, sino además como un recurso constructivo que implica multiples beneficios ambientales, espaciales y de confort interior.

Fig. 6: Estudiantes en la terraza verde con la estación meteorológica.

Termotanque solar

En marzo de 2021, una empresa local dedicada a las energías renovables E-cológica S.R.L. donó a la institución un Termotanque Solar Compacto no presurizado, con una capacidad de acumulación de 140 litros y un área de captación de 1,49 m2. La experiencia de la instalación del termotanque será desarrollada por los estudiantes, en el sector destinado al laboratorio ambiental, con la asistencia de personal técnico especializado y el equipo docente, consituyéndose también en un trabajo colaborativo que permita afianzar y poner en práctica conocimientos teóricos de manera de aprehenderlos y poder trasladarlos luego a otros ámbitos como el familiar, social y laboral.

Fig. 7: Estudiantes experimentando la instalación del Termotanque solar.

Diseño integral del Laboratorio Ambiental

Como diseño integral del Laboratorio a cielo abierto, estudiantes de sexto año de la especialidad construcciones, elaboraron en 2021 una propuesta completa donde se incluyen energías renovables (paneles fotovoltaicos), calefones solares, un reloj solar y el diseño del espacio para el relevamiento y análisis de los datos obtenidos a través de las estaciones meteorológicas. Este trabajo permitió evaluar las posibilidades de implementación de las energías renovables en la escuela, sus posibles usos y un diseño de la terraza que consiste en la ejecución un nuevo sector de césped y bancos posibilitando el uso de la terraza por parte de toda la comunidad educativa que podrá tener asi un aprendizaje ambiental concreto a través de la observación y experimentación.

Fig. 8: Imagen elaborada por estudiantes de la propuesta para el Laboratorio ambiental

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Entre las vivencias que las experiencias originaron, se destacan no sólo el compromiso de los estudiantes en las distintas etapas de ejecución de proyectos: diseño, autogestión para la obtención de los materiales reciclables, y participación efectiva en la etapa de construcción y concreción, sino también el trabajo colaborativo como acción enriquecedora del quehacer ambiental. De esta manera se contribuye a la sustentabilidad urbana, fomentando el desarrollo emprendedor y de habilidades intelectuales que requieren las nuevas tecnologías aplicadas a las construcciónes. Por otra parte, estas prácticas permitieron una forma alternativa de internalizar conocimientos bajo una propuesta pedagógica sustentada en los principios fundamentales de la Educación Ambiental que requiere el involucramiento de los estudiantes, no limitándose a la tradicional repetición mecanicista de los contenidos. Trabajar como contenidos pedagógicos las diferentes realidades para comprenderlas y transformarlas ampliando el diálogo entre las ciencias, en el marco de una pedagogía emancipadora, nos permitirá, como sostiene Freire, *"ver a nuestros alumnos como sujetos constructores de sentido en lugar de receptores de saberes que no desean saber"*.

CONCLUSIONES

Los diversos proyectos que se fueron llevando a cabo con el objetivo de concretar "Un laboratorio ambiental a cielo abierto" permiten a los estudiantes comprender la trascendencia de los múltiples servicios ambientales que proporcionan a las sociedades los mismos, como también la importancia de aplicar la técnica del reciclado y recuperación aprovechando materiales desechados, colaborando así, con la disminución del volumen de residuos generados por las actividades humanas.

Además valorar el trabajo colaborativo como acción que afianza la pertenencia a la institución y perspectiva de futuro, fomentando el desarrollo del espíritu crítico-reflexivo y la conciencia ambiental, pone de relieve la resignificación de las prácticas ciudadanas a través de propuestas participativas y replicables. Estas estrategias educativas posibilitan el aprendizaje a través de la acción, el trabajo cooperativo, el desarrollo de la autonomía, la mitigación y prevención de problemas ambientales, facilitando de esta manera, una educación en pos de una ciudadanía participativa.

En correspondencia con lo anterior, resulta pertinente señalar que la totalidad de las actividades y tareas planteadas fueron desarrolladas por iniciativa de un grupo de docentes que propone la creación de una Secretaría de Estrategias de Educación Ambiental, que daría carácter institucional a nuevas actividades como las ya realizadas y permitiría la expansión a otras áreas y departamentos de la escuela mediante la generación de actividades y contenidos transversales con el fin de poner en práctica la Educacion Ambiental Integral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Brailovsky, A. (2014) Proyectos de Educación Ambiental: la utopía en la escuela. Naturaleza y sociedad". Buenos Aires. Argentina. Ediciones Novedades Educativas.

· Caride, José Antonio (2008). La educación ambiental en la investigación educativa: realidades y desafíos de futuro, Centro Nacional de Educación Ambiental. Recuperado en: http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2008_05caride_tcm7-141802.pdf

· Delors, J (1996) Los cuatro pilares de la educación en La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid Santillana/UNESCO. Recuperado de http://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918_9.pdf.

· Di Pace, M. (dir.) (2004). Ecología en la ciudad (1° ed.; edición literaria a cargo de Horacio Caride). Buenos Aires: Universidad Nacional General Sarmiento.

· Durán, D. (2012) Proyectos ambientales y Sustentabilidad. Buenos. Aires. Argentina. Edit. Lugar.

· Freire, P. (1995). *La educación como una acción cultural*. San José, Costa Rica: EUNED.

· Leff, E. (2004) Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. Siglo XXI Méjico. DF. Editores S.A. de C.V.- PNUMA-

· Sirvent, María Teresa: Educación de adultos: investigación y participación. Desafíos y contradicciones. Buenos Aires. Coquena Editor, 1994, Segunda parte. Segunda Edición ampliada Ed. Miño y Dávila Buenos Aires 2008.

REVISANDO NUESTRO HOGAR EN LA CURSADA VIRTUAL DE ACONDICIONAMIENTO Y CONFORT

REVIEWING OUR HOME IN THE VIRTUAL COURSE OF CONDITIONING AND COMFORT

María de la Paz Diulio
Agustina Barthes
Joanna Baffoni
Andrea Bujer

Acondicionamiento y Confort 1 y 2

EAD — UNRN, General Roca, Argentina

—
mpdiulio@unrn.edu.ar

RESUMEN

El plan de estudios de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Nacional de Río Negro (en adelante UNRN) es innovador, en cuanto tiene al territorio y la ciudad como área de proyecto estructurante, con la misma jerarquía y peso que el proyecto arquitectónico. La sostenibilidad es una dimensión transversal a toda la carrera que tiene sus inicios en el año 2018. Los contenidos de las cátedras Acondicionamiento y Confort 1 y 2 se centran en el confort térmico, la eficiencia energética, el diseño bioclimático, energías renovables, y un programa de instalaciones sanitarias, de gas y eléctricas, también atravesado por la sustentabilidad, el ahorro y el uso racional de la energía y los recursos. El objetivo del presente trabajo es compartir no sólo las estrategias didácticas implementadas para sortear la falta de presencialidad, sino visualizar cómo la virtualidad nos invitó a re-pensar nuestros hogares, ahora polifuncionales, desde la perspectiva del confort, del consumo de energía, el impacto en el ambiente y de la seguridad de las instalaciones.

PALABRAS CLAVES: vivienda – eficiencia energética – pandemia – aula virtual – sostenibilidad

ABSTRACT

The curriculum of the UNRN School of Architecture is innovative since it has the territory and the city as a structuring project area, with the same hierarchy and weight as the architectural project, and with sustainability as a transversal dimension to the entire career, that started in 2018. The contents of Conditioning and Comfort 1 and 2 focus on thermal comfort, energy efficiency, bioclimatic design, renewable energy, and a program of sanitary, gas, and electrical installations also crossed by sustainability and rational use of energy and resources. The objective of this paper is to narrate not only the pedagogies implemented to overcome the lack of presence, but also how virtuality invited us to re-think our homes, now multifunctional, from the perspective of comfort, energy consumption, the impact in the environment and the safety of the facilities.

KEY WORDS: home – energy efficiency – pandemic – virtual classroom - sustainability.

INTRODUCCIÓN

Durante el ASPO[1] al que nos llevó la pandemia de COVID 19, un sinfín de actividades se trasladaron a la modalidad virtual. Entre ellas la docencia universitaria. Así, los estudiantes de la primera cohorte de la Carrera de Arquitectura de la UNRN, inauguraron no solamente la iniciación académica de la nueva propuesta, sino además un año de asignaturas completamente cursadas en la virtualidad.

Hacia agosto de 2020 inicia la cursada de Acondicionamiento y Confort, y este segundo cuatrimestre nos encuentra algo más familiarizados con la plataforma del Aula Bimodal Moodle, y toda la serie de recursos disponibles para dictar las clases. El grupo de 30 estudiantes estaba bien amalgamado, detalle que colaboró mucho para reducir la distancia insalvable.

Consideramos que la experiencia fue positiva, gracias y a-pesar-de una conjunción de elementos inesperados. Gracias a la perspectiva que nos brindan los dos años transcurridos creemos valioso compartir con los colegas nuestra experiencia, ya que nos mueve la certeza de haber hecho el esfuerzo de remontar el desafío de la emergencia, y el deseo de poner nuevos temas en agenda de debate. Estos elementos son:

- Contenidos de la asignatura
- Estrategias didácticas implementadas para la virtualidad
- Trabajar y estudiar en el hogar
- Revisar nuestro hogar a la luz de los temas de la cursada

En el apartado de Desarrollo profundizaremos cada uno de estos elementos, y concluimos con las reflexiones finales sobre estos cuatro aspectos, que conforman una postura particular desde nuestra vivencia de como docentes, mujeres, madres y arquitectas.

DESARROLLO

La virtualidad ha permitido vencer barreras de distancias y horarios que hubieran sido imposibles sin las plataformas que surgieron y que aprendimos a manejar quienes no éramos expertos en educación a distancia. Tal como se manifestó en reiteradas oportunidades, si bien el virus nos afectó a todos por igual, el aislamiento marcó diferencias que se exacerbaron según la continuidad laboral y el acceso a alimentos, la edad y la capacidad de adaptarse a las nuevas restricciones, la densidad de ocupación de las viviendas, la disponibilidad de computadoras/tablets/celulares; y la conexión a internet.

Es decir, que no todos atravesamos la cursada virtual de la misma manera, sino que cada experiencia fue influenciada por un contexto humano, económico y ambiental dado, que antes del aislamiento no se manifestaba tan claramente. Partiendo de esta aclaración, nos disponemos a presentar los 4 ejes que deseamos destacar de la experiencia.

Contenidos de la asignatura

Acondicionamiento y Confort I es una asignatura del segundo cuatrimestre del 3er año de la Carrera de Arquitectura, que prioriza en todo su plan de estudios el respeto por el ambiente y el paisaje. Tiene como propósitos desarrollar en les estudiantes la capacidad de reconocer y manejar los condicionantes del control higrotérmico del hábitat en régimen natural y su incidencia en el proceso de diseño; desarrollar la capacidad de abordar, coordinar y resolver problemas de diseño de instalaciones, siendo respetuosos del medio ambiente y las condiciones de vida del hombre de manera sostenible, en todas sus escalas y localizaciones territoriales; conceptualizar y desarrollar sistemas constructivos pasivos; conocer sistemas alternativos de energía, tratamiento de aguas y reciclado; y conocer y aplicar las pautas de higiene, seguridad y eficiencia, con conocimiento del marco legal.

Estos propósitos se pretenden concretar con la presentación de material teórico y práctico en cinco unidades:

1.- Introducción al acondicionamiento y confort. Confort y cultura. Clima y confort. Confort térmico. Cartas bioclimáticas. Método de Fanger. Confort adaptativo. Normativas ASHRAE Standard 55, EN 16798.

2.- Calor. Transferencia de calor por conducción, convección y radiación. Normas IRAM de Acondicionamiento térmico en edificios. Conductividad térmica, coeficiente de transmitancia térmica y coeficiente global de pérdidas térmicas.

3.- Estrategias de diseño bioclimático. Masa, acumulación y retraso térmico. Aislamiento térmico. Estrategias pasivas y activas de acondicionamiento térmico para invierno y verano.

4.- Energías renovables. Energía. Fuentes de energía renovables. Energía solar. Energía eólica. Energía solar térmica. Energía solar fotovoltaica. Generadores eólicos. Eficiencia energética en artefactos eléctricos y a gas.

5.- Instalaciones sanitarias sustentables. Provisión de agua potable. Abastecimiento de agua fría y caliente. Distribución interna. Evacuación de efluentes y su tratamiento. Gestión de efluentes pluviales. Gestión de aguas grises.

En el caso de Acondicionamiento y Confort II, asignatura del primer cuatrimestre del 4° año de la Carrera, los propósitos se orientan a comprender los factores que afectan un proyecto arquitectónico evaluando las posibilidades de la tecnología en relación al confort y al cuidado del medio ambiente; reconocer los principios de organización de las instalaciones domiciliarias y urbanas, sus componentes, materiales y equipos; comprender el proceso de diseño, cálculo y ejecución de las diversas técnicas de acondicionamiento ambiental; y desarrollar los procesos de diseño y ejecución de las instalaciones en general.

En este caso, los temas se reagrupan en 3 unidades:

1.- Instalaciones contra Incendios. Riesgo de incendio. Seguridad y señalización. Diseño de sistemas de evacuación y escape. Artefactos de detección. Artefactos de extinción. Tanque de reserva de incendio.

2.- Instalación de gas. El gas natural. Tendido de red de gas natural. Gas natural licuado. Tendido de una instalación domiciliaria de gas. Instalaciones unifamiliares y multifamiliares. Requisitos de seguridad. Ventilaciones. Monóxido de carbono. Artefactos gasodomésticos. Predimensionado del tendido de la cañería de gas. Cálculo de la longitud equivalente. Dimensionado.

3.- Instalación eléctrica. Electricidad. Infraestructura de distribución. Media tensión, baja tensión, acometida, medidor monofásico y trifásico. Partes de una instalación. Grados de electrificación. Protecciones ante cortocircuitos y fugas a tierra. Caída de tensión. Muy baja tensión. Equipamiento de protección equipotencial. Pararrayos. Fuerza motriz. Equipos especiales en edificios: bombas elevadoras de agua, ascensores, montacargas.

Una parte importante del momento de enseñar y aprender es la evaluación de los aprendizajes. Conlleva una responsabilidad ética y moral ya que involucra fuertemente al sujeto que aprende, su autoestima y su posibilidad de superación. Por ello consideramos que las prácticas evaluativas deben formar parte del proyecto y ser explicitadas claramente en las consignas para establecer un acuerdo pedagógico en el que el equipo docente expone los aprendizajes que se esperan y el estudiante conoce hacia dónde debe enfocar su esfuerzo. Estos criterios de evaluación que han sido previamente dados en la consigna forman parte de la guía de evaluación con la que las docentes califican cada trabajo práctico. Del mismo modo el docente evaluará el proyecto y el propio desempeño docente que permitirá revisar, actualizar y reorganizar las propuestas de clase.

Se evalúan los aprendizajes con la entrega de trabajos prácticos y con un cuestionario parcial, y el promedio de estas calificaciones representa la calificación final de la asignatura. Quienes obtienen como nota 8 o más aprueban la materia con régimen de promoción. Calificar se presenta como una necesidad, si bien sostenemos que un examen es sólo uno de los recursos posibles. Por ello, la implementación de diferentes instrumentos, permitirá conocer el alcance y profundidad de los saberes. Durante el desarrollo de la cursada, la evaluación en proceso, a través de trabajos prácticos, comentarios de textos y

otras propuestas, permite conocer los avances y poner en diálogo el enseñar con el aprender, constituyéndose en información para la toma de decisiones (Dorato, 2017). Siguiendo a Ahumada Acevedo (2002) creemos que la evaluación es un proceso más que un suceso. A partir de los avances en una progresión continua el docente puede reformular propuestas y así, al llegar a la instancia final de calificación, el estudiante en un rol activo podrá asimismo autoevaluar su trayectoria.

Estrategias didácticas implementadas en la virtualidad

Sostenemos que planificar nos permite proyectar acciones con secuenciación y progresión, y esto ocurre tanto en la docencia como en cualquier actividad profesional. Pero consideramos que la planificación también debe permitir la posibilidad de que la propuesta sea abierta y flexible, ya que la fuerza del contexto físico e intelectual puede abrir instancias de saberes no planeados que no deseamos que se dispersen (Gayol et al., 2018).

Proponemos la interacción entre docentes y estudiantes en tres momentos temporales y en tres espacios virtuales.

Los tres espacios virtuales son: el repositorio, el foro, y el aula virtual. En la figura 1 se representan como el sitio donde se realiza el intercambio, y se colorea con mayor intensidad el espacio que permite mayor interacción, con azul.

Los tres momentos temporales son la instancia pre-clase (pre), el encuentro sincrónico (sincro), y la continuación post-clase (post) (Figura 1). El repositorio es el espacio virtual en el que se depositan las lecturas importantes, optativas, reglamentos, folletos, enlaces para ampliar conceptos; es un ámbito donde la interacción es mínima. El foro se presenta como el ámbito de la comunicación, el debate, avisos y consultas; y el aula, es el ámbito de encuentro sincrónico donde encontramos máxima interacción del equipo docente con los y las estudiantes y es donde se realizan los debates orales, las devoluciones de los trabajos prácticos y tareas en general, además de los conceptos teóricos.

En la instancia pre-clase de preparación, el docente propone junto con la bibliografía del tema, una lectura breve, especialmente seleccionada para crear expectativas y despertar curiosidad sobre el tema del día. El texto no es estrictamente técnico, sino de actualidad o preferentemente literario. Mientras tanto, el estudiante analiza el encuentro anterior, plantea consultas y procede a la lectura propuesta.

Durante el encuentro sincrónico, el docente da inicio haciendo referencia a la lectura propuesta e invita a reflexionar en grupo sobre la relación con el

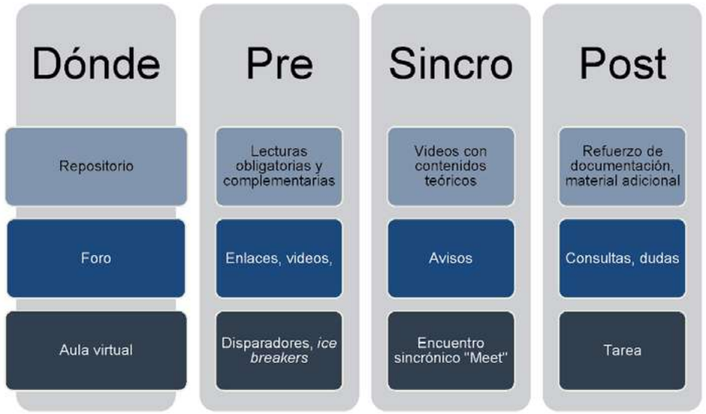


Figura 1. Espacios de interacción entre docentes y estudiantes

tema del día. Luego se desarrollan los conceptos teóricos haciendo referencia a casos concretos, ejemplos, analogías. Los contenidos teóricos son previamente grabados en cápsulas breves y concretas, de manera tal que puedan ser vistos más de una vez sin necesidad de repasar toda la clase. La modalidad de dictado virtual tiene la ventaja de permitir vincular las clases con herramientas multimedia, y se prioriza la discusión de los conceptos más que la repetición de definiciones y fórmulas disponibles en Internet.

Finalmente, la instancia de análisis post-clase, es cuando les estudiantes se ocupan de organizar la confección del trabajo práctico. Durante el encuentro se efectúa la lectura de la consigna y comentarios sobre dificultades que podrían surgir.

Al finalizar la cursada realizamos una encuesta solicitando a los estudiantes que nos evalúen como docentes, a opinar sobre los contenidos del programa, y a las modalidades de comunicación, además de invitar a realizar sugerencias para próximos años.

Trabajar y estudiar en el hogar

Las y los docentes, entre otres trabajadores, hemos oído más de una vez *"¡Qué suerte que trabajas desde tu casa!"* sin embargo, de nuevo, dependiendo de la situación habitacional de cada familia, esto puede no ser precisamente una fortuna.

Una de estas razones es que productividad y reproductividad se convierten en un continuado indefinido, donde la pérdida de enfoque y concentración hace que nada salga rápido y bien. Preparar clases, estudiar y corregir a la vez que se juega, cocina o se lava hace que el tiempo que demandan esas tareas sea mucho más que el de cada uno por separado, a penas compensando el tiempo de traslado que no perdimos.

Desde el punto de vista espacial ocurre algo similar, si el espacio para trabajar o participar de las clases es la misma mesa que usamos para comer, para hacer los deberes y hacer manualidades, nos va a llevar a entrar y salir del momento de enfoque en detrimento de la calidad y de la efectividad para realizar las tareas. Y sin dudas nos desalienta a aumentar la participación, en caso de tener la posibilidad, de encender micrófonos y preguntar, o de prender la cámara e interactuar para debatir (*Figura 1*).

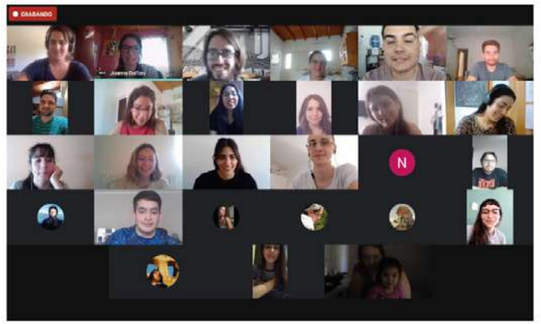


Figura 1. Estudiantes y docentes de AC1 en noviembre de 2020

Esta cuestión se manifiesta más evidentemente en el caso de docentes y estudiantes madres, quienes perdimos la posibilidad de contar con ayuda externa de instituciones o familiares en familias, donde ambos cuidadores se encuentran trabajando. Laura Leguizamón lo expone así: *"¿Y el teletrabajo? Aquí viene la parte interesante ¿sos diestra o zurda? No tiene importancia, vas a aprender a usar una sola mano ¿cuál? La que te queda libre, depende de qué lado se esté amamantando a la wawa. Tu rendimiento no será el mismo, apenas el que el sobre-esfuerzo permita. ¿Por qué contratar mujeres entonces? Porque sin trabajo reproductivo no podría haber trabajo productivo." (Leguizamon, 2020).*

Esta situación es un aporte más al debate feminista, que si bien es ajeno a los objetivos de esta comunicación, representa la dicotomia "maternar vs. desarrollar una carrera profesional" en la que nos encontramos una gran parte de las docentes.

Sostener actividades sincrónicas virtuales respetando la franja horaria completa de cursada presencial no es posible ni recomendable. Se debe fomen-

tar "*la flexibilidad que permita a todo su personal de manera igualitaria conciliar las responsabilidades del hogar y del cuidado con las actividades laborales*" ((CIM) Comisión Interamericana De Mujeres, 2020). Además, la vulnerabilidad de las conexiones de internet o datos de celulares no permiten sostener el clima de la clase durante 4 horas. Por este motivo, en Acondicionamiento y Confort revisamos los criterios de asistencia ya que estar "en línea" en el horario de cursada, sin participar, no es más meritorio que mirar la clase en otro momento y participar en los medios de intercambio asincrónicos.

Revisar nuestro hogar a la luz de los temas de la cursada

Quienes trabajamos o estudiamos de manera tele-presencial durante la pandemia tuvimos largas horas intramuros ya que además de las restricciones impuestas, se incrementaron las actividades mediadas por la tecnología, y la necesidad de capacitarse por medio de webinarios, y talleres online. La ocupación "normal" de la vivienda pasó a ser una ocupación "intensiva" y la diversidad de actividades que usualmente realizamos como trabajar, descansar, comer, jugar, pasaron a tener lugar en un sólo espacio.

A partir de entonces ese espacio nos condiciona físicamente con tanta intensidad que nuestra observación sostenida comienza a formular críticas, análisis, alternativas, soluciones. Lo bello se torna natural. Lo natural, defectuoso, y lo tolerable se vuelve insoportable. Y a la incertidumbre de atravesar la primera pandemia de nuestras vidas le sumamos las reflexiones sobre nuestro modo de habitar, y el placer que nos produce nuestra "habitación".

En este contexto, en el invierno de 2020 comenzamos a hablar de confort térmico, de resistencia térmica de los cerramientos y cómo influye en nuestra comodidad. Y luego también hablamos de energía, y cuánto nos cuesta -a nosotros y a la naturaleza- proporcionarnos calor, electricidad y comida caliente.

Surgieron consultas, ideas, sobre cómo poder intervenir sobre los espacios para estar mejor, ya que aprendimos estrategias de diseño bioclimático que toman partido de las condicionantes del sitio para mejorar las condiciones del clima interior. Y este tiempo de tensa calma y reflexión nos regaló el tiempo para ver lo que tuvimos siempre delante.

En marzo de 2021 inicia Acondicionamiento y Confort 2, y por sus contenidos, se pronunció esta autoevaluación. Los temas en los que más interés denotaron fueron las ventilaciones necesarias en las instalaciones de gas, y las protecciones contra cortocircuitos y sobreintensidades de las instalaciones eléctricas, además de consultas sobre los gabinetes y tableros seccionales. Más allá del trabajo práctico a resolver, los estudiantes manifestaban la necesidad de acondicionar las instalaciones por prevención y seguridad.

CONCLUSIONES

Acondicionamiento y Confort 1 y 2 son asignaturas de 3° y 4° año de la carrera de Arquitectura de la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño de la UNRN. Comenzaron a dictarse durante el período de aislamiento debido al COVID-19. Lo aprehendido durante la programación de una asignatura nueva, en un contexto nuevo y con condiciones totalmente novedosas tanto para docentes como para estudiantes nos impulsa a escribir esta comunicación, lejos de creer que lo realizado es meritorio, imitable o excelente, sino por la voluntad de hacer causa común con colegas, compartiendo nuestro sentir pasados ya dos años.

Desarrollamos 4 aspectos particulares: los contenidos de la asignatura, las estrategias implementadas para la virtualidad, las dificultades de trabajar y estudiar en el hogar, y la ejemplificación de cada uno de los contenidos revisando nuestro hogar a la luz de los temas de la cursada. Nuestras reflexiones sobre estos temas se exponen a continuación.

En cuanto a los contenidos de la asignatura, entendemos que son extensos y notamos que el interés de los y las estudiantes ameritaba un grado más de profundización sobre el tema, más allá de lo que estaba pautado en el apretado calendario. Por lo que, para los próximos años, en la presencialidad, pensamos en presentar los temas y que sean ellos quienes elijan el programa a medida, profundizando en 4 de los 5 temas, y dejando uno con la información básica, y así aprovechar los videos y el contenido creado para la virtualidad.

La didáctica implementada resultó medianamente adecuada, mostrando debilidades en la participación asincrónica. El foro es un recurso que les estudiantes utilizan poco, a pesar de la invitación a hacerlo, por eso pensamos en generar otras vías de comunicación por redes sociales para las próximas cursadas, pero sin dejar estimular prácticas que fomenten el desarrollo de la oralidad como capacidad de argumentación y expresión, necesaria en los asesoramientos que deberán poner en práctica en un futuro profesional.

La evaluación es otro aspecto a revisar a futuro, pensando en que la calificación numérica no es justa ni completa, y que podría verse enriquecida si se ampliara el objetivo a lo que se propone como evaluación del, para y cómo aprendizaje (Barberá, 2012). Es decir que además de evaluar el aprendizaje, la evaluación pueda contribuir a enseñarles a aprender y a auto evaluarse.

Nuestra reflexión sobre la cursada desde el hogar es que debe ser flexible o no ser. Porque cada casa es un mundo, y los deseos y voluntades de cada uno no siempre son consecuentes con las posibilidades concretas. Por eso reinterpretamos criterios como asistencia y participación en clase. Estar conectado no es estar atento, y no prender la cámara no significa que no está ahí pensando o tomando notas. Todo puede ser, y un mundo cambiante y virtualizado como el que nos toca vivir necesita de arquitectos y arquitectas capaces de adaptarse, y es nuestro rol repensar cómo deben ser enseñados y tratados para potenciar su ejercicios profesional.

El 2020 nos deja el vacío de más de 100.000 ausencias. Y es también un año en el que hemos aprendido mucho, nos hizo más fuertes y competitivas, a pesar del gran paréntesis, vacío de actividades realizadas, congresos y formaciones.

NOTAS

1 Aislamiento Social Preventivo Obligatorio por Decreto Presidencial N° 297/20.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Ahumada Acevedo, P. (2002). *La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo.* Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.

· Barberá, E. (2012). Enseñar y evaluar para construir conocimiento. Evaluación. *Congreso Conectar Igualdad*. Congreso Conectar Igualdad, Jujuy. https://youtu.be/xpuyce9Qv1w

· (CIM) Comisión Interamericana De Mujeres. (2020). COVID-19 en la vida de las mujeres: Razones para reconocer los impactos diferenciados. *Cuaderno Jurídico y Político, 6*(15), 97–107. https://doi.org/10.5377/cuadernojurypol.v6i15.11159

· Dorato, M. (2017). Didáctica en la formación de profesores universitarios. EN: S. Achucarro, N. Hernández y D. Di Domizio (Comps.). Educación física : Teorías y prácticas para los procesos de inclusión. La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. (Colectiva y monográfica ; 3) Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.528/pm.528.pdf

· Gayol, M. L., Dorato, M., Jure, S. A., Vidal, F., Echaide, Ma. C., Rodríguez, A., Croce, L. di,, Romagnoli, L., Domínguez, Ma. E., Vidal, F., , Campano, M., Kluges, B. S. L. von, Piancazzo, V. M., (Eds.). (2018). *La educación física en la educación secundaria: Reflexión sobre las prácticas de la enseñanza*. Prometeo.

· Leguizamon, L. (2020). Maternar en tiempos de pandemia. *Ministerio de Salud Pública*. https://salud.larioja.gob.ar/web/index.php/noticias/informarteessalud/maternar-en-tiempos-de-pandemia.

EL ESPACIO VIVENCIAL PERSONAL COMO ANCLAJE INTRODUCTORIO EN EL CONOCIMIENTO DE LAS SOLICITACIONES DEL MEDIO EN TECNOLOGIA

THE PERSONAL EXPERIENTIAL SPACE AS AN INTRODUCTORY ANCHOR IN THE KNOWLEDGE OF THE REQUESTS OF THE ENVIRONMENT IN TECHNOLOGY

Carlos Eduardo Fenoglio
Federico Moretti
Leonel Perez
Julia Alejandra Romero
Agustín Terra Loredo

Introducción a las Construcciones N

Centro de Estudios de Diseño
FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—
cafenoglio@gmail.com

RESUMEN

Este Práctico se desarrolla en la asignatura Introducción a las Construcciones del área tecnológica-constructiva, primer año, de la carrera de Arquitectura, FAUD, UNMDP, y describe la experiencia de la componente tecnológica en arquitectura.
Su propósito es orientar la mirada, la percepción desde lo cotidiano hacia lo disciplinar tecnológico, a partir de la observación sistemática de un lugar conocido, su dormitorio. Su realización comprende tareas de relevamiento, interpretación, modelización, investigación y análisis. Se reflexiona sobre lo existente, comparándolo con lo ideal especifico de cada solicitación para concluir en alternativas superadoras.
Se plantea como espacio inicial de clarificación y anclaje de las temáticas del área para aprehender una realidad material de difícil síntesis.

PALABRAS CLAVES: tecnologías – materialidad – análisis – disciplinar

ABSTRACT

This Practical is developed in the subject Introduction to Constructions of the technological- construction area, first year, of the Architecture career, FAUD, UNMDP, and describes the experience of the technological component in architecture.
Its purpose is to guide the gaze, the perception from the everyday to the technological discipline, from the systematic observation of a known place, his bedroom. Its performance includes tasks of survey, interpretation, modeling, research and analysis. It reflects on what exists, comparing it with the specific ideal of each request to conclude on superior alternatives.
It is proposed as an initial space for clarification and anchoring of the themes of the area to apprehend a material reality of difficult synthesis.

KEY WORDS: technology – materiality – analysis – discipline

INTRODUCCIÓN

Introducción a las Construcciones turno noche es una de las dos ofertas académicas de cátedras paralelas que ofrece la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata en su Plan de estudios 2019, correspondiente al Departamento de Arquitectura y ubicada en el área Tecnológico-Constructiva, Sub-área Construcciones y a su vez pertenece al Ciclo Introductorio que abarca el primer año de la carrera.

La propuesta de la cátedra tiene como propósito lograr una articulación con la enseñanza media para introducir al estudiante en la aproximación a los conocimientos básicos disciplinares y en el específico del quehacer arquitectónico, sentando las bases teórico-prácticas que evolucionaran en el trascurso de su carrera universitaria.

Estructura y ordena un sistema de complejidades crecientes, donde el estudiante aprende mediante la ejecución cíclica de resoluciones de problemas sistémicos y específicos. Alcanzando los conocimientos tecnológicos de manera unificada y totalizadora al proyecto arquitectónico, por medio de la observación, formulación de preguntas y la práctica que traduce en nuevos conceptos a ser aprendidos y el espacio de la teoría como insumo necesario para la formación disciplinar.

El presente trabajo narra la producción parcial de las actividades desarrolladas en la primera etapa de la asignatura. El Práctico de Solicitaciones menciona las conclusiones del sujeto con relación al aprendizaje abordado en aquella instancia.

El docente será el conductor del proceso de enseñanza, orientando al estudiante hacia aquellos saberes curriculares, será moderador disciplinar, organizador de información, mediador, investigado, transmisor de cultura, estimulador y facilitador de los mismos.

Permitirá que el estudiante tenga contacto directo con el objeto de conocimiento, logrando una interacción entre sujeto y objeto. Logrando que el estudiante desarrolle un proceso de reflexión, uniendo ambos conocimientos y alcanzar uno nuevo. Enseñar al estudiante a llevar a la práctica lo aprendido para que este conocimiento sea asimilado por completo y logre ser un aprendizaje perdurable. Dice Paulo Freire[1] “Un profesor que piensa acertadamente deja visualizar a los educandos que una de las bellezas de nuestra manera de estar en el mundo y con el mundo, como seres históricos, es la capacidad de conocer el mundo al intervenir en él”

En este proceso didáctico aprender-enseñar-orientar, todas las partes son importantes. Los métodos, técnicas y recursos utilizados serán indispensables en el sistema. Siguiendo con Freire[2], Enseñar no es transferir conocimiento, es crear las posibilidades de su producción. Enseñar exige buen juicio, convicción de que el cambio es posible, seguridad, compromiso, competencia profesional y generosidad.

DESARROLLO

Los Contenidos de la asignatura se desarrollan en Bloques Temáticos (Figura 1), que contienen Unidades relacionadas que constituyen marcos de referencia para planificar y organizar experiencias de aprendizaje alrededor de áreas comunes de conocimiento, proporcionan una organización y estructura. Agrupan contenidos y obtienen la denominación de aquel que se considera su rasgo principal.

A cada Bloque Temático le corresponde un Práctico referenciado con el mismo, el presente trabajo corresponde al Bloque 1 denominado Propiedades y Materiales, desarrollado en el primer tramo del aprendizaje de la asignatura, y agrupa las solicitaciones del entorno y las propiedades de los materiales

Fig.1: Bloques y Contenidos de ICN | Fuente: elaboración propia

Las temáticas desarrolladas abarcan: El Sitio, Sistemas y subsistemas, Propiedades de los Materiales, Peso específico, Comportamiento Mecánico, Acondicionamiento Térmico e higrotérmico, Propiedades hidrófugas y Acondicionamiento Acústico.

PRÁCTICO DE SOLICITACIONES (PS)

Este práctico tiene como propósito orientar la mirada, la percepción desde lo cotidiano hacia lo disciplinar tecnológico, a partir de la observación sistemática de un lugar conocido, cercano, vinculado a su cotidianeidad, siendo en esta primera instancia, su dormitorio, como lugar conocido, que forma parte de su hábitat cotidiano.

Entendiendo que el espacio imaginado como idóneo debe concebirse en términos Constructivo- Tecnológicos, es decir a través de materiales adecuados, dando respuesta a las distintas solicitaciones, es objetivo de este que el estudiante entienda la arquitectura a partir del material y su respuesta al medio y su entorno: y comprender el diseño constructivo en función de la respuesta a las distintas solicitaciones. Abarca los objetivos y contenidos del Bloque 1, tomando como base las Conferencias, el desarrollo del práctico en el taller y la dinámica de reflexiones parciales y finales al finalizar cada clase.

Su tiempo de ejecución es de 12 clases. Su presentación es en formato papel o virtual, en hojas asimilables a A4, con caratula con datos del estudiante e institución, y cada lámina u hoja contendrá un rótulo identificatorio del estudiante y la parte referida, ambos suministrados por la cátedra. La realización y presentación es individual, con representación libre, siendo condición que sea legible y original. El PS está dividido en 7 partes; 1-El Sitio; 2-Sistemas y Subsistemas; 3-Comportamiento Mecánico; 4-Acondicionamiento Térmico; 5-Comportamiento Higrotérmico; 6- Problemas y Soluciones Hidrófugas; y 7-Acondicionamiento Acústico.

El trabajo inicia con un relevamiento sensorial, descriptivo y de investigación del Sitio donde está ubicada la vivienda del estudiante, Parte 1 (Figura 2). Incluye: Geografía: Ubicación Ciudad, Hidrografía, Altura sobre nivel de mar, Orografía y Vegetación; Clima: tipo, latitud, longitud, Ubicación del Norte, Vientos predominantes según época del año, temperaturas máximas y mínimas anuales, y lluvias según época del año y precipitaciones; Tipos de

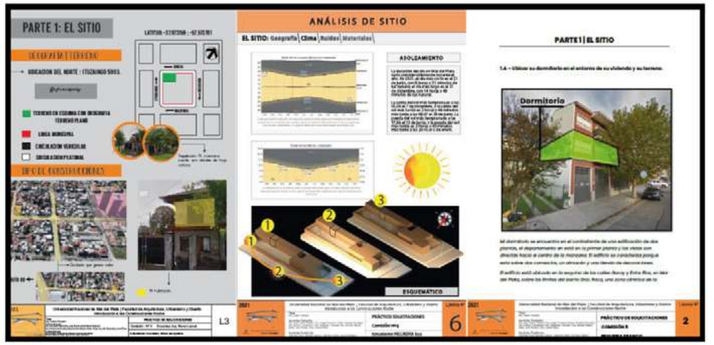


Fig.2: Parte 1 - El Sitio | Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

construcción: una o más plantas, unifamiliar o multifamiliar, residencial, comercial, educacional o industrial; materiales predominantes del entorno; y ruidos cercanos: vehiculares, peatonales o de uso. Finaliza con la ubicación del dormitorio en su vivienda y luego aquel apoyado sobre el terreno.
En la Parte 2, Sistemas y Subsistemas (Figura 3), el estudiante identifica los subsistemas de envolvente y estructura, menciona en los primeros los cerramientos horizontales y verticales de su dormitorio y en el segundo su tipo de estructura, portante, independiente o mixta. Finalmente distingue los elementos que intervienen dentro del subsistema envolvente; techo, muros, piso. Sera objetivo de esta parte que el estudiante conceptualice la vivienda como un sistema y la envolvente, estructura e instalaciones como subsistemas necesarios para la conformación de esta.

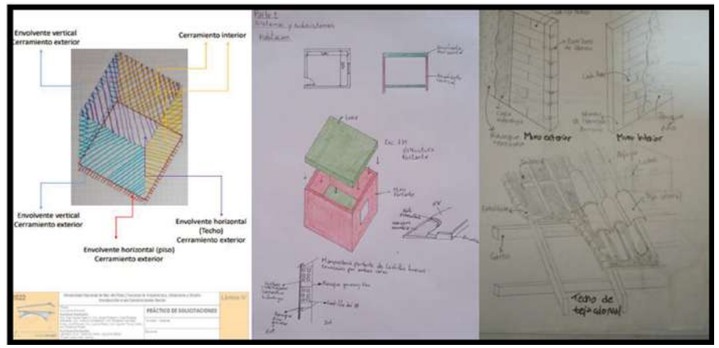


Fig.3: Parte 2 - Sistemas y Subsistemas | Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2022

Para el análisis del Comportamiento Mecánico (Figura 4) correspondiente a la parte 3, identifica el tipo de estructura, portante, independiente o mixta; en un esquema de una parte de su dormitorio que incluya techo-muro-abertura-cimiento, determina el recorrido de cargas hasta el nivel del suelo y reconoce los esfuerzos y deformaciones a que están sometidas las partes del subsistema estructural de su dormitorio. Luego establece los pesos de las partes y la Tensión a nivel de suelo de ese sector y la compara con la Tensión admisible de su suelo. El cálculo culmina con un cambio de Tensión admisible muy baja para reflexionar sobre posibles soluciones.
Entender el recorrido de cargas hasta el nivel del suelo y la tensión que esas fuerzas generan sobre el mismo es parte de los objetivos de esta instancia. Culmina con un esquema del muro del dormitorio a una escala de 1:20 donde se identifica la parte correspondiente al Comportamiento Mecánico.

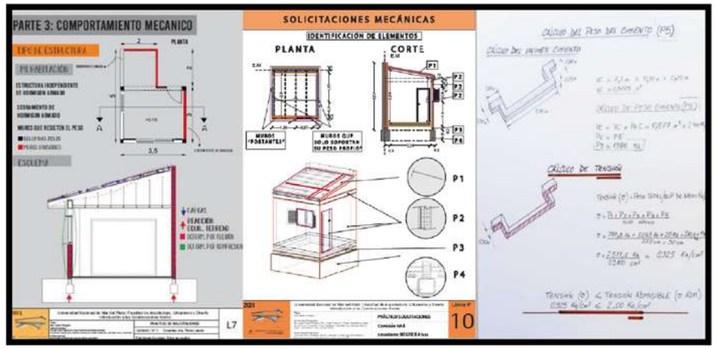


Fig.4: Parte 3 - Comportamiento Mecánico | Fuente: elaboración propia, estudiantes ciclo 2021-22

En el Acondicionamiento Térmico (Figura 5) correspondiente a la Parte 4, el estudiante a partir de un esquema en planta de su dormitorio determina donde considera que hay perdidas de calor. Calcula la Resistencia Térmica (R) y Transmitancia Térmica (K) de cada subsistema con pérdidas, se apoya en esquemas gráficos, señaliza materiales y acota las partes, y luego determina el Flujo Térmico (Q) de las partes y total del dormitorio acompañado con sus respectivos esquemas superficiales. Culmina con un análisis integral de las pérdidas de kilocalorías sobre hora de su dormitorio teniendo en cuenta la Transmitancia Térmica (K), las superficies y las perdidas por hora de cada parte y del todo. La práctica continua con una propuesta de mejora teniendo en cuenta la relación opaco-vidriado de las partes, y los K comparados con los K admisibles de la región. Será objetivo particular en esta parte, que el estudiante reconozca el Ahorro Energético como pauta de diseño, en sus distintas escalas y en particular en la referida al acondicionamiento térmico de la envolvente. El trayecto se concreta con el esquema del nuevo muro, en escala 1:20, donde identifica la función mecánica y térmica.
El estudiante se adentra en lo que denominamos Confort Higrotérmico relacionado a la constancia de temperatura y humedad. Para conseguirlo deberá controlarla la radiación de los materiales circundantes y principalmente de los cerramientos del edificio, teniendo en cuenta su temperatura y capacidad calorífica; la temperatura ambiente del aire; la velocidad del aire; y la presión parcial de vapor de agua del aire en el ambiente. En la parte 5 (figura 6), teoriza sobre la definición de condensación, causas y tipos de condensación en su dormitorio y posibles soluciones. Detecta puentes térmicos y posibles rediseños. Sera objetivo de estas propiedades que el estudiante conceptualice el fenómeno de condensación como perjudicial al Confort de su dormitorio y entienda que un diseño bioclimático dará soluciones al Ahorro Energético. Este tramo lo completa con un esquema del nuevo muro, identificando función mecánica, térmica e higrotérmica.

Fig.5: Parte 4 - Acondicionamiento Térmico | Fuente: elaboración propia, estudiantes ciclo 2021-2022

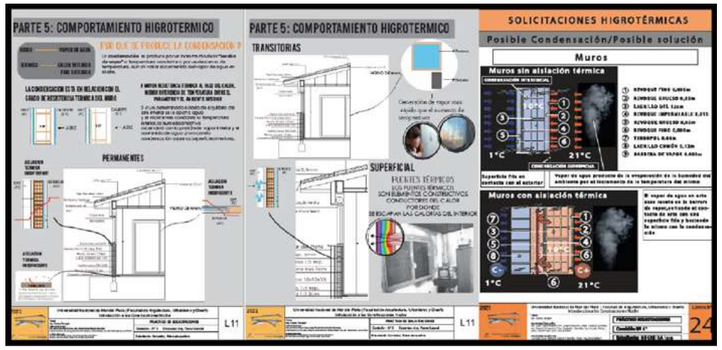


Fig.6: Parte 5 - Comportamiento Higrotérmico | Fuente: elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

En la parte 6, Problemas y Soluciones Hidrófugas (Figura 7), el estudiante deberá entender el agua como necesaria para vivir, pero un problema cuando la misma ingresa a nuestras casas sin control. Determina el potencial ingreso de agua, sus patologías y posibles soluciones en distintas escalas, siempre entendiendo el diseño constructivo y los materiales como necesarios para dar una respuesta acertada. Se ultima esta instancia con un esquema del nuevo muro, ahora identificando la parte mecánica, térmica, higrotérmica e hidrófuga.
Atender el problema que representa el ruido para el ser humano y desarro-

llar habilidades para comprender la relación de los materiales, sus masas y sus superficies con la aislación acústica de un cerramiento vertical y el análisis integral acústico, son parte de los objetivos planteados en esta instancia de la parte 7 del PS. En el mismo el estudiante determina la fuente sonora exterior, los materiales adecuados para una aislación acústica, primero analizando por ley de mases la aislación en 1m2 de superficie, y luego por monograma de particiones mixtas determina la aislación total de cerramiento. Analiza superficies opaco-vidriado y/o incorpora o cambia materiales de mayor masa en el rediseñará del cerramiento para dar una respuesta de aislación acústica. En su interior ejecuta un estudio de absorción, determinado por materiales existentes. El ejercicio finaliza con la presentación del muro definitivo, donde da respuesta e identifica las funciones mecánicas, térmicas, higrotérmicas, hidrófugas y acústicas (figura 8).

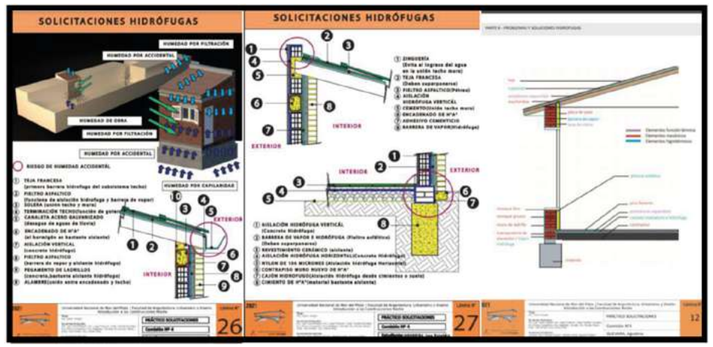


Fig.7: Parte 6 - Problemas y Soluciones Hidrófugas | Fuente: elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

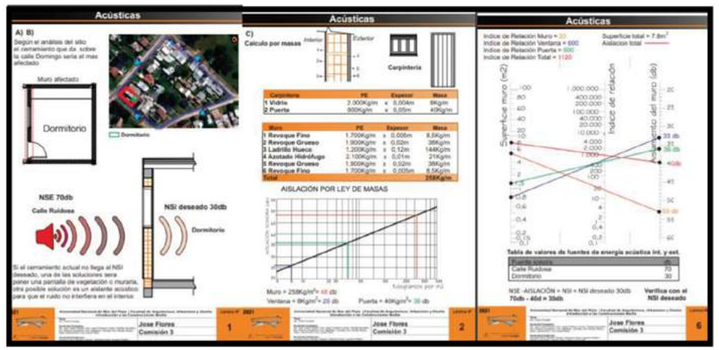


Fig.8: Parte 7 - Acondicionamiento Acústico | Fuente: elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

EVALUACIÓN PS

Toda evaluación tiene un proceso cíclico a saber: 1-Definición de objetivo de aprendizaje; 2- Construcción de indicadores y criterios; 3-Construcción del Instrumento y de la actividad de evaluación; 4-Implementación de la clase; 5-Aplicación del instrumento y/o recolección de evidencia; 6-Sistematización de la evidencia; y 7- Toma de decisiones.

Entendiendo la misma como una instancia más del proceso enseñanza-aprendizaje con objetivos determinados y planificación de sus estrategias, procurando el desarrollo de la observación crítica y reflexiva de procesos y productos propios y de sus pares.

Las instancias de evaluación continua son incorporadas a la propuesta a través de acciones periódicas que permitan la superación consiente del error.

Para el estudiante, determinará comprobar si ha producido conocimientos y para el docente, verificar como se produce el aprendizaje.

El proceso es constante y se establecen distintos niveles de verificación de resultados parciales o finales en el transcurso del práctico.

En las Dinámicas de Reflexión, al cierre de cada clase, se inician las primeras verificaciones parcialmente de los objetivos planteados en esa Unidad temática, en relación con los contenidos establecidos. Estas instancias permiten al docente tomar referencias del estado de conocimientodel grupo en general e individualmente, a fin de realizar los ajustes necesarios pertinentes de la acción docente y del aprendizaje del estudiante en situaciones anteriores a las preentregas de los Prácticos.

Las preentregas del Práctico de Solicitaciones constan de dos instancias, la primera incluye desde la parte 1 a 3, y la segunda de 4 a 7, servirán como otra instancia parcial de evaluación; allí el docente tomará registro de estas para posteriormente realizar los ajustes necesarios orientando a los estudiantes para alcanzar los objetivos planteados.

La entrega definitiva del práctico será la instancia previa de verificación a la Evaluación, aquí el docente verificará aquellos objetivos no alcanzados, para reforzar los mismos previo a la evaluación parcial.

El Bloque cierra con una Evaluación escrita y oral sobre el Práctico de Solicitaciones.

Entre los aspectos básicos a evaluar destacamos: Conceptos terminológicos, Vocabulario técnico, Manejo de Bibliografía, Relación entre los conocimientos adquiridos y coherencia entre los distintos sistemas de comunicación.

El proceso y el resultado son interdependientes y serán ponderados en todos los aspectos en el transcurrir del curso.

La evaluación, es entendida desde el punto de vista del sujeto, permitiéndole al mismo utilizar al evaluador para consolidar o modificar su aprendizaje, en el camino de la consolidación de su relación cognitiva entre los objetos. Pero estamos inmersos en un sistema formal de aprendizaje con un compromiso académico (Universidad Pública) y social (ejercicio profesional), por ello las evaluaciones serán ponderadas con un número que representa un criterio de valoración.

Los criterios de promoción están explicitados el primer día de clases de la presentación de la Cátedra y formalizados en la presente propuesta.

CONCLUSIONES

La Arquitectura en un echo integral, para su estudio el Plan de estudios de la carrera determina áreas de conocimiento y ciclos con distintas asignaturas, cada una de ellas con diferentes Unidades Temáticas relacionadas, según nivel de estudio, con el recorte del campo disciplinar. En esta instancia, de las primeras clases del primer año de la carrera de arquitectura, en un área como la tecnológica, resulta un desafío proponer situaciones didácticas que faciliten al estudiante realizar la síntesis y asociación conceptual del aprendizaje.

Este Práctico de Solicitaciones (PS) es una primera instancia para lograr la integración de aquellos saberes desarrollados en contacto con su dormitorio, espacio conocido y vivido por el estudiante.

Su aporte, como base de la complejidad ascendente de saberes y aprendizajes propios del avance académico en general y el particular de la subárea construcciones, intenta aportar elementos en la conformación de la información técnica en la conceptualización y concreción de la obra de arquitectura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Freire, P. (2012). Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa. 2° ed. 4° reimp. Buenos aires (Argentina). Ed. Siglo Veintiuno.

· Fenoglio C. (2019). Propuesta presentada en el Concurso Público de Oposición y Antecedentes. Mar del Plata 21 de octubre de 2019. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata. Disponible en: https://campusfaud.mdp.edu.ar/course/view.php?id=55

EL VÍNCULO ENTRE LA PROYECTUALIDAD Y LA MATERIALIDAD A PARTIR DEL ANÁLISIS DE UNA OBRA REFERENCIAL

THE LINK BETWEEN PROJECTUALITY AND MATERIALITY FROM THE ANALYSIS OF A REFERENTIAL WORK

Julia Alejandra Romero
Carlos Eduardo Fenoglio
Federico Moretti
Leonel Perez
Agustín Terra Loredo

Introducción a las Construcciones N

Centro de Estudios de Diseño
FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—
cafenoglio@gmail.com

RESUMEN

La secuencia didáctica tiene como objetivo establecer un vínculo entre la actividad proyectual y la materialidad con la que una obra se hace presente, procurando enlazar ambas variables en las propuestas de proyecto y motivar al estudiante a su consideración integrada. A partir de obras referenciales, el estudiante analiza el contexto y la función por la cual fue concebida. Reconoce los distintos subsistemas y en ellos la elección de las tecnologías y los materiales que dan respuesta a las solicitaciones, y luego los compara con los existentes en su región. Representa los objetivos planeados en la Unidad Temática, Arquitectura y Materialidad, y se enmarca en la asignatura Introducción a las Construcciones del área tecnológica-constructiva, primer año, de la carrera de Arquitectura, FAUD, UNMDP. El Práctico se presenta como espacio de reflexión entre áreas del conocimiento, con decisiones estratégicas en los procesos pedagógicos.

PALABRAS CLAVES: materiales – tecnologías – didáctica

ABSTRACT

The didactic sequence aims to establish a link between the project activity and the materiality with which a work is present, trying to link both variables in the project proposals and motivate the student to its integrated consideration. From reference works, the student analyzes the context and the function for which it was conceived. Recognizes the different subsystems and in them the choice of technologies and materials that respond to the requests, and then compares them with those existing in your region. It represents the objectives planned in the Thematic Unit, Architecture and Materiality, and is part of the subject Introduction to Constructions of the technological-construction area, first year, of the Architecture career, FAUD, UNMDP. The Practical is presented as a space for reflection between areas of knowledge, with strategic decisions in the pedagogical processes

KEY WORDS: materials – technologies – didactics

INTRODUCCIÓN

El estudiante forma su propio entramado cultural, el del campo específico de competencias, más o menos generalizada y en el más amplio, intentando "organizar" entre sí las informaciones desde el día de su nacimiento.
Para la formación del arquitecto, también es necesaria una "disciplina" didáctica que sepa construir en el estudiante una parrilla de necesidades para orientarse en la adquisición de las informaciones y de las experiencias.
Desde su primer día en la Universidad, en sus primeras prácticas proyectuales, el estudiante debe insertarse en la disciplina entendiendo que una obra de arquitectura deberá concebirse teniendo en cuenta el triángulo vitruviano de solidez-utilidad-belleza. En su reinterpretación de aquel triángulo Quaroni L. afirma que la obra arquitectónica es el resultado, de los contenidos sociales y de las razones "institucionales" por las que una determinada sociedad o poder requiere una obra arquitectónica (utilidad), y que estas razones "humanas" deben ser la base de toda buena proyectación; esa estructura espacial considerada como idónea para responder a la demanda social deberá concebirse en términos constructivo-tecnológicas (solidez) es decir con el empleo de materiales adecuados, que sea resistente estáticamente, pueda protegerse del calor, del frío, del ruido, del sol, la humedad, los ojos y manos indiscretas; finalmente ambas operaciones hay que hacerlas sirviéndose de las capacidades de control proporcionada por la "cultura" arquitectónica que tiende a que utilidad y solidez anulen sus incompatibilidades recíprocas para transformarse en arquitectura, es decir la resultante belleza. Entendido el concepto de aquella orientado al uso adecuado y racional de la materialidad de la obra.
Continua Quaroni L. afirmando que serán las escalas las que definirán desde que vértice del triángulo se iniciará el proceso.
El triángulo se construye primero en los vértices y luego en sus lados, para tener finalmente el triángulo entero.

DESARROLO

Establecer un vínculo entre la actividad proyectual y la materialidad siempre es un desafío en la enseñanza de las carreras de arquitectura, más si la asignatura se encuadra en el área tecnológica-constructiva y corresponde al primer año de la carrera.
La asignatura en cuestión, se divide en tres bloques temáticos, relacionados y con complejidad ascendente, con sus respectivos contenidos; Bloque 1: Propiedades y Materiales, desarrollado en el primer tramo del aprendizaje de la asignatura, y agrupa las solicitaciones del entorno y las propiedades de los

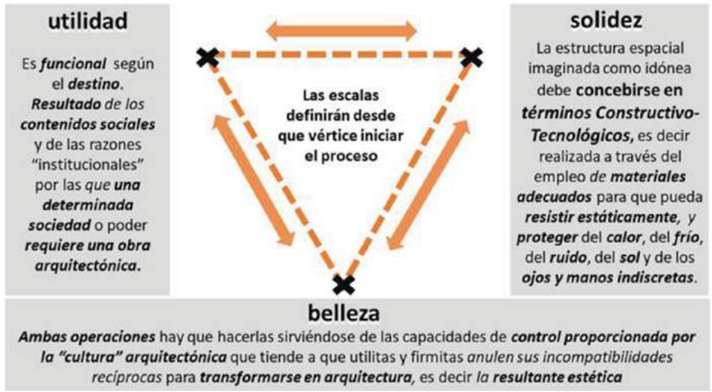


Fig.1: Reinterpretación triángulo Vitruviano de Quaroni L. Fuente: elaboración propia

materiales; Bloque 2: Materialidad y Arquitectura, correspondiente al segundo tramo, y asocia los materiales de construcción, características, comportamiento ante las distintas solicitaciones del medio, de la producción a la obra y sus tecnologías regionales; Bloque 3: Integración y Diseño, al finalizar el ciclo y nuclea la conceptualización de las distintas solicitaciones como pautas de un diseño sustentable asociado a la elección de diferentes materiales y sus tecnologías regionales.

PRÁCTICO DE MATERIALES (PM)

Dice Guadagna R., La forma del espacio arquitectónico no podría ser concretada ni apreciada si no fuese a través de su construcción: materialización y su materialidad. Por ello el Practico de Materiales (PM) como secuencia didáctica, tiene como objetivo establecer ese vinculo entre la actividad proyectual y la materialidad a partir del estudio de una obra referencial.
Impulsando desde su análisis hacia lo disciplinar tecnológico, y a partir de la observación sistémica de obras de arquitectura de referencia (objetos de estudio), se desarrollan ejercicios de simulación con los objetivos y contenidos correspondientes a las distintas Unidades Temáticas que conformar el Bloque 2.
Con las obras seleccionadas por la cátedra y presentadas por docentes invitados de la facultad, el estudiante analizará el contexto y función por la cual fue concebida la obra, reconocerá la elección de las tecnologías en los distintos subsistemas, e identificará los distintos materiales que dan respuesta a las solicitaciones, para luego compararlos con los existentes en el mercado local.
En síntesis, deberá comprender la obra de arquitectura dentro de los siguientes parámetros:

- Contexto: datos del lugar, clima, ruidos, sociocultural, históricos, productivos, tradiciones
- Programa, entendido con la finalidad de uso de espacio arquitectónico
- Espacio: la búsqueda del ámbito espacial y sensorial que albergue a ese programa. Siendo la tecnología y los elementos materiales que componen la obra quienes determinan sus características.
- Tecnología: entendida y definida como la concepción estructural y material del espacio pensado/analizado, donde se involucran las propiedades físicas y sensitivas de los materiales y la función/funcionamiento de estos
- Lenguaje: como respuesta a ese espacio pensado/analizado y respuesta tecnológica (uso de materiales), despojado de lo superfluo. Donde el concepto de "belleza" será entendido en un uso adecuado y racional de los recursos de la materialización de la obra.

El práctico tiene dos instancias de investigación, la propia de la obra de referencia y los materiales del mercado local.
Las obras referenciales se presentan en Conferencias acompañadas con material específico que contendrá una breve memoria descriptiva, planta de conjunto, planta, cortes, vistas e imágenes de cada una de ellas.
Para el Ciclo 2021, las 6 obras referenciales (Figura 2) fueron presentadas, dos de ellas por sus coautores, casa en Capilla del Monte, Córdoba, por la Arqta. Mariela Marchisio y Casa de Bloques en la Pedrera, Uruguay, por el Arq. Marcelo Gualano; y las cuatro restantes, Cabañas Morerava, Muda 2, Pabellón experimental del Ladrillo y Conceptos Plásticos, por el docente invitado Arq. Roberto Guardagna.
Se acompaña a su vez, por Conferencias de los distintos grupos de las familias de materiales (Pétreos Naturales, Cerámicos, Aglomerantes, Maderas, Metales, Plásticos y Vidrios). Organizando las exposiciones desde la materia prima hasta la puesta en obra.
El PM este dividido en 7 partes (Figura 3) a saber: 1-Contexto; 2-Elementos Gráficos de la obra Referenciada; 3-Identificar los materiales utilizados; 4- Tecnologías utilizadas en los subsistemas; 5- Análisis de las distintas solicitaciones; 6- Materiales de la Región y sus características; 7-Producción, Clasificación, Propiedades de un material en relación con un subsistema (estructura, cerramiento vertical u horizontal) a elección del grupo de estudiantes.
Su tiempo de ejecución comprenderá 12 clases. Su presentación es en forma-

to papel o virtual, en hojas asimilables a A3, con caratula y rótulo identificatorio en cada lámina, provistos por la cátedra. Su realización y presentación será en equipos de hasta 2 estudiantes con representación gráfica técnica.

Fig.2: Obras Referenciales ciclo 2021. Fuente: elección de cátedra

Figura 3: Práctico de Materiales (PM) Fuente: Elaboración propia

PRÁCTICO DE MATERIALES (PM)

El práctico inicia con el análisis del contexto en que fue concebida la obra y un relevamiento sensorial, descriptivo y de investigación del Sitio donde esta inmersa. La parte 1 incluye, Datos del lugar: Geografía, Clima, Materiales del entorno, Ruidos cercanos y Características particulares ha considerar para la implantación en ese contexto, además, sociocultural, histórica, de producción y tradicional (Figura 4). Será objetivo de esta etapa, que el estudiante relacione el contexto, el sitio, los materiales de esa región, sus características y sus tecnologías con la obra.

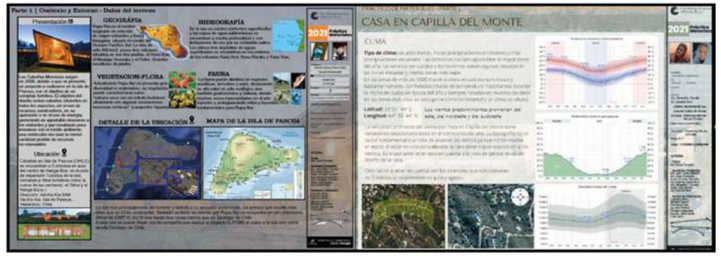


Figura 4: PM | Parte 1 | Contexto

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

En la parte 2, Elementos gráficos de la obra, se realizar los planos técnicos de la misma que incluyen, planta inserta en el terreno en escala 1:200, identificando el norte y acotando el terreno, los sectores cubiertos y semicubiertos; la planta en escala 1:50 donde señala las cotas parciales de los locales y espesores de los cerramientos verticales, siempre tratando de sintetizarlas, los niveles y cotas totales; dos cortes en escala 1:50, delimitando cotas parciales en altura y espesores de los cerramientos horizontales (techo-piso), niveles y altura total; Dos vistas en escala 1:50 (Figura 5). Será objetivo en esta etapa, que el estudiante se internalice en los planos técnicos, con elementos mínimos pero necesarios para entender la obra.

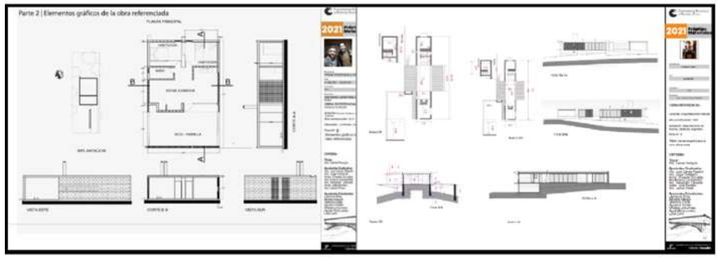


Fig.5: Parte 2 | Elementos gráficos de la obra

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

A partir de un corte en escala 1:20, de techo a piso, que atraviese una abertura, se identifica cada uno de los materiales que conforman los distintos subsistemas (cerramiento horizontal techo, cerramiento vertical y cerramiento horizontal piso), correspondiente a la parte 3 del PM. Es objetivo en este proceso, establecer a que familia de materiales pertenece, su función en la obra, tipo de material, espesor, medidas y/o dosificación según corresponda y formas de comercialización. (Figura 6).

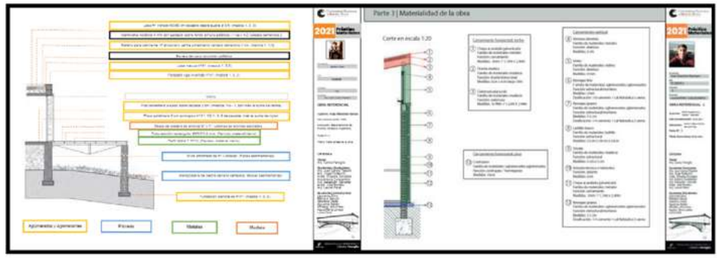


Fig.6: Parte 3 | identificación de materiales utilizados

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

Posteriormente determina las tecnologías utilizadas (Figura 7) en función de los materiales y la existente en la región, analiza la ubicación de los elementos que dan respuesta a las solicitaciones del medio y las características de su técnica y puesta en obra. Sera objetivo de esta Parte 4, que el estudiante relacione materiales y tecnología regionales, tipo de construcción húmeda o seca y si la mano de obra deberá ser o no especializada.

Fig.7: Parte 4 | Tecnologías utilizadas

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

En la parte 5, el estudiante, analiza las respuestas a las distintas solicitaciones del medio. Identifica el subsistema estructural, recorrido de cargas, esfuerzos y deformaciones; determina la transmitancia térmica de los subsistemas y el flujo total de la envolvente; identifica posibles patologías higrotérmicas; enuncia las resoluciones hidrófugas y los materiales emplea-

dos para tal fin; y complementa con un análisis integral acústico, determina si hay pantallas, tipo de aislación y absorción en la vivienda. (Figura 8). Sera objetivo de esta parte 5, que el estudiante visualice en distintas escalas, los materiales y tecnologías empleadas para dar respuesta a un siempre complejo acondicionamiento acústico.

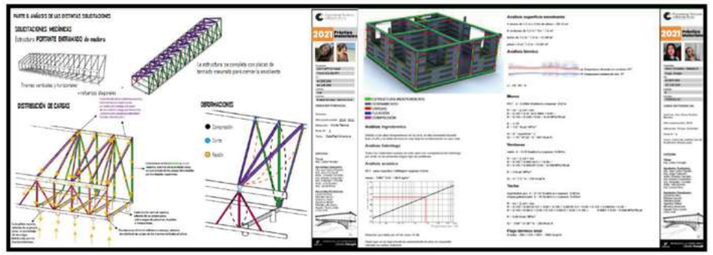


Fig.8: Parte 5 | Análisis de las distintas solicitaciones

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

Con respecto a los Materiales de la Región y sus características, que corresponden a la Parte 6, y en correlato con la parte 3, se investiga sobre la familia de materiales mas característica de la obra referencial, pero en la región donde vive el estudiante. Se determina su origen, materias primas, modo de producción y puesta en obra, formas de comercialización y costos. Es objetivo en esta instancia, que el estudiante relacione los materiales de la región, sus características y modos de producción hasta la puesta en obra, su traslado, comercialización y costos, como datos relevantes para la elección de estos en un futuro proceso de diseño. (figura 9).

Fig.9: Parte 6 | Materiales de la Región y sus características

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

El Práctico de Materiales finaliza con el diseño de un cerramiento de la envolvente, a elección de los estudiantes, tomando como referencia la obra analizada y las tecnologías y materiales existentes en el mercado local. Como objetivo, el estudiante deberá entender que tanto tecnologías como materiales serán característicos de una región y con ellos deberá dar respuesta a las solicitaciones. (Figura 10).

Fig.10: Parte 7 | Diseño de un nuevo subsistema

Fuente: Elaboración propia, estudiantes ciclo 2021

EVALUACIÓN

Siempre entendida desde el punto de vista del sujeto, donde este afianza sus saberes utilizando al evaluador para tal fin, en su camino de la relación cognitiva entre los objetos.

El Práctico de Materiales tiene varias instancias de verificación de aprendizajes.

Al cierre de cada clase, con la exposición de lo avanzado hasta ese momento, se exponen los distintos trabajos por comisiones docentes y se reflexiona sobre ellos, y en las dos instancias de preentrega donde los docentes, a partir de correcciones grupales de cátedra, verifica los aprendizajes y luego se refuerzan aquellos que no alcanzaron los objetivos planteados.

En la entrega final se realiza una exposición de los Prácticos por parte de los estudiantes con posterior devolución docente. En esta instancia, el estudiante consolida sus aprendizajes y el docente verifica los objetivos propuestos. Se reflexiona sobre los contextos, las respuestas a los distintos subsistemas, sus respuestas a las solicitaciones del medio, sus materiales y tecnologías, de todas las obras presentadas, integrando aquellos saberes siempre de difícil concreción.

CONCLUSIONES

El Práctico de Materiales plantea un aporte para lograr la integración de saberes de la asignatura y con las restantes de primer año en contacto con una obra referencial experimentada a partir de su investigación. Logrando una síntesis entre realidad e iconización que le permita pasar de una a otra de manera más amigable.

Sus componentes intentan lograr un aporte a la configuración de la información técnica en la organización de conceptos para formalizar una obra de arquitectura.

Compartir los resultados de esta experiencia resulta una necesidad para incluir estos abordajes en el ámbito de una continua formación profesional con retroalimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Quaroni, L. (1980). Proyectar un edificio. Ocho lecciones de arquitectura. 3° ed. Madrid (España). Xarait Ediciones.

· Fenoglio C. (2019). Propuesta presentada en el Concurso Público de Oposición y Antecedentes. Mar del Plata 21 de octubre de 2019. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata. Disponible en: https://campusfaud.mdp.edu.ar/course/view.php?id=55

PRÁCTICA EVALUADA GLOBALIZADORA EN TIEMPOS DE VIRTUALIDAD

GLOBALIZING EVALUATED PRACTICE IN THE VIRTUAL TIMES

Gilma Beatriz Goity
Nicolás Hernan Oteiza
Maria Tatiana Villén

Introducción a las Construcciones M

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—
gilma.goity@gmail.com

RESUMEN

Siendo que la vida del ser humano transcurre comparando y siendo referenciado, seleccionando, juzgando y evaluando, pareciera ser que en el proceso de enseñanza-aprendizaje el acto de evaluación debería verse como una instancia más del mismo y no como una meta o punto final.
La evaluación es parte fundamental en el aprendizaje. Mediante la misma, el docente puede “medir” la capacidad de hacer del estudiante. En Introduccion a las Construcciones se lleva a cabo a través de dos Practicas Evaluadas Globalizadoras.
En dichas prácticas, se proponen problemas que sólo pueden resolverse por vía de la acción y no de la memoria. Los “libros abiertos” son la base de este modo de evaluación.
Dada esta metodología, los tiempos de virtualidad no significaron un gran desafio a la hora de su implementación.

PALABRAS CLAVES: evaluación – experiencia – aprendizaje.

ABSTRACT

Being that the life of the human being passes comparing and being referenced, selecting, judging and evaluating, it seems that in the teaching-learning process the act of evaluation should be seen as one more instance of it and not as a goal or end point.
Assessment is a fundamental part of learning. Through it, the teacher can "measure" the student's ability to do. In the first level of the construction subjet it is carried out through two Globalizing Evaluated Practices.
In these practices, problems are proposed that can only be solved through action and not memory. “Open books” are the basis of this evaluation mode.
Given this methodology, the times of virtuality did not mean a great challenge at the time of its implementation.

KEY WORDS: test – experience – learning.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en la Propuesta Pedagógica de la cátedra INTRODUCCIÓN a las CONSTRUCCIONES Arq. GOITY turno Mañana (IC M), materia del Área Tecnológico-Constructiva del primer año de la carrera de Arquitectura, FAUD, UNMdP.

Tomando en cuenta que el ser humano recorre su vida en constante aprendizaje, y que adquiere, entretanto, hábitos de referencia, selección, comparación, juicio y evaluación, es válido pensar que en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, el acto de evaluación resulta una instancia más de dicho proceso, y no una meta o un punto de llegada. “Un rol de la evaluación, tal vez desconocido para algunos, olvidado para otros, es el que le otorga un sentido formativo. Es el rol que genera que la palabra evaluación trascienda a otras palabras como “nota”, “calificación”, “examen”, “constatación” o “acreditación”, que usualmente se confunden con ella. La evaluación así considerada se transforma en una oportunidad de aprendizaje propiciando procesos de regulación de los aprendizajes y de retroalimentación”. Zanabria (2014).

Dicha instancia resultará para el estudiante, el modo de comprobar los alcances en la construcción de sus propios conocimientos. Mientras que al docente le permitirá verificar cómo se produce el aprendizaje. El correlato entre los objetivos propuestos y los logrados. “...al diseñar las actividades específicamente destinadas a la evaluación de modo tal que los estudiantes pongan en juego estos procesos cognitivos, se propiciará que se generen nuevos aprendizajes, como resultado de las nuevas relaciones desencadenadas por esta situación. Es decir, según el tipo de cuestiones que se les plantean a los alumnos durante una prueba, por ejemplo, éstos pueden verse llevados a crear otros puentes cognitivos”. Ausubel, Novak y Hanesian (1986).

Si las modificaciones que ocurren en un sujeto en relación con un objeto (ya sea en cuanto a conocimiento, habilidades o actitudes) constituyen su aprendizaje, las evaluaciones consistirán en los caminos que nos permitan verificar que se produzcan esos cambios.

Tomada en cuenta desde el punto de vista del estudiante, la evaluación le permite consolidar su relación cognitiva con los objetos. Es así como una respuesta incorrecta o la resolución indebida de una situación problemática puede resultar un excelente disparador para la reflexión y el análisis, que lo conduzca a la comprensión de la situación planteada.Aunque, considerada desde el punto de vista formal, dado el compromiso con la Universidad y la sociedad, pone al docente ante la situación de calificar recurriendo a criterios de valoración. Resultará primordial determinar el límite mínimo de aprendizaje sobre un objeto, que garantice un correcto desempeño social del oficio de arquitecto.

En INTRODUCCIÓN a las CONSTRUCCIONES GOITY toda evaluación propone al estudiante situaciones problemáticas que sólo puedan resolverse por vía de la acción y no de la memoria. Los “libros abiertos” son la base de este modo de evaluación, en el concepto de que la memoria no es el camino para la construcción del conocimiento. A lo que se suma el propósito de reproducir en la instancia evaluatoria, el clima de trabajo de su futura vida profesional.

Dentro de la Propuesta Pedagógica de la cátedra, y de su plan de actividades docentes, son varias las actividades que se plantean como evaluatorias del proceso de enseñanza-aprendizaje del curso: el TRABAJO PRÁCTICO ÚNICO (TPU), el TRABAJO PRÁCTICO DE INVESTIGACIÓN (TPI), las 2 JORNADAS DE SEMINARIOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, el EJERCICIO INTEGRADOR (EI) y los dos PARCIALES.

Los PARCIALES, a los que denominamos PRÁCTICAS EVALUADAS GLOBALIZADORAS (PEG) son de desarrollo individual y de cantidad dos, uno al término de cada cuatrimestre, en fechas previstas por cronograma en concordancia con el calendario provisto por Secretaría Académica.

El nivel de aprendizaje debe ser alcanzado por todo alumno para ser promovido, con posibilidades de recuperación de evaluaciones, sin modificación del nivel de exigencia.

Para acceder a las PEG, los cuestionarios y ejercicios temáticos deberán estar desarrollados, y el TPU aprobado, todo hasta el nivel de temas incluidos en la evaluación. Las PEG son ejercitaciones de conocimientos y habilidades adquiridas, que permiten comprobar los niveles alcanzados por los alumnos. Incluyen dos instancias: una primera gráfica y escrita, y una segunda coloquial. En esta segunda instancia, que tiene lugar una o dos semanas después de la primera, el estudiante tiene la oportunidad de defender y optimizar el desarrollo de algunos temas en los que no llegó al nivel mínimo de aprobación (75% en cada ítem). Si el 50% o más de los objetivos temáticos no resultaron logrados en la primera instancia, entonces accederá a los recuperatorios a fin de año.

El estudiante puede disponer del material de apoyo que considere necesario (apuntes, libros, folletos, etc.), elegir el modo de realización adecuado, y dentro del tiempo de realización, puede empezar y finalizar las tareas a voluntad. Los temas son informados con anticipación como así también el puntaje asignado a cada uno de ellos dentro de la valoración total. Sus alcances son las exposiciones de los docentes, las temáticas desarrolladas en clase y la bibliografía específica. A la capacidad de resolución de las situaciones problemáticas planteadas se le suma la consideración del vocabulario técnico empleado, conceptos terminológicos, manejo de escalas y medios de expresión gráfica acordes al nivel introductorio de la materia, relación entre los distintos conocimientos como así también coherencia entre los diferentes sistemas de comunicación.(Fig 1)

Fig. 1: Estudiantes desarrollando la PEG en IC M GOITY

Fuente: Elaboración propia

METODOLOGÍA

Las actividades pedagógicas del 2020 de IC M, fueron precedidas, como todos los años, por el curso de ingreso organizado por la FAUD. Como parte de las actividades del mismo, cada cátedra desarrolló su Clase 0: presentación y exposición de la Propuesta Pedagógica a los nuevos ingresantes. El jueves 12 de marzo, día de dictado de la materia, tuvo lugar en el Aula Magna de la Universidad la conferencia de la Arq. GOITY, donde, además, presentó a su equipo docente. (Fig.2)

A la par, parte del equipo docente organizaba en los talleres asignados a la materia, una exposición de trabajos desarrolladosen los cursos anteriores. Así se invitó a los estudiantes, al término de la conferencia, a recorrerla y apreciarla. El desarrollo de estas actividades, como resulta obvio, fue presencial. La única instancia de contacto persona a persona entre estudiantes

y docentes del curso. (Fig 3 y 4)
El viernes 20 de marzo el gobierno nacional publica e informa a la población argentina el Decreto 297/2020: AISLAMIENTO SOCIAL PREVENTIVO Y OBLIGATORIO (ASPyO), luego de que con fecha 11 de marzo de 2020, la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), declarara el brote del nuevo coronavirus como una pandemia, con, hasta el momento, un número de personas infectadas por COVID-19 a nivel global de 118.554 y 4281 muertes en 110 países.

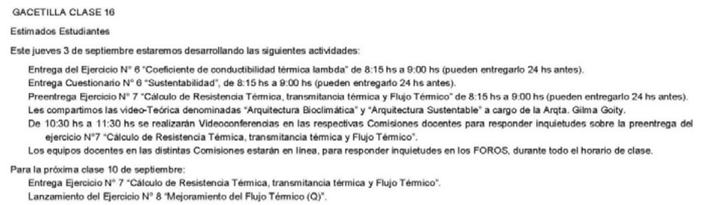
Fig. 2: Clase 0-Conferencia curso 2020 en IC M GOITY - Fuente: Elaboración propia | Fig. 3 y 4: Clase 0-Exposición curso 2020 en IC M GOITY - Fuente: Elaboración propia

Iniciado el período de pandemia COVID 19, en ese año 2020, a partir del ASPyO y la normativa que a posteriori presentaranuestra Universidad y la facultad, y previa capacitación y armado de la misma, comenzamos las actividades de manera virtual, utilizando la Plataforma presentada por la FAUD para tal fin.
Estábamos dando comienzo a la era virtual en el dictado de IC M. Nuevos desafíos para estudiantes y docentes.

DESARROLLO
Luego de participar en los cursos de capacitación respectivos, teniendo en cuenta la Propuesta Pedagógica de la cátedra, el Plan de Trabajo Docente (PTD) y los contenidos y objetivos institucionales y particulares de la asignatura, se reformularon los mismos para iniciar dicho proceso.
El primer paso fue diseñar un aula dentro de la Plataforma, con la convicción que, dentro de las posibilidades que el sitio ofrecía, resultase lo suficientemente flexible y amigable para que tanto los alumnos como el equipo docente se sintieran cómodos. Y muy especialmente, que nos comunicara con los estudiantes en el más cercano diálogo posible. La finalidad era reproducir en espíritu y concepto la vida de taller de los tiempos presenciales.
Se grabó un video de bienvenida, donde la profesora titular, desde el espacio conferido a IC M y como primer contacto en virtualidad,se propuso acercar la plataforma que nos albergaría en el proceso de aprendizaje 2020, a cada uno de los estudiantes. (Fig 5)

Fig. 5: Imágenes del Video Bienvenida al campus - curso 2020 en IC M GOITY
Fuente: Elaboración propia

Resultó ser una muy gráfica segunda Clase 0, adaptada, entonces, a la nueva realidad. El objetivo comenzaba a plasmarse en esa necesidad de mantenernos muy en contacto con los estudiantes y que nos sintieran cercanos, tanto como si estuviéramos compartiendo los talleres del edificio de la FAUD. Computadoras o celulares de por medio.
En este caso, se los invitaba a la primera clase formal de la materia, en el campus, para el jueves 30 de abril. Un mes nos había demandado a la comunidad de la FAUD preparar el nuevo escenario donde desarrollaríamos las actividades previstas para el 2020. En nuestro caso, idear el modo de desplegar la Propuesta Pedagógica de la materia y el PTD en la Plataforma asignada. Una definición fue clave: procuraríamos todos los medios de acercamiento y flexibilización para facilitar al estudiante la cursada de IC M, pero sin desmedro del cumplimiento de los objetivos que hacen al recorte disciplinar de la materia.
En el mencionado video incluímos un mensaje de Bienvenida que presentaríamos, además, en la portada del campus de la materia hasta el inicio formal de actividades.
Al ingresar a la plataforma, clase a clase, los estudiantes encontraríanuna gacetillaque anticipaba las actividades a desarrollar. (Fig. 6)



GACETILLA CLASE 16

Estimados Estudiantes

Este jueves 3 de septiembre estaremos desarrollando las siguientes actividades:

- Entrega del Ejercicio N° 6 "Coeficiente de conductibilidad térmica lambda" de 8:15 hs a 9:00 hs (pueden entregarlo 24 hs antes).
- Entrega Cuestionario N° 6 "Sustentabilidad", de 8:15 hs a 9:00 hs (pueden entregarlo 24 hs antes).
- Preentrega Ejercicio N° 7 "Cálculo de Resistencia Térmica, transmitancia térmica y Flujo Térmico" de 8:15 hs a 9:00 hs (pueden entregarlo 24 hs antes).
- Les compartimos las video-Teórica denominadas "Arquitectura Bioclimática" y "Arquitectura Sustentable" a cargo de la Arqta. Gilma Goity.
- De 10:30 hs a 11:30 hs se realizarán Videoconferencias en las respectivas Comisiones docentes para responder inquietudes sobre la preentrega del ejercicio N°7 "Cálculo de Resistencia Térmica, transmitancia térmica y Flujo Térmico".
- Los equipos docentes en las distintas Comisiones estarán en línea, para responder inquietudes en los FOROS, durante todo el horario de clase.

Para la próxima clase 10 de septiembre:

- Entrega Ejercicio N° 7 "Cálculo de Resistencia Térmica, transmitancia térmica y Flujo Térmico".
- Lanzamiento del Ejercicio N° 8 "Mejoramiento del Flujo Térmico (Q)".

Fig. 6: Ejemplo Gacetilla en campus virtual de IC M - Fuente: Elaboración propia

El campus de la materia se estructuró y subdividió de acuerdo a las actividades y al estilo pedagógico propio de IC M. Por un lado, las Unidades Temáticas a desarrollar en el curso, distribuidas en relación con los contenidos planteados, cuyos espacios se fueron cargando a medida que iban entrando en vigor. Por otro, la Propuesta Pedagógica donde se incluyó el sistema de cursado y modos de evaluación, aclarando que los mismos se modificarán según tiempos del ASPyO.). Y por último los espacios por Comisiones.
Se distribuyó a los estudiantes en siete (7) equipos coordinados por los auxiliares graduados acompañados por auxiliares estudiantes y adscriptos. Así se armaron las respectivas Comisiones virtuales, el equivalente a las presencia-

les del ámbito del taller de los cursos prepandémicos.
Cada Comisión dispuso de un FORO, donde tanto estudiantes como docentes, pudieron habilitar temas específicos (Cuestionarios, Ejercicios, TPU, etc.) a fin de consultar, responder, clarificar y/o reflexionar sobre ellos; de un CHAT como recurso no exclusivo de comunicación estudiantes-docentes; de los espacios de entrega de CUESTIONARIOS; los espacio de entrega de EJERCICIOS; espacios de pre-entregas y entregas del TRABAJO PRÁCTICO ÚNICO (TPU), todas actividades que desarrollarían a lo largo de la cursada; y VIDEOCONFERENCIAS a través de BIGBLUEBUTTOM, perteneciente a la misma Plataforma.
Algunas cuestiones que se tuvieron en cuenta desde el inicio de las actividades fueron: el particular posicionamiento de Introducción a las Construcciones como asignatura de Primer Año de la carrera de Arquitectura; la convicción de que la virtualidad no podría reemplazar a la presencialidad pero realizaríamos los mayores esfuerzos en generar espacios virtuales, estilos comunicacionales y creativos recursos con la finalidad de arribar al logro de los objetivos de la materia; flexibilidad en el esquema planteado como premisa para facilitar cierta asincronicidad de las actividades y que los estudiantes con problemas de conectividad, sea por datos o equipos, igualmente pudieran participar activamente de las mismas.
Asimismo, se resolvió la utilización exclusiva del día y horario de clases de la materia, para que los docentes respondan consultas de estudiantes, con la finalidad de no sobrecargar a unos ni a otros, niafectar o interrumpir las actividades de las demás asignaturas. Y que dicho intercambio se realizase en los FOROS para socializar el registro con sus compañeros.
En consonancia con la premisa de respetar las posibilidades de los estudiantes de conectarse tanto en sincronicidad como en asincronicidad con el desarrollo de las clases, se grabaron y fijaron en los sitios destinados a tal fin, la totalidad de las video-teóricas y las video-guías o módulos didácticos de apoyo a determinados temas, como las videoconferencias de intercambio entre estudiantes y docentes que iban teniendo lugar en las siete comisiones. Todo ello ayudaría a los estudiantes a consolidar clase a clase la construcción de su aprendizaje y por supuesto, contar con ese bagaje, para las instancias de repaso y desarrollo de las Prácticas Evaluadas Globalizadoras.
Como herramientas complementarias fuera de la plataforma utilizamos Instagram para difundir lasactividades semanales en un medio como es, muy frecuentado por el alumnado.
También organizamos un canal YouTube donde incluimostodo el material grabado, por cualquier dificultad que se presentara en el campus.
ZOOM o Jitsi para videoconferencias, consistieron en el llamado plan B, para los casos de colapso de la plataforma por multiplicidad de videoconferencias a una misma hora. La razón: compartimos horario de cursada con un taller Vertical de Construcciones I-II-III, Construcciones IV y asignaturas de Diseño Industrial.
Como era de esperar, también mereció un análisis exhaustivo el cómo adaptar los modos de evaluación de la cátedra a los nuevos tiempos de virtualidad. Y en ese rever los procesos evaluatorios, y en particular, los parciales o PEG, nos encontramos ante una situación inmejorable, comparativamente con otras cátedras que venían empleando diferentes criterios para esas instancias. Los libros abiertos en el Taller y en presencialidad, podrían replicarse de igual manera en virtualidad de un modo sencillo, casi sin alteraciones.
Como en los cursos prepandémicos, y de acuerdo a la Propuesta Pedagógica, el temario de cada PEG consiste en una serie de situaciones problemáticas concatenadas a resolver, donde algunos datos se convierten en variables que el docente señala en las distintas y diversas combinaciones posibles de modo tal que cada PEG es diferente a las demás. Y también como en los cursos anteriores al 2020, cada docente responsable de comisión preparó las PEG, señalando las variables, para entregar a los estudiantes. (Fig. 7 y 8)
Habiendo realizado como siempre, en la clase anterior, una jornada de repaso previa al parcial, media hora antes del inicio de la PEG, cada docente a cargo de comisión enviaba a todos sus estudiantes, por mail,su temario de examen. Con las consignas señaladas y personalizado con sus datos.
Invariable resultó la duración del parcial con respecto a los tiempos prepandémicos: las cuatro horas de actividad de la materia. Eso sí, los estudiantes trabajaron desconectados de cámaras, con todo el material bibliográfico a disposición y en la tranquilidad de sus hogares. Hasta el horario anunciado en el que debían compartir imágenes de su DNI, del temario y del desarrollo de su PEG, en sitio también indicado.Ese horario de entrega tenía en consideración un tiempo extra por cualquier dificultad en la carga.
Una vez analizado cada parcial por parte del equipo docente, a la par de la continuidad de actividades previstas en cronograma para el desarrollo de las temáticas siguientes, se dispuso de una franja horaria con turnos para la consecución del proceso evaluatorio. En primera instancia los estudiantes con todos los objetivos logrados. En dicho caso, y para compensar la diferencia entre la presencialidad en los talleres, y el desarrollo en sus hogares sin conexión al campus, se dispone coloquiar los conceptos principales de las situaciones problemáticas resueltas asertivamente, a modo de verificación. Un procedimiento necesario pero ágil en la mayoría de los casos. En segunda instancia los estudiantes con situaciones mixtas: algunos objetivos logrados a verificar, y otros, a corregir u optimizar, para procurar la aprobación de la PEG. Finalmente los estudiantes que no resolvieron aceptablemente un mínimo del 50% de las situaciones problemáticas, y que por lo tanto, pasarían a recuperatorio. Reafirmando la condición de la PEG como instancia de aprendizaje, siempre resulta muy provechoso para el estudiante este intercambio con su docente, analizando los porqués de los objetivos no logrados.

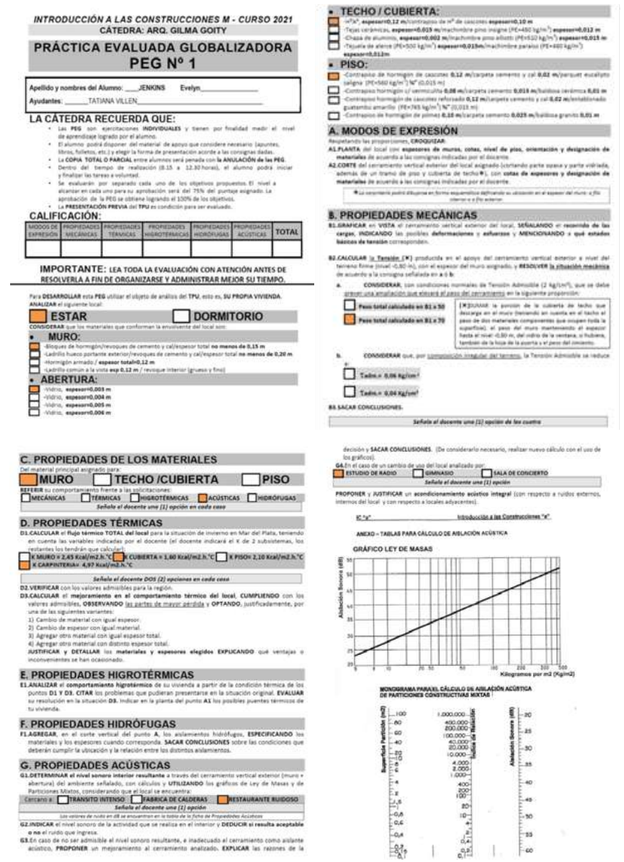


Fig.7: Práctica Evaluada Globalizadora Nº1- IC M

Fuente: Elaboración propia

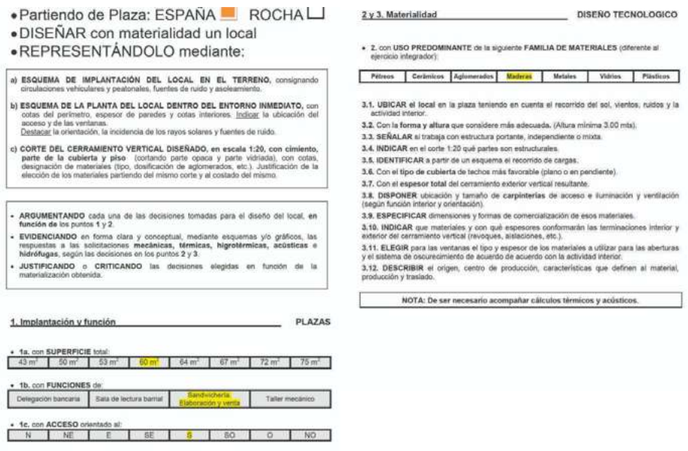


Fig. 8: Práctica Evaluada Globalizadora N°2- IC M

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Toda dificultad en definitiva conlleva oportunidades. De más está enunciar lo que la pandemia COVID 19 significó y significa para la humanidad. En nuestro ámbito, el de la FAUD, UNMdP, se presentó como un enorme desafío. La comunidad de la facultad aun no había accedido a plataformas educativas virtuales. Y todo hubo que desarrollarlo con la mayor premura. Capacitarnos, conocer la plataforma, amigarnos con ella, planificar en ella, y transitar la cursada en el nuevo escenario. El posible, conforme a una inesperada realidad que se nos impuso de un día para el otro.

Los temores inciales, porque la responsabilidad es mucha y el desafío enorme, fueron cediendo lugar a la reafirmación de nuestras propias convicciones y al desarrollo sostenido del espacio asignado para organizar nuestro sitio de encuentro con los estudiantes: nuestros talleres y aulas virtuales. Y es así como luego de analizar minuciosamente cada uno de los aspectos del Plan de actividades docentes de nuestra Propuesta Pedagógica, que a lo largo de su vigencia, ha tenido tantas variantes producto de la retroalimentación de cada proceso de enseñanza-aprendizaje, tuvimos la convicción, que adaptarla a la realidad virtualidad, era tan posible como a todas las anteriores. Y la razón la encontramos en la flexibilidad que la caracteriza. Flexibilidad en la modalidad de desarrollo de sus actividades y muy particularmente flexibilidad en la implementación de los aspectos evaluatorios. Así podemos concluir que la idiosincrasia de las PEG, su contenido, características tanto en su implementación como en el desarrollo por parte de los estudiantes, y la evaluación misma, pueden aplicarse a realidades tanto presenciales como virtuales, sin dificultad alguna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Ausubel D.P., Novak J.D. y Hanesian M. (1986). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas. 2° edición.

· Cobo Romaní, Cristóbal; Moravec, John W. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Barcelona, España: Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-3517-0

· Goity G.B. (2010). *Propuesta Pedagógica. Plan de actividades docentes. Introducción a las construcciones M*. Presentada en concurso para la provisión de 2 cargos de profesor titular Introducción a las Construcciones 2010. FAUD. UNMdP.

· Goity G.B. (2020). *PEG VIRTUAL IC M PROTOCOLO*. Campus virtual. Plataforma FAUD UNMdP.

· Zanabria C.M (2014). *¿ La evaluación de los aprendizajes, una forma de enseñanza, una oportunidad de aprendizaje?* Ed. Universidad Nacional del Litoral. ISBN-13: 978-987-692-030-8

EFICIENCIA ENERGÉTICA-SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL-TECNOLOGÍCA DE LA CONSTRUCCIÓN NO CONVENCIONAL: LA ESENCIA DE LA CÁTEDRA CONSTRUCCIONES II-B (MATUTINA) DE LA FAU-UNNE

ENERGY EFFICIENCY-ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY-UNCONVENTIONAL BUILDING TECHNOLOGY: THE ESSENCE OF FAU-UNNE'S CONSTRUCTIONS II-B (MORNING) CHAIR

Guillermo José Jacobo
Herminia María Alías
Jorge Alejandro Álvarez
José Ariel Collman
Rocío Carolina Molina

Construcciones II-B

FAU — UNNE, Resistencia, Argentina

—
gjjacobo@arq.unne.edu.ar

RESUMEN

En 2016 se inició el dictado académico de la cátedra paralela CONSTRUCCIONES II-B (matutina)-FAU-UNNE, incorporando, como factor de diseño tecnológico-constructivo "*NO Convencional*", a los conceptos de "*Eficiencia Energética*" y de "*Sustentabilidad Ambiental*", como problemáticas del SIGLO XXI para la concreción del hábitat humano construido. El "*déficit habitacional*" no fue solucionado con la tecnología de la construcción tradicional, que ocasiona impactos ambientales y efectos negativos en la calidad de vida de los edificios, (carecen de la resistencia térmica perimetral adecuada, impactan la salud). Los sistemas constructivos industrializados y prefabricados pueden incorporar estos factores mejoradores del bienestar del usuario edilicio. La valoración del comportamiento energético y ambiental" del proyecto arquitectónico ya es una realidad, que se puede implementar con herramientas informáticas específicas, como así también las auditorias energéticas sobre edificios existentes. A la fecha cerca de 500 alumnos regulares de grado han incorporado estos conceptos académicos como metodologías de trabajo para su quehacer profesional.

PALABRAS CLAVES: perfomance energética – edificación sustentable – materialización

ABSTRACT

In 2016 began the academic dictation of the parallel chair CONSTRUCTIONS II-B (morning) - FAU-UNNE, incorporating, as a factor of technological-constructive design "NOT Conventional", the concepts: "Energy Efficiency" and "Environmental Sustainability", as problems of the 21st century for the realization of the habitat human built. The "housing deficit" was not solved with traditional building technology, which causes environmental impacts and negative effects on the quality of life of buildings (they lack adequate perimeter thermal resistance, impact health). Industrialized and prefabricated building systems can incorporate these factors that improve the well-being of the building user. The "assessment of the energy and environmental performance" of the architectural project is already a reality, which can be implemented with specific IT tools, as well as energy audits on existing buildings. To date, nearly 500 regular undergraduate students have incorporated these academic concepts as working methodologies for their professional work.

KEY WORDS: energy performance – sustainable building – materialization

INTRODUCCIÓN

La Resolución Nº 014/2016-CD-FAU del 25 de Febrero de 2016 autorizó la creación de la asignatura paralela CONSTRUCCIONES II-B (CII-B) de la Carrera de Arquitectura de la Faculad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste (FAU-UNNE), en el nivel de *Cuarto Año* del *Plan de Estudios 2003-2006* (PE-03/06), para iniciar sus actividades académicas en horario matutino (08:00 hs a 14:00 hs). Aprobado asimismo su *Programa y Planificación de Actividades Académicas*, vigente a la fecha (C II-B, matutina, 2016), se dio inicio al dictado académico (para el *primer cuatrimestre* de cada ciclo lectivo) a mediados del mes de marzo de 2016. Los objetivos de la asignatura paralela CII-B son:

· *Incorporar a la curricula de la FAU-UNNE los conceptos: Eficiencia Energética y Sustentabilidad Ambiental, como factores de diseño tecnológico-constructivo de la Edificación Arquitectónica.*

· *Concientizar a los alumnos sobre las problemáticas ambientales en general, en particular las relacionadas a la edificación arquitectónica en el siglo XX.*

· *Fomentar a los alumnos desarrollar propuestas de diseño tecnológico-constructivas aplicables a la edificación arquitectónica que propendan al ahorro energético y a minimizar los efectos negativos de las mismas sobre el ambiente.*

· *Incorporar los conceptos de prefabricación e industrialización de la tecnología de la construcción, como marco teórico-práctico de aplicación de la relación generadora de la Construcción No Convencional.*

· *Instrumentar a los alumnos para la valorización del comportamiento energético de la edificación por medio de herramientas informáticas adecuadas para aplicar en el proceso de diseño arquitectónico de obras nuevas y en la evaluación de edificación existente (auditoría energética de la edificación).*

· *Transferir resultados de los trabajos de investigación ejecutados desde el año 2000 en proyectos de investigación acreditados por la UNNE, dentro de la temática general de la Energía-Tecnología de la Construcción, como conocimientos académicos para los alumnos cursantes.*

· *La propuesta académica de la asignatura paralela se dicta en horario matutino para facilitar el cursado de otras asignaturas en horario vespertino por parte del alumnado.*

Vale aclarar que los resultados de los mencionados proyectos de investigación acreditados, también son aplicados en el dictado de la carrera de posgrado de *Especializacion en Edificación Energéticamente Optimizada*, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNNE (EEEO- FAU-UNNE), desde el año 2019, así como en módulos académicos específicos de la carrera de posgrado de *Especialización en Arquitectura Sustentable,* de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucuman (EAS-FAU-UNT), desde el año 2018.

La asignatura CII-B esta conformada desde el año 2016 por docentes con formación en el campo de la *Eficiencia Energética de la Edificación*, que han obtenido titulaciones académicas de posgrado (maestrías y/o doctorados) o bien se hallan realizando instancias finales para obtenerlas, reuniendo un bagaje que se transmite académica y profesionalmente a los alumnos cursantes. El cuerpo docente de la asignatura, además de desarrollar las actividades docentes propias en la cátedra paralea CII-B, participa en los equipos de trabajo de proyectos de investigación aplicada, acreditados por la UNNE, dentro del campo de investigación "*Energía- Tecnología de la Construcción*", desempeñándose, además, algunos de ellos, en su rol de docentes e investigadores categorizados, en la dirección de becarios y de proyectos de investigación acreditados.

Esta última actividad de investigación, desarrollada desde el año 2000, permitió obtener resultados que se vuelcan como contenidos académicos en la cátedra paralela CII-B-

Los alumnos regulares (de la carrera de Arquitectura) cursantes de la asignatura se distribuyeron de la siguiente manera en los ciclos lectivos de dictado:

- 2016 (dictado presencial): 81 alumnos regulares; Regularizados-Promocionados: 75 (92%).
- 2017 (dictado presencial): 107 alumnos regulares; Regularizados-Promocionados: 87 (81%).
- 2018 (dictado presencial): 119 alumnos regulares; Regularizados-Promocionados: 64 (54%).
- 2019 (dictado presencial): 144 alumnos regulares; Regularizados-Promocionados: 94 (65%).
- 2020 (dictado virtual): 121 alumnos regulares; Regularizados-Promocionados: 84 (64%).
- 2021 (dictado virtual): 167 alumnos regulares; Regularizados-Promocionados: 131 (78%).
- 2022 (dictado presencial): 31 alumnos regulares en cursado actualmente (todavía sin resultados académicos a la fecha), todos pertenecientes al PE-03/06. En 2022 entró en vigencia el nuevo *Plan de Estudios 2018* (PE-18) para el nivel de *cuarto año* de la carrera de *Arquitectura* de la *FAU-UNNE*. La mayoría de los alumnos actuales de cuarto año, que se corresponden al PE-18, no se encontraban habilitados al cursado, pues la asignatura paralela CII-B se corresponde al PE-03/06. Se iniciaron actuaciones administrativas para que, a partir del ciclo lectivo 2023, la misma sea dictada también bajo el PE-18, como cátedra paralela *CONSTRUCCIONES III-B* (Matutina).

Vale comentar que durante el período de dictado presencial de la asignatura se alcanzó un promedio del 73% de alumnos que alcanzaron la regularidad - promoción. En cambio, durante el período de dictado virtual se alcanzó un valor del 71 %. Durante los seis años de dictado de la asignatura se alcanzó un valor promedio general del 72% de alumnos que alcanzaron la regularidad - promoción", porcentual que aún no es definitivo, ya que un 10 a 15% de alumnos que han alcanzado la regularidad oportunamente, todavía no han presentado el trabajo final grupal para alcanzar la promoción.

DESARROLLO

La asignatura paralela CII-B tiene se organiza en torno a un trabajo de desarrollo por parte de los alumnos en forma grupal (entre 2 y 3 alumnos), como condensador de la aplicación y verificación de los conceptos abordados, con lo que la actividad académica práctica se asimila a la del *Taller de Arquitectura*.

En las clases teóricas, que son de asistencia voluntaria para los alumnos, se registra una presencia de un 75% aproximado de los alumnos. Las clases teóricas no se repiten, sin embargo, se cargan los archivos digitales de las mismas en el grupo cerrado de Facebook (integrado por los alumnos regulares cursantes y los docentes) del año de cursado, para su descarga y consulta privada. Desde el año 2016 se implementa continuamente este sistema virtual de comunicación interna con los alumnos, quienes se encuentran habilitados de participar en todas las actividades académicas de la cátedra, siempre que se encuentren habilitados por el Sistema SIU-GUARANI, administrado por la Dirección Gestión Estudios de la FAU-UNNE. Los alumnos interesados, en participar, pero no habilitados por el SIU-GUARANI (debido a cuestiones de correlatividades), pueden asistir en carácter de oyentes, pero sin atención docente en las actividades.

Las visitas a *obras singulares*, las *charlas técnicas sobre experiencias profesionales ejecutadas* y los *seminarios técnicos de empresas productoras de materiales innovadores* son de asistencia obligatoria para los alumnos. Se cuantifican como "asistencias" a las instancias de correcciones y consultas semanales del trabajo grupal (obligatorio), para evaluar continuamente el proceso y evolución académica (evaluación cualitativa, sumativa) de los integrantes del grupo de trabajo. Vale aclarar que no se aceptan las entregas de los trabajos grupales que no han tenido consultas semanales registradas por los docentes.

La metodología comentada. permite detectar niveles de participación y compromiso académico de los integrantes de los grupos de trabajo y también, mantener un crecimiento constante de las exigencias académicas de me-

joramiento de la calidad del trabajo práctico, para así llegar a las fechas de entregas (parciales y final) con un buen nivel de resolución tecnológico-constructiva del *sistema constructivo No Convencional*. El nivel exigido es el adecuado para ser promocionado (aprobado) como en un Taller de Arquitectura. No se toman exámenes finales tradicionales, sino que el trabajo grupal, una vez habilitado a ser presentado en una mesa examinadora, se expone mediante un coloquio de los integrantes del grupo de trabajo con la cátedra. Dicha presentación del trabajo final, no se hace de manera impresa sino digital (archivo PDF), y se expone en el coloquio mediante un proyector. Como formalidad final se solicita al grupo de trabajo la presentación de un poster digital (PDF, 120 cm x 80 cm) (Figura 2), donde se expone sintéticamente todo el *sistema constructivo No Convencional* diseñado. El poster digital se utiliza como material didáctico y de consulta para los alumnos en los siguientes años. Algunos grupos de trabajo presentan también maquetas tecnológicas en diferentes escalas y muestrario de materiales innovadores (Figura 2). El trabajo final completo digital conformar una base de datos de uso interno de la cátedra (Figura 1), que permite gestionar información académica para uso como material didactivo en futuros dictados.

Fig. 1: MAQUETAS TECNOLÓGICAS del Trabajo Práctico Grupal (izq.). MATERIALES INNOVADORES (der.)
Fuente: Elaboración alumnos regulares cursantes. Base de Datos de CII-B-FAU-UNNE.

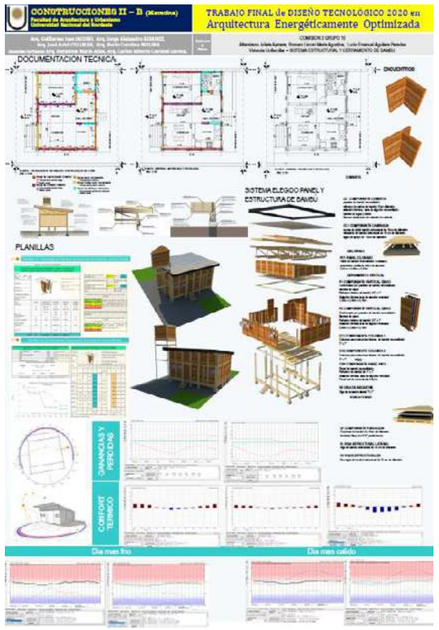
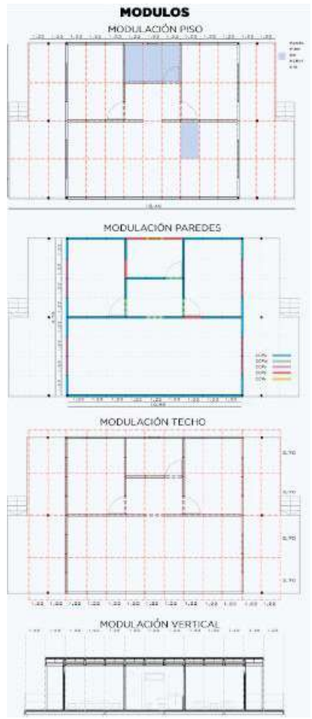


Fig. 2: POSTER SINTESIS FINAL (en archivo digital PDF) del Trabajo Práctico Grupal. Etapas de trabajo ejecutadas: *coordinación modular del prototipo, desarrollo tecnológico de elementos constructivos prefabricados y evaluación del comportamiento higrotérmico y energético con las herramientas informáticas.*
Fuente: Elaboración alumnos regulares cursantes. Base de Datos de CII-B-FAU-UNNE.

Las ACTIVIDADES ACADÉMICAS cuatrimestrales de CII-B se organizan según las siguientes etapas operativas:

· PRIMERA ETAPA, de abordaje de conocimientos teóricos, exponiendo la situación ambiental general (causas y efectos), los antecedentes históricos, con ejemplos arquitectónicos ejecutados, de la *tecnología de la construcción No Convencional*. Los conceptos académicos básicos incluyen: prefabricación, coordinación modular y dimensional para el proceso de prefabricación y montaje (teoría de las tolerancias). La normalización de la construcción. Los métodos de industrialización, de montaje, de transporte de elementos constructivos. Los casos de especiales de industrialización sin prefabricación aplicados a edificios singulares (encofrados túneles) y la tecnología de los materiales para los mismos (Hormigón). Análisis del comportamiento termodinámico de los materiales de construcción y los efectos de los flujos energéticos en la edificación (ganacias y pérdidas térmicas); Estudio e interpretación de la Normativa IRAM vigente en sus aspectos higrotérmicos (Calculo de la Transmitancia Térmica y Verificación del Riesgo de Condensación), con análisis de sus aplicaciones en la tecnología de la construcción (Figura 3)



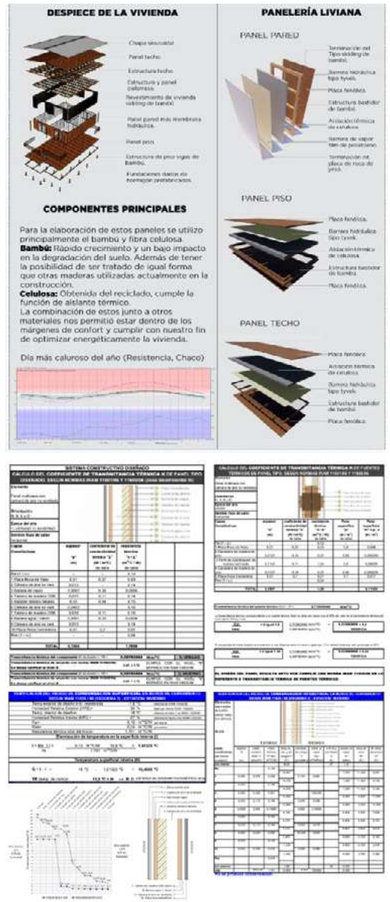


Fig. 3: Coordinación Modular y demensional del prototipo arquitectónico (izq.); Desarrollo tecnológico-constructivo del sistema No Convencional (centro); Analisis comportamiento higrótermico de los componentes constructivos prefabricados según las Normas IRAM (der.).
Fuente: Elaboración alumnos regulares cursantes. Base de Datos de CII-B-FAU-UNNE.

· SEGUNDA ETAPA, de capacitación práctica y de aplicación de las herramientas informáticas adecuadas, que comprenden la utilización de planillas Excel desarrolladas para la aplicación de las Normas IRAM sobre el sistema constructivo pre-diseñado.Una vez que la propuesta se encuada en el marco normativo técnico (análisis estático) se procede al análisis dinámico con el programa informático ECOTECT® (Marsh, 2003), del cual se posee licencia académica para uso docente desde el año 2005. Actualemte se utiliza la versión actualizada al año 2011. No existen más actualizaciónes, pues el promana fue sacada del mercado comercial para el desarrollo del programa REVIT® (Autodesk®). Sin embargo, la versión 2011 es muy amigable para un neófito en *evaluación del comportamiento energético de la edificación* (proyecto nuevo y/o existente). Por medio de este software se capacita al alumnado de grado en la realización de análisis para determinar el comportamiento térmico y energético de la propuesta diseñada y así obtener información mejoradora del diseño realizado, que permita realizar retroalimentacones durante el proceso mismo. Los análisis comprenden: *evolución diaria de la temperatura del aire interior* (como indicador del rango de bienestar higrotérmico,erróneamente denominado con el término anglosajon castellanizado de Confort); *Ganancias y Pérdidas* (según la tecnología de la construcción diseñada, que determina la ubicación de los puentes térmicos) y los *resultados porcentuales de comportamiento energético* (según la expresión anglosajona castellanizada de "*perfomance*"). Todos estos análisis se pueden realizar para todo el prototipo diseñado y/o para cada ambiente en particular. El procedimiento práctico es *"dibujar" una maqueta electrónica virtual*, relacionando todos sus paramentos con una base de datos tecnológica, que contiene todos los elementos constructivos del sistema No Convencional diseñado previamente (el programa posee una base de datos de materiales bastante extensa, en caso de no encontrarse en la misma el material utilizado en el trabajo, se los puede cargar con sus datos térmicos característicos). Los resultados gráficos obtenidos comprenden, en primer lugar, el valor instantáneo de la Transmitancia Termica de cada uno de los paramentos superficiales (paredes y techos), que deben tener una concordancia no menor al 95% respecto a los calculados según las Normas IRAM (Normas de la serie 11600), para que se tenga una garantía de resultados confiables. Vale comentar que los análisis dinámicos con el software citado, deben ser realizados para las situaciones climáticas críticas anuales de períodos invernales y estivales, y de forma particularizada para los días climáticos críticos máximos de verano e invierno (Figura 4).

· TERCERA ETAPA, hasta la finalización del cuatrimestre, de aplicación de los conocimientos teórico prácticos antes abordados en un trabajo grupal del diseño tecnológico-constructivo de un sistema constructivo NO Convencional aplicado, referido a la temática arquitectónica de la vivienda unifamiliar, para acotar la envergadura del problema tecnológico. Se toma latemática "viviendas unifamiliares", apuntando a encuadrar el trabajo práctico en una propuesta tecnológica y constructiva dirigida a materializar soluciones habitacionales de calidad y con menores tiempos de ejecución, para reducir el déficit habitacional crónico regional. Por esto la propuesta de diseño debe contemplar que el sitema constructivo No Convencional se producirá industrialmente, para su empleo masivo en la *región Nordeste de Argentina* (NEA), en que el clima regional "*muy calido-húmedo*" (IRAM, 2012) es una condicionante que se debe incorporar como factor de diseño, lo que justifica plenamente la aplicación de las herramientas informáticas utilizadas en el dictado.

La *SEGUNDA ETAPA* se inicia con un solape sobre la *PRIMERA*, no al finalizar la misma, de manera que los contenidos académicos teóricos se apliquen de manera paralela y directa en la actividad práctica. En el segundo 50% del período del primer cuatrimestre se intensifica la modalidad de Taller de Arquitectura con el diseño tecnológico constructivo del Sistema No Convencional, actividad que comprende las siguientes tareas:

- *ESTUDIO DE MERCADO REGIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN*, según la óptica ambiental- energética, con ajuste de un proyecto arquitectónico - base (vivienda unifamiliar, se toman como modelos a los protoipos desarrollados por el PROCREAR) mediante una coordinación dimensional y modular, para definir un prototipo arquitectónico modulado.
- *MATERIALIZACIÓN DE LOS COMPONENTES CONSTRUCTIVOS* según funciones y organizados en un sistema, con definición tecnológica en cuanto a detalles que permitan su materialización según un proceso de montaje in-situ de elementos producidos industrialmente (previamente en fábrica) y luego transportados a la obra.
- *VERIFICACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO* (análisis estático y dinámico), para ajuste final de la definición tecnológica, que propenda a la eficiencia energética del objeto arquitectónico, junto a la calidad y habitabilidad generales.

Como experiencia inédita, cabe comentar que durante el periodo de DICTADO VIRTUAL (ciclos lectivos: 2020 y 2021) dispuesto por la UNNE, se presentaron algunas situaciones que modificaron la relación *docente-alumno*, pues se debio depender de herramientas informáticas (ZOOM, Google-MEET, YouTube, Facebook, etc.) interconectadas por medio de internet para el dictado de las clases. Muchos alumnos no pudieron acceder a estas herramientas por diversos motivos, ajenos a la cátedra (inadecuación o inexistencia de equipamiento personal de hardware; irregular o deficiente conectividad de Internet en el lugar de residencia; inconvenientes económicos propios, enfermedad,

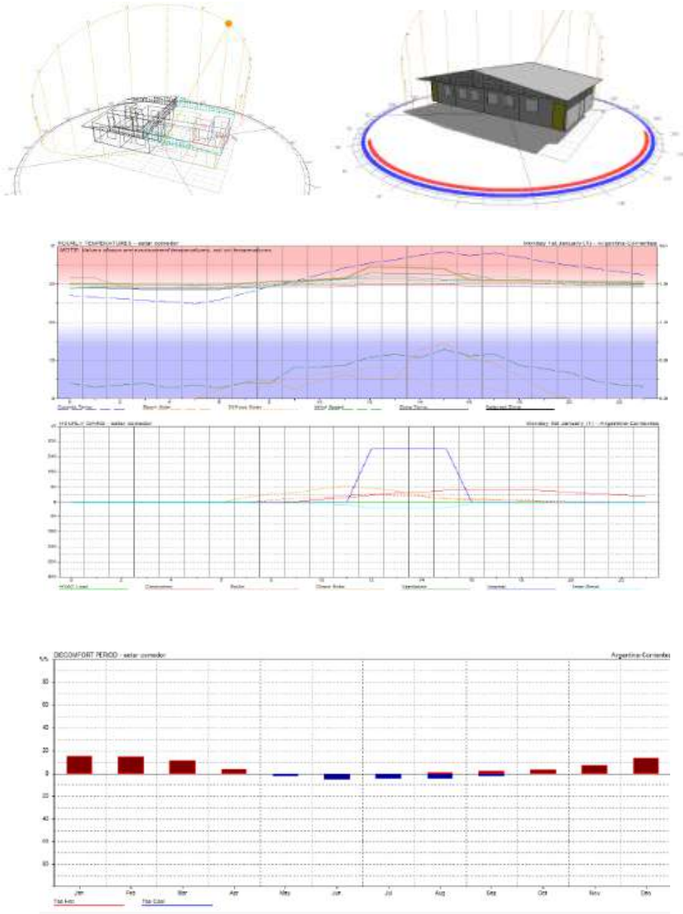


Fig. 4: Análisis dinamico de la maqueta virtual con la herramienta informática adecuada: evaluación de la implantación, el asoleamiento y las sombras (arriba); Análisis de la Temperatura del aire interior dentro de la banda de bienestar (confort) y de las pérdidas y ganancias térmo energéticas: puentes térmicos para un día climático crítico (centro); Análisis anual de los porcentajes mensuales de bienestar (abajo).
Fuente: Elaboración alumnos regulares cursantes. Base de Datos de CII-B-FAU-UNNE.

etc.). Ello generó un retroceso en los resultados académicos en cuanto a alumnos inscriptos para cursar, alumnos cursantes efectivos y alumnos que terminaron el cursado. Esta situación no tuvo antecedentes en los períodos de dictados presenciales (bajo circunstancias normales: sin Pandemia de COVID-19 ni de la Cuarentena dispuesta por el Estado Nacional). En circunstancias de aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO), las visitas de obra a edificios locales tampoco se pudieron implementar. Esta actividad (las visitas de obra) está relacionada directamente con la temática de la industrialización de la construcción sin prefabricación (aplicación de los encofrados túneles), y permitía a los alumnos cursantes tener una experiencia académica realista respecto a los conceptos teóricos. Tampoco se pudieron visitar, durante el ASPO, obras de edificios ejecutadas con elementos constructivos prefabricados. Las mismas se realizaron durante los ciclos lectivos previos al 2020, y permitían a los alumnos cursantes comprender *la realidad de la organización de la fábrica, del transporte y del montaje de la obra de los elementos constructivos*.Se reemplazó, en parte, la situación antes comentada, con charlas técnicas virtuales dictadas por profesionales del medio, quienes fueron seleccionados e invitados por la cátedra CII-B.

Los docentes también tuvieron dificultados durante el período de dictado no presencial, pues buena parte de ellos debieron enfrentarse de manera abrupta y acelerada al empleo cotidiano de las herramientas informáticas para mediar las actividades de docencia habituales en situación de no presencialidad. La situación se pudo superar a través de la organización de cursos de capacitación virtual por parte de la UNNE. El cuerpo docente respondío de manera satisfactoria a este nuevo desafío didáctico-laboral, cumplimentando responsablemente las exigencias planteadas.

Otra dificultad estuvo representada por el hecho de que los docentes debieron afrontar, financieramente y con recursos propios, esta modalidad de dictado virtual, pues el aporte estatal a través de la institución unversitaria fue mínimo (cuasi nulo), tanto para la provisión del equipamiento de trabajo adecuado (hardware), como para los programas y los servicios domiciliarios particulares de conexión de cada docente (software y conexión a Internet), frente a la necesidad de la actividad académica a distancia determinada por el ASPO.

También se verificó una duplicación del tiempo de trabajo por parte de los docentes debido a las consultas virtuales constantes por parte de los alumnos, circunstancia que no fue reconocida económicamente por la institución universitaria (aunque los gremios docentes se manifestaron continuamente sobre estas situaciones, las respuestas institucionales para paliar estos inconvenientes fueron insuficientes).

De todas maneras, vale resaltar que se alcanzaron (durante el período de dictado virtual) resultados académicos similares a los alcanzados en los períodos de dictado presencial, en relación con el *desarrollo tecnológico* mediante el uso de *recursos naturales del NEA* en los trabajos grupales bajo el marco teórico *"energético-ambiental"* que es el *factor de diseño y esencia conceptual* de la cátedra paralela CII-B (Figura 5).

Fig. 5: Imagen de un Trabajo Grupa Final de diseño del Sistema Constructivo No Convencionall. Se observa la implementación de la arquitectura (como aporte para la solución del problema socioeconómico del déficit habitacional regional crónico) acorde al clima regional (muy cálido-húmedo) con techo sombra con cámara de aire ventilada, parasoles, materiales regionales (maderas), etc., acorde con el marco teórico *"energético-ambiental"* de la asignatura.

Fuente: Elaboración alumnos regulares cursantes. Base de Datos de CII-B-FAU-UNNE.

CONCLUSIONES - REFLEXIONES

La experiencia académica comentada se encuadra en un proceso de reestructuración y focalización de la cuestión de la Construcción No Convencional, vista como una oportunidad para lograr el mejoramiento de la calidad ambiental general, y energética en particular, del hábitat humano, en lugar de su consideración como una mera opción tecnológica.

También se fomenta que la solución tecnológica considere el aspecto de *autoconstrucción por parte del usuario final*, como aporte socioeconómico, para la solución habitacional deficitaria y laboral regional.

La temática *energética-ambiental* se encuentra continuamente focalizada en el proceso de *definición tecnológica* durante el proceso de diseño del Sistema Constructivo No Convencional. En la ultima imagen, presentado como ejemplo (Figura 5, página 8) se sintetiza la esencia conceptual de la asignatura, buscar soluciones *sociales y ambientales sustentables* para la realidad habitacional del NEA.

La implementación de un sistema de encuestas entre los alumnos al finalizar el cursado constituye una actividad a implementar, en la cohorte actual y en las siguientes, a efectos de lograr una retroalimentación que complemente a las autoevaluaciones propias de la cátedra, para las actualizaciones permanentes necesarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· CONSTRUCCIONES II-B –matutina- (2016). *Programa y Planificación de Actividades Académicas*, aprobado por la Resolución Nº 030/2016-HCD-FAU-UNNE. Resistencia, Chaco, Argentina: autor.

· IRAM (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. (Nº de publicación IRAM 11603). Buenos Aires, Argentina: autor.

· IRAM (Normas de la serie 11600): Nº 11.601 (2002), Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario; Nº 11.605 (1996), Valores máximos de Transmitancia Térmica; Nº 11.625 (2000), Verificación de las condiciones higrotérmicas. Buenos Aires, Argentina: autor.

· Marsh, A. J. (2003). ECOTECT Tutorials. Square One research PTY LTD.

TRAYECTO CURRICULAR DE LA MATERIA OPTATIVA “LÓGICAS AMBIENTALES PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO”

ACADEMIC PATH OF THE ELECTIVE SUBJECT “ENVIRONMENTAL LOGICS FOR THE ARCHITECTONIC PROJECT”

Daniel Perone
Laura Bracalenti
Patricia Mosconi
Jorge Vazquez
Marcelo Graziani
Laura Mateos
Melina Duca
Franco Nocioni
Federico Vazquez
Federico Ferrari
Julieta Cremonte
Mariana Giacone
Agustina Martinez Chaher

Centro de Estudios del Ambiente Humano

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
dperone@unr.edu.ar

RESUMEN

Se presentan los fundamentos epistemológicos y las modalidades operativas de la materia optativa “Lógicas Ambientales del Proyecto Arquitectónico”, dictada desde 2009 en la FAPyD – UNR, la cual plantea la disociación sociedad-naturaleza, fundamentando la necesidad de implementar estrategias que reduzcan los impactos antrópicos sobre los recursos disponibles. Se explicita el concepto de Eficiencia Ambiental del Hábitat en sus diversas escalas, como parte de los contenidos teóricos orientados a reconocer las problemáticas ambientales asociadas al uso ineficiente del suelo, la materia y la energía en el campo Arquitectónico y Urbanístico, en relación con las lógicas generales del diseño ambientalmente consciente. Se describen los criterios adoptados para el desarrollo de los trabajos prácticos a lo largo de los años de dictado, y las variables significativas inherentes al proceso crítico de toma de decisiones proyectuales contextualizadas y atentas al uso racional de los recursos y a la habitabilidad en el diseño del Hábitat Social.

PALABRAS CLAVES: hábitat social – eficiencia ambiental – indicadores – sistemas constructivos

ABSTRACT

The epistemological foundations and the operational modalities of the elective subject “Environmental Logics for Architectonic Project” are presented. The subject is being dictated since 2009 at the FAPyD at UNR. It focuses on the dissociation between society and nature pointing out the need of implementing strategies to reduce anthropic impacts on available resources. The concept of Habitat Environmental Efficiency is proposed on various scales, as part of the theoretical contents. This issue aims to recognize the environmental problems associated with inefficient use of land, matter and energy in relation with the principles of environmentally conscious design in the Architectural and Urban Field. The criteria adopted are described for the development of the practical works through the years of teaching. Relevant variables in the process of contextualized design project focuses on rational use of resources and habitability in Social Housing.

KEY WORDS: social habitat – environmental efficiency – indicators – building systems

INTRODUCCIÓN

Esta Asignatura, pionera entre las materias optativas de grado de la FAPyD UNR, fue concebida, diseñada, programada y dictada, desde el año 2009 (Res. 145/08 CD), por el Dr. Arq. Elio Di Bernardo con el objetivo de profundizar el interés y el conocimiento de los estudiantes en la relación que existe entre Arquitectura y Ambiente, y subrayar la gran responsabilidad que nos compete como profesionales frente al desafío de reducir los impactos sobre el medio y optimizar las condiciones de habitabilidad. Actualmente es dictada por miembros del Centro de Estudios del Ambiente Humano (CEAH) y de la Cátedra de Materialidad (A&P 2018 y 2019). Cabe destacar que es una de las dos Asignaturas optativas que mantienen su vigencia tras trece años de dictado. Desde entonces, la finalidad ha sido transmitir conocimientos y destrezas para reorientar la práctica proyectual en base a lógicas integradoras, e incorporar estrategias viables dirigidas a utilizar los recursos disponibles con mayor eficiencia y mejorar las condiciones de habitabilidad, además de evaluar y reducir los efectos negativos de los procesos edilicios y urbanísticos.

La denominación "Lógicas Ambientales para el Proyecto Arquitectónico" deviene de considerar insuficiente la lógica deductiva para el abordaje de los sistemas ambientales humanos y la complejidad de las problemáticas que se enfrentan. Para las disciplinas que operan sobre el espacio, la noción de proyecto puede entenderse como un procedimiento que plantea la transformación del medio en función de una finalidad antrópica, es decir, ligada a la necesidad o voluntad de configurar un cambio en cualquiera de las escalas inherentes al mismo. En el marco de la asignatura, se aspira a que las transformaciones posibilitadas por los procedimientos proyectuales incorporen lógicas que viabilicen instancias proveedoras de habitabilidad urbana y arquitectónica ambientalmente eficientes.

La materia tiene por objetivo contribuir a generar actitudes, habilidades y conocimientos para la producción intelectual del hábitat humano. Esta producción apunta a trascender la solución de casos particulares como se hace algunas veces (o muchas) con el proyecto *geométrico*, aunque deba recurrirse a él como ejercicio de aplicación. Se enuncia lo geométrico para diferenciar el proyecto de un edificio o de un objeto habitable de la multiplicidad de proyectos que se pueden encarar y se encaran, en el contexto de nuestra sociedad de consumo, donde pueden destacarse proyectos productivos (mejoramiento de la acumulación ampliada de capital) y proyectos sociales (que apuntan a mejorar la calidad de vida de la gente). En términos generales, se describen los proyectos según sus dimensiones de contenido, de organización participante y de complejidad.

Durante el desarrollo del curso se enfatiza la desmitificación del concepto de "Desarrollo Sustentable", entelequia funcional al modelo de acumulación ampliada de capital. Sobre la tesis de la naturaleza insustentable de la especie humana, que a partir de su tecnología transgrede nichos ecológicos y violenta toda cadena trófica, se propone el concepto de "Eficiencia Ambiental" que puede alcanzarse en diversos niveles o calidades. Reconociendo que la posible Sustentabilidad Fuerte Global se fundamenta sobre la producción de biomasa, se rescata la importancia del recurso suelo, proponiendo que las acciones humanas reduzcan las acciones negativas sobre el mismo. Las primeras acciones para mejorar la eficiencia ambiental deben tender a reducir o evitar la dispersión urbana, la usurpación, la transformación inadecuada del suelo, la decapitación, la degradación, etc. Dentro de las variables cualicuantitativas a considerar en todo proceso de decisiones proyectuales, debe prestarse especial atención a:

> … "*los flujos de masa y energía de producción del hábitat humano, que afectan de manera perceptible (ambientalmente) el consumo de suelo productivo de biomasa primaria. Es importante enfatizar el estudio a partir del análisis de la organización de la materia en el edificio, para lo que se propone el desarrollo de la observación y la simbolización de las técnicas edificatorias en relación con la materia utilizada, a los modos de producción y a los particulares procesos organizativos de las operaciones constructivas. Es necesario que los estudiantes comprendan la importancia de la optimización de los flujos de materia y de energía en el ambiente humano. Es imprescindible que tomen conciencia de la capacidad creciente de morfogénesis humana del planeta tierra, la cual deviene de la materia (que se toma del soporte natural, con flujos cada vez mayores) a los materiales, y de éstos a su montaje para, finalmente, llegar a la demolición, utilizando variables cantidades de energía no renovable. Los residuos de la demolición no aprovechables se disponen en la cercanía generando geoformas que modifican el carácter del soporte natural, de manera comparable a las modificaciones generadas en otro lugar geográfico a partir de la extracción* ". *(Di Bernardo, 2017).*

METODOLOGIA

La estrategia metodológica a partir de la cual se han diseñado los contenidos, los criterios operativos de dictado, práctica y evaluación de la materia, está organizada en función de desarrollar habilidades del hacer "proyectual", como anticipación de resultados a esperar de un proceso, entendido como conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas, planteadas en el contexto de la "Integración de Variables de Proyecto", en el marco de un análisis multivariable donde entran en juego diversidad de variables cualitativas y cuantitativas con distintas unidades de valor. Estas variables entran generalmente en conflicto relativo donde el peso de cada una de ellas se ve afectado por dimensiones que han sido producidas en el proceso de generación de actitudes, desde una dimensión ideológica como universo de ideas que incluye no sólo dimensiones est-éticas sino también éticas. En el caso de procesos muy complejos donde los resultados tienen una fuerte incidencia ambiental (que incluye lo social y lo económico), es probable que deba recurrirse a una comunidad extendida de evaluadores como postulan Funtowicz y Ravetz (2000) en su propuesta de Ciencia Post- normal.

La toma de conciencia de dicho problema y la necesidad de reconocer -en el territorio del hábitat- la importancia del adecuado manejo de los ciclos y flujos de materia y energía, atendiendo a la resiliencia del soporte natural, son indispensables para la consecución de una arquitectura adecuada (y si fuera posible expresiva) a las condiciones de nuestro tiempo. Esta superación propuesta del proceso, debe darse en función de una formación de carácter sistémico, donde cada asignatura colabora en un proceso de relaciones de sistemas, donde las Variables de Estado que conforman el estatus mental del estudiante son influenciadas por las Variables de Entrada de cada asignatura, formación que tiene lugar en el contexto de sus actividades universitarias, mientras que las Variables de Salida tendrán un escenario universitario y social más complejo.

Es posible entonces, en este caso, entender a la lógica en términos de Herbert Simon (1973)

> …"*generalmente llamamos 'lógico' a un proceso cuando satisface las normas que hemos establecido para ello; y estas normas se derivan de nuestra preocupación por que el proceso sea eficaz o eficiente para cumplir el fin para el que ha sido establecido*"

Una aproximación inicial a la complejidad a la que se hace referencia, puede estar comprendida en el Análisis de los Componentes Principales (ACP) a tener en cuenta, que pueden ser considerados dentro de dos grandes grupos, el de las presiones naturales y el de las socio-culturales.

- Las presiones naturales -en tanto variables cualicuantitativas- influyen en el "diseño y formalización" de la "envolvente arquitectónica". Los

procesos metabólicos que se relacionan con esa envolvente requieren un espacio adecuado en el edificio. Paralelamente, las variables de localización, materialización y funcionamiento edilicio, son determinantes del nivel de impacto sobre el medio, por lo que debe considerarse la capacidad de carga del mismo y los efectos que el sistema implicará, desde su construcción a su demolición, en la "huella ecológica" (Wackernagel, M. y Rees, W., 1996)

- Las presiones socio-culturales, externas al diseñador, que influyen en la determinación del modo de organizar la materia.

DESARROLLO

La propuesta didáctica tiene como objetivo reafirmar el rol social de la arquitectura frente a los procesos y fenómenos propios de la globalización: la urbanización creciente de las sociedades humanas, su confrontación con las desigualdades en el derecho a la ciudad; la conciencia de la finitud de los territorios y de los recursos ambientales en la producción del hábitat humano. En tal sentido, como punto de partida de los contenidos dictados, se reconocen y profundizan los siguientes problemas ambientales a los que se enfrenta la sociedad:

· el exponencial crecimiento de la población mundial y su envejecimiento relativo.
· la reducción de las tierras cultivables y las limitaciones en la producción de alimentos para esa creciente población.
· la creciente desigualdad en la distribución de la riqueza y la exclusión social que conlleva la desocupación estructural de la población debida al cambio de mano de obra por energía, en el marco de procesos productivos cada vez más tecnificados.
· el crecimiento exponencial del consumo de energía y materia finitas, y la enorme generación de residuos no tratados.
· el calentamiento global del planeta y el cambio climático, con sus efectos acelerados y evidentes.
· la creciente impermeabilización y erosión del suelo urbano y rural.
· la extensión y dispersión urbana que conlleva una baja intensidad del uso del suelo.

Los estudiantes deben tener aprobado Materialidad I y Análisis Proyectual I (Primer y Segundo año respectivamente) para el cursado de la misma. La materia, cuatrimestral y de promoción directa, se dicta semanalmente en una clase de dos horas y media de duración.

El cuerpo docente está integrado por docentes investigadores del Taller de Materialidad y del Centro de Estudios del Ambiente Humano. Las clases teórico-prácticas se organizan a partir de una presentación audiovisual a cargo de uno de los integrantes de la planta docente o algún experto invitado, con posterior discusión del tema presentado. La formulación de las consignas para la resolución de la práctica se realiza durante la segunda clase, presentándose simultáneamente a los conjuntos habitacionales a analizar. Estos conjuntos, previamente a la pandemia, eran recorridos junto con los docentes en visitas organizadas por la cátedra. La práctica final se realiza en grupos de dos o tres estudiantes, evaluándose su desarrollo a lo largo del cuatrimestre por cada docente a cargo de los equipos de estudiantes. Cabe mencionar que durante el período de cursado se ajustan las instancias teóricas y las modalidades prácticas ante el desafío de lograr que los estudiantes internalicen aspectos fundantes de una lógica de análisis y diseño que incorpora relaciones, conocimientos y metas alternativas a las tradicionales.

Los contenidos abordados en el marco de la asignatura, si bien han ido actualizándose y adecuándose de acuerdo a la evaluación de los resultados tras cada año de cursado, están enfocados a transferir conocimientos relativos a los siguientes segmentos temáticos generales: Elementos para la construcción de una teoría y una práctica arquitectónica: Ideología, Paradigma, Ética. Dimensión económica: Economía neoclásica y Economía ecológica; Problemáticas ecológicas y termodinámicas generales; Problemáticas Ambientales intra y peri urbanas. Lógicas ambientales en la planificación urbana; Índices e Indicadores de Habitabilidad urbana y edilicia; Función de Eficiencia Ambiental del Hábitat, de la materia a los materiales. Flujos de Energía y Materia en el Hábitat; Normativa energética urbana. Aplicación de normativa vigente local; Optimización Energética de Viviendas de Interés Social; Posibilidades y límites de las energías renovables en el Hábitat.

En el marco de los fundamentos epistemológicos y adecuando las prácticas de acuerdo a las experiencias de enseñanza-aprendizaje desarrolladas en el contexto del dictado de la asignatura, pueden describirse dos criterios operacionales a lo largo del trayecto curricular:

a-*Propuestas proyectuales de conjuntos habitacionales en terrenos intraurbanos:* años 2009 a 2012 y 2014 a 2018
b-*Indagaciones comparativas mediante aplicación de indicadores y propuestas alternativas de optimización de componentes:* años 2013 y 2019 a 2021.

a- Propuestas proyectuales de conjuntos habitacionales en terrenos intraurbanos

Se propone el proyecto de viviendas para sectores socio económicos bajos o muy bajos, que necesitan del estado para el acceso a la vivienda. De esta manera se ejercita la aproximación al conjunto de cualidades que deben tener estas viviendas, que no son por encargo (o sea para un cliente específico). Entra en juego, además, el compromiso de alcanzar la mayor eficiencia ambiental posible (Di Bernardo, E. et al, 2003).

Las Células o Unidades de Vivienda, se agrupan por contacto entre ellas y se ubican organizadas en un terreno intraurbano, todo lo central que pueda ser, (queda de lado la consideración del problema de la especulación inmobiliaria sobre el suelo), por oposición a las políticas tendientes a centrifugar la pobreza a la periferia, licuando la ciudad, volviéndola más ambientalmente ineficiente y trasformando la muy común repetición de casitas mínimas y separadas en un "gheto". Los terrenos seleccionados tienen una ubicación real en la ciudad, con características variables según su relación con otras partes de la misma y con diferentes orientaciones geográficas.

La resolución de los elementos constituyentes de la Célula o Unidad de Vivienda (pisos, muros divisorios entre unidades, muros finales del conjunto, entrepisos, techos y frentes), debe considerar aspectos básicos del análisis del ciclo de vida, que incluirá la renovabilidad parcial o no de los materiales, los flujos de masa y energía involucrados en su producción y los impactos geomorfológicos y ambientales generados por la misma; asumiendo que este análisis permitiría la posible confección de un "Índice de Masa Calificada" (IMC) por unidad de superficie cubierta del conjunto. El término "calificada" hace referencia al impacto generado y la importancia del mismo sobre dimensiones particularmente importantes del "Capital Natural Crítico", como puede ser la decapitación de suelo fértil, por extracción del horizonte "a" para la producción de ladrillos comunes. (Di Bernardo, 2013)

El crecimiento posible de la vivienda debe ser endógeno -por oposición al crecimiento exógeno- y con holgura dimensional, asumida esta última como variable significativa de la calidad de vida. El conjunto debe ser compacto sobre la base de terrenos estrechos con uso privado del suelo Se propone verificar, entre otros ejemplos, las posibilidades de la Unidad de Habitación de Marsella en cuanto a compacidad, funcionalidad, resolución de la envolvente y otros atributos inherentes a la habitabilidad. (Figuras 1, 2, 3, 4 y 5)

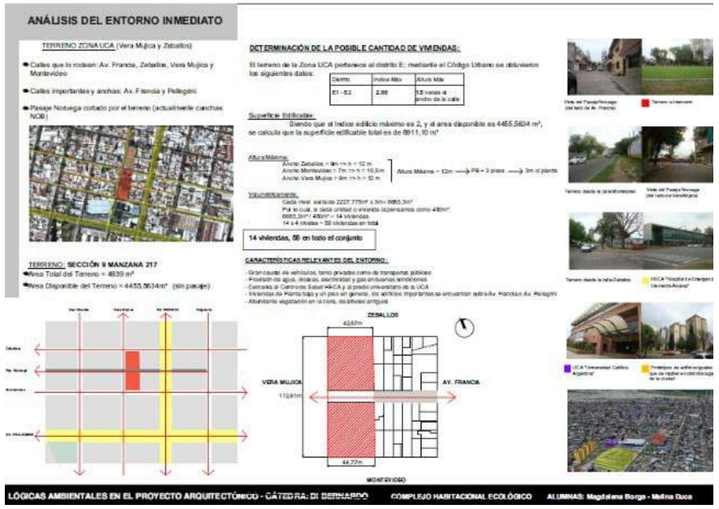


Figura 1: Propuesta alumnos Borga/Duca (2012)

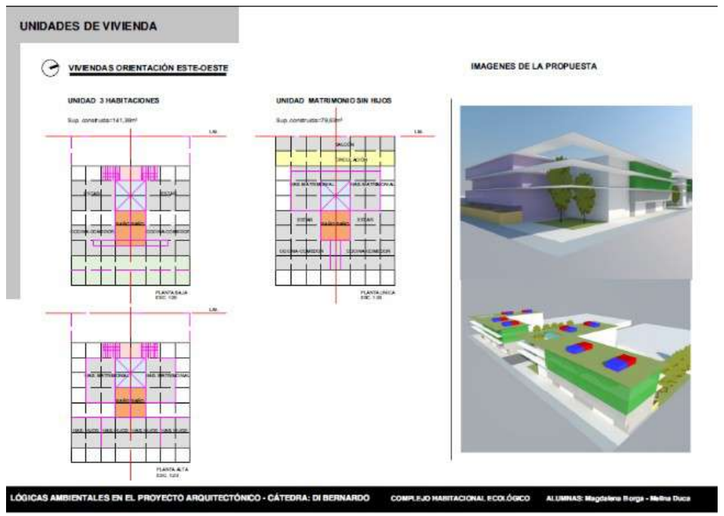
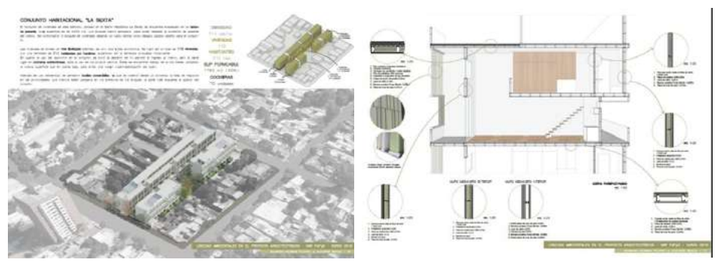


Figura 2: Propuesta alumnos Borga/Duca (2012)

Figura 3: Propuesta alumnos Borga/Duca (2012)



Figuras 4 y 5: Propuesta alumnos Pliner/Bosio (2018)

b- Indagaciones comparativas mediante aplicación de indicadores y propuestas alternativas de optimización de componentes:

b.1. Durante 2013 se realizó la primera experiencia práctica relativa al análisis de la eficiencia ambiental de conjuntos habitacionales a escala del conjunto y de las unidades de vivienda, aplicando indicadores urbanísticos y arquitectónicos. (Figuras 6 y 7)

Aspectos considerados:

- Consumo y manejo de suelo: Factor de ocupación de suelo. Factor de ocupación total. Suelo impermeable y permeable (superficies). Usos de suelo previstos/espontáneos en espacios comunes.
- Densidad poblacional planificada y estimada
- Infraestructura gris disponible: viaria (pavimento, mejorado), cloacal, pluvial, eléctrica, gas, etc. (Instalaciones, recorridos, accesibilidad, otros)
- Servicios: Recolección de residuos, (en caso de no existir recolección domiciliaria, modalidades de disposición final, volúmenes producidos); Transporte público, etc.
- Infraestructura verde disponible: Coberturas vegetales y forestación en espacios comunes y/o privados dentro del conjunto; Arbolado público, veredas verdes; Plazas, paseos, parques existentes en el sector; Calidad y accesibilidad (distancia y recorridos a plazas y parques más cercanos, seguridad en los espacios públicos barriales, estado, equipamiento, etc.). Conectividad de los espacios verdes del conjunto y del barrio con otros espacios verdes urbanos, periurbanos o rurales.
- Equipamiento comunitario (del conjunto y/o barrial). Escuela, dispensario, huertas comunitarias, espacios públicos, comercios, etc.
- Análisis de la envolvente del conjunto. Compacidad y factor de forma.

Escala arquitectónica

- Tipología: vivienda individual con uso privado del suelo, sin uso privado del suelo, agrupada en altura o colectiva.
- Orientaciones, Forma y compacidad de la unidad de vivienda, Resistencias térmicas. Áreas opacas y vidriadas, Protecciones, Criterios de crecimiento.
- Áreas abiertas. Tipos de uso y materialidad
- Habitabilidad interior y ahorro de energía: Norma IRAM 11604, Indicadores energéticos Demanda energética de calefacción, Gcal (W/m³K).

Consignas para la optimización de los casos analizados:

- Propuesta de estrategias orientadas al uso racional y diversificado del suelo, optimización de infraestructuras gris y verde.
- Ajuste de diseño, materialización, funcionamiento y mantenimiento edilicio, en base a criterios de eficiencia ambiental.
- Posibilidad de uso eficiente de materiales y energía; aprovechamiento de energías renovables, cosecha de agua de lluvia y tratamiento de aguas grises para su reutilización; separación de residuos sólidos urbanos para su posterior aprovechamiento, etc.

b-2. A fin de introducir a los estudiantes en el manejo de indicadores urba-

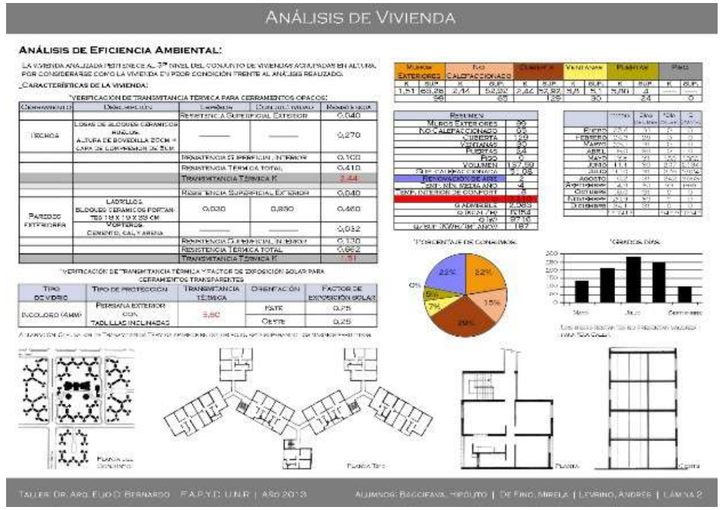


Figura 6: Alumnos Baccifava/De Fino/Levrino (2013)

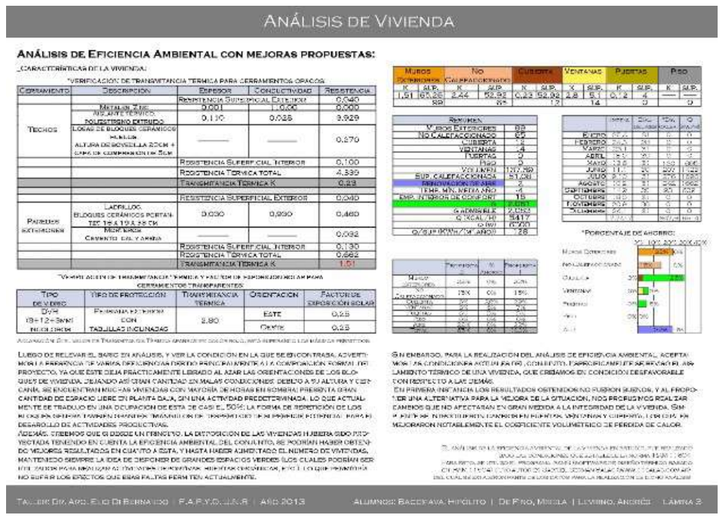


Figura 7: Alumnos Baccifava/De Fino/Levrino (2013)

nísticos y arquitectónicos que permitan visibilizar la relación entre hábitat y ambiente (Mosconi et al, 2017), se retomó y profundizó la experiencia desarrollada durante 2013 proponiendo la aplicación, entre otros, de "Indicadores de Eficiencia en el consumo de suelo y en el consumo de energía" diseñados para el estudio de ciudades europeas (Arua, I, 2009), (Rueda S. 2008, 2010, 2012)

Consumo de suelo:

- Factor de ocupación de suelo (FOS)
- Factor de impermeabilización del suelo (FIS)
- Factor de ocupación del terreno (FOT)
- Densidad poblacional bruta (DPB)
- Densidad poblacional neta (DPN)
- Holgura dimensional neta (HDN)
- Holgura dimensional espacio público (HDEP)
- Infraestructura gris disponible (IGD)
- Infraestructura verde disponible (IVD)
- Servicios urbanos disponibles (SUD)
- Servicios sociales disponibles (SSD)

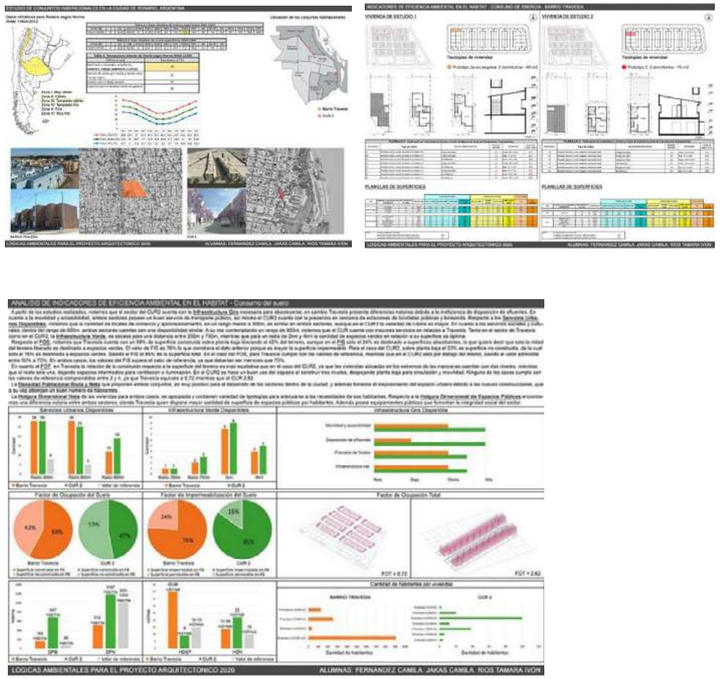
Consumo de energía:

- Factor de forma (FF)
- Factor área envolvente sobre superficie de piso (FAEP)
- Transmitancia térmica (K)
- Factor transparente opaco (FTO)
- Factor de exposición solar (FES)
- Coeficiente global de pérdida (CGP)
- Riesgo de condensación superficial (RCS)
- Riesgo de condensación intersticial (RCI)

Se presentan los resultados de los estudios comparativos de conjuntos de viviendas de interés social: (Figuras 8, 9 y 10)
Los trayectos curriculares de la materia constituyen un insumo para realizar ajustes y ampliar visiones disciplinares, a partir de la reflexión crítica sobre la problemática ambiental, para luego realizar estudios exploratorios y comparativos de eficiencia ambiental del hábitat y propuestas.

COMENTARIOS FINALES

La enseñanza de la Arquitectura sufre un fraccionamiento excesivo en áreas (técnica, proyecto, teorías, etc.). Este fraccionamiento debe superarse a través de la formulación de métodos, estrategias y herramientas que adecúen la enseñanza de la disciplina en su dimensión integral, de alta complejidad y compromiso social. La formación del arquitecto debiera reorientarse a fin de desarrollar la capacidad para la toma de decisiones a partir de la articulación criteriosamente fundamentada de múltiples variables en relación, y no únicamente en el conocimiento acumulativo de estrategias y técnicas para brindar respuestas a problemas arquitectónicos estandarizados.
Desde las ciencias proyectuales, es importante abordar intrínsecamente la tecnología y la habitabilidad, en su interrelación con el sistema natural y social. Esta asignatura optativa fue diseñada con el objetivo de ampliar y profundizar la visión de los estudiantes de arquitectura transmitiendo la importancia impostergable de integrar a los procesos de diseño, conocimientos y criterios de indagación que les permitan mejorar las relaciones entre Sociedad y Naturaleza y las condiciones de vida de la población a través de lógicas proyectuales adecuadas a los desafíos que impone la realidad.



Figuras 8,9 y 10: Trabajo alumnos Fernandez/Jakas/Rios 2020)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Arua. I. (2009) "*Indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria Gasteiz*" Disponible en: http://www.bcnecologia.net/es/proyectos/indicadores-de-sostenibilidad-urbana- en-vitoria-gasteiz

· Centro de Estudios del Ambiente Humano, Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, UNR. (2018) A&P Periódico N° 7 Ambiente, ISSN 24692107, Mayo 2018. Disponible en: https://issuu.com/fapyd/docs/a_y_p_p_7_ambiente_para_web

· Di Bernardo, E. (2013) "*Propuesta para establecer un Patron de Referencia de Eficiencia Ambiental*", Acta XXXVI Reunión de Trabajo de ASADES Vol. 1, pp.05.97-05.104. Argentina. ISBN 978-987-29873-0-5

· Di Bernardo, E. (2017) Presentación Práctico LAPA. Publicación interna FAPyD)

· Di Bernardo E, Bracalenti L, Cavagnero G, Lagorio L, Spiaggi E, Mendíaz G, Mosconi P, Vazquez J. (2003) "*Construcción Colectiva de Asentamientos Sustentables. Una propuesta de desarrollo local en Rosario*", UNR Ambiental Nº 5, pp. 83-98 ISSN Nº 0328-1051, Año 5, Nº 5, Octubre 2003.

· Funtowicz S. y Ravetz, J. (2000). "*La ciencia posnormal. Ciencia con la gente*". Ed. Icaria Antrazyt

· Mosconi P, Perone D, Mateos L, Vazquez J, Bracalenti L, Graziani M, Mendiaz G, Duca M, Ferrari F, Cremonte J, Giacone M, Martinez Chaher A, Nocioni F, Vazquez F. (2020) "*Lógicas Ambientales para el Proyecto Arquitectónico. Indicadores de Consumo de Suelo y Energía*". XIV Jornadas de Ciencias, Tecnologías e Innovación 2020, UNR. Disponible en: https://jornadasctei.unr.edu.ar/12b-ingenierias-tecnologias-vinculacion-tecnologica/

· Perone, D; Mosconi, P; Bracalenti, L; Vazquez, J; Graziani, M; Mendíaz, G; Mateos L. (2019) "*Lógicas Ambientales para el Proyecto Arquitectónico*" En A&P Periódico N°9. "Investigaciones Materiales". (pp. 26) ISSN 2469-2107, Marzo 2019. Disponible en: https://fapyd.unr.edu.ar/wp- content/uploads/2019/03/ayp9.pdf

· Rueda S. (2008) "*Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*". Agencia de Ecologia Urbana de Barcelona. Disponible en: https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0681581.pdf

· Rueda (2010) "*Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*". Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. Disponible en: http://www.bcnecologia.net/es/proyectos/plan-de-indicadores-de-sostenibilidad-urbana

· Rueda S. (2012) "*El urbanismo ecológico*" (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona), Ed. BCNecologia (Agencia de Ecologia Urbana). B Cormenzana (Coord), ISBN: 978-84-615-6947-2

· Perone, D.; Mosconi, P.; Bracalenti, L.; Vazquez, J.; Graziani, M.; Mendíaz, G.; Mateos (2019) "*Lógicas Ambientales para el Proyecto Arquitectónico*". (pág. 26) En A&P Periódico # 9. "Investigaciones Materiales". ISSN 2469-2107, Marzo 2019. Disponible en: https://fapyd.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2019/03/ayp9.pdf

· Simon, H (1973). "*Does Scientific Discovery Have a Logic?*" Philosophy of Science 40: 471-480.

· Wackernagel, M. y Rees, W. (1996) "*Nuestra Huella Ecológica: Reducción del Impacto Humano en la Tierra*". New Society Publishers, Filadelfia.

DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE. EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA EN EL POSGRADO.

SUSTAINABLE STRUCTURAL DESIGN. POSTGRADUATE TEACHING EXPERIENCE.

Silvina Inés Prados
Guadalupe Álvarez

Taller de investigación de diseño estructural

FAUD — UNC, Córdoba, Argentina

—

silvina.prados@unc.edu.ar

RESUMEN

Un diseño estructural sostenible debe responder a necesidades económicas, medioambientales, sociales y culturales mediante la eficiencia en el uso de los recursos con la adecuada confiabilidad de la estructura (Prados y Cardellino, 2020, p. 120).
Con una mirada sostenible, existen estrategias para ampliar la vida útil de las construcciones proponiendo diferentes operaciones de intervención para edificios en desuso, aunque no siempre vienen acompañadas de un diseño estructural eficiente.
Para transferir la importancia del rol del diseño estructural en proyectos de arquitectura sostenible, en la Especialización de Tecnología Arquitectónica de la FAUD – UNC, dictamos los módulos “Diseño estructural” y “El suelo como condicionante de diseño” durante los años 2020 y 2022.
En el siguiente trabajo, exponemos la experiencia y los resultados de la implementación de dichos módulos donde es posible advertir entre sus resultados, que las estrategias llevadas a cabo junto con un diseño estructural eficiente, resultan determinantes en el grado de sostenibilidad de esas arquitecturas.

PALABRAS CLAVES: proyectos de intervención – grado de sostenibilidad – estructura sostenible

ABSTRACT

A sustainable structural design must respond to economic, environmental, social and cultural needs through efficiency in the use of resources with adequate reliability of the structure (Prados y Cardellino, 2020, p. 120).
With a sustainable perspective, there are strategies to extend the useful life of buildings by proposing different intervention operations for disused buildings, although they are not always accompanied by an efficient structural design.
To transfer the importance of the role of structural design in sustainable architecture projects, in the Architectural Technology Specialization of the FAUD - UNC, we dictate the modules "Structural Design" and "The soil as a conditioning factor of design" during the years 2020 and 2022.
In the following work, we expose the experience and results of the implementation of these modules where it is possible to notice among their results, that the strategies carried out together with an efficient structural design, are decisive in the degree of sustainability of these architectures.

KEY WORDS: intervention projects – degree of sustainability – sustainable structure

INTRODUCCIÓN

Entendiendo a la estructura como un elemento fundamental dentro del proyecto arquitectónico, que supera el rol de sostener, puede constituirse en una variable clave y determinante de diseño. Este paradigma en la actualidad se encuentra influenciado por la necesidad de aportar conocimiento desde la disciplina a un desarrollo sostenible de la arquitectura y es, en este nuevo contexto, que prolongar la vida útil de las construcciones se vuelve una alternativa indispensable (Fig. 1).

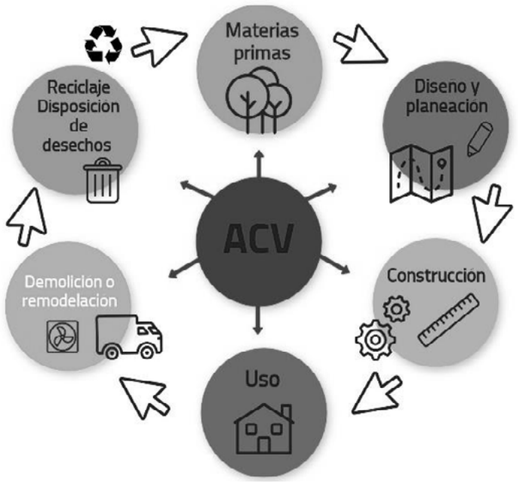


Fig. 1. Ciclo de vida de las edificaciones | Fuente: Chávez Virgen, M. (2019)

Si bien, la vida útil de las construcciones más habituales, según las reglamentaciones actuales (Reglamentos Cirsoc e Inpres Cirsoc del Instituto Nacional de Tecnología Industrial de la República Argentina), alcanzan los 50 años, es posible hablar de ciclos de vida superiores, acompañando a las acciones llevadas a cabo durante la construcción y mantenimiento de los mismos, de un diseño estructural eficiente y seguro. De esa manera, el análisis de ciclo de vida en la arquitectura actual, contribuye a identificar oportunidades de intervención que permiten mejorar el desempeño ambiental del edificio.

En las últimas investigaciones realizadas por las autoras (Álvarez, G. directora del proyecto de investigación Consolidar "Estrategias de diseño estructural con hormigón armado en proyectos de arquitectura argentina. Parte 2" SECyT. UNC. Y Prados, S. directora del proyecto de investigación Formar "Regularidad estructural como recurso para un diseño sostenible" SECyT. UNC.) se avanzó en identificar y cuantificar el rol de un diseño estructural eficiente y seguro, entendido como un diseño estructural sostenible, en proyectos intervenidos a fin de determinar su mayor o menor grado de sustentabilidad.

Arquitectos referentes en este tema, como los franceses Anne Lacaton y Jean Philippe Vassal, ganadores del premio Pritzker de Arquitectura en el año 2021, manifiestan "nunca demoler, eliminar o sustituir; siempre añadir, trasformar y reutilizar" permitiendo entender a la arquitectura actual como una generadora de oportunidades para aportar a un desarrollo sostenible de la profesión.

No obstante, puede observarse que, si bien la totalidad de los proyectos de rehabilitación se plantean con intenciones sociales y arquitectónicas sostenibles, en algunos casos, las decisiones tomadas durante todos los procesos de la intervención distan de serlo (Álvarez y Prados, 2021, p. 83).

Con el propósito de revalorizar la importancia de un buen diseño estructural en los proyectos de arquitectura, así como también aportar a una mirada crítica sobre la producción actual, propusimos esta temática para el dictado de las materias Diseño estructural y El suelo como condicionante de diseño en la Especialización de tecnología arquitectónica de la Facultad de arquitectura, urbanismo y diseño de la Universidad nacional de Córdoba durante los años 2020 y 2022. Esto nos permitió no solo evaluar críticamente la producción arquitectónica-estructural actual sino fortalecer las mayores demandas formativas en los profesionales recién recibidos donde las remodelaciones e intervenciones constituyen su principal actividad laboral.

DISEÑO ESTRUCTURAL: RECICLANDO ESTRUCTURAS

METODOLOGÍA

La primera de las materias tiene una duración de 25hs concentradas en 3 días consecutivos en una semana: jueves, viernes y sábado. En los dos ciclos dictados hasta el momento, por la emergencia sanitaria, la modalidad fue virtual con actividades sincrónicas y asincrónicas utilizando las plataformas Moodle y Meet.

La propuesta pedagógica en esta materia propone un aprendizaje activo basado en el estudio de casos que representan situaciones problemáticas diversas donde los profesionales alcanzan los objetivos a través del análisis, la investigación y el debate en grupo. Es así que se profundiza en el diseño estructural a partir del análisis de obras construidas recicladas, identificando:

- los diferentes sistemas constructivos y procesos de ejecución asociándolos a las lógicas proyecturales,
- la elección de los recursos materiales,
- los requerimientos programáticos, disposición tipológica y expresión formal del proyecto y su relación con la propuesta estructural existente y sus variaciones durante la intervención.

Las intervenciones de los casos elegidos utilizan diferentes criterios, por ejemplo, pueden ser por vaciado, adición, encastre, superposición o reforzamiento (Fig. 2).

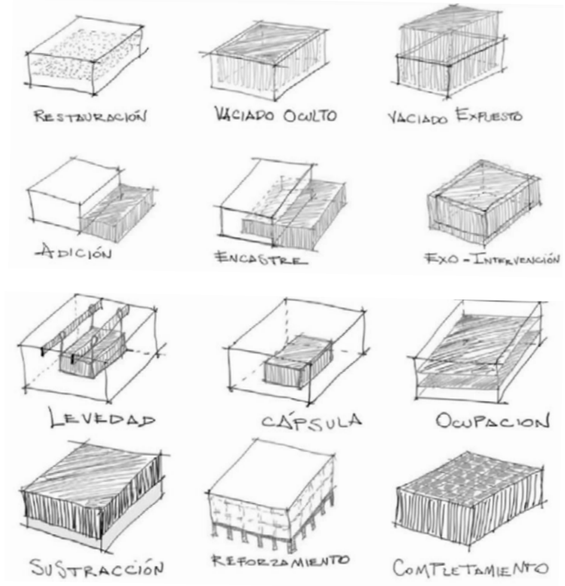


Fig. 2. Algunos criterios de intervención | Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO

La actividad práctica se desarrolla en grupos de hasta 3 integrantes y consta de 2 etapas:

1) etapa de análisis de una obra propuesta por el equipo docente o elegida por los estudiantes cuya condición es que sea construida y reciclada;
2) etapa de síntesis, donde se clasifican los edificios analizados según el tipo y grado sostenible de la intervención llevado a cabo.

La entrega se propone en una ficha que permita sistematizar y clasificar los casos estudiados y un panel de 70x100 cm en formato pdf con todo el proceso llevado a cabo por los equipos de trabajo donde la claridad y síntesis son fundamentales.

Los objetivos que nos proponemos como equipo docente son:

- Concientizar en el reciclaje de edificaciones existentes como un recurso para el desarrollo sostenible de la arquitectura.
- Estimular la formación de la capacidad crítica frente a la producción arquitectónico- estructural actual.
- Desarrollar competencias para la evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones existentes como recurso para nuevos proyectos.
- Reconocer procesos conjuntos y eficientes de diseño arquitectónico y estructural.
- Instruir en los requerimientos reglamentarios vigentes que garantizan una adecuada confiabilidad estructural.
- Concebir el proceso constructivo como una variable posibilitante y a la vez condicionante del diseño.

Los contenidos se dividen en dos partes, por un lado, sobre los criterios y estrategias de intervención y por el otro sobre el diseño conceptual de la estructura.

En la primera parte se dictan contenidos que permiten cualificar y cuantificar los criterios de intervención estudiados en los casos de estudios, aplicando la siguiente ecuación y cuyo resultado permite determinar el grado de sostenibilidad de la misma:

$$Criterios\ de\ intervención = CUÁNTO + CÓMO + QUÉ$$

Donde, con ¿cuánto intervenir? nos referimos al procentaje de superficie cubierta intervenida, con ¿cómo intervenir? nos referimos a los recursos proyectuales utilizados para conectar lo existente y lo nuevo y con el ¿qué intervenir? nos referimos a las acciones llevadas a cabo.

Algunos casos de estudio analizados durante el año 2020 fueron la biblioteca LocHal en Holanda diseñada por CIVIC architects, la reforma del almacén de Mason Bros en Nueva Zelanda diseñanda por Warren y Mahoney y el edificio Milan 44 ReUrbano en Méjico diseñado por at103 (Fig. 3).

Fig. 3. Algunos casos de estudio en el 2020 | Fuente: Plataforma Arquitectura

En el 2022 analizamos casos como, por ejemplo, el Centro Párraga en España diseñado por Antonio Abellán Alarcón y Juan Antonio Santa-Cruz Alemán, Long Museum West Bund de Atelier Deshaus en China y el Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214 en España de Harquitectes (Fig. 4).

Fig. 4. Algunos casos de estudio en el 2022 | Fuente: Plataforma Arquitectura

La entrega de los trabajos prácticos consta de documentos: 1) una ficha síntesis con toda la información relevante relevada, 2) el panel con el resultado de la investigación realizada.

La ficha síntesis nos permite instruir en la sistematización de la información relevada en un proyecto de investigación y a la vez armar una base de datos de la materia con todos los casos que se van estudiando (Fig. 5).

Fig. 5. Fichas síntesis 2022 | Fuente: Elaboración propia

El segundo documento es el panel con toda la información relevada durante el proceso de investigación y el análisis del comportamiento estructural de la construcción. Lo valioso de estudiar mecanismos estructurales en este tipo de edificaciones es que la estructura en la generalidad de los casos queda expuesta y, por lo tanto, constituye una estrategia didáctica eficaz para inferir su comportamiento resistente (Fig. 6).

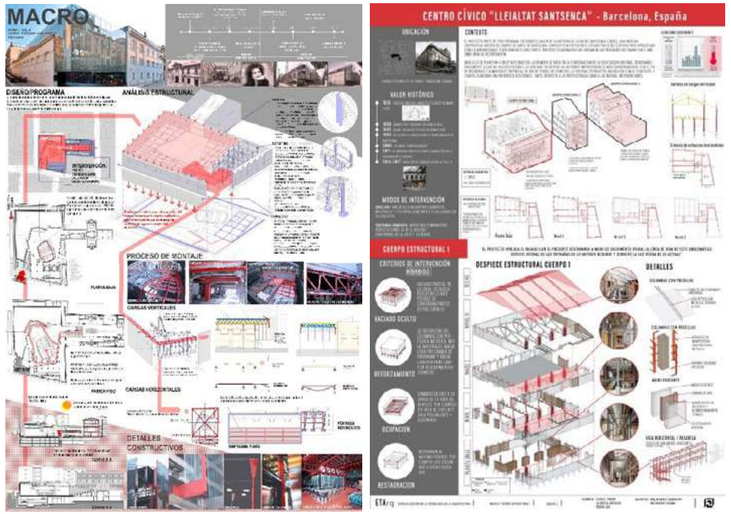


Fig. 6. Ejemplos de entrega final cohorte 2020 Y 2022 | Fuente: Elaboración propia

La organización de la información es de forma libre para los equipos de trabajo con el objetivo de destacar aquellos puntos más importantes de cada proyecto. En líneas generales podemos mencionar que los mismos contienen:

a)Una línea del tiempo de la obra con el registro de las intervenciones ocurridas a través de su vida útil (si las hubiera) donde se rescata las principales características del edificio original y el estudio del sitio de implantación para interpretar las condicionantes estructurales del equipo de proyectistas (Fig. 7).

Fig. 7. Línea del tiempo y estudio de sitio | Fuente: Elaboración propia

b)Los criterios de intervención y las principales acciones llevadas a cabo dando respuesta al cuánto, cómo y qué (Fig. 8).

Fig. 8. Análisis de las acciones llevadas a cabo en la intervención | Fuente: Elaboración propia

c) Y un estudio de la organización de su estructura, su comportamiento destacando el aporte expresivo de la misma dentro del proyecto y su resolución tecnológica (Fig. 9).

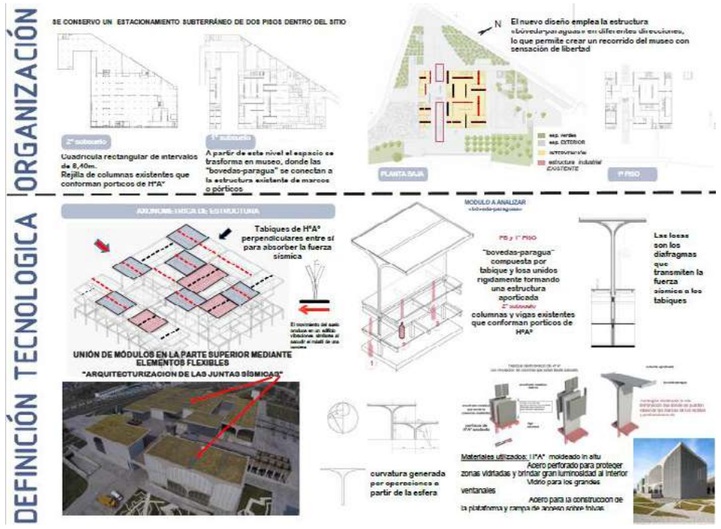


Fig. 9. Estructura y tecnología | Fuente: Elaboración propia

Durante el dictado del módulo, además, se contempla la participación de empresas invitadas donde exponen algunas experiencias realizadas en proyectos de esta naturaleza. Podemos citar, por ejemplo, a la empresa Gerdau (Fig. 10).

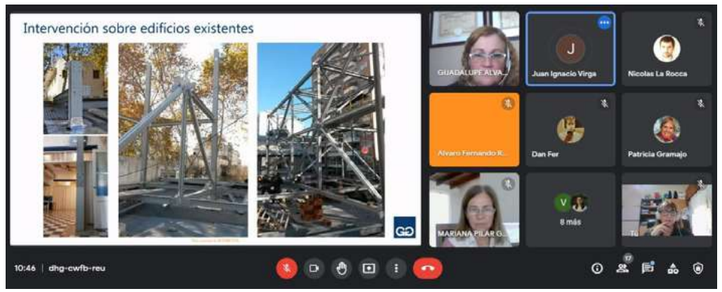


Fig. 10. Presentación Gerdau 2022 | Fuente: Elaboración propia

EL SUELO COMO CONDICIONANTE DE DISEÑO: INTERVENCIÓN DE ESTRUCTURAS Y SITIOS EXISTENTES EN DESUSO

METODOLOGÍA

La materia que se dicta a continuación tiene también una duración de 25hs concentradas en 3 días consecutivos en una semana: jueves, viernes y sábado. En este caso también la modalidad fue virtual tanto para la edición 2020 como para la 2022, con actividades sincrónicas y asincrónicas utilizando las plataformas Moodle y Meet.

El curso está orientado a profesionales cuya práctica habitual es la resolución de problemas, por lo tanto, se adopta un enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas. La principal característica de este modelo pedagógico es que el estudiante adquiere un rol activo en el proceso de aprendizaje ya que se promueve el aprendizaje auto-dirigido y el pensamiento crítico encaminado a la resolución de problemas.

Pese a que en las incumbencias del título de arquitecto figura el proyectar, dirigir y construir obras de arquitectura, en los centros educativos donde se dicta la carrera en nuestro país, a pesar de que esas actividades implican la realización de fundaciones, excavaciones y hasta obras subterráneas, sus planes de estudio, no contemplan contenidos básicos sobre geotecnia. Es por eso que en esta materia se analiza la problemática de los condicionamientos que tanto en el diseño como en la tecnología imponen a las obras de arquitectura el suelo y las fundaciones.

Los objetivos propuestos por el equipo docente son:

- Reconocer los distintos tipos de suelos y su vinculación con los sistemas de fundaciones y excavaciones para diferentes propuestas arquitectónicas.
- Reconocer los parámetros de un suelo descriptos en un informe geotécnico.
- Instruir en el diseño y dimensionado de fundaciones superficiales y profundas y sistemas de contención, eficientes y seguros, según las reglamentaciones vigentes.
- Concebir el proceso constructivo como una variable posibilitante y a la vez condicionante del diseño.
- Evaluar la interacción de fundaciones, nuevas y viejas, en las propuestas de intervención de edificaciones existentes.

DESARROLLO

Para la actividad práctica, además de un perfil geotécnico con el que deben trabajar, en el año 2020, se les propuso intervenir un edificio existente abandonado en la ciudad de Córdoba mientras que en el 2022 se propuso trabajar con la propuesta ganadora de un concurso público para un sitio en desuso de la misma ciudad. Para este módulo también se contemplan charlas de invitados, un estudio de arquitectura o el equipo de proyectistas ganador del concurso según el ejercicio que se proponga y una empresa geotécnica del medio (Fig. 11).

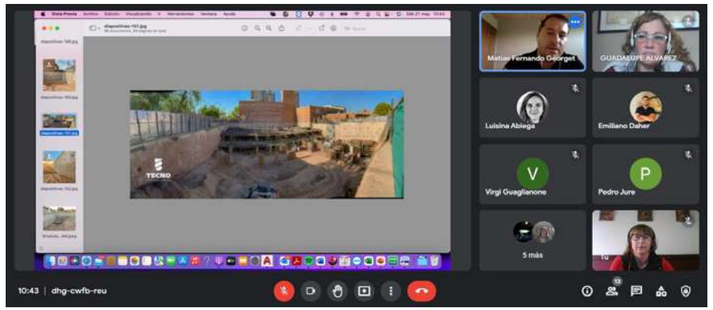


Fig. 11. Presentación Tecnofundaciones 2022 | Fuente: Elaboración propia

En este trabajo práctico se transfieren los contenidos impartidos en la materia de diseño estructural tanto para la propuesta estructural de intervención como para la organización estructural del objeto de estudio del concurso, llegando al predimensionado de las fundaciones y a una memoria descriptiva esquemática con el proceso constructivo y de montaje sugerido para la realización de las excavaciones de los subsuelos (Fig. 12).

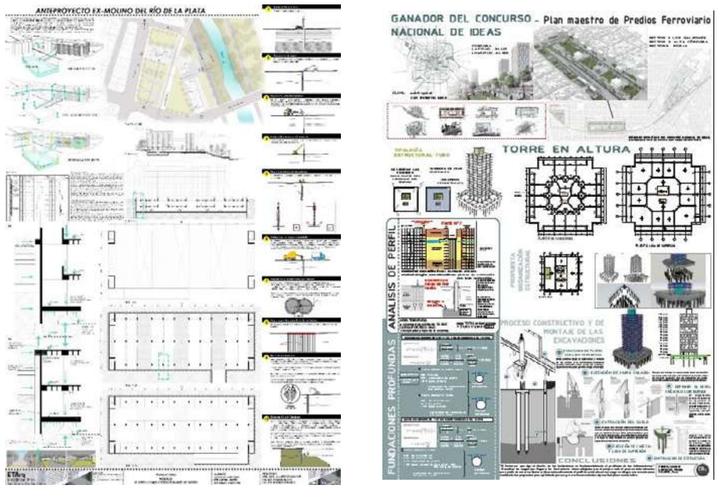


Fig. 12. Ejemplos de entrega final cohorte 2020 Y 2022 | Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La evaluación tiene un carácter orientador y pone énfasis en el proceso, con la guía permanente del docente, retroalimentándose continuamente para proseguir o rectificar si es necesario. Esto se realiza mediante encuentros sincrónicos en la plataforma Meet donde los equipos de trabajo exponen el avance de su investigación los cuales son interpelados por el resto de los estudiantes y los docentes a cargo. El proceso culmina cuando el estudiante alcanza los objetivos y recibe una evaluación final de carácter cuantitativa basada en las competencias esperadas.

La opinión recibida por parte de los participantes (mediante encuestas anónimas que realiza el equipo docente) permiten aseverar que los objetivos expuestos se han alcanzado en alto grado, incorporando al proceso proyectual la estructura como variable de diseño, la tecnología y el suelo como posibilitante del proyecto, la eficiencia estructural como pensamiento sostenible de la arquitectura y la instrucción de criterios de intervención y tipos de fundaciones frente a la problemática habitual a la que se enfrentan los profesionales del medio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Álvarez, G. (2018-2021/22). Estrategias de diseño estructural con hormigón armado en proyectos de arquitectura argentina. Parte 2. (Proyecto de investigación consolidar) SECyT, UNC.

· Álvarez, G. y Prados, S. (2021) "El rol del diseño estructural en el grado de sostenibilidad de las intervenciones en edificios existentes" *Revista De Res Architettura*, 6, 69-83. Córdona, Facultad de arquitectura, urbanismo y diseño de la UNC.

· Bruner, J. (1960). El proceso de la educación. Cambridge, MA: Prensa de la Universidad de Harvard.

· González Moreno-Navarro, J.L. et al. (2018). "El método sistémico de intervención en edificios existentes". Editorial: FPC, UPC. Barcelona, España.

· Lacaton, A, Vassal, J-P (2021). Lacaton & Vassal: Espacio libre, transformación, habiter. Ed.: Puente editores/Museo ICO.

· Marra, R., Jonassen, D. H., Palmer, B. & Luft, S. (2014). Why problem- based learning works: Theoretical foundations. Journal on Excellence in College Teaching, 25(3-4), 221-238. Recuperado de: https://www.albany.edu/cee/assets/Why_Problembased_learning_works.pdf

· Martínez Monedero, M. (2012) Reciclaje de arquitectura vs restauración arquitectónica, ¿herramientas contra-puestas? *Hábitat y Sociedad*, 5, 23-33.

· Prados, S. (2020-2021/22). Regularidad estructural como recurso para un diseño sostenible. (Proyecto de investigación formar) SECyT, UNC.

· Prados, S.; Cardellino, A. (2020). "Diseño estructural sostenible en Hormigón Armado. Libro: Ambiente, tecnología y diseño sustentable: las preexistencias ambientales y su impacto en la calidad de vida, el confort y la eficiencia energética". Cap. 9 (p. 118-129). Editorial: FAUD-UNC. Córdoba.

· Reglamentos Argentinos CIRSOC e INPRES CIRSOC – INTI. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaria de Obras Públicas de la Nación.

· Zabalza, I. (2012). "Repensar edificios mediante el análisis de ciclo de vida". Libro: Repensar CANFRANC. Taller de rehabilitación urbana y paisaje 2012. (p. 70-81) Editorial Universidad de Zaragoza. Se puede visitar: https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/32/92/07zabalza.pdf

TECNOLOGÍAS DE PROCESO EN LA ENSEÑANZA DE PRODUCCIÓN DE OBRAS

PROCESS TECHNOLOGIES IN THE TEACHING OF BUILDING WORKS PRODUCTION

Federico García Zúñiga
Gerardo Wadel
Diego Cremaschi

Taller Vertical de Produción de Obras I-II-III
García Zúñiga — Wadel — Cremaschi

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—
federicogezeta@gmail.com

RESUMEN

En Argentina el sector de la construcción representa un consumo de energía y unas emisiones GEI de un 25% - 35% del total. El país, en 2021, aumentó su compromiso de reducción un 26 % y se plantea alcanzar la neutralidad en 2050. Hay que actuar profundamente.
El Taller Vertical de Produción de Obras I-II-III García Zúñiga - Wadel – Cremaschi de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (FAU - UNLP), iniciado en 2022, aborda ese reto desde la consideración poliédrica de la Arquitectura y su triple restricción Alcance, Plazo y Costo. Considerando actores, grupos de interés, normativa, documentación, economía, proceso de proyecto, obra, uso, rehabilitación y nuevo ciclo de los edificios. Desde la energía, materiales, agua, aire, biodiversidad y biohabitabilidad.
El proceso de enseñanza-aprendizaje y los contenidos han sido redefinidos para desarrollar procesos superadores en las metodologías, herramientas y tecnologías aplicables al ciclo de vida de los edificios. En estos momentos se lleva adelante el seguimiento de la Propuesta Pedagógica y la evaluación del Taller.

PALABRAS CLAVES: proyecto – tecnología – gestión – ciclo de vida – sustentabilidad

ABSTRACT

In Argentina, the construction sector accounts for energy consumption and GHG emissions of 25-35% of the total. The country increased its reduction commitment by 26% in 2021 and aims to achieve neutrality by 2050. Deep action is needed.
The Vertical Workshop García Zúñiga - Wadel - Cremaschi for the Production of Building Works I-II-III of the Faculty of Architecture and Urbanism of the National University of La Plata (FAU - UNLP), launched in 2022, addresses this challenge from the multifaceted consideration of Architecture and its triple constraint of Scope, Time and Cost. Considering actors, interest groups, regulations, documentation, economy, project process, work, use, rehabilitation and new cycle of buildings. From energy, materials, water, air, biodiversity and biohabitability environmental vectors.
The teaching-learning process and the contents have been redefined in order to develop new processes to improve methodologies, tools and technologies applicable to the life cycle of buildings. The evaluation of the application of the Pedagogical Proposal and the functioning of the chair is now carried out.

KEY WORDS: project – technology – management – life cycle – impact – sustainability

INTRODUCCIÓN

Hacer arquitectura significa plantearse uno mismo preguntas (Zumthor, 2014:65). En la construcción colectiva del conocimiento esta frase resume sencilla pero magistralmente el proceso de enseñanza-aprendizaje en la arquitectura, estrategia pedagógica con la que adherimos en la asignatura Producción de Obras. Una Asignatura de la segunda mitad de la carrera, del último tramo del Ciclo Medio -Formativo- y que transita todo el Ciclo Superior - Profesional- del Plan de Estudios VI de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (FAU – UNLP), etapa de consolidación del proceso en que se recorre el camino desde el ser estudiante al ser arquitecto, al iniciar el camino hacia el ser profesional.

Esta reflexión, en el marco de la difusión masiva de los recursos informáticos, las redes sociales y las soluciones "a un click de distancia", nos hace profundizar en la diferencia entre información y datos, en cómo cernir el cúmulo de datos -lo que se da- versus la información: los conceptos. Cómo el cedazo retendrá lo que es principal y dejará pasar lo accesorio, cuando estamos en un proceso de enseñanza-aprendizaje con estudiantes que son nativos digitales (Prensky, 2001) y un cuerpo docente que en general ha atravesado una hibridación entre lo análogo y lo digital, inmigrantes digitales.

La condición de disciplina de múltiples planos y aristas se la debemos a un egresado ilustre de la UNLP, el físico, filósofo y epistemólogo Mario Bunge donde así la define en una nota periodística del año 1998. En aquella entrevista, manifiesta la falta de consenso en cuanto a la naturaleza de la disciplina -la epistemología de la arquitectura- ya que cada arquitecto a través de su propia lente, tiñe con su formación, sus experiencias, sus gustos y vivencias, la forma de mirar la arquitectura (Bunge 1998).

Estas facetas que nos plantea Bunge en su artículo, estas distintas miradas a la profesión, deben introducirse todas ellas a lo largo de la formación de los estudiantes de arquitectura, para que cada uno vaya conformando su propia visión, como en el caso de la presente Asignatura, desde la producción y gestión de los proyectos y las obras. Hemos representado la condición poliédrica de la arquitectura en la Propuesta Pedagógica del Taller, como un sólido platónico, el icosaedro regular, polígono que tiene 20 caras formadas por triángulos equiláteros, 30 aristas y 12 vértices (Fig.1).

Los problemas complejos -como los que trata la arquitectura- sólo pueden ser resueltos mediante la comprensión del todo y no del entendimiento conjunto de sus partes por separado. Las herramientas del pensamiento sistémico intentan, en este sentido, encontrar patrones que permitan identificar relaciones en el espacio y el tiempo para enfrentar desafíos como los de la

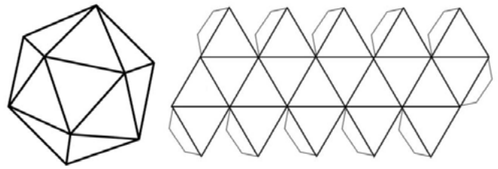


Fig. 1: El icosaedro regular: volumen y desarrollo. Fuente: Elaboración propia.

ciudad, la vivienda o el espacio público. Y la producción de sus obras.

Así como "un edificio funciona como un 'todo', es decir, como un conjunto de sistemas y elementos que se interrelacionan y se apoyan mutuamente" (Monjo Carrió, 2001:25) - subsistemas y elementos que son además interdependientes- cuando ampliamos la mirada y el campo de acción desde las tecnologías de la construcción a otras tecnologías como las tecnologías "blandas" o de gestión, el objeto de estudio adquiere nuevas características que en términos de Edgar Morin, desplazan el paradigma de la simplicidad hacia el paradigma de la complejidad: "hay complejidad cuando son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo" (Morin, 1999:17).

Si bien a la hora de analizar la producción de una obra (análisis que etimológicamente proviene de disolver un conjunto -la obra, el objeto concreto- en sus partes), cobra sentido el análisis individual de un subsistema o de un elemento, no podemos perder de vista nunca la visión del conjunto, del todo. Y simultáneamente reconocer que la estructura de dicho sistema, es decir la disposición espacial de sus partes, componentes o subsistemas, se debe analizar en un momento dado (Cereijido, 2012:34). La cuarta dimensión temporal que debemos necesariamente integrar a las dimensiones físicas del objeto de estudio.

La Propuesta Pedagógica supone poder incorporar en una Asignatura de la Carrera de Arquitectura, del Área Ciencias Básicas, Tecnología, Producción y Gestión, herramientas de la teoría de la complejidad y el pensamiento sistémico para comprender los problemas sin apelar a la causalidad lineal, a los reduccionismos ni a la fragmentación. Se propone asimismo alentar la retroalimentación entre las diversas Áreas y disciplinas o especialidades que integran la Carrera, de manera de obtener distintas miradas que permitan explorar soluciones simples a problemas complejos. Por otro lado, fomentar una formación profesional que permita un intercambio fluido con otras ramas y áreas del conocimiento y diluir así los límites que encorsetan el desarrollo profesional, quitando etiquetas, clasificaciones y divisiones rígidas.

Al hablar de trabajo en equipo no sólo estamos pensando en la didáctica de las actividades prácticas de los estudiantes a la hora de transitar por la Asignatura, que en el marco del Aula Taller se configura en una de las metodologías centrales de la enseñanza-aprendizaje en arquitectura. Pensamos asimismo en las diversas maneras de fomentar la colaboración en grupos de trabajo a nivel del equipo docente, dentro del Área de conocimiento de la Asignatura y dentro de la Facultad, así como fuera del marco e integrando a otras unidades académicas de nuestra universidad y de otras universidades.

En este camino, proponemos, además de utilizar una mirada sistémica, fomentar la multidisciplina. El pensamiento sistémico nos recuerda continuamente que el todo es más que la suma de las partes (Senge, 2004: 21) y esto es aplicable tanto al objeto de estudio como a las formas de abordar su proceso de enseñanza y aprendizaje. Tal como describe Harari, el "Homo Sapiens es la única especie en la Tierra capaz de cooperar de manera flexible en gran número" (Harari, 2019:151) y esa senda es la que ha llevado a los habitantes de este planeta - mediante la cooperación- a lograr avances impensados siglos atrás en aspectos sociales, económicos, culturales y tecnológicos. También aumentando las deudas en diversas materias, como la desigualdad social y la degradación del ambiente.

METODOLOGÍA

La tecnología puede referirse a objetos concretos que usamos, como edificios o máquinas, pero también abarca los sistemas, los métodos de organización y las técnicas que adoptamos para su materialización. En el área específica de la Arquitectura y en particular en Producción de Obras, nos referimos específicamente a las tecnologías "blandas" que aplicamos para desarrollar los proyectos -desde las ideas y diseño- a las metodologías que debemos aplicar para la dirección de las obras en el marco de la tarea del "hacer hacer". Así como hay una tecnología de la construcción, que se debe también dominar a partir del aporte de otras asignaturas, a la tecnología específica de la Asignatura la podríamos denominar la Tecnología de la Producción de Obras, aquella que nos permite organizar el proyecto y dirigir las obras.

Las tecnologías a aplicar son en general denominadas Tecnologías de Gestión o Tecnologías "blandas", más allá que utilicemos otras tecnologías "duras" en forma complementaria, como una PC, una cinta métrica o un distanciómetro láser. Las Tecnologías de Gestión son metodologías, herramientas y procesos para desarrollar actividades de manera eficiente en el marco de la gestión y la administración.

La aplicación de las tecnologías no es neutra. Teniendo presente que la civilización contemporánea vive la explosiva combinación de evolución tecnológica rápida y evolución ético-social lenta (Abramovay, 2013:168), el com-

promiso con la sociedad es central en nuestra actividad. Sea que se trate del ámbito público o de la actividad privada, en el diseño, el proyecto, la dirección y la ejecución de la concreción de los espacios del hábitat humano. Esta relación entre la ética y la sociedad se extiente al ambiente, vinculando tecnología con sustentabilidad, allí donde los arquitectos tenemos que trabajar fuertemente: una tecnoética según expresa Mario Bunge. Definida como el estudio de "los códigos morales inherentes a las diversas ramas de la tecnología, tanto los adoptados de hecho como los aceptados de palabra (pero no siempre de hecho) cuanto los que debieran adoptarse" (Bunge, 1997:207). Es en ese sentido que Bunge propone la adopción de tres códigos morales -uno universal, uno individual en la responsabilidad profesional y otro social que rija la formulación de políticas de I+D- que permitan garantizar la conservación y el avance de la tecnología moderna, de manera de minimizar las externalidades negativas en todos los procesos tecnológicos.

En el mundo, actualmente, hay una serie de intentos por situar a la construcción dentro de unos límites que no supongan sobrepasar los 2°C de aumento de temperatura global por efecto del cambio climático. De tal forma conceptos o estándares como NZEB (Near Zero Energy Building) o Carbono Cero (en fase de uso) establecen la obligación de cuantificar el consumo de energía y situarlo por debajo de unos valores máximos permitidos en la construcción y uso de los edificios. El programa de Etiquetado de Eficiencia Energética de Viviendas de Argentina, que se encuentra en fase de pruebas de evaluación y formación de profesionales, va en esa línea, aunque de forma voluntaria, sin un límite de consumo y aún sin aplicación efectiva. Las previsiones, por el contrario, suponen un aumento en las emisiones de GEI (Fig. 2).

Es precisamente desde la educación donde se pretende con la Propuesta, reflexionar sobre las consecuencias del cambio climático y la responsabilidad de la construcción en la materia. Una referencia en la temática son los ODS, Objetivos para el Desarrollo Sostenible de la ONU. Resulta particularmente interesante la Meta 7 de ese Objetivo 4 , que propone de hoy al año 2030, asegurar que todos los estudiantes "adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible".

A nivel local y desde noviembre de 2020, cuando se aprueba en el Congreso Nacional la Ley Yolanda N° 27.592 de Educación Ambiental, el camino hacia un compromiso ético con nuestro planeta para todos aquellos que cumplimos una función pública en el marco de la docencia universitaria, se ha institucionalizado. Ese camino hacia un uso responsable de los recursos como la energía, el agua y los materiales entre otros, desde la perspectiva de los tres pilares de la sustentabilidad -ambiental, económico y social- lo hemos venido transitando desde hace muchos años en la formación de estudiantes y docentes, en el grado y el posgrado.

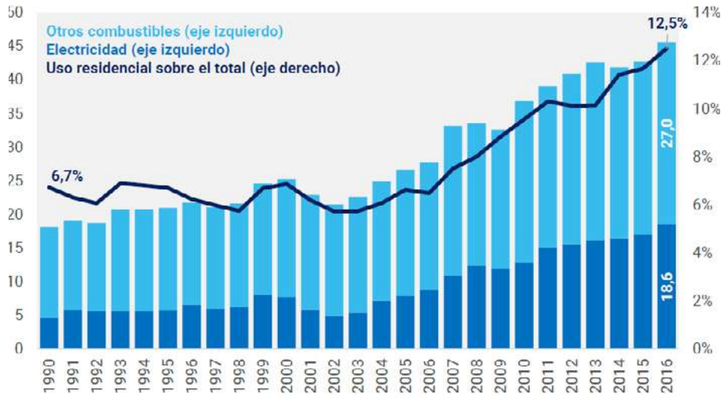


Fig. 2 Emisiones de GEI de Argentina atribuibles al sector residencial, por año, en millones de toneladas de CO_2 Fuente: Lacaze, L.; Zampelli, R.; Estayno, S.; y Braude, H. Tecnologías para la eficiencia energética residencial y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

¿Cuál es la relación entre la demanda de la sustentabilidad y la arquitectura? ¿En qué afecta el desarrollo sustentable a sus sistemas técnicos? La exigencia de sustentabilidad requiere el reciclaje de los residuos hasta volverlos a la calidad de recursos a un ritmo adecuado e implica:

- el uso de energía, para mover los materiales y para los procesos necesarios para devolverlos al nivel de organización adecuado.
- la tecnología necesaria para hacerlo, para los procesos de recuperación, concentración y reorganización de materiales.
- una organización social que mantenga el interés económico en estos procesos.

La necesidad de la formación del arquitecto en el paradigma de la sustentabilidad implica la reevaluación de los núcleos alrededor de los cuales se articula el conocimiento técnico y, en consecuencia, su enseñanza (Cuchí 2006:33). La enseñanza de la tecnología arquitectónica no siempre aborda esta problemática. De esta forma, puede verse demasiado influida por el modelo industrial predominante, por entender que sería el que garantiza las calidades que requieren los elementos constructivos. Definidas en normativas donde el sistema productivo industrial tiene gran participación, no así los sistemas tradicionales de producción que carecen de representación en los comités técnicos. La formación del arquitecto, si no supera las limitaciones señaladas en el sistema industrial actual, podría ser técnica, pero no alanzaría a ser tecnológica. Conocer los sistemas técnicos disponibles no es suficiente, se necesita una capacidad de análisis crítico que ayude al arquitecto a recuperar el rol de gestor de recursos.

El reconocimiento de la importancia de los aspectos técnicos en la conformación de una respuesta adecuada a la demanda de sustentabilidad, la demanda de cerrar los ciclos materiales (Fig. 3) en los procesos técnicos, obliga a una reconsideración del área de actuación del futuro arquitecto, de su papel y de su responsabilidad. Identificar y cuantificar los flujos materiales que se activan para hacer posible la construcción y el funcionamiento de la arquitectura se transforma en una tarea de investigación urgente en nuestra profesión. Analizar cada uno de los flujos materiales identificados y determinar por qué se alejan de la condición de cierre de ciclos, como también las posibles alternativas para revertirlo, es la tarea siguiente. Esto proporcionará nuevas perspectivas sobre los sistemas técnicos de la arquitectura y provocará una revisión de los objetivos que perseguimos cuando proyectamos, construimos, habitamos o reciclamos edificios.

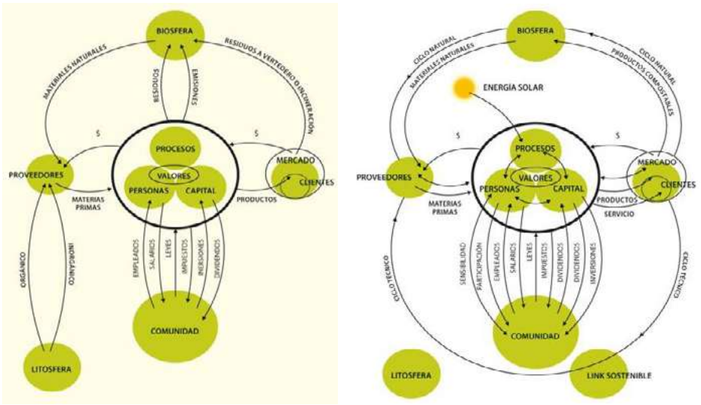


Fig. 3: Esquemas de la industria en los siglos XX (ciclos materiales abiertos) y XXI (ciclos materiales cerrados Fuente: Ray Anderson, Mid-Course Correction: Toward a Sustainable Enterprise: The Interface Model

El papel de la enseñanza-aprendizaje de la tecnología de la arquitectura respecto al ejercicio de la futura profesión debe ser crítico. Dotado de criterio, de opinión y de contraste de esta opinión con la repercusión de la construcción en el contexto social del país. Puede ayudar a desarrollar modelos de ejercicio profesional que tiendan a paliar estos problemas y a ampliar el campo de actuación del arquitecto para poder dar respuestas adecuadas al reto de la sustentabilidad.

La Producción de Obras requiere abordar nuevos instrumentos conceptuales para obtener la habitabilidad y definir las estrategias adecuadas que aseguren el cierre de los ciclos materiales a lo largo del ciclo de vida del edificio. Esta consideración central de los ciclos materiales, con la demanda de la sustentabilidad de cerrarlos por medio de las estrategias arquitectónicas y tecnológicas, redefine el ámbito de actuación del futuro arquitecto. Y ayuda a estructurar los conocimientos nuevos que necesita para eso.

Es indispensable establecer la relación de cada uno de los ciclos materiales (energía, materiales y residuos de construcción, agua, suelo, etc.) con la consecución de la habitabilidad, relación que no puede ser de temas independientes, analizados por separado. La estrategia de cierre de ciclos -de gestión de recursos- y las estrategias funcionales -de la habitabilidad- forman parte de un mismo discurso que reconfigura el ámbito de construcción, entendida como una infraestructura o sistema para operarlos.

Y es indispensable hacerlo desde la óptica del ciclo de vida de los edificios.

Nuestro país tiene una deuda pendiente de gran magnitud: el déficit de viviendas. Se estima que el mismo supera los 4 millones de unidades, de las cuales se requieren al menos 1,5 millones de unidades nuevas. El resto, alrededor de 2,5 millones, son las viviendas que requieren mantenimiento y reparación, por problemas de calidad, falta de servicios o hacinamiento o envejecimiento. Esta deuda es, simultáneamente, una gran oportunidad: lo que en muchos países se denomina retrofitting (que puede ser traducido como readaptación, retroadaptación, reequipamiento, renovación o reajuste) y aquí llamaríamos rehabilitación energética. O rehabilitación integral, incluyendo los aspectos energéticos.

Si consideramos que en nuestro país tenemos un parque edilicio cercano a los 14 millones de viviendas y que cada año apenas se construyen en promedio 375 mil, podemos observar que el desafío en esta materia es enorme. Aún necesitando 1,5 millones de viviendas nuevas (algunas fuentes señalan que serían más), el parque edilicio residencial (que incluye las viviendas con déficit de calidad elemental y servicios básicos y las sobreocupadas) se acercaría a los 12 millones. La relación entre las viviendas a mantener y a mejorar (incluso más allá de esa calidad elemental), respecto a las a construir, es de 8:1. En el caso de la edificación de equipamiento, como edificios públicos y privados como oficinas y locales, hay mayor carencia de datos, aunque puede intuirse que las características y tendencias del déficit pueden llegar a ser similares.

Se puede concluir en que el impacto ambiental de los edificios, por ejemplo, el consumo de energía en fase de uso y sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas, tiene más que ver más con la edificación existente que con las futuras construcciones. Esto nos hace reflexionar acerca de la necesidad de poner más atención, en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la arquitectura en general y de Producción de Obras en particular, sobre la generación de conocimiento y su puesta en práctica en los procesos de gestión, mantenimiento y rehabilitación del parque edilicio existente (Fig. 4).

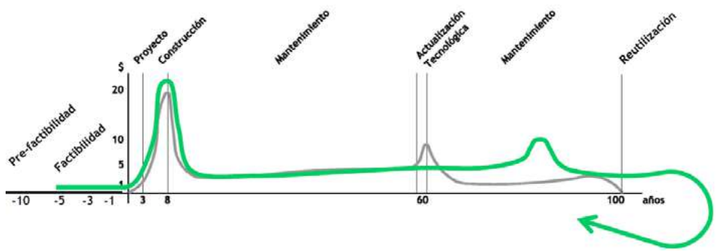


Fig. 4: El ciclo de vida de las construcciones. Fuente: Federico García Zúñiga.

La rehabilitación deseable es la acción continuada sobre la edificación existente para proveer la habitabilidad socialmente necesaria, con la máxima eficiencia en el uso de los recursos. Esto implica lógicas y procesos distintos de la construcción de obra nueva, con marcos legales, técnicos y organizativos específicos.

Este enfoque lleva a considerar una escala de acción más amplia que la del propio edificio, planteada en el nivel del barrio, a escala urbana. Donde puedan estudiarse sinergias que optimicen el intercambio de recursos mediante las llamadas comunidades energéticas, los procesos de simbiosis entre materiales y residuos, la gestión colaborativa del ciclo del agua, la reinterpretación del patrimonio, la gestión de los procesos y, sobre todo, la resolución las necesidades de una habitabilidad urbana o de derecho a la ciudad.

Este puede ser un tema oportuno para el ámbito del estudio de proyectos de Producción de Obras, ya que la transversalidad de sus contenidos y su ubicación en los últimos años de la carrera favorecen la reflexión sobre el futuro ejercicio profesional. ¿Y qué es un proyecto visto desde Producción de Obras? En este caso nos referimos en forma genérica a proyecto, considerando el ciclo de vida completo de una obra, desde las ideas preliminares, el proyecto, y la dirección de la obra hasta la entrega definitiva de la misma (o cualquier instancia intermedia), teniendo en cuenta que las metodologías sobre dirección de proyectos más difundidas como la del PMI / PMBOK (Project Management Institute) o la Norma ISO 21.500 así lo consideran, a diferencia de la denominación establecida en los aranceles profesionales, que entienden al proyecto como la etapa de diseño de las obras.

Proyecto puede ser definido también como lo establece la Norma ISO 9000 de fundamentos y vocabulario de sistemas de gestión de la calidad, como un proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos. Estos tres aspectos, variables o requisitos concurrentes de los proyectos -alcance, plazo y costo- son en general denominados la "triple restricción" de los proyectos y son la base de las metodologías de dirección de proyectos en general y de producción de obras de arquitectura en particular.

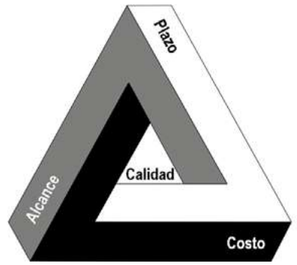


Fig. 5: La triple restricción en los proyectos de arquitectura

Fuente: elaboración propia a partir de: RIBA. Project leadership. RIBA Plan of Work, 2013 Guide. Pág. 41.

Es precisamente el equilibrio de esas tres variables el gran desafío que se plantea a la hora de dirigir, gestionar y producir los proyectos y las obras, ahora sí en la denominación tradicional de los aranceles profesionales. Que los proyectos y las obras sean entregados a tiempo, dentro del presupuesto y con el alcance requerido, garantizan la calidad de los mismos, ya que una variación en cualquiera de los tres requisitos, puede afectar a algunos de los otros dos, alterando el equilibrio buscado.

Con un alcance redefinido, frente al reto de la sustentabilidad, que afecta a la tríada Arquitecto, Comitente y Constructor, que es como se representan en forma conceptual y básica los actores de la Producción de Obras y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las excepciones a la regla general de los tres actores planteadas son muy extensas, desde diversas formas de llevar adelante la construcción, como por ejemplo en muchos sectores de la sociedad a través de la autoconstrucción (sin la participación de un profesional arquitecto ni un constructor en aquellos casos en los que más se necesitaría); a la participación de otras profesiones como la ingeniería en algunas ocasiones; así como la participación de diversos organismos del Estado encargados de proyectos de obras públicas. Un último aspecto relacionado con los actores, implica salir del marco y reconocer el entorno de la producción de obras que afecta a vecinos y, dependiendo de la escala de las obras, a la sociedad donde se implanta. Estos actores se denominan "grupos de interés" y son todos aquellos ante quienes una organización debe responder. Grupos de interés que, necesariamente, deben tener un rol activo en las estrategias de sustentabilidad enunciadas.

En la modalidad de enseñanza adoptada se utilizan diferentes estrategias pedagógicas para el desarrollo de las actividades teórico-prácticas. En el Aula Taller se analizan y relacion los recursos necesarios para la obtención y producción de las obras -tecnología apropiada, tecnología posible, nuevas tecnologías- siendo estas alternativas y su resultado reflexivo, las que dotarán al estudiante de herramientas e instrumentos, que le permitirán resolver problemas específicos en la producción de las obras favoreciendo su inserción en el ámbito profesional.

Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrollan e implementan en el presente ciclo lectivo, los contenidos de la Asignatura en forma gradual y creciente desde Nivel I a Nivel III, en la búsqueda de la construcción del conocimiento en distintas escalas de aproximación a los problemas, desde una Asignatura Téorico-Práctica, donde "la articulación teoría-práctica está dada aquí, en que las categorías conceptuales se articulan siempre en torno de problemas reales y concretos de abordaje y resolución" (FAU – UNLP, Plan de Estudios VI/2008, Anexo 7.3, p. 31). Son estos problemas reales propuestos en diferentes niveles de complejidad cognitiva, los que el estudiante deberá abordar y resolver en el proceso pedagógico de la Asignatura. Para el desarrollo de los Trabajos Prácticos se utilizan ejemplos edilicios en distintas escalas de complejidad cualitativa y cuantitativa.

Con el objetivo de retroalimentar la teoría en la práctica y la práctica en la teoría, se propone - entre otras actividades- un Trabajo Práctico de Integración Vertical (TPIV) para los tres niveles que integran el Taller Vertical, a fin de garantizar la coherencia y continuidad en el pasaje de un nivel a otro favorenciendo la integración curricular de Producción de Obras. Este trabajo es el marco para fortalecer las relaciones en el equipo, y posibilitar la transferencia controloda de conocimientos y experiencias con el estudiante y su grupo y sus pares de otros niveles de la Asignatura. El TPIV tiene como témática común: El ciclo de vida de la obra de arquitectura.

Cada Nivel y según su complejidad desarrolla aspectos (componentes y/o subsistemas) parte de sistemas más amplios, pero dentro de un único proyecto. Durante el desarrollo del TPIV se introducen además de aspectos específicos del alcance del proyecto (requisitos implícitos/explicitos) los aspectos relativos a la comunicación del modelo en su tridimensionalidad, el plazo y las cuestiones referidas a la planificación, el costo, su estimación y programación y la sustentabilidad, así como el uso eficiente de los recursos y el edificio en uso, su mantenimiento preventivo, correctivo y reutilización. Se introduce a los estudiantes en el concepto metodológico de pensar y modelar en 7D, concepto que nace del BIM (Building Information Modeling) como herramienta informática para el trabajo colaborativo en la producción de la información de todo el ciclo de vida de la obra de arquitectura.

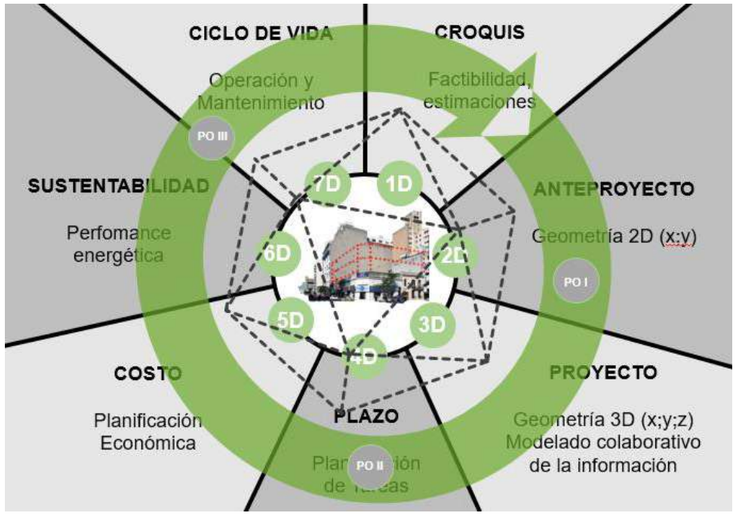


Fig. 6: El concepto 7D: las siete dimensiones de Producción de Obras. Fuente: elaboración propia

Diferentes autores identifican una nueva dirección en la evaluación de los estudiantes denominada "evaluación auténtica" (Hargreaves et al., 2014:208). La evaluación auténtica refiere a las formas y metodologías de trabajo que implementamos dentro del Aula Taller, donde los estudiantes encuentran situaciones de la vida real – como el TPIV- que desafian sus habilidades, poniendo a prueba lo que han aprendido. Entendemos que la evaluación se desarrolla como un proceso continuo con diversos objetivos, brindando información antes, durante y al final del proceso. Reconocemos en ese sentido, tres sistemas de evaluación: la evaluación diagnóstica, la evaluación formativa y la evaluación recapituladora. En la toma de decisiones del proceso de evaluación formativa del TPIV actualmente en curso, el equipo docente durante las distintas actividades de aprendizaje de los estudiantes, realiza el acompañamiento que es orientado con los siguientes propósitos evaluativos: identificar dificultades en el desarrollo de las actividades; interpretar el progreso en la asimilación de los contenidos, sus avances y limitaciones; avances y retrocesos; errores o desvíos y beneficiarse positivamente en la enseñanza; el compromiso, acompañar la interacción e intercambios en el grupo, su participación y apoyar en las dificultades; ofrecer retroalimentación a los estudiantes durante los trabajos y reprogramar las actividades planificadas.

CONCLUSIONES

Lo que nos proponemos desde la Propuesta Pedagógica de Producción de Obras, es mantener una mirada prospectiva del futuro de la profesión, de la disciplina, en el marco nacional y latinoamericano, desde el punto de vista de una Asignatura que reúne simultáneamente contenidos que responden a 14 de las 20 actividades reservadas al título profesional en su currículo y que acompaña a los estudiantes hasta el último año de la carrera. Prospectiva proviene etimológicamente del latín prospectus que significa panorama, panorama lejano y tiene una raíz común con perspectiva y con espejo: nos propone mirar hacia adelante pero no perder de vista nuestra propia realidad y lo que tenemos detrás.

En la condición poliédrica de la arquitectura que describimos al principio de este trabajo, pretendemos mantener en el proceso de enseñanaza-aprendizaje, una mirada atenta, analítica, actualizada, que reconozca las diversas facetas de la profesión, las tendencias regionales y los desarrollos globales en la materia, sin perder nunca de vista nuestra propia realidad y nuestra propia identidad, desde el punto de vista de la Producción de Obras. Reconocer los desarrollos, avances y desafíos que se plantean en otras geografías y otras sociedades, puede servir de referencia en nuestra propia realidad, conside-

rando las diferencias y rescatando las coincidencias. Una visión que permita transmitir a los estudiantes, herramientas para que puedan diseñar ello mismos su propio futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· (Zumthor, 2014:65) Peter Zumthor. Pensar la arquitectura. Enseñar arquitectura, aprender arquitectura, 2014.
· (Prensky 2001) Marc Prensky, Nativos e inmigrantes digitales, 2001. En https://marcprensky.com/writing/Prensky- NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20(SEK).pdf
· (Bunge 1998) Bunge, Mario. Una disciplina poliédrica. En: https://www.lanacion.com.ar/opinion/una-disciplina-poliedrica-nid107696/
· (Monjo Carrió, 2001:25) Monjo Carrió, Juan. Tratado de Construcción. Sistemas. Barcelona: Munilla Lería, 2001. 266 p.
· (Morin, 1999:17) Morin, Edgar. Los Siete saberes necesarios para la educación del futuro. Paris: UNESCO, 1999. 71 p. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740_spa (Consultado el: 24/08/2021).
· (Cereijido, 2012:34) Cereijido, Marcelino y Reinking, Marcela. La ignorancia debida. Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2003. 192 p.
· (Senge, 2004: 21) Senge, Peter. La quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. Buenos Aires: Granica, 2004. 490 p.
· (Harari, 2019:151) Harari, Yuval Noah. 21 lecciones para el Siglo XXI. Buenos Aires: Debate, 2019. 408 p.
· (Abramovay, 2013:168) Abramovay, Ricardo. Más allá de la economía verde. Buenos Aires: Temas Grupo Editorial, 2013. 214 p.
· (Bunge, 1997:207) Bunge, Mario. Epistemología. Curso de actualización. México: Siglo XXI, 1997. 252 p.
· (Cuchí 2006:33) Cuchí, Albert. Arquitectura i Sostenibilitat, Barcelona, Edicions Universitat Politècnica de Catalunya, 2005, 84 p.
· (Hargreaves et al., 2014:208) Hargreaves, Andy; Earl, Lorna y Ryan, Jim. Una educación para el cambio. Reinventar la educación de los adolescentes. Barcelona: Octaedro, 2000. 323 p.

XII Creta

Área A - Docencia

Eje 3

ESTRATEGIAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN EN LA ARQUITECTURA. LA REFLEXIÓN CRÍTICA COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA

STRATEGIES IN THE TEACHING OF TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE: COLLECTIVE CRITICAL THINKING AS A PEDAGOGICAL TOOL

Ivan Eladio Cabrera

Producción Edilicia
Solari

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
ivancabreraunr@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo expone un particular enfoque en torno a la enseñanza de las tecnologías de gestión en la arquitectura. En este caso, la reflexión crítica configura una instancia clave en el proceso pedagógico; donde la asignatura Producción Edilicia II propone una jornada de exposición de los trabajos de los alumnos con la participación de docentes y profesionales invitados.
Esta trama de relaciones trasciende los límites propios del ejercicio y produce un común extrañamiento que induce a repensar lo producido. Los resultados de esta actividad evidencian la relevancia de las interacciones grupales como recurso pedagógico.
Esta jornada introduce a los alumnos en una revisión crítica del proyecto arquitectónico, desde la consideración de las variables económico-productivas y se posiciona como herramienta dinámica para la toma de decisiones en los procesos de diseño. Si bien la producción individual brinda elementos para la evaluación, la estrategia didáctica de intercambio colectivo articula y amplía los objetivos propuestos.

PALABRAS CLAVES: reflexión crítica – extranjeridad – intercambio colectivo

ABSTRACT

This work exposes a particular approach around the teaching of management technologies in architecture. As a complementary instance, the subject called “Producción Edilicia II” proposes an exhibition of the students' work with the participation and analysis of invited teachers and professionals. This network of relationships transcends the limits of the exercise and produces a common estrangement that leads to rethinking what has been produced. The results of this activity show the relevance of group interactions as a pedagogical resource. This conference introduces students to a critical review of the architectural project, from the consideration of economic-productive variables and is positioned as a dynamic tool for decision-making in design processes. Although individual production provides enough elements for evaluation, the didactic strategy of collective exchange articulates and expands the proposed objectives.

KEY WORDS: critical thinking – foreignness – collective exchange

INTRODUCCIÓN

La búsqueda del presente trabajo propone centrarse en un enfoque particular en torno a la enseñanza de la producción edilicia y las tecnologías de gestión en diferentes obras de arquitectura. El trabajo práctico final de cursado, sobre cuya formulación, desarrollo y resultados nos detendremos en la presente ponencia, relaciona todos los contenidos desarrollados en el programa de la materia denominada Producción Edilicia II, perteneciente al Área de Producción y Gestión de la carrera de Arquitectura dictada en la FAPyD, UNR. Estos contenidos tienen por objeto conformar un cuerpo de conocimientos básicos que posibiliten al estudiante reconocer y operar sobre los problemas relativos al proyecto y la producción de obras de arquitectura de manera conjunta con los conocimientos previos que el estudiante ha construido durante el cursado precedente de Producción Edilicia I, en lugar de fragmentarlos como módulos independientes e individuales, inconexos entre las diferentes áreas de la enseñanza disciplinar. En base a este contexto, uno de los fines del plan de estudios aprobado para la carrera de Arquitectura plantea:

> Asegurar una formación sólidamente fundada en el conocimiento socio-cultural y científico-técnico, de modo que el profesional egresado adquiera un amplio bagaje instrumental que lo habilite para una activa preocupación por los problemas de su tiempo y por la búsqueda de soluciones eficaces para los mismos. (FAPyD, 2009, p.4)

Por ello, el dictado de Producción Edilicia II plantea el ejercicio reflexivo sobre la propia producción de los alumnos y la revisión crítica del trabajo realizado, orientando un ámbito de discusión propicio para que los mismos puedan participar activamente en el aprendizaje. Los distintos trabajos prácticos se presentan, por un lado, como un insumo para el posterior análisis crítico de su propia labor y, por otro, como herramienta teórica y procedimental que brinda posibles líneas de intervención. De esta manera, las acciones pedagógicas recuperan las experiencias previas de los estudiantes en una instancia de revisión y síntesis del material teórico y práctico incorporado durante el cursado de la materia. La participación de profesores y profesionales invitados suma otras perspectivas a esta revisión, interpelada desde la mirada del extranjero. Desde esa perspectiva, "la educación se entiende como el movimiento de extranjería, de volver familiar lo desconocido y encontrar en lo familiar el enigma que preserva y moviliza" (Frigerio y Diker, 2010, p.11). En este caso, lo extranjero se relaciona con el extrañamiento, con aquello que denota sorpresa y despierta la imaginación.

CONTEXTO

En función de lo especificado en el Plan de Estudios 2008, la asignatura de Producción Edilicia II se encuadra dentro de los contenidos curriculares pertenecientes al Ciclo Superior, "(…) orientado a la maduración crítico-propositiva del futuro arquitecto, deteniéndose, fundamentalmente, en la ejercitación proyectual y en la revisión crítica de los conocimientos aportados precedentemente" (FAPyD, 2009, p.10). Por tanto, vemos que en esta instancia de cierre de la formación se torna esencial alentar instancias de crítica sobre las implicancias de las condicionantes de producción y gestión en la arquitectura y la acción frente a las problemáticas centrales de esta disciplina. Como parte de esta maduración crítico-propositiva, en el dictado de Producción Edilicia II se profundiza en la articulación del proyecto con la tecnología que la sustenta, la economía que la posibilita y el aspecto legal que la encuadra. Como objetivos particulares, la materia busca:

- Construir herramientas para la reflexión crítica acerca de las relaciones entre el proyecto de arquitectura, las modalidades productivas, la economía, las finanzas y la planificación de la producción.
- Articular las nociones de proyecto, economía y construcción desde las instancias preliminares del diseño.
- Reconocer la relevancia que adquieren, desde las instancias tempranas del diseño, la racionalización de los recursos, y el conocimiento acerca de la planificación del proceso constructivo.

Acorde con estos objetivos, el programa de la materia destaca que: "(…) de manera insoslayable, se anhela el reconocimiento de la valoración económica de la obra como un instrumento de actuación irrenunciable, tanto en las instancias de proyecto como en las de construcción del objeto arquitectónico" (Solari, 2019, p.6). La construcción del pensamiento técnico se presenta como un componente relevante de la disciplina y su conocimiento resulta una herramienta clave para la tarea proyectual. Para ello resulta indispensable interactuar con los distintos protagonistas que intervienen en el proceso constructivo, procurando la formación de un sentido crítico respecto al contexto que la posibilita. En tal sentido, la asignatura busca reconocer el rol de los aspectos financieros en el proyecto y ejecución de las obras de arquitectura desde las instancias tempranas de diseño y la sociabilización de los contenidos entre los distintos actores, con la voluntad de construir capacidad de pensamiento crítico y creativo.

METODOLOGÍA

Como metodología de trabajo se presenta una propuesta didáctica tendiente a estimular una postura crítica de aproximación al conocimiento. El objetivo del trabajo de fin de año denominado *Síntesis de la producción y reflexión crítica* es promover en el estudiante la construcción de conocimientos en torno a las distintas instancias de proyecto y ejecución de las obras de arquitectura, con énfasis en la evaluación de sus factores económicos y productivos. Sobre el caso en estudio designado por el docente durante el cursado de Producción Edilicia I y en base las elaboraciones teórico prácticas constituidas a lo largo del curso, se propone la elaboración de una síntesis gráfico-argumental de lo producido. Utilizando croquis, esquemas, diagramas de síntesis, fotografías y geometrales registradas en función de los distintos sistemas constructivos, variaciones formales y materiales de las obras asignadas, se procede al análisis espacial, constructivo y material de las mismas. Como actividad complementaria a los enunciados del trabajo práctico, la cátedra realiza una muestra de fin de curso abierta a la comunidad académica.

Fig. 3: Flyer de divulgación de la Muestra del año 2019.Fuente: Cortesía del Mg. Arq. Claudio Solari |
Fig. 2: Jornada de Muestra Crítica del año 2019.Fuente: Cortesía del Mg. Arq. Claudio Solari

En la misma, los trabajos de todos los estudiantes de Producción Edilicia I y II son abordados en una exposición con la participación de docentes de distintas áreas de la Facultad y profesionales invitados a tal efecto. El objetivo general del encuentro es promover un espacio deliberativo producto de la diversidad de agentes participantes que interactúan, que precisa de acciones que orienten la construcción de significados útiles a quienes protagonizan las prácticas de aprendizaje. Esta instancia trata de pensar la evaluación desde una perspectiva procesal y cualitativa, que incida sobre aprendizajes posteriores, a la vez que retroalimenta aquellos ya iniciados. Por lo expuesto se deduce que la construcción colectiva del conocimiento ha sido también un objetivo planteado y, a la vez, una experiencia central en la asignatura, que se practica del mismo modo en las propuestas hacia los alumnos y en los intercambios de trabajo al interior del equipo docente.

DESARROLLO

Criterios de evaluación

Se evalua la capacidad de relacionar y operar a través de diversos procedimientos constructivos a los factores que caracterizan la producción edilicia, tales como las relaciones inherentes entre proyecto, factores económicos, financieros y productivos y su condición en el proceso de diseño. Como criterio general de evaluación, el trabajo de *Síntesis de la producción y reflexión crítica* pretende que el estudiante:

· Reflexione críticamente acerca de su producción y sobre los conocimientos construidos, individual y colectivamente durante el curso.

· Construya, a partir de las articulaciones entre las instancias de proyecto, secuencias de construcción y condicionantes económico-productivas, conocimientos y herramientas de toma de decisión en los momentos de elaboración del proyecto.

Ejemplos de estudio

Como pauta general para la selección de los trabajos, se tiene en cuenta el cumplimiento de los objetivos propuestos en el práctico. Entre ellos, una correcta composición de la presentación final de los paneles, con una básica selección-adecuación y elaboración del material gráfico exigido. Vale destacar que la selección se integra con trabajos que, en el marco de la muestra crítica, hayan sido expuestos ante los docentes, compañeros estudiantes e invitados del taller. Esta experiencia colabora por una parte, en la adquisición de recursos con los cuales explicar los aspectos claves y criterios adoptados en su trabajo y, por la otra, permite al estudiante valorar el material producido desde perspectivas poco exploradas o inéditas que pueden ser develadas mediante el intercambio colectivo. En el primer caso, correspondiente a la Figura 5, se observa el estudio de las distintas tareas de la obra mediante la utilización de gráficos parámetricos pertenecientes al software Grasshopper 3D, dividiendo con distintos tonos los rubros involucrados en función de su ejecución como trabajos principales o subcontratos. A su vez, el alumno plantea una continuidad sobre los trabajos resaltados en los gráficos y su correspondencia cromática en los distintos despieces del proyecto, pertenecientes a aquellos momentos durante la ejecución de la obra donde los rubros de mayor incidencia económica y temporal se relacionan. Mediante los estudios analítico-propositivos realizados, este trabajo identifica las partes componentes y la modalidad constructiva de la obra en cuestión, interrogadas con las técnicas y materiales empleados a fin de explicitar en un montaje axonométrico la secuencia constructiva y productiva de la obra. Al momento de presentar su trabajo, el alumno Diego Costanzo destaca que “las definiciones propuestas en Proyecto Arquitectónico se relacionan en Producción Edilicia I con los sistemas y técnicas de producción, y en Producción Edilicia II se entrecruzan con estratégias económicas, estudios de costos, de financiación, planificación y programación de obra”.

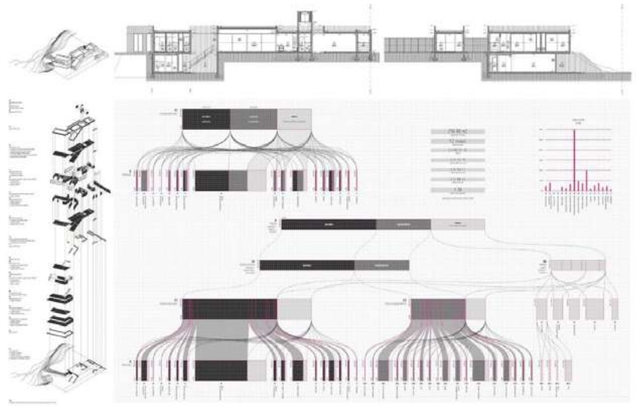


Fig. 5: Recorte de panel de síntesis de fin de año. Fuente: Diego Costanzo

En el segundo trabajo, correspondiente a la Figura 6, la presentación estuvo orientada al estudio de las nociones de planificación y programación como instrumentos de actuación en las instancias de proyecto y construcción de la obra de arquitectura. Desde el estudio y definición del detalle constructivo, se integran las variables de etapabilidad y cuantificación de las tareas productivas necesarias. Con un esquema de referencias gráficas, se suceden diversos aportes a la comprensión de la ejecución y gestión de los rubros que hacen a la construcción del proyecto estudiado. Como respuesta al estudio del proceso constructivo, se evidencian conocimientos en el marco de las acciones y procedimientos necesarios para ejecutar la obra, reconociendo los insumos y sistemas de producción durante la construcción de la obra.

En tal sentido, el trabajo de la Figura 7 pretende afrontar, como problema inherente a la materia, la viabilidad de una obra en relación a su sistema de contratación y ejecución por medio de una Licitación de Obra Pública. En palabras de la autora, la alumna Lucia Campagnaro, “la definición del sistema constructivo pretende incidir sobre los plazos de ejecución en una contracación por medio de Licitación Pública”. Con solvencia en el dominio de los aspectos teóricos y prácticos abordados durante el cursado, el trabajo indaga

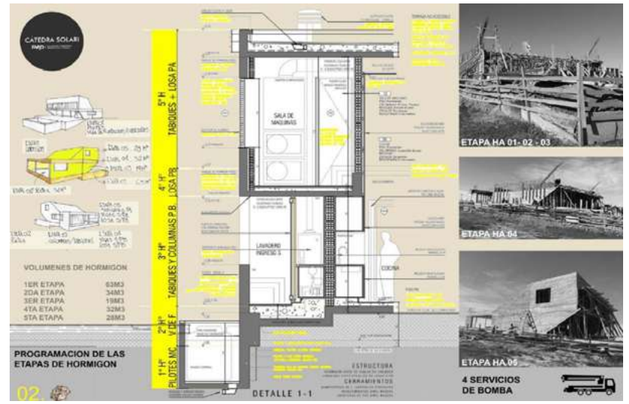


Fig. 6: Recorte de panel de síntesis de fin de año. Fuente: Manuel Ruiz Echesortu

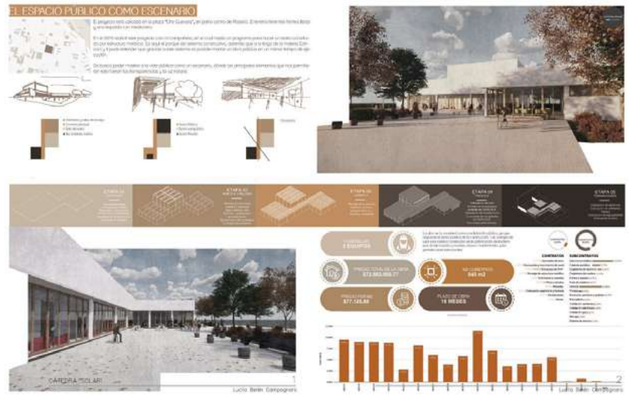


Fig. 7: Recorte de panel de síntesis de fin de año. Fuente: Lucia Campagnaro

en la optimización de los tiempos de fabricación y montaje de estructuras metálicas, poniendolos en relación con los avances de obra planificados en función del plazo de obra estimado.

De manera paralela elabora cróquis y esquemas que buscan sintetizar los aspectos más relevantes del proyecto arquitectónico, sin dejar de lado la rigurosidad y especificidad en la justificación de lo presentado.En concordancia, el trabajo de la Figura 8 opera sobre el reconocimiento de la incidencia de los tiempos de ejecución de los distintos tipos de tareas, como componentes necesarios para la conformación de un precio de una obra de arquitectura.

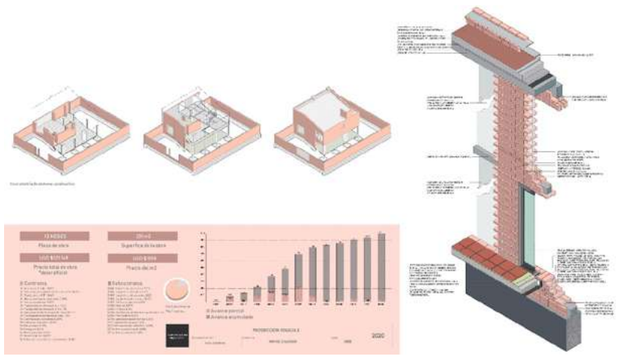


Fig. 8: Recorte de panel de síntesis de fin de año. Fuente: Nieves Caligiuri

Como parte de la evaluación del precio y el estudio de los porcentajes de incidencia de cada rubro en el monto total de de obra, la alumna Nieves Caligiuri grafica esquemas complementarios a la comprensión de estos temas, procurando articular de manera conjunta los conocimientos adquiridos durante el cursado de Producción Edilicia II con las definiciones proyectuales que le dan sustento. Es en este punto donde podemos afirmar que es en el conocimiento acerca de la planificación y gestión de las obras de arquitectura donde el alumno reconoce, estudia y desarrolla los elementos técnico-organizativos que posibilitan la evaluación conjunta de los saberes derivados de los diversos procedimientos constructivos estudiados.Esta producción demanda además de su puesta en relación con la economía, las finanzas y los tiempos de ejecución, la valoración de lo realizado a partir de la observación y justificación de los protagonistas, a partir de encontrar significados en las actividades planteadas y en su interacción con los demás participantes.

Resultados

Como resultados derivados de los trabajos anteriormente seleccionados vale la pena mencionar,en primer lugar, que la exposición de los mismos por parte de los alumnos favoreció a generar intercambios no sólo de informaciónsino tambiénde perspectivas con los demás interlocutores de la jornada, reconociendo al diálogo como generador de aprendizaje. Y, en segundo lugar, los trabajos de la muestra lograron un enfoque integral e interdisciplinar de las tabulaciones realizadas para el estudio analítico-propositivo de los casos de estudio en función de los objetivos enunciados. Los trabajos enunciados en las Figuras 5, 6, 7 y 8 generaron herramientas para el estudio de las relaciones entre el proyecto de arquitectura, las modalidades productivas, la economía, las finanzas y la planificación de la producción. De igual modo, pudieron articular las distintas nociones del proyecto y construcción, reconociendo la relevancia que adquieren, desde las instancias tempranas de proyectación del objeto arquitectónico, la racionalización de los recursos tanto materiales, humanos, financieros y económicos. Este ejercicio reflexivo implicó tomar la propia producción de los alumnos como *objeto de reflexión*, ya sea para compararla, para explicarla o hacer una crítica. Esta modalidad permitió a los estudiantes recapacitar sobre su hacer, poniendo en marcha razonamientos autónomos con el fin de hacerlos explícitos y complementarse con la intervención del resto de los interlocutores. La experiencia de exponer el trabajo colaboró, por un lado, en la adquisición de recursos con los cuales explicar los aspectos claves y criterios adoptados y, por el otro, permitió al estudiante valorar su trabajo desde perspectivas poco exploradas o inéditas que fueron develadas mediante el intercambio colectivo.

CONCLUSIONES

Las conclusiones finales se plantean desde una mirada sistémica y no unívoca de la evaluación final, donde los involucrados puedan revisar sus modos de aprender y les permita reflexionar no sólo la práctica propiamente dicha sino también otras producciones que los involucran. A su vez, la jornada de muestra en el marco del trabajo práctico de "*Síntesis de la producción y reflexión crítica*"aporta un alternativo repertorio de instrumentos de evaluación formativa que permiten otro tipo de diálogo con los alumnos respecto de la comprensión y evaluación de sus aprendizajes, como así también los docentes implicados.La formulación, la elaboración y los resultados alcanzados en la etapa constituyen un acervo de aprendizaje en el cual se incorporan, sintetizan y reafirman los conocimientos constituidos por los estudiantes durante el cursado de la materia. Significa también el reconocimiento de que la producción del conocimiento respecto a lo que constituye una enseñanza adecuada no es propiedad exclusiva de los docentes, sino también de los diversos representantes de la comunidad académica que intervienen concretamente para instrumentar este modo de hacer propositivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Frigerio, G. y Diker, G. (Comps.). (2003). *Educación y alteridad: las figuras del extranjero. Textos multidisciplinarios.* Buenos Aires, Argentina: Ediciones Novedades Educativas.

· FAPyD (2009), *Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura*. Res. 713/08 C.S., Rosario: Universidad Nacional de Rosario.

· FAPyD (2009), *Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura*. Res. 713/08 C.S., Rosario: Universidad Nacional de Rosario.

· Solari, C. (2019). *Programa de Asignatura*. *Producción Edilicia II,* Rosario: Universidad Nacional de Rosario.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL PROCESO PROYECTUAL DE ARQUITECTURA Y PAISAJE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED TO THE ARCHITECTURAL AND LANDSCAPE DESIGN PROCESS

Pedro Ferrazini
Soledad Chamorro
Marcos Dana
Juan Ignacio Pignatta
Pablo Almirón

ECO: Inteligencia artificial aplicada al proceso proyectual de Arquitectura y Paisaje

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—

pedro.ferrazini@fapyd.unr.edu.ar

RESUMEN

Durante los últimos veinte años, la disciplina ha sido impactada por las posibilidades y limitaciones de las herramientas de pre-sentación y re-presentación. La Inteligencia Artificial (IA) ofrece otra forma de concebir el espacio y la forma desde el lenguaje de datos. Las posibilidades de la IA aplicada al proceso proyectual fueron desarrolladas en el ámbito académico de grado, en la Maestría en Arquitectura del Paisaje, y en Proyectos de Investigación, en la FAPyD-UNR. Para estas exploraciones se utiliza una metodología mixta evolutiva, en diferentes fases que se van informando unas a otras. Las aplicaciones de IA utilizadas "traducen" imágenes (datos) a partir de redes adversas condicionadas. Esta traducción describe patrones y entrena al software para simular alteraciones y transformaciones. Este cambio conceptual y procedimental afecta el modo de entender los paisajes, los territorios y la arquitectura, y sus factores de validación, ya que desplaza la conciencia histórica de la mecánica manual para producir formas por la conciencia estadística de la imagen en tiempo real. Creemos que esta herramienta podría dar nuevas respuestas a las investigaciones proyectuales relativas a una mejor interacción entre arquitectura y paisaje.

PALABRAS CLAVES:nuevas tecnologías – proyecto – pedagogía

ABSTRACT

Over the last twenty years, the discipline has been impacted by the possibilities and limitations of pre-sentation and re-presentation tools. Artificial Intelligence (AI) offers another way of conceiving space and form from the language of data. The possibilities of AI applied to the design process were developed in the undergraduate program, in the Master's Degree in Landscape Architecture, and in Research Projects, at the FAPyD-UNR. For these explorations, a mixed evolutionary method is used, in different phases that inform each other. The AI applications used "translate" images (data) from conditioned adversarial networks. This translation describes patterns and trains the software to simulate alterations and transformations. This conceptual and procedural shift affects the way of understanding landscapes, territories and architecture, and their validation factors, since it displaces the historical awareness of manual mechanics to produce forms through the statistical awareness of the image in real time. We believe that this tool could give new answers to the design process, related to a better interaction between architecture and landscape.

KEY WORDS: new technologies – design – pedagogy

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos veinte años, la disciplina ha sido impactada por las posibilidades y limitaciones de las herramientas de pre-sentación y re-presentación. Así, el dibujo manual dio lugar a la digitalización de los sistemas de representación ortogonales. Si bien estas herramientas lograron reducir los tiempos de producción, no cambiaron sustancialmente el modo de concebir los espacios y territorios. La Inteligencia Artificial (AI) introduce un nuevo cambio, ya que ofrece una forma de concebir el espacio y la forma desde el lenguaje de datos, incorpora la variable temporal y advierte un modo de entender el proyecto como una de múltiples posibilidades futuras.

¿Cómo operan los modelos de Inteligencia Artificial relevante a tal fin?

Los sistemas, modelos, códigos softwares, que se dicen de Inteligencia Artificial (IA), son aquellos que tienen en su script o en su configuración escrita, la posibilidad de auto escribirse y auto calificarse a sí mismo en su vía de aprendizaje. La característica principal de la Inteligencia Artificial siguiendo con esta definición, reside en su habilidad de racionalizar y tomar acciones que tengan la mayor posibilidad de alcanzar un logro determinado, sobre tareas simples hasta aquellas con un grado de complejidad superior. Algunas funciones programables de los sistemas de IA incluyen la planificación, la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Durante uno de los momentos dorados, en la década de los ´80, apareció una rama de la IA, el aprendizaje automático o machine learning, que utiliza algoritmos matemáticos que permiten a las máquinas aprender. El machine learning es una forma analítica de resolver problemas mediante la identificación, la clasificación o la predicción (por lo que decimos que se usan herramientas estadísticas). Los algoritmos aprenden de los datos introducidos y luego utilizan este conocimiento para sacar conclusiones de nuevos datos. De esta manera, estos sistemas de IA se vuelven progresivamente mejores en una tarea determinada sin tener que ser programados específicamente para hacer eso. Según requieran o no la intervención humana en su proceso podemos hablar de aprendizaje supervisado o no.

En 2011, apareció una rama del machine learning llamada aprendizaje profundo o, más comúnmente, deep learning. El deep learning como concepto es muy similar al machine learning, pero usa algoritmos distintos. Mientras que el machine learning trabaja con algoritmos de regresión o con lo que llamamos árboles de decisión, el deep learning usa redes neuronales que funcionan de forma muy parecida a las conexiones neuronales biológicas de nuestro cerebro.

Como una síntesis podríamos decir que si bien la Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learning (ML) son utilizados frecuentemente para referirse a una misma cosa, podemos hacer la siguiente distinción básica: mientras que los algoritmos usados por la IA, como los que usan programas para tomar decisiones, están basados en reglas programables derivadas de la teoría o de la aplicación de un principio, cuando nos referimos a Machine Learning lo hacemos a aquellos algoritmos que estén construidos con data.

En este caso Cyclegan, es un Modelo de Inteligencia Artificial que funciona con un sistema de doble entrada de imágenes, dando la posibilidad de comparar y luego transformar una imagen en otra. De modo que podemos transformar la base numérica de datos que subyace detrás de la conformación de pixeles, en otra base de datos nueva que va a dar una nueva conformación de pixeles y por lo tanto nosotros la vamos a leer como una imagen nueva o transformada.

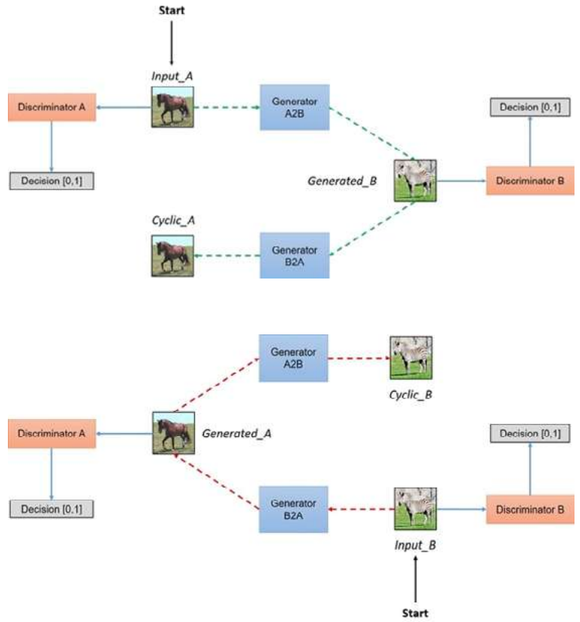


Fig. SEQ Ilustración * ARABIC 1: Explicación de Cyclegan por Hardik Bansal and Archit Rathore, con documentacion del Código de Tensorflow.

El modelo del ejemplo (Fig. 1) básicamente se opera colocando imágenes de caballos en una carpeta y luego colocando imágenes de cebras en otra, para que la Inteligencia Artificial entienda la configuración numérica que hace que una imagen de un caballo sea una imagen de un caballo y la imagen de una cebra sea una imagen de una cebra. Luego, lo que sucede es que, así como un/a docente califica a un/a estudiante por su desempeño y con eso va determinando una conducta del estudiante, la Inteligencia Artificial va puntuando los aciertos y errores en las diferencias entre una imagen y otra, aprendiendo las propiedades compositivas de la base de datos de cada imagen.

Entre el año 2018 y 2020, este equipo de trabajo accedió a aplicaciones de Inteligencia Artificial tales como Cyclegan y Pix2PixHD, que “traducen” imágenes (datos) a imágenes a partir de redes adversas condicionadas. Esta traducción se basa en describir los patrones y organizaciones espaciales de determinados paisajes, y entrenar al software para simular alteraciones y transformaciones de los mismos. Las aplicaciones de Inteligencia Artificial cambian sustancialmente el modo de abordar las lecturas de territorio hasta ahora. En su libro “Everything is already an image” (2017), John May argumenta que todo dibujo o mapa realizado a mano o por computadora está condicionado por el movimiento de la mano, y por tanto sus gestos son controlados por la subjetividad humana y la geometría. En cambio, como la Inteligencia Artificial basada en imágenes trabaja con datos, sus outputs están condicionados por variables eléctricas y estadísticas. Este cambio conceptual afecta el modo de entender los paisajes y los territorios, así como los factores de validación de la arquitectura, ya que desplaza la conciencia histórica de la mecánica manual para producir formas por la conciencia estadística de la imagen (datos) en tiempo real para producir probabilidades. Creemos que esta herramienta podría dar nuevas respuestas a las investigaciones proyectuales relativas a una mejor interacción entre arquitectura y paisaje.

¿Qué es una imágen?

Para el entendimiento general de la Inteligencia artificial basada en imágenes, es necesario comprender qué es una imagen digital. Técnicamente, es una grilla de dos dimensiones compuesta por pixeles, el valor final de cada pixel es la sumatoria de valores en RGB o en CMYK que va de 0 a 256 en cada letra, es decir 0 a 256 para R, 0 a 256 para G y asi para cada letra. Además la imagen cuenta con una profundidad de bits y resolución específicos. Entonces podríamos decir que esta descripción se asemeja más a la descripción de una hoja de cálculos que a a una fotografía. Podríamos concluir que quienes les otorgamos valor de imagen, quienes nos vemos

afectados, quienes le otorgamos algún significado y entendimiento a esa hoja de cálculos que se muestra a través de una pantalla; somos quienes estamos del otro lado interpretándolas.

Fig. SEQ Ilustración * ARABIC 1: Explicación de Cyclegan por Hardik Bansal and Archit Rathore, con documentacion del Código de Tensorflow.

Delta Paraná River (Fig. 2) es una imagen satelital de 3840x2160 pixeles (4k), capturada desde Google Earth Pro, la cual a su vez fue modificada con Adobe Photoshop en sus valores de contraste y saturación. Aquí nuevamente reforzamos la idea de May (2017) de que una imagen es básicamente una base de datos de números, la cual nosotros comprendemos como imagen, así como una fotografía es una captura de luz a través de un proceso químico, y como un dibujo es un proceso físico y mecánico por el cual depositamos material de grafito en una hoja.

METODOLOGÍA

Se utiliza una metodología mixta evolutiva, Mixed Sequential Transformative Method, desarrollada por John W. Creswell para su aplicación en la investigación proyectual, donde se desarrollan diferentes fases que se van informando unas a otras. La secuencia consistirá en una primera fase de lectura de patrones del paisaje, mediante Generative Adversarial Networks (GAN). A partir de imágenes satelitales y de drones, procesamos y describimos las mismas en un ambiente de ANACONDA llamado Tensorflow-GPU (Corriendo scripts como CycleGAN, Pix2PixHD). Luego se accede al script y posteriormente se utiliza la descripción matemática para generar parámetros con los que se conceben nuevas imágenes o "artefactos". Estas imágenes/artefactos luego sufren un proceso de transformación sistemático hasta llegar a proyectos de arquitectura y/o paisaje. Las trans-formaciones se realizan simulando y readaptando sistemas de doble variable, como por ejemplo paisajes dinámicos/inestables (Fig. 2) y arquitectura de crecimiento generativo.

Vinculación plan de trabajo con proyectos de investigación y con otras asignaturas.

Este trabajo tiene vinculación con: a- los desarrollos de los Proyectos de Investigación ARQ195 y ARQ191, b- los programas académicos del Taller Valderrama (Introducción a la Arquitectura, Análisis Proyectual 1 y Análisis Proyectual 2) y el Proyecto Final de Carrera del Taller Barrale, c- con los Espacios Curriculares Optativos (ECO) "Manifestaciones espaciales de la cultura y la naturaleza" y por supuesto con el ECO "Inteligencia Artificial aplicada al proceso proyectual de arquitectura y paisaje" y d- con la Maestría en Arquitectura del Paisaje. Todos estos espacios académicos pertenecientes a la Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño de la Universidad Nacional de Rosario.

DESARROLLO

Se focalizará en la presentación de un trabajo producido en el marco del ECO "Inteligencia Artificial aplicada al proceso proyectual de Arquitectura y Paisaje", FAPyD-UNR. Profesor: Pedro Ferrazini. Adjunto: Marcos Dana. Título del trabajo: "Antropoceno". Estudiantes: Azul Colleti, Juan Ignacio Pignatta, Julián Leguizamón, Martin Alemañ, Cindi Fiori. Año: 2020.

"Antropoceno": del griego anthropos, por humano, y cene, que significa nuevo. Época geológica actual, refleja lo que está ocurriendo en el planeta, principalmente porque la Tierra está cambiando aceleradamente por la actividad humana.

La línea de trabajo surge desde el reconocimiento de un contexto global con perspectiva a la superpoblación y futura escasez y alta explotación de los recursos naturales, y el estudio del paisaje modificado por la humanidad. El trabajo especula sobre el rediseño del paisaje intervenido por la extracción de materiales, particularmente una mina de cobre a cielo abierto.

El grupo de trabajo partió de dos interrogantes: ¿Se puede repensar el paisaje y nuestros modos de habitar, convirtiendo nuestras ecologías en ciclos, como lo son los procesos naturales? ¿Somos capaces de volver a poner a disposición las porciones de territorio que ya fueron utilizadas y descartadas por el ser humano debido a un sistema de producción y explotación vertiginoso?

La elección de una mina de cobre a cielo abierto abandonada ofreció un paisaje adecuado para plantear la hipótesis más literal: ¿Llegaremos al momento en el que tengamos que diseñar una ciudad dentro de un pozo hecho por nosotros mismos? Y si es así ¿Esta ciudad es posible?

Partiendo desde el análisis de las ciudades y cómo estas responden a diversos procesos, se determinaron ciertas potencialidades y problemáticas, tales como aquellas de las ciudades medievales amuralladas. Por eso, se dirigió la mirada hacia la búsqueda de una heterogeneidad de información entre áreas construidas y espacios verdes para realizar una simulación de "Ciudad Pozo". Se encontró en la Inteligencia Artificial una herramienta que posibilitó obtener resultados relativamente inmediatos para diseñar, pre-visualizar y simular núcleos urbanos lo suficientemente diversos.

Con este ejercicio, el equipo de estudiantes pudo repensar esta realidad alarmante y proponer respuestas posibles, llegado el caso de ser necesario, de urbanizar una porción de territorio jamás pensada: un pozo, un espacio que no fue pensado para la configuración de una ciudad, sino para dejar una marca más del modelo extractivista que sigue la economía global.

Mediante la Inteligencia Artificial, se planteó una hipótesis extrema pero posible, con el fin de hacer explícita una postura frente a la forma de intervenir los territorios y, consecuentemente, poder cambiar un sistema que usa y descarta.

Fig. 3: Antropoceno. Azul Colleti, Juan Ignacio Pignatta, Julián Leguizamón, Martin Alemañ, Cindi Fiori. (2020).

CONCLUSIONES

Acerca de autoría.

¿Cual es el rol del autor/a en este "nuevo" paradigma?

¿Cuál es el rol del autor/a en este "nuevo" paradigma?

Es complejo pensar en el concepto de autoría con la velocidad, potencia y cantidad de imágenes que pueden llegar a producir los modelos de Inteligencia Artificial basados en imágenes, pero esto no se resume en una ecua-

ción proporcionalmente inversa de "a mayor cantidad menor calidad, o a menor cantidad mayor calidad." Pero sí podemos decir que existe la originalidad en términos de imágenes digitales y es sabido que hoy en día podemos certificar, a través de tecnología blockchain, la autoría de una imagen y establecer que tal imagen digital es un "original" de tal autor/a.

Ahora bien, ¿Qué significa ser autor? Foucault (2003) se preguntaría, ¿Es autor alguien que escribe una cuenta de lavandería? ¿Tienen autoría los cuadernos de anotaciones? Foucault sostiene que para ser autor se necesita tener una intención de comunicar algo para lo cual debe existir un contexto y que tiene que tener cierta finalidad de modificar algo o afectar a su lector de algún modo. Así, retomando lo expuesto en los párrafos introductorios, entendemos que una imagen en términos técnicos crudos es básicamente una base de datos, tal como Foucault expresa acerca de la cuenta de lavandería. Incluso se cuestiona la relación entre obra y autor, es decir, se cuestiona si es necesario que para que haya una obra tiene que haber un autor y eso haría que todas las cosas que produzca con o sin intención dicho autor, se transforman automáticamente en obra.

Entonces, bajo la mirada de Focault, es necesario que para que la producción masiva de imágenes mediante modelos de Inteligencia Artificial pueda transformarse en obra y tener autoría una intención y una mirada que pueda transferir un mensaje, es vital que el diálogo entre curador/a y modelo de IA se pueda lograr una imagen legible en términos de figuras y elementos identificables. Pero aun más importante es poder establecer un criterio de investigación y definición de "línea" de trabajo. Tanto en términos técnicos -otorgando escalas, tamaños, colores, patrones, bordes duros, y contenido-, como en términos teóricos o conceptuales, es necesario ser claros y poder conformar este diálogo entre ambas inteligencias (artificial y humana). Esas serán las claves para diferenciar entre: un cálculo matemático de una base de datos resuelto por un sistema de IA y una imagen producida por IA. Este punto es clave para entender por qué estamos hablando de IA aplicada al proceso proyectual de Arquitectura y Paisaje y la consecuente relación entre ambos, y no de la optimización de datos per se.

Barthes (1987) sostiene que la muerte del autor de alguna manera está ligado a que la escritura es la destrucción de toda voz, de todo origen, a la separación del relato escrito de su posibilidad de operar sobre lo real y sobre la voz, y fundamentalmente que el autor es un personaje moderno producto del capitalismo. Además también conlleva una herencia de su contexto histórico, social, y cultural, el cual establece que su obra es producto nunca original y siempre anterior. El único poder que tiene es el de mezclar estas escrituras provenientes de un diccionario establecido. Barthes explica que esto hace un loop infinito entre diccionario, no autores y tejidos de cosas, un loop que cae en una imitación perdida que retrocede infinitamente, así como en la Inteligencia Artificial se crean datasets de un repertorio de imágenes extraídas del sin-fín y el sin-sentido de la masividad de internet para la posterior extracción quirúrgica de patrones que se toman de herencias inconexas.

Es interesante pensar que, tanto en los textos como en la producción de imágenes con modelos de IA, hay distintos niveles de autoría, es decir nos tomamos la licencia de tomar mensajes, estéticas, significados y hasta patrones, que en nuestra producción final puedan llegar a completar un sentido que tenga que ver con la línea de trabajo que se planteó al comenzar a utilizar este tipo de herramientas. Como todo salto tecnológico, pero fundamentalmente este, al atravesar absolutamente todas las disciplinas y al emplearse una nueva técnica, establece un nuevo desocultameinto de la verdad. Pauta nuevas formas post-técnicas de pensamiento, nuevas cuestiones técnicas a resolver y nuevas relaciones de tiempo-técnica que harán posible o imposible estas formas de imaginación y pensamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Argán, G. (1979). *El concepto del espacio arquitectónico desde el Barroco a nuestro días.* Buenos Aires: Editorial Nueva Visión.

· Balmori, D. (2010). *A Landscape Manifesto.* New Haven: Yale University Press.

· Barthes, R. (1987). *La muerte del autor.* Barcelona: Paidós.

· Briseno, A., Hays, D., y Solomon, J. (Eds.). (2004). Landscape within Architecture. 30-60-90. Nueva York: Princeton Architectural Press.

· Corner, J. (1999). Eidetic Operations and New Landscapes. En J. Corner (Ed.), *Recovering Landscape: essays in contemporary landscape architecture* (pp. 152-169). New York: Princeton Architectural Press.

· Corner, J. (2012). Terra Fluxus. En C. Waldheim (Ed.), *The Landscape Urbanism Reader* (pp. 21-34). New York: Princeton Architectural Press.

· Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. Revista electrónica de investigación educativa, 5(2), 1-13.

· Efros, A., Isola, P., Park, T., y Zhu, J. (2017). *Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks.* In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 2223-2232).

· Focillon, H. (1948). The life of forms in art. New York: Wittenborg.

· Foucault, M. (2003). *The essential Foucault: Selections from essential works of Foucault, 1954-1984.* Nueva York: New Press.

· Heidegger, M. (1977). *The Question Concerning Technology.* Nueva York: Harper Perennial.

· Hui, Y., y Lima, T. (2020). *Fragmentar el futuro: ensayos sobre tecnodiversidad*. Buenos Aires: Cajanegra Editora.

· Kant, I. (1991). *Observaciones sobre el sentimiento de lo bello y lo sublime.*México: Editorial Porrúa.

· Kubler, G. (2008). *The shape of time. Remarks on the history of things.* Londres: Yale University Press.

· Machado, M. (2004). Mutaciones e invariancias. En mooRevista de Proyecto Arquitectónico Nro.8, 8-17. Rosario: UNR editor.

· May, J. (2017). Everything is already an image. Log, (40), 9-26.

· McHarg, I. L., & Mumford, L. (1969). Design with nature. New York: American Museum of Natural History.

· Maier, M.(1964). Atalanta Fugiens Hoc Est, Emblemata nova de secretis naturae chymica. Kassel : Bärenreiter.

· Martin Hernández, Manuel (1997). La invención de la Arquitectura. Madrid: Celeste.

· May, J. (2017). *Everything is Already an Image. Observations on architecture and the contemporary city.* Log Magazine Nro. 40, 9-26. Chicago: Graham Foundation.

· Monod, J. (1971). *Chance and Necessity*. Nueva York: Random House Inc.

· Orff, K. (2016). *Toward an urban ecology.* Nueva York: Monacelli Press.

· Nasón, O. (2008). *Metamorfosis.* Madrid: Gredos.

· Sacriste, E. (1976). *Frank Lloyd Wright.* Bueno Aires: Librería Técnica CP67.

· Turner, M., Gardener R., y O'Neill R. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice.* Nueva York: Springer-Verlag.

· Valderrama, A. (2019). Ciudades resilientes. En Revista A&P Investigaciones N 1. Rosario: A&P.

· Wright, F.L. (1961). *La ciudad viviente.* Buenos Aires: Compañía General Fabril Editora

· Wright, F. (1961). *Testamento*. Buenos Aires: Compañía General Fabril Editora

LA TECNOLOGÍA EN TIEMPOS DE CRISIS

TECHNOLOGY IN TIMES OF CRISIS

M. Raquel Gutiérrez Garigliano
Sofía Feigielson
Juliana Serra
Jose Luis Alen
Alejandro Caloia
Eduardo Rudi

Módulo 4 "Tecnología y Diseño"
Taller Introductorio
Bruschini

FADU – UNL, Santa Fe, Argentina

—
raque_gutierrez@hotmail

RESUMEN

Se abordará una actividad práctica desarrollada en el marco del Módulo 4: "Tecnología y Diseño", del Taller Introductorio; común a las carreras de Arquitectura y Urbanismo, Licenciatura en Diseño de la Comunicación Visual y Licenciatura en Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral (FADU-UNL).
Aprovechando esta interdisciplinariedad, la modalidad de trabajo propuesta es en equipos conformados por estudiantes de las tres carreras, de modo que cada participante pueda aportar su punto de vista, propiciando intercambio de experiencias y conocimientos.
Se plantea como objetivo principal que los alumnos interpreten, a través de un ejercicio práctico, los contenidos teóricos en los que se trabaja la Tecnología en relación con la Sociedad, la Cultura y el Ambiente, entendiendo al Diseño como mediador entre los mismos. A su vez, a partir de estos conceptos, se pretende que realicen una mirada analítica sobre situaciones de crisis, en las que valoren cómo la sustentabilidad se ve comprometida.

PALABRAS CLAVES: diseño – ambiente – impacto – cultura – sociedad

ABSTRACT

A practical activity developed within the framework of Module 4: "Technology and Design", of the Introductory Workshop will be addressed; common to the careers of Architecture and Urbanism, Bachelor of Visual Communication Design and Bachelor of Industrial Design from FADU-UNL. Taking advantage of this interdisciplinarity, the proposed work modality is in teams made up of students from the three careers, so that each participant can contribute their point of view, promoting the exchange of experiences and knowledge.
The main objective is that students interpret through a practical exercise the theoretical contents in which Technology is worked on in relation to Society, Culture and Environment, understanding Design as a mediator between them. In turn, based on these concepts, it is intended that they take an analytical look at crisis situations, in which they assess how sustainability is compromised.

KEY WORDS: design – environment – impact – culture – society

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se centra en una actividad práctica titulada "La tecnología en tiempos de crisis", desarrollada en el marco del Módulo 4: "Tecnología y Diseño", del Taller Introductorio; común a las carreras de Arquitectura y Urbanismo, Licenciatura en Diseño de la Comunicación Visual y Licenciatura en Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral (FADU-UNL).

La idea de abordar la tecnología en situaciones críticas surgió en el año 2020, en un contexto signado por los efectos del COVID-19, en el que la actividad académica se vió indefectiblemente afectada y debió adaptarse a las nuevas circunstancias. Por entonces el trabajo práctico hacía foco específicamente en la pandemia, denominándose "*La tecnología en tiempos de pandemia*". La situación global que se experimentó en ese momento a partir del aislamiento como método de prevención y control de los contagios de COVID-19, modificó sustancialmente las relaciones entre la Tecnología, la Sociedad, la Cultura y el Ambiente. En un breve lapso de tiempo la humanidad se tuvo que adaptar a otras condiciones de vida y las distintas dimensiones del entorno de los individuos cambiaron cualitativamente. Los sistemas económicos basados en el consumo continuo de recursos mostraron su fragilidad y la gran cantidad de problemas que generaban en el Medio Ambiente.

Entendiendo al hábitat como el medio ambiente humanizado en el cual la población se desenvuelve y se desarrolla, la actividad práctica inicial se orientó hacia el abordaje de la tecnología en relación a su impacto en el medio ambiente natural y en el medio social bajo esta contingencia.

La finalización del aislamiento obligatorio y el regreso a la presencialidad en el cursado de las carreras universitarias, implicó una reestructuración del objeto de análisis de este Trabajo Práctico. La situación de emergencia vivida durante el período inicial de la pandemia nos permitió poner en discusión cómo las múltiples y variadas situaciones de crisis que se manifestaron en estos últimos tiempos implican modificaciones en las relaciones entre la Tecnología, la Sociedad, la Cultura y el Ambiente. Es a partir de este reconocimiento que se propuso continuar con los principios ordenadores de la actividad inicial, pero ahora ampliándose a otros contextos críticos, por lo que se renombró el Trabajo Práctico como "*La tecnología en tiempos de crisis*".

Se plantea como objetivo principal:

· Realizar un análisis interpretativo sobre el rol de la Tecnología en situaciones de crisis, considerando su relación con la Sociedad, la Cultura y el Ambiente, valorando cómo la sustentabilidad se ve comprometida.

· Mientras que, como objetivos particulares, se propone:

· Identificar situaciones de crisis que se hayan dado en la historia reciente o lejana, en las que la Tecnología haya tenido un protagonismo digno de análisis.

· Comprender el contenido teórico desde la puesta en relación con contextos específicos que sean del interés particular de los estudiantes.

· Construir una valoración del Diseño, que se presenta como una acción "mediadora" en las relaciones entre el Medio Ambiente Natural, Social y Tecnológico

· Intercambiar ideas desde una perspectiva interdisciplinaria.

· Desarrollar estrategias de comunicación escrita, gráfica y oral.

En cuanto a los contenidos, a través de este trabajo práctico se pretende que los alumnos interpreten aquellos conceptos que se abordan en las primeras unidades del programa de la Asignatura. Es así como se trabaja la Tecnología en relación con la Sociedad, la Cultura, el Ambiente y el Diseño.

Por su parte, la noción de "crisis" (del latín *crisis*, a su vez del griego *κρίσις*) puede entenderse como una coyuntura de cambios en cualquier aspecto de una realidad organizada pero inestable, sujeta a evolución, conformándose en un momento decisivo y clave. Las crisis se caracterizan por aparecer repentinamente, de forma inesperada y suelen ser masivas, afectando a muchas personas al mismo tiempo. Es por ello por lo que requieren atención urgente, ya que constituyen una amenaza al bienestar general. Implican entonces una toma de decisiones coordinadas que den rápida respuesta frente a la situación problemática.

Pueden identificarse distintos tipos de crisis, importando para este trabajo especialmente aquellas en las que se modifican sustancialmente las condiciones de vida y en las que distintas dimensiones del entorno de los individuos cambian cualitativamente.

En este marco, el Trabajo Práctico "*La tecnología en tiempos de crisis*" se presenta con la voluntad de despertar el interés y el entusiasmo del alumno a partir de situaciones problemáticas identificadas por ellos mismos.

METODOLOGÍA

Este Trabajo Práctico supone una investigación sobre las situaciones críticas provocadas por distintos factores y un análisis de éstas desde los conceptos desarrollados en la asignatura. Es por ello que no se trata de una monografía, sino que se pretende una elaboración equilibrada entre texto e imágenes, propia de estudiantes que pertenecen a carreras donde el diseño es su eje estructurador y la herramienta de expresión es lo gráfico. Hablar de imágenes no implica incluir únicamente fotos. Se solicita a los estudiantes trabajar en forma creativa y se fomenta la incorporación de gráficos, croquis y esquemas elaborados por el grupo, ya sea de manera analógica o digital. Para ello es fundamental recurrir a planos, esquemas, croquis, fotografías, breves reseñas referenciadas, etc.

Modalidad

Aprovechando la interdisciplinariedad que caracteriza al Taller Introductorio, la modalidad de trabajo propuesta es en equipos conformados por estudiantes de las tres carreras (Arquitectura y Urbanismo, Lic. en Diseño de la Comunicación Visual y Lic. en Diseño Industrial), de modo que cada participante pueda aportar su punto de vista, propiciando el intercambio de experiencias y conocimientos.

El desarrollo de este Trabajo Práctico contempla instancias de seguimiento y corrección de los avances realizados por los grupos de trabajo con un Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) asignado para tal fin.

Estos mismos JTP son los encargados de realizar **la evaluación de las entregas realizadas por los grupos a su cargo, teniendo en cuenta: el grado de interpretación de los contenidos de la Unidad Temática, el grado de aplicación de los mismos en el análisis de los ejemplos y la capacidad de comunicación escrita y gráfica.**

Estructuración

De acuerdo con los contenidos abordados, el trabajo práctico se estructura en tres partes y las correspondientes conclusiones:

A - Tecnología y Ambiente

En esta etapa, se solicita investigar acerca de, como mínimo, tres situaciones de crisis donde se identifiquen problemas ambientales en los que la Tecnología tenga alguna incidencia, teniendo en cuenta que al menos dos de los ejemplos aportados correspondan al entorno urbano.

Para cada uno de los casos seleccionados, los estudiantes deben:

- Ubicarlo espacialmente, caracterizando el Entorno en cuanto a aspectos geográficos, naturales, sociales, culturales, económicos, políticos.
- Caracterizar el tipo de impacto, ya sea positivo o negativo, que en cada caso produce la Tecnología en el Medio Ambiente, tanto en los ecosistemas como en el medio ambiente construido.
- Identificar si se da algún tipo de contaminación (física, auditiva, visual, olfativa), incluyendo en la respuesta el concepto de "impacto ambien-

tal", "medio ambiente", "ecosistema" y cada uno de los tipos de "contaminación" mencionados, explicando el efecto que la intervención de la tecnología provoca en el medio.
• Identificar y caracterizar los Productos Tecnológicos del Medio Ambiente Tecnológico que pueden ser causantes de los impactos que mencionan en la consigna anterior. Se les solicita evaluar y especificar si las razones del problema tienen que ver con emisiones y desechos de estos, con el consumo de recursos que suponen o con ambas cuestiones, considerando, además, si también influye el modo de uso que de estas tecnologías hace la sociedad.
• Evaluar el alcance de las consecuencias que pueden generar los impactos mencionados y cómo puede verse comprometido el denominado Desarrollo Sustentable.

B - Tecnología y Diseño, sus relaciones con la Cultura y Sociedad
En el contexto de la contingencia generado por situaciones críticas, los estudiantes deben aportar ejemplos de Productos Tecnológicos en los que identifiquen claramente la importancia del rol del Diseño como actividad racional e intuitiva orientada a la resolución de problemas. Puede tratarse de tecnologías nuevas, en desarrollo, existentes y/o adaptadas a las distintas situaciones. Para la elección de ejemplos, se les solicita considerar al menos un caso que implique cada una de las disciplinas del Diseño implicadas en las tres carreras dictadas en FADU-UNL: diseño de la comunicación visual, diseño industrial y diseño arquitectónico.
A partir de los ejemplos elegidos, los estudiantes deben:

• Caracterizar cada una de las Tecnologías elegidas.
• Considerando que la Tecnología se relaciona con la Ciencia y la Sociedad, explicitar a qué demandas (sociales, científicas) están respondiendo y en qué ámbitos específicos.
• Teniendo en cuenta que la tecnología no se inscribe en un campo homogéneo de conocimientos, identificar en los ejemplos elegidos en qué ciencias se nutren para desarrollarse (ciencias exactas, ciencias sociales, economía, etc.). Justificar.
• Elegir uno de los ejemplos de Tecnologías propuestos y describir cómo fueron, a criterio del grupo, las distintas etapas en el proceso de Cambio Tecnológico (Creación, Innovación, Transferencia y Difusión) para esta "adecuación" a las demandas actuales.
• Evaluar si los ejemplos presentados significan una innovación tecnológica, si sustituye o mejora a alguna tecnología existente o si es nueva en el mercado mundial constituyéndose en un aporte novedoso.
• En función de los ejemplos de tecnologías abordados, explicar cómo se manifiesta el Modelo de Producción Posindustrial en relación con las tendencias de organización económica, los modos de producción tecnológica y el diseño.
• Explicitar qué valores de carácter racional consideran que están priorizando las tecnologías propuestas.
• Clasificar las tecnologías de los ejemplos a partir de las distintas categorizaciones existentes.
• Reconocer si alguno de los ejemplos presentados tiene que ver con la Telemática. En el caso de no ser así, se les solicita proponer un ejemplo de esta y evaluar el grado de importancia de este tipo de tecnología en las situaciones de crisis abordadas.
• Realizar un análisis crítico de cada ejemplo analizado, relacionando su grado de importancia, la forma de uso que hace de ellos la comunidad y la incidencia que tienen en la calidad de vida, evaluando qué tipo de impactos (positivos y/o negativos) producen en el ambiente.

C – Objeto Tecnológico
Se requiere a los estudiantes seleccionar un (1) objeto tecnológico perteneciente a cualquiera de las disciplinas del diseño de las carreras de FADU (Diseño Industrial, Diseño de la Comunicación Visual, Diseño Arquitectónico y Urbanístico) al que se le haya otorgado un uso importante durante alguna de las situaciones de crisis seleccionadas en la Parte A, justificar su elección y proceder a su representación, descripción gráfica (dibujo analógico, dibujo digital, maquetación, fotografía) y análisis a partir de las siguientes variables:

• ***Análisis Morfológico:*** deben describir qué forma tiene el objeto elegido y cuáles son sus dimensiones generales; identificar si se asemeja a otras formas naturales, artesanales o industriales y reconocer si tiene algún antecedente formal en algún objeto similar del pasado; indicar sus características táctiles y visuales, su textura, color, brillo u opacidad, transparencia y las formas geométricas básicas que lo componen.

• ***Análisis Funcional:*** deben identificar la función que cumple el objeto y el propósito para el que fue diseñado y construido; deben reconocer diversos niveles de esa función (práctica, estética o simbólica), indicar si cumple con el objetivo para lo que fue diseñado y se le otorga el uso para el que fue pensado y cuál es el grado de aceptación por el usuario o público en general.

• ***Análisis Tecnológico:*** deben identificar cada uno de los materiales con que están construidos cada uno de los componentes que integran el objeto e indicar si precisa de algún servicio/energía en particular para su correcto funcionamiento.

• ***Interrelaciones:*** finalmente, los estudiantes deben demostrar de qué manera se relacionan las tres variables y analizar si el Diseño se encuentra equilibrado en las tres dimensiones (Forma, Función y Tecnología), si observan que se le ha dado más relevancia a alguna dimensión en especial y si consideran que este "objeto" de diseño tecnológico ha visto modificada alguna de estas dimensiones en pos de responder a nuevas demandas que se presentan en el contexto crítico particular.

D - Conclusiones
En esta última etapa, cada grupo debe plasmar la opinión particular que construyeron en el desarrollo de las actividades con respecto a los diferentes puntos tratados.
Teniendo en cuenta el contexto que se presenta frente a las distintas contingencias, los estudiantes deben realizar una apreciación sobre cómo se han modificado las relaciones entre el Medio Ambiente Natural, el Medio Ambiente Social y el Medio Ambiente Tecnológico, considerando los cambios en los usos de los espacios, las relaciones humanas, el modo de trabajo y toda otra acción que vean afectada por esa circunstancia. En cuanto al objeto tecnológico analizado en la parte C, se les solicita fundamentar críticamente el uso que del mismo se hace en la situación de crisis específica, valorando las ventajas y desventajas que de ello resultan. Además, pueden ensayar una valoración particular sobre las situaciones presentadas.

DESARROLLO
El desarrollo de esta actividad es acompañado por una serie de clases teóricas en las que son expuestos los conceptos básicos en relación al Medio Ambiente en sus diferentes dimensiones: natural, tecnológico y social, y la relación intrínseca que guarda con la Tecnología, ya sea en tanto causante de las diferentes problemáticas que luego se analizan o como posibilitadora de soluciones a estas problemáticas a partir de la aplicación del Diseño.
El proceso analítico que debe llevar a cabo cada grupo de trabajo tiene sus

bases en estos contenidos presentados y se espera que cada consigna sea resuelta a partir de la aplicación práctica, en un cierto contexto particular, de la teoría estudiada.

Las producciones a las que arriban los diferentes grupos dan cuenta de ese proceso de reconocimiento de lo conceptual en las soluciones tecnológicas cotidianas y de la comprensión de los por qué de los productos tecnológicos que el medio brindó a cada problemática. El interés y el entusiasmo de los estudiantes se ve manifestado en la variedad y amplitud de los ejemplos seleccionados para el desarrollo del Trabajo Práctico y en los intercambios que realizan durante las instancias de correcciones.

Tanto en las dos primeras ediciones de este Trabajo Práctico en circunstancia de pandemia y de modalidad virtual, como en la del corriente año, enfocada en situaciones de crisis a escala global y de modalidad presencial, los casos de estudio seleccionados por los grupos de trabajo contemplaron problemáticas de variada índole, en los que el uso o el cese del uso de la Tecnología era reconocido como factor de causa, produciendo impactos negativos en el Medio Ambiente, o de solución, produciendo, en contraposición, impactos positivos.

Fig. 1: Ejemplo de objeto tecnológico de Diseño Arquitectónico.

Fuente: Elaboración del grupo de trabajo.

Fig. 2: Ejemplo de objeto tecnológico de Diseño Industrial.

Fuente: Elaboración del grupo de trabajo.

Fig. 4: Identificación de los Productos del Medio Ambiente Tecnológico que producen impactos ambientales en la explosión del reactor nuclear de Chernobyl y consecuencias sobre el Desarrollo Sustentable.

Fuente: Elaboración del grupo de trabajo.

Fig. 3: Ejemplo de impactos ambientales producidos por el contexto de pandemia. En este caso, el impacto producido por la disminución de las actividades durante el aislamiento obligatorio resultó positivo para el Medio Ambiente Natural.

Fuente: Elaboración del grupo de trabajo.

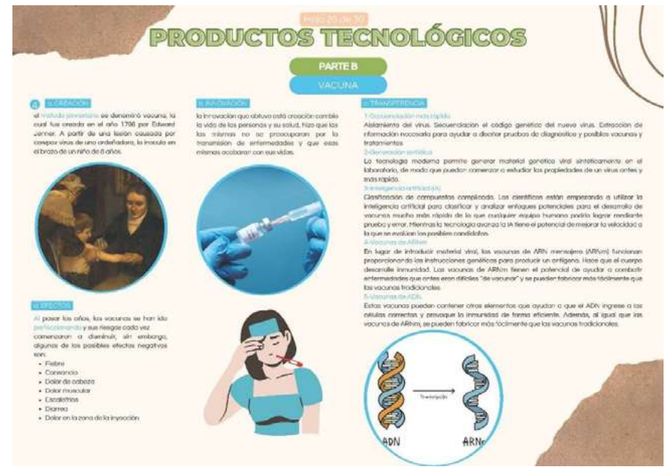


Fig. 5: Proceso de Cambio Tecnológico del Producto "Vacuna", creado ante la emergencia sanitaria por COVID-19.

Fuente: Elaboración del grupo de trabajo.

CONCLUSIONES

A partir de la lectura y evaluación de los trabajos entregados durante los últimos tres años, podemos afirmar que los estudiantes logran ampliar la concepción previa que tenían del Diseño como disciplina y comienzan a entenderlo como una herramienta mediadora entre una situación problemática y una posible solución. El análisis particular realizado en nuestra asignatura posibilita comprender de qué manera se construyen estas soluciones a partir de la interacción entre el Diseño y la Tecnología, entendiendo que los productos tecnológicos creados navegan en la dicotomía entre ser objetos que realizan un aporte positivo a una situación problemática, pero que también pueden ser causantes de impactos no deseados y perjudiciales al Medio Ambiente. Aquí se recupera la noción de sustentabilidad y su valoración en relación con los impactos, tanto positivos como negativos, de la tecnología en el medio ambiente. Por ello puede decirse también que en esta actividad adquiere un fuerte peso también la formación en ética profesional, transmitiendo la responsabilidad que los diseñadores tienen desde su actividad profesional.

Las conclusiones a las que arriban los grupos de trabajo nos permiten comprobar que, bajo los criterios de análisis crítico presentados en las consignas, los estudiantes logran resignificar los contenidos teóricos dados, aplicándolos a situaciones reales y tangibles, algunas de ellas, incluso, de vivencia propia y en el cercano plazo.

Los aportes que realizan los distintos enfoques desde los que se posicionan los estudiantes, en función de la visión particular que les da la carrera que estudiarán, amplían y enriquecen el reconocimiento de ese rol fundamental que cumple el Diseño en la construcción de los efectos y soluciones de las diferentes problemáticas sociales, culturales y ambientales a las que nos enfrentamos día a día.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor:

· Allen, A. (2000). Sustentabilidad y desarrollo sustentable, en Sustentabilidad Ambiental y Hábitat, Maestría en HyV.

· Allen, E. (1993). Cómo funciona un edificio. Edit. G. Gili..

· Cross, N., Elliot, D. y Roy, R. (1980). Diseñando el futuro. Edit. G. Gili S.A.

· Elliot, D. y Cross, N. (1980). Diseño, Tecnología y Participación. Edit. G. Gili, S.A.

· Quintanilla, M. (1988). Tecnología, un enfoque filosófico. Edit. Fundesco.

· Vedoya, D. (2003). Curso de Introducción al pensamiento tecnológico. FAU/UNNE.

Artículo de revista:

· Echeverría, J. (1998). Teletecnologías, espacios de interacción. Revista Teorema, Vol. XVII/3, Edit. Tecnos.

Sitio web:

· ALEPH (2021). ALEPH website. Disponible en https://aleph.org.mx/

LABORATORIO ARQUITECTÓNICO: EXPERIMENTACIÓN DE ROLES PROFESIONALES EN FORMATO VIRTUAL

ARCHITECTURAL LAB: EXPERIMENTATION OF PROFESSIONAL ROLES IN VIRTUAL FORMAT.

Marcela Mercuri
M. Florencia Finocchiaro
Samanta Crespo
Camila Licalzi
Alicia Cisternas

Estructuras I - II - III
Cisternas

FADU — UBA , Buenos Aires, Argentina

—
marcela.mercuri@fadu.uba.ar

RESUMEN

La Real Academia Española define a la arquitectura como el arte de proyectar y construir edificios y esta es la formación principal que se les da a los alumnos de las carreras de arquitectura de muchas casas de estudios. En los últimos años, por diversos motivos, se ha observado que los mismos egresados han explorado y explotado otras vías, dejando en evidencia que la formación tradicional del arquitecto deja de lado un sinnúmero de actividades a las que el mismo puede aspirar y en las que probablemente se sienta más a gusto en su futuro ejercicio profesional.
La presente ponencia tiene por objeto presentar los avances del proyecto UBATIC **Laboratorio arquitectónico: Experimentación de roles profesionales en formato virtual**, cuyo objetivo es desarrollar simulaciones de posibles roles que pueden asumir los arquitectos en el ejercicio profesional, a fin de brindar al alumnado una instancia de experimentación que le permita acercarse a su futuro quehacer profesional.

PALABRAS CLAVES: simulación – remoto – incumbencias – experimentación – híbrido

ABSTRACT

The Royal Spanish Academy defines architecture as the art of projecting and making buildings, and this is the main training given to students of architecture-related careers in many schools. In recent years, because of different reasons, it has been observed that the same graduates have explored and exploited other paths, demonstrating that the traditional formation of architects puts countless activities they might aim for and will probably prefer for their professional future aside.
The present paper's main goal is to present the advances of the project UBATIC **Architectural Laboratory: Virtual Experimentation of Professional Roles**, whose purpose is to develop simulations of possible roles architects may assume in their professional exercise for the sake of providing students an instance of experimentation, allowing them to get closer to their forthcoming professional tasks.

KEY WORDS: simulation – remote – responsibilities – experimentation – hybrid

INTRODUCCIÓN

La Real Academia Española define a la arquitectura como el arte de proyectar y construir edificios y al arquitecto como la persona legalmente autorizada para ejercer la arquitectura. (Real Academia Española, n.d.).

Por su parte, el arquitecto mexicano y doctor en diseño arquitectónico, Raúl Monterroso, define la arquitectura como una disciplina que nos permite transformar la realidad según las necesidades de la sociedad, en un entorno definido y con los recursos con los que se cuenta. (www.mchmaster.com, 2019), Si bien esta definición, al igual que muchas otras, describe claramente el quehacer del arquitecto, tradicionalmente la formación en las diferentes escuelas de arquitectura y, especialmente en la UBA, no siempre secunda la definición, ni el alcance del título que otorgan.

Tradicionalmente, la mayoría de los arquitectos se han decantado por la rama de la construcción y diseño de edificios, asumiendo el puesto de proyecto y dirección de obra y/o como profesional en empresas constructoras. Sin embargo en los últimos años, no solo debido a la falta de empleo en este campo, sino también producto de nuevas tecnologías o simplemente, por vocación o necesidad, se han empezado a explorar y explotar otras vías, en las que el arquitecto puede jugar un papel fundamental, dejando en evidencia que la formación tradicional del arquitecto, actualmente enfocada en el proyecto y dirección de obras, está dejando de lado una gran cantidad de actividades a las que este puede aspirar y en las que, probablemente se sienta más a gusto en su futuro quehacer profesional.

En la descripción del perfil del arquitecto, la UADE describe que el mismo "ha de dar respuesta tanto a los requerimientos actuales del ejercicio de la profesión, como a los nuevos escenarios que surgen como producto de los cambios sociales, la globalización y el desarrollo tecnológico". Por tal motivo, es importante formar arquitectos con capacidad de emprendimiento y gestión de diversos tipos de organizaciones, tanto públicas como privadas, con una fuerte valoración de la sustentabilidad, el ambiente urbano y la calidad de vida de los ciudadanos. (UADE, n.d.)

La Resolución 1254/2018 del ministerio de educación, determina, en el anexo XXII, que las actividades profesionales reservadas al título de arquitecto son:

1. Diseñar, calcular y proyectar estructuras, edificios, conjuntos de edificios y los espacios que ellos conforman, con su equipamiento e infraestructura, y otras obras destinadas al hábitat humano, en lo concerniente al ámbito de su competencia.
2. Dirigir y controlar su construcción, recuperación, renovación, rehabilitación, refuncionalización y demolición.
3. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.
4. Proyectar, dirigir y evaluar lo referido a la higiene y seguridad en lo concerniente a su actividad profesional.

Como podemos observar, estas tareas engloban una gran cantidad de actividades y se relacionan directamente con la responsabilidad profesional, civil y penal, concerniente a la matrícula propiamente dicha.

Sin embargo la Res. 632,30-5-2018 de la Universidad de Buenos Aires, nos dice en sus Art. 1 Art.2 y Art.3, que el Consejos Superior tiene la competencia exclusiva para establecer las incumbencias de los respectivos títulos que expide la UBA, permitiendo con su autonomía ampliar las actividades y roles que un arquitecto puede desarrollar durante su vida profesional, y no se acoten a las enumeradas por la Res. 1254/2018 descritas anteriormente.

Es por ello, que en el presente trabajo se busca desarrollar simulaciones de posibles roles o papeles que pueden asumir los arquitectos en el ejercicio profesional, a fin de brindar al alumnado una instancia de experimentación que le permita acercarse a su futuro quehacer profesional, mostrando no solo el modelo tradicional de proyecto y dirección de obra sino también otras funciones, permitiéndoles así, poder encauzar su formación en el perfil profesional que desee abordar.

DESARROLLO

Este trabajo presenta los avances del proyecto UBATIC Laboratorio arquitectónico: Experimentación de roles profesionales en formato virtual. El mismo se desarrolla en 3 etapas, que si bien se plantearon en un principio como consecutivas, actualmente se están trabajando en paralelo las etapas 1 y 2, a fin de experimentar los posibles resultados del trabajo final.

Etapa 1: Alcances del título de arquitecto: el objetivo de esta etapa es ahondar no solo en las incumbencias del título, sino también en posibles alcances del mismo, producto de las nuevas tecnologías y las necesidades de la sociedad actual.

Etapa 2: Simulación de casos: En función de los datos relevados en la etapa 1, se propone acercar a los alumnos el trabajo diario de los arquitectos en las diferentes áreas de incumbencia de la profesión, mediante la participación en aulas de experimentación, gamificación, narrativa transmedia, etc.

Etapa 3: Prueba piloto: Desarrolladas las simulaciones, se plantea la implementación de las mismas en un grupo de estudiantes de la materia estructuras 3 de la carrera de grado y el posgrado de seguridad e Higiene en la industria de la construcción de FADU-UBA, a fin de verificar resultados y hacer las adecuaciones necesarias, con el objeto de poder llevar luego los resultados a un mayor grupo de estudiantes.

ETAPA 1: ALCANCES DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

Según el relevamiento realizado por el Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo, los arquitectos están habilitados para ejercer no sólo las tareas establecidas en el ANEXO XXII de la Resolución 1254/2018, sino también las indicadas en los alcances del título, definidos por cada universidad.

El mismo consejo solicitó, a diversas universidades que dictan la carrera de arquitectura, que les detallarán los alcances de los títulos que otorgan a sus arquitectos, en los cuales, la mayoría coincide en los enunciados en la Resolución 133/87 del Ministerio de Educación (CPAU, n.d.), los cuales se resumen en el siguiente gráfico:

Fig. 1: Alcances del título de arquitecto y su relación entre los distintos roles que el mismo puede ejercer .

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que, si bien las incumbencias enunciadas muestran el alcance del título de arquitecto en diversas áreas, aún quedan sin analizarse nuevas áreas, entre las que podemos destacar

1. Proyecto, dirección, inspección técnica y certificación de condiciones técnico constructivas, eficiencia energética y de calidad
2. Domótica
3. Iluminación y luminotecnia, Acústica
4. Docencia en nivel secundario, terciario o universitario, de grado y posgrado

5. Investigador, Escritor de libros, redactor de artículos,, etc
6. Facility Management – BIM
7. Analista de inversión inmobiliaria
8. Diseño e impresión 3D, Maquetador
9. Arquitectura efímera
10. Infografías / 3D, foto realismos y simulaciones, Fotografía de arquitectura
11. Diseño y/o ambientación para videojuegos, cine, teatro, etc
12. Guía turístico
13. Diseño de interiores y mobiliario, etc.

La incorporación de estas ramas surge no solo del relevamiento de carreras de posgrado en diversas universidades, sino también de la amplia formación técnica y cultural del arquitecto en su formación de grado. Actividades como asesoría en normas LEED o de calidad, ambientación de videojuegos, cine o teatro, investigación, simulación y guía de turismo patrimonial, entre otros, no forman parte de la incumbencia, pero son actividades para las que el mismo se encuentra preparado debido a su amplia formación en la carrera de grado, y que, a su vez, puede ampliar con cursos de actualización profesional, o carreras de posgrado.

Según el relevamiento del perfil profesional del Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo CPAU, el 51% de los arquitectos encuestados se dedica a tareas relacionadas directamente con la construcción, entre los cuales se destacan los roles de proyecto y dirección de obra, gerenciamiento y construcción, a los que se suman los asesores y especialistas en diferentes áreas y los arquitectos dedicados a documentación y gestoría (23%) mientras que el resto de los arquitectos encuestados divide sus tareas en otras áreas, entre las que se destacan: docencia e investigación, diseño, patologías y peritajes y ambiente y sustentabilidad.

Según los datos del mismo relevamiento, los matriculados consideran que las actividades que tendrán potencial en los próximos años se relacionan con Medioambiente y Sustentabilidad, Producción y nuevas tecnologías, Impacto ambiental, Tecnología, Domótica, Proyecto especializado y Software, lo que evidencia las necesidades de formación en nuevas áreas de trabajo.
Respecto a la formación y capacitación de los arquitectos, se observa que, de las personas encuestadas, más del 60% realiza al menos un curso de capacitación o perfeccionamiento, lo que evidencia la necesidad de ampliar los conocimientos y rubros a los que dedicarse.

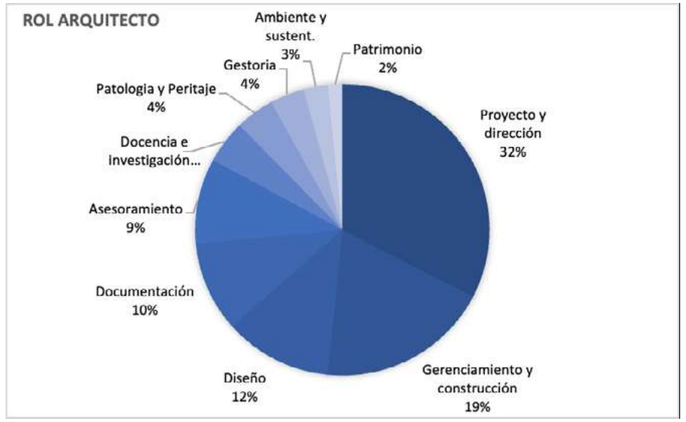


Fig. 2: Actividad laboral del arquitecto: Perfil / Rol

Fuente: Elaboración propia, basada en los resultados de la encuesta del Perfil profesional de nuestra matrícula, Edicion 2021, del CPAU

Entre los temas cargados como capacitaciones realizadas y elegidos para actualizaciones futuras, se destacan:

- Software
- Medio ambiente y sustentabilidad
- Patología de las construcciones
- Tecnología
- Mantenimiento de edificios
- Patrimonio y restauración

En base a los resultados obtenidos en este primer relevamiento de alcance de títulos, carreras de especialización y perfil de los arquitecto, se realizó una primera aproximación a los roles que pueden desempeñar los arquitectos, y se confeccionó un listado de ellos con una pequeña definición que resume cuál sería la función a desempeñar.

	PERFIL PROFESIONAL	ALCANCE
1	Proyecto	Se entiende por Proyecto el conjunto de elementos gráficos y escritos que definen con precisión el carácter y finalidad de la obra y permiten ejecutarla bajo la dirección de un profesional. Comprende: 1) Planos generales, a escala conveniente, de plantas elevaciones principales y cortes, acotadas y señalados con los símbolos convencionales, de modo que puedan ser tomados como básicos para la ejecución de los planos de estructura y de instalaciones. 2) Planos de construcción y de detalles. 3) Planos de instalaciones y de estructuras con sus especificaciones y planillas correspondientes. 4) Presupuesto, pliego de condiciones, llamado a licitación y estudio de propuestas (Art. 46 decreto-ley 7887/55). Puede o no incluir las etapas de anteproyecto y/o croquis preliminares.
2	Proyecto y Dirección de obras	Se entiende por dirección de obra a la función que el profesional desempeña controlando si fiel interpretación de los planos y de la documentación técnica que forma parte del proyecto y la revisión y extensión de los certificados correspondientes a pagos de la obra en ejecución, incluyendo el ajuste final de los mismos (Art. 47 decreto-ley 7887/55). En esta función, el profesional se hace responsable frente a la autoridad competente, llamado los planos respectivos, juntamente con el propietario que le con su firma ratifica ese nombramiento, y únicamente lo exime hasta que se lo da su remoción. REQUIERE MATRICULA ACTIVA
3	Representante técnico	La función del representante técnico consiste en asumir la responsabilidad que implica una construcción, una instalación o a provisión de equipos y/o materiales para construcciones o industrias. En consecuencia el representante técnico deberá preparar los planos de trabajo suscribir solidariamente la marcha de los mismos responsabilizarse por los planos, cálculos, planillas, etc., de estructuras, instalaciones, etc. preparar toda la documentación técnica necesaria, como especificaciones, confección de subcontratos, etc., coordinar a los distintos subcontratistas y proveedores, etcétera. (Art. 53 decreto-ley 7887/55)
4	Diseñador de interiores	El diseño interior es el area proyectual involucrada en el proceso de proyectar y diseñar el espacio interior, con la manipulación del volumen espacial así como el tratamiento superficial, con el objeto de hacer un mejor uso visual y físico del espacio, un proceso conocido como ordenación del territorio. Fuente https://www.ed.ucweb.com/profesion/disenador-interiores.1757
5	Urbanista	El urbanista es el profesional que busca soluciones, desde una perspectiva integral, a los problemas asociados al crecimiento de las ciudades, tales como el diseño de espacios públicos, rescate de centros históricos, dotación de servicios públicos, mejoramiento de la vialidad y transporte, desarrollo económico, proyectos inmobiliarios, entre muchos más. Fuente https://arquitectura.unam.mx/preguntas-frecuentes-urbanismo.html
6	Seguridad e Higiene	Los trabajadores son el activo más valioso dentro de cualquier empresa y, entre las numerosas tareas de la organización, es fundamental mantener la seguridad de todos ellos. La figura de Coordinador de Seguridad y Salud tiene esta función, evitando situaciones de riesgo y garantizando la salud de todos los integrantes. Con este Curso Coordinador de Seguridad y Salud estarás preparado para adentrarte en este mercado laboral con éxito. Fuente: Inesem.es

Fig. 3: Tabla de relevamiento perfil profesional.

Fuente: Elaboración propia.

En este listado se trató de incluir la mayor cantidad posible de roles o funciones, a fin de poder luego, verificar cuales son los que en general se abarcan en la formación profesional del arquitecto y cuáles no.
Sobre esta base, actualmente se está trabajando en una segunda descripción, sobre roles más puntuales, que permita ampliar la definición. En ella se incluyen los siguientes ítems:

1. Rol profesional: Descripción general / Competencia
2. Requisitos o exigencias para ejercer el rol (se requiere matrícula, posgrado, etc)
3. Entorno de trabajo / Grado de implicación
4. Disponibilidad horaria
5. Tipos de contratación
6. Alcance o responsabilidad, incluye firma con matrícula, etc
7. Tipo de remuneración
8. Entorno de trabajo, tipo de actividad, individual, con personal a cargo, etc.
9. Recursos necesarios: técnicos, medios auxiliares, etc
10. Pasos o fases de la tarea a desarrollar

Se pueden ver avances en el siguiente link: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TQBcCdEFosv2j3s3jB5rP6MWWsA5ODw80jLEFvmjf ZE/edit?usp=sharing

Definidos así posibles roles y actividades, estos se agruparon en 6 áreas, con el objeto de unificar criterios o funciones comunes:

1. **Diseño:** Proyectista, diseñador de mobiliario interior o urbano, Diseño de interiores, escenografía, arquitectura efímera, etc.
2. **Área técnica:** Jefe de obra, Director de obra, asesor, etc
3. **Gestión económica:** Tasación, analista de inversión, cómputo y presupuesto, etc.
4. **Representación:** renderista, realidad aumentada, impresión 3D, Infografías, videojuegos, etc
5. **Docencia e investigación:** Docente de grado, posgrado escritor y redactor de artículos y libros, historiador, curador, guía turístico, etc
6. **Certificaciones:** Asesor para empresa, auditor interno o externo para normas de calidad, normas leed, etc.

Esta división, nos permite identificar en primer lugar, de todos estos roles, cuales son los que se incluyen en la formación del arquitecto y cuales quedan todavía por explorar y, sobre esta base, idear las posibles simulaciones para que los alumnos puedan conocer el real alcance del título que obtendrán al finalizar sus estudios.

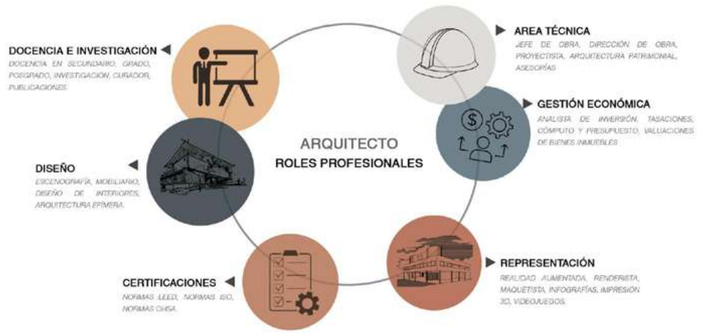


Fig. 5: Simulación de casos: Director de obra para ejecución estructura HºAº

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 2: SIMULACIÓN DE CASOS:

Sobre las 6 áreas de trabajo, se decidió comenzar a desarrollar las simulaciones eligiendo un rol representativo de cada una de ellas y se comenzó a trabajar en el área más conocida hasta el momento, que es el área técnica.

Si bien esta es la formación tradicional del arquitecto, se observa que la formación es más bien teórica, dejando de lado la parte práctica, lo que decimos vulgarmente "falta el paso del papel a la obra".

Se desarrolló así una simulación de un recorrido de obra, para el caso específico de la dirección de obra en etapa de ejecución de estructura de hormigón armado. El mismo se basa en un recorrido de imágenes 360 donde se le van planteando al alumno las consultas o situaciones que se puede encontrar en obra y que no siempre tienen una relación directa con las situaciones que él resolvería en su estudio de arquitectura.

La propuesta del recorrido 360 incorpora instancias de aprendizaje que le permiten al alumno validar los conocimientos adquiridos en el cursado de la carrera.

Cada instancia consta de 3 partes, que se presentan como 3 ventanas emergentes dentro del recorrido:

1. Planteo del problema:
   - Se plantean ejercicios relacionados con la implementación práctica de la teoría abordada en la cursada de la carrera.
   - Se adjunta un espacio para cargar la resolución del ejercicio, al que luego tendrá acceso el docente para poder elaborar una retroalimentación al alumno.

2. Material de consulta:
Se incorporan aquí recortes de la normativa o bibliografía, específicos para resolver el tema. El mismo es el mínimo necesario para poder delinear el procedimiento a seguir para elaborar la respuesta al interrogante planteado. Este ítem intenta dar herramientas al alumnos, para que comiencen a conocer dónde buscar la información necesaria, ya que no siempre tendrá los apuntes de las materias ni a los docentes para evacuar las dudas.

3. Retroalimentación: Explicación de la resolución del ejercicio. Cuando es posible, se muestran alternativas de resolución, a fin de mostrar cómo por diferentes caminos se puede llegar al mismo resultado, a fin de enriquecer la formación del alumno.

El recorrido se inicia con la llamada del capataz general al director/a de obra, preguntándole si va a visitar la obra ya que debe hacerle unas consultas. Una vez que el alumno, en su rol de D.O., confirma la visita, se inicia el recorrido dentro de la obra.
https://www.thinglink.com/mediacard/1512890612859273218

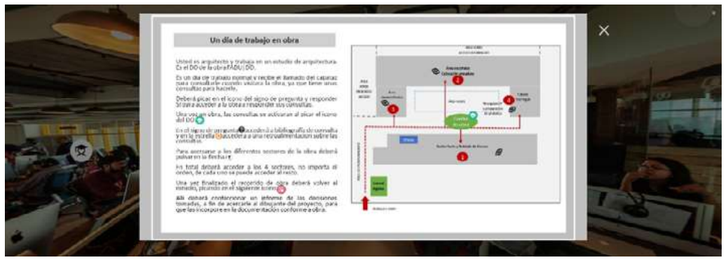


Fig. 5: Simulación de casos: Director de obra para ejecución estructura HºAº

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la obra, este recorrido le plantea al alumno visitar las cuatro áreas, las cuales se vinculan con las cuatro etapas de ejecución de una estructura de hormigón armado: Armadura, Encofrados, Colado de hormigón y Desencofrado.

El alumno se inicia en el centro de la obra y puede dirigirse hacia cualquier lugar, la idea es que cada uno elija por dónde empezar y cómo seguir, pasando por cada área en el momento que lo desee.

En cada área, aparecen las ventanas emergentes, siempre en el paquete de 3 (planteo del problema, material de consulta y retroalimentación), para que el alumno estudie el problema y de una respuesta en función al material disponible y los contenidos abordados en la carrera.

Ejemplo de recorrido. Área Encofrados

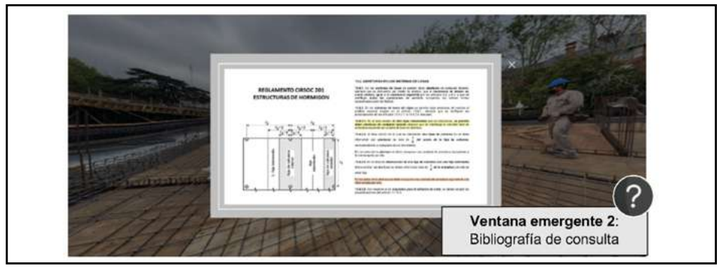


Fig. 6 a 9 : Simulación de casos: Director de obra para ejecución estructura H°A°

Fuente: Elaboración propia. Se ejemplifica el recorrido que hace el alumno en la simulación.

Sobre esta base, actualmente se está trabajando en el desarrollo se un recorrido similar, pero relacionado con el rol de especialista en seguridad e higiene, donde se incorporará un recorrido de similares características, pero sumando en este caso, las tareas relacionadas a la documentación a generar por el especialista o asesor en seguridad e higiene.
Se elige este rol principalmente por dos motivos. El primero es que, en la actualidad, el tema se dicta solo de manera transversal en algunas materias, o en una materia electiva, a la que llega solamente el 10% de la matrícula. El segundo es porque, a diferencia del resto de los roles, este requiere una formación de posgrado a fin de ampliar la incumbencia de la matrícula. De esta manera, se muestra en qué consiste la especialidad, ya que, si bien es una incumbencia, no se desarrolla de forma completa en la formación de grado.
También se plantea la ejecución de una simulación en el área de docencia, a fin de mostrar al alumno no solo los niveles educativos en los que puede enseñar, sino también, como es el proceso de organización del dictado de una materia.

CONCLUSIONES

> "Cuanto más similar a la realidad sea el entorno de aprendizaje, mayor será la posibilidad de que lo adquirido en el ambiente se transforme en una situación real". (Gutierrez, J. 2002)

El objetivo final de este proyecto es poner al alumno en una simulación directa de práctica profesional, acercándose a casos reales, evidenciando las posibles tareas o actividades a desarrollar, a fin de que el mismo pueda vivenciar y definir en qué área se siente más cómodo o con mayor aptitud y, de esta manera, pueda comenzar a definir su formación más específica.

El objetivo es llevar al alumno a una experiencia inmersiva que lo ponga en escena, investigando diferentes aspectos relacionados con su quehacer profesional, aumentando la vivencia, desde una experiencia envolvente, que dejará huellas cognitivas más profundas que una simple clase teórico-práctica.

Como se evidencia en muchos estudios, la respuesta del sujeto a los acontecimientos no depende de la vía por la que le llega la información, sino de la representación que elabora con toda la información que procesa cognitivamente cuando considere cuál es su implicación en lo que acontece (M. Serrano, 1993. Pag. 115). Es por ello que consideramos fundamental poder crear la ambientación y la inmersión de los alumnos, que los ponga en el centro de la escena y, desde las situaciones planteadas, munido de sus conocimientos, pueda experimentar como sería una situación real de práctica profesional.

La simulación pone al alumno en el centro de la escena, transformándose en una experiencia de exploración y adquisición de conocimiento (Jose Campusano, 2021) desde la vivencia y la experimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Real Academia Española. (s.f.). Obtenido de https://dle.rae.es
· www.mchmaster.com. (2019). Obtenido de www.mchmaster.com: https://www.mchmaster.com/es/noticias/definicion-de-arquitectura-por-diferentes-autores/
· CPAU. (s.f.). CPAU. Obtenido de https://www.cpau.org/Content/institucional/nota/33321
· UADE. (s.f.). UADE. Obtenido de https://www.uade.edu.ar/facultad-de-arquitectura-y- diseno/arquitectura/)
· Rivero, S., Vargas, R., & Revour. (2020). Preguntas educativas para al tecnologia digital como respuesta. Edutec. Revista electronica de tecnologoa educativa.
· Longhi R., Lovato A., Gifreu A. (Orgs.). 2020. Narrativas Complexas.1a edição. Aveiro: Ria Editorial
· Gutierrez Maldonado, J. 2002. Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica. Universidad de Barcelona. Aula medica de psiquiatría.
· Lovato, Anahí (2019). Diseño narrativo para AR y VR en proyectos transmedia de no ficción. XXI° Congreso de la Red de Carreras de Comunicación Social y Periodismo. Escuela de Ciencias de la Comunicación, Facultad de Humanidades (UNSa), Salta

DESAFÍOS DE LA VIRTUALIDAD EN MATEMÁTICA DE DISEÑO INDUSTRIAL DURANTE LA PANDEMIA DEL COVID-19.

CHALLENGES OF VIRTUALITY IN INDUSTRIAL DESIGN MATHEMATICS DURING THE COVID-19 PANDEMIC.

Nicolás Hernán Oteiza
Alicia Isabel Assalone

Matemática de Diseño Industrial

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

arquitectonicoteiza@gmail.com

RESUMEN

La cátedra de Matemática de Diseño Industrial de la FAUD, UNMDP se creó en el año 2017. Desde el comienzo fue planificada para ser cursada de manera presencial en los talleres de la facultad. Los estudiantes tienen la posibilidad de enriquecerse en la interacción con sus compañeros y docentes. Pueden realizar dibujos y maquetas como así también desarrollar y materializar objetos para aplicar la matemática al Diseño además de exponer sus trabajos al resto de la comunidad.
A raíz de la pandemia del COVID-19, durante los años 2020 y 2021 nos vimos obligados a adaptar rápidamente la propuesta pedagógica para dar respuesta a la nueva realidad que nos tocó vivir.
Nuestro desafío fue trasladar las clases teóricas, las guías, el trabajo integrador, los parciales y la interacción entre docentes y estudiantes a un mundo 100% virtual, procurando lograr la mayor retención de estudiantes.

PALABRAS CLAVES: retención – experiencia virtual – aprendizaje

ABSTRACT

The Industrial Design Mathematics from FAUD, UNMDP was created in 2017. From the beginning it was planned to be taught in person at the faculty workshops, where students have the opportunity to interact and enrich themselves with their peers and teachers, can make models and drawings to apply mathematics to Design and can expose their work to the rest of the community.
As a result of the COVID-19 pandemic, during the years 2020 and 2021 we were forced to quickly adapt the pedagogical proposal to respond to the new reality that we had to live.
Our challenge was to transfer the theoretical classes, the guides, the integrative work, the exams and the interaction between teachers and students to a 100% virtual world, trying to achieve the greatest retention of students.

KEY WORDS: retention – virtual experience – learning

INTRODUCCIÓN

La materia Matemática de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) se reformuló en el año 2017. La propuesta pedagógica se encuadra dentro los lineamientos generales de la facultad para el área tecnológica, sub área matemática, en el ciclo básico, correspondiente al primer año de la carrera. (fig.1)

AÑO	ÁREA TECNOLÓGICO PRODUCTIVA	ÁREA TEORÍA Y PRÁCTICA PROYECTUAL	ÁREA HISTÓRICO SOCIAL	CICLO
PRIMERO	• **MATEMÁTICA** • TECNOLOGÍA GRAL	• LENGUAJE PROYECTUAL 1 • DISEÑO 1	• PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 1	BASICO
SEGUNDO	• FÍSICA • TECNOLOGÍA 1 • INGENIERÍA HUMANA	• INFORMÁTICA INDUSTRIAL 1 • LENGUAJE PROYECTUAL 2 • DISEÑO 2	• PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 2 • SOCIOLOGÍA	DE DESARROLLO
TERCERO	• TECNOLOGÍA 2 • ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	• INFORMÁTICA INDUSTRIAL 2 • LENGUAJE PROYECTUAL 3 • DISEÑO 3	• PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 3 • ECONOMÍA Y MARKETING	
CUARTO	• TECNOLOGÍA 3	• LENGUAJE PROYECTUAL 4 • DISEÑO 4	• PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 4 • LEGISLACIÓN Y PRÁCTICA PROFESIONAL	
QUINTO	PROYECTO DE GRADUACIÓN			DE INVESTI-GACIÓN

Fig.1. Plan de estudios

Fuente: Elaboración propia

Matemática, no es una "isla" dentro de la facultad. Está abierta a todos los contactos posibles con las restantes materias del nivel y de la carrera, si es que deseamos que el estudiante sea partícipe de un proceso de enseñanza aprendizaje integrador, y no de una sumatoria de disciplinas estancas que aparentemente tienen poco que ver entre sí.

Es fundamental destacar la necesidad de establecer vínculos estrechos con los estudiantes para que éstos se aquerencien con la materia, una materia, a priori, prejuzgada por ellos como "aburrida" o "poco útil" dentro de una carrera proyectual.

La propuesta fue pensada para ser cursada de manera 100% presencial en los talleres de la FAUD, es una materia donde los estudiantes interactúan entre sí y con los docentes, donde se realizan maquetas que se van modificando a medida que se tratan los temas del año, donde los parciales son a boca y libro abierto para que los estudiantes no sientan la presión de estar siendo evaluados y así los docentes puedan medir la capacidad de hacer y no la capacidad de memorización. Es una materia de las "tangibles", no es una matemática más, sino que es Matemática aplicada al Diseño Industrial.

A raíz de la pandemia del COVID-19, durante los años 2020 y 2021, nos vimos obligados a adaptar rápidamente la propuesta pedagógica para dar respuesta a la nueva realidad que nos tocó vivir. La pandemia nos arrojó a la incertidumbre con lo puesto.

Si bien ya existía desigualdad en el acceso a dispositivos tecnológicos, conexión a internet y saberes específicos para explotarlos, con la llegada de la pandemia esa brecha resultó determinante para poder acceder al trabajo, la comunicación, el estudio, la compra de productos, el esparcimiento, etc. No tener un celular en este contexto podía determinar que alguien no estudie o que pierda el trabajo, amén de los que lo perdieron por el cierre de innumerables comercios y negocios. La tecnología ya estaba metida en nuestra vida cotidiana, pero durante la cuarentena pasamos a depender casi por completo de ella.

En este marco tan catastrófico, el ámbito educativo fue uno de los más perjudicados y, por su escala, rol como organizador de la vida familiar, laboral, educativa y social, esta sacudida repercutió en todos los demás. En una nueva situación que llegó sin aviso y sin tiempo para nada, cada estudiante, docente, padre e institución hicieron lo que pudieron para salir a flote con lo que tenían a su alcance. (Magnani, 2020)

En nuestro caso particular, el principal desafío fue trasladar las clases teóricas, las guías, el trabajo integrador, los parciales y la interacción entre docentes y estudiantes a un mundo 100% virtual, procurando lograr la mayor retención de estudiantes.

METODOLOGÍA

En un principio, algunos docentes de la cátedra realizamos un curso que estaba dictando la UNMdP durante el mes de febrero de 2020. Fuimos muy pocos profesores porque el aula virtual, en aquel contexto 100% presencial al que estábamos acostumbrados, no tenía gran protagonismo, casi no era utilizada por nuestra cátedra.

La finalidad del curso era imbuirnos en la nueva aula virtual de la FAUD, ese mismo año habían dado la baja a la antigua plataforma EDUCATIVA para pasar al actual CAMPUS FAUD. Así, sin imaginar lo que venía, sin presiones ni obligatoriedad, mientras arrancábamos a prepararnos para un curso presencial más, fuimos aprendiendo a crear un perfil dentro del campus, dimos nuestros primeros pasos en la creación de un aula virtual, vimos cómo matricular usuarios, etc. El curso era básico, nos daba un pantallazo general del aula, sin imaginarlo, nos sirvió como única herramienta para lo que se aproximaba.

La Universidad y la Facultad no estaban preparadas para esta situación, tuvimos que prepararnos y desarrollar el aula sobre la marcha. "La aparición del covid-19 colocó la finitud en un presente absoluto y la parálisis de los sistemas escolares –o al menos de la educación presencial– dejó poblaciones enteras azoradas ante una jugarreta del tiempo que desarticula el espacio en el que actuamos y el que percibimos. El carácter global de la epidemia, así como las medidas sanitarias para combatirla, fueron universalizándose pese a la resistencia de los sectores más conservadores. La ciencia ocupó un lugar extraño: concentra la esperanza y la confianza, desplazando en buena medida las invocaciones metafísicas, a la vez que muestra sus dificultades para hallar una solución y restaurar los plazos vitales tradicional o científicamente conocidos. La percepción de los educandos y educadores sobre la historia y su biografía ha sido interferida. Cuando regresen, lo harán con saberes, creencias y expectativas que en gran medida desconocemos. Además, vivirán en un escenario presencial y otro virtual alternativamente. Cierto es que muchos de los niños, niñas y adolescentes son expertos en escenarios virtuales, los que tienen acceso a la conectividad, claro está. Pero la escuela se había mantenido demasiado al margen de la realidad virtual." (Puiggrós, 2020)

A principios de marzo ya se empezaba a hablar de la cantidad de casos de COVID-19 en China y de que ya se estaba extendiendo al resto del mundo, pero todavía no se hablaba de cuarentena ni virtualidad.

El día martes 10 de marzo de 2020, Matemática, como en el resto de materias, dio la clase 0 de manera presencial. Es una suerte de presentación que las cátedras realizan después del curso de ingreso, donde se expone la propuesta pedagógica para que los estudiantes, cuando hay cátedras paralelas, puedan optar con cuál cursar. En nuestro caso no hay otra cátedra, así que estábamos solos con los alumnos.

Fig.2. Clase 0 ciclo 2020

Fuente: Elaboración propia

La clase transcurrió con normalidad en el aula Oddone de la FAUD. Estaba abarrotada, con gente sentada hasta en los pasillos, los estudiantes estaban ansiosos por arrancar su vida universitaria (fig. 2).

Como es de público conocimiento la pandemia finalmente llegó a la Argentina, la curva de contagios y fallecimientos fue aumentando. Para hacer frente a la situación, el gobierno decretó la cuarentena de la población, denominado Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) y el Distanciamiento Social Preventivo y Obligatorio (DiSPO). El ASPO abarcó inicialmente todo el territorio del país desde el 20 de marzo.

El comienzo de clases se vio truncado por esta situación. Al principio todo fue muy confuso, pensábamos que íbamos a suspender las clases sólo por un tiempo, como lo fue con la gripe A H1N1 en el año 2009, donde sólo tuvimos un mes sin clases. Nadie sabía con seguridad qué pasaría, tanto docentes como estudiantes y gestión estábamos inmersos en una nebulosa de incertidumbre. Surgieron innumerables dudas ¿Podríamos comenzar a cursar? ¿Perderían el año los estudiantes? ¿Se podrían dictar clases y cursar de manera virtual? ¿Cómo?
Tomando la experiencia de la Tecnicatura en Gestión Cultural que se venía cursando de manera mixta, presencial y virtual, la gestión decidió que las clases fueran virtuales hasta nuevo aviso.

En la cátedra, quienes habíamos hecho el curso del manejo del campus virtual, nos volcamos por completo a preparar el aula para dar respuesta a la nueva realidad. Al comienzo era un aula demasiado básica, pensada para durar poco tiempo, como mencionamos anteriormente, creíamos que íbamos a volver pronto a la presencialidad.

Subimos las clases teóricas y los ejercicios de todo el curso en pdf y les pedimos a los estudiantes que vayan viendo el primer tema con la finalidad de hacer una “entrada en calor” para cuando volviésemos a clase. Mientras tanto, nosotros acomodábamos el cronograma para poder tener tiempo de ver todas las unidades de manera presencial, sin embargo, esto no ocurrió.

A la vez que esto sucedía en la FAUD los casos y fallecimientos seguían aumentando. En abril de 2020, el canal de noticias de la BBC Mundo decía “Después del primer caso detectado en Brasil, el coronavirus tardó menos de un mes en extenderse por toda América Latina: el 20 de marzo, cuando Haití confirmó sus primeros dos casos, el covid-19 hacía presencia oficial en todos los países de la región. La primera muerte, por su parte, se registró en Argentina el 7 de marzo y casi exactamente un mes después -desde el 6 de abril- todos los países latinoamericanos ya habían reportado fatalidades. El rápido aumento en contagios y muertos es un resultado de la llamada transmisión comunitaria, que ya es una realidad asumida en casi todos los países de América Latina. (...) Y si de algo se puede estar seguro en estos momentos es que el número de contagiados y muertos seguirá creciendo, pues se estima que todavía faltan algunas semanas para que la pandemia llegue a su "pico" en tierras latinoamericanas.” (BBC, 2020) (fig. 3 y 4)

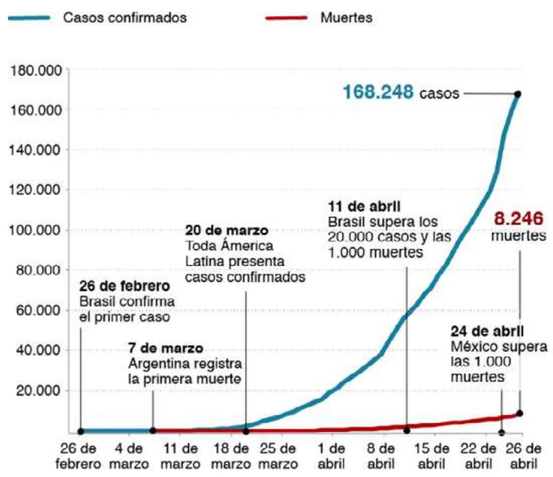


Fig.3. Número de muertes y contagios los primeros 60 días de pandemia

Fuente: OMS y Universidad Johnson Hopkins en BBC Mundo

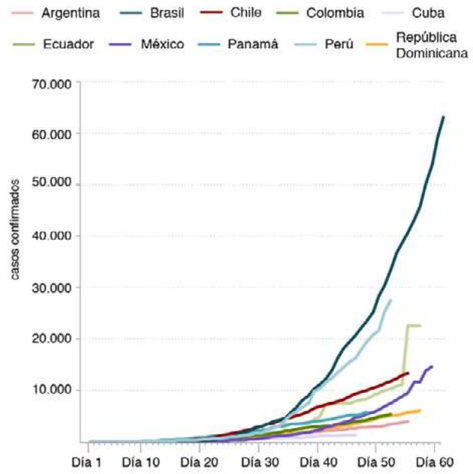


Fig.4. Curvas de contagio a partir del primer caso durante los primeros 60 días de pandemia

Fuente: Universidad Johnson Hopkins en BBC Mundo

DESARROLLO

Una vez que comprendimos que esto no duraría un mes como creíamos en un principio, nos pusimos a volcar todos los contenidos del curso de manera virtual: Se fueron grabando todas las clases teóricas en videos con subtítulos y se subieron a YouTube a lo largo del año para luego volcarlas en el campus, se crearon las comisiones, se subieron las guías, se agregaron espacios de entrega, se analizó cómo tomar los parciales y finales y se generaron espacios de interacción entre estudiantes y docentes.

Si bien sabemos que los estudiantes viven distintas realidades, éstas se acrecentaron durante la cuarentena. Muchos de ellos debían compartir equipos informáticos con el resto de la familia, tenían hermanos que cursaban el primario o secundario a la mañana y/o a la tarde, muchas veces en coincidencia con las clases de la Facultad, se encontraban con que los padres debían utilizar los equipos para trabajar desde la casa, otros tenían problemas de conectividad, y en otros casos, se encontraban con una coincidencia de todo lo mencionado anteriormente. También debíamos considerar a los estudiantes con COVID positivo, que en algunos casos durante unas dos semanas no podían siquiera cursar de manera virtual por los síntomas. Desde la cátedra se intentó dar respuesta a las distintas situaciones, tratando de lograr la mayor retención posible.

Diseño del campus y funcionamiento: El campus se diseñó con la finalidad de ser fácil de utilizar y amigable con el usuario, tanto para estudiantes como para docentes.

En la parte superior del aula aparecía el cronograma clase a clase con la fecha y el orden del día donde se mencionaban los videos que debían ser vistos y los ejercicios a realizar (Fig. 5). Dentro del mismo texto aparecían las miniaturas de YouTube, colocadas por medio de enlaces. Esas miniaturas eran cambiadas semana a semana dependiendo de qué videos debían ver los estudiantes. A su vez, los videos se iban cargando en la carpeta correspondiente al tema, para que los estudiantes que estuviesen atrasados pudieran ponerse al día en cualquier momento.

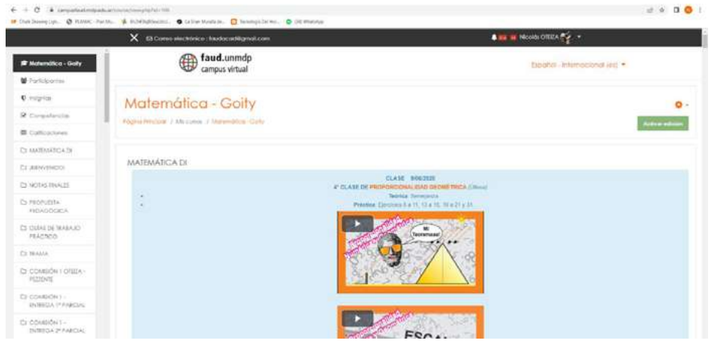


Fig.5. Aula virtual de Matemática DI

Fuente: Campus FAUD. Elaboración Propia

A continuación del cronograma se veía un mensaje de Bienvenida, donde la profesora titular invitaba a los estudiantes a cursar la materia virtual y la Propuesta Pedagógica.

Luego estaban las 8 carpetas con los temas, que se iban mostrando a los estudiantes a medida que avanzaba el curso. Dichas carpetas contenían los enlaces de todos los videos de ese tema en particular y la guía de trabajos prácticos.

A continuación de los temas se encontraba la guía del TRAMA con un video explicativo del mismo.
Al final aparecían las 5 comisiones, donde se dividieron los estudiantes por orden alfabético (Fig. 6). Estos grupos estaban claramente diferenciados para los docentes, y los estudiantes sólo podían ver el propio para no generar confusiones. Dentro de la sección del grupo podían encontrar los espacios de la entrega de guías, TRAMA y parciales, un foro para poder realizar preguntas de manera asincrónica y un espacio de encuentro virtual sincrónico.

En la parte izquierda de la pantalla del aula se podía desplegar una lista de opciones que funcionaban a modo de atajos para dirigirse a los distintos espacios del campus (Fig. 5 y 6).

En la parte superior derecha se encontraba el perfil, la mensajería para comunicarse entre docentes y estudiantes que permitía los mensajes grupales por comisiones y los mails (Fig. 5 y 6).

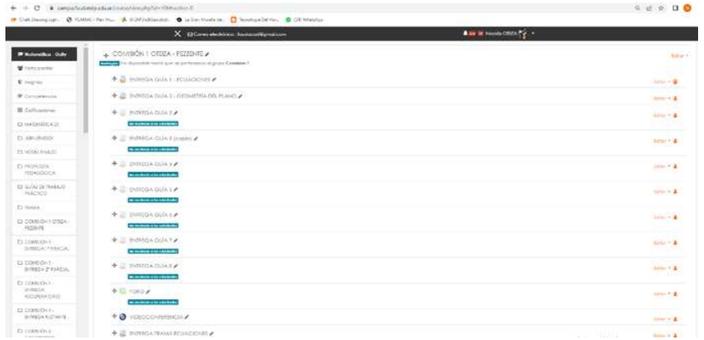


Fig.6. Comisión dentro del Aula virtual de Matemática DI

Fuente: Campus FAUD. Elaboración Propia

Clases teóricas: En la presencialidad se dividen los distintos temas en varias clases teóricas, dependiendo de la dificultad y extensión de los contenidos en cuestión. Para las clases teóricas virtuales se optó por la modalidad asincrónica, de esta manera, los estudiantes podrían ver las clases cuando tuvieran tiempo, sin la necesidad de cumplir con un día y horario determinado. Las clases, que durante el ciclo presencial suelen durar una hora o más, se dividieron en varios videos de 15 o 20 minutos. Así, logramos que los alumnos pudieran seguir cada parte sin perder el hilo en caso de tener la necesidad de parar para trabajar o para pasarle el equipo informático a otro miembro de la familia, además, se retiene más la audiencia, es más fácil cansarse de un video de una hora que de 4 de 15 minutos.

Dichos videos fueron subidos a YouTube y cargados en el campus a medida que avanzaban los temas del año.

Trabajo dentro de las comisiones. Guías de Trabajos Prácticos y Trabajo de Matemática Aplicado (TRAMA): Durante las clases presenciales los estudiantes realizaban las Guías y el TRAMA en clase con el acompañamiento del docente, en la virtualidad este apoyo se dificultó. La interacción debía ser virtual y asincrónica. Se crearon foros dentro de cada comisión donde los estudiantes podían preguntar las dudas a los docentes y éstos responder en el mismo foro. De esta manera todos los alumnos podían ver las consultas y respuestas de todos. Además, se crearon espacios de clases prácticas sincrónicas con la aplicación BigBlueButton con el nombre de VIDEOCONFERENCIAS (Fig. 6), de esta forma, una vez a la semana, los martes de 15:00 a 18:00 respetando el horario de clase presencial de la materia, los estudiantes tenían clase con sus auxiliares.

Parciales y Final: En la presencialidad el parcial es a libro abierto y boca abierta, es decir, los estudiantes tienen a disposición todo el material que deseen y pueden interactuar entre sí. De esta manera se genera un ambiente parecido a la vida profesional de un diseñador y se evalúa la capacidad de hacer del estudiante. Por esta razón, la cuarentena no dificultó la aplicación de los parciales, los docentes no tenemos la necesidad de andar controlando lo que hacen los estudiantes.

Para presentarse a los exámenes parciales, los alumnos debían contar con las Guías de Trabajos Prácticos entregadas y visadas, y la aprobación del trabajo troncal TRAMA, de las unidades temáticas a evaluar. Tenían tiempo para la presentación hasta la semana previa al examen. El día del parcial se les enviaba un correo de 13:00 a 14:00 con las consignas (cada estudiante tenía sus propias consignas). La entrega del examen resuelto era de 14:00 a 18:00 y debía ser cargado en el ítem respectivo, en formato PDF, adjuntando además la copia del DNI en el mismo archivo.

Los estudiantes que alcanzaban al menos el 50 % de los objetivos y hasta el 100% de los mismos, pasaban a la instancia de coloquio con el auxiliar donde se les preguntaba por cosas puntuales para acreditar la autoría del examen. El horario del coloquio era informado al estudiante con antelación, respetando el día y horario de la asignatura durante la clase siguiente al parcial. Los estudiantes desaprobados tenían la opción del recuperatorio al término de la cursada.

Los finales tenían la misma metodología, con la diferencia que estaban a cargo de la Profesora Titular y Adjunta de la materia.

CONCLUSIONES

La experiencia virtual de estos 2 años de pandemia y cuarentena fue positiva por dos motivos, porque ante una situación sin precedentes que tuvimos que enfrentar logramos reinventarnos y ofrecer una propuesta innovadora con nuevas prácticas de enseñanza que nos permitió lograr el proceso de enseñanza aprendizaje con los estudiantes que tuvieron la posibilidad de seguir cursando. A pesar de ello, siempre es mejor la presencialidad, donde tenemos el trabajo en taller, la interacción entre estudiantes y docentes, donde se da la construcción colectiva del conocimiento. Este tiempo que pasamos encerrados tratamos de emular la presencialidad de manera virtual lo mejor posible.

Sin embargo, la virtualidad no fue positiva en términos de deserción. En el 2020 se anotaron 268 estudiantes en el campus, de los cuales 261 se conectaron al menos una vez. De los estudiantes que comenzaron abandonó el 77,78%. Para ser justos con nosotros mismos, los que realmente siguieron la materia por lo menos hasta mitad de año fueron sólo 77, de los cuales un 74,03% promocionó y un 1,32% aprobó la cursada (Fig. 7).

TOTAL ESTUDIANTES EN EL CAMPUS			268	NOTAS FINALES							
TOTAL ESTUDIANTES CONECTADOS			261				30/03/2021				
COMISIÓN	CANTIDAD DE ESTUDIANTES POR COMISIÓN	CANTIDAD DE ESTUDIANTES CON NOTA POR COMISIÓN	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES CON NOTA POR COMISIÓN SOBRE EL TOTAL ACTIVO	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES CON NOTA POR COMISIÓN SOBRE EL TOTAL	CANTIDAD ESTUDIANTES QUE APROBARON LA CURSADA	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE APROBARON LA CURSADA POR COMISIÓN SOBRE EL TOTAL ACTIVO	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE APROBARON LA CURSADA POR COMISIÓN SOBRE EL TOTAL	CANTIDAD DE ESTUDIANTES AUSENTES POR COMISIÓN	CANTIDAD DE ESTUDIANTES AUSENTES POR COMISIÓN SOBRE TOTAL ACTIVO	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES AUSENTES POR COMISIÓN SOBRE EL TOTAL ACTIVO	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES AUSENTES POR COMISIÓN SOBRE EL TOTAL
COMIS. 1	59	11	14,29 %	4,21 %	0	0,00 %	0,00 %	48	8	10,39 %	18,39 %
COMIS. 2	47	13	16,88 %	4,98 %	0	0,00 %	0,00 %	34	1	1,30 %	13,03 %
COMIS. 3	52	7	9,09 %	2,68 %	1	1,32 %	0,38 %	44	4	5,19 %	16,86 %
COMIS. 4	47	10	12,99 %	3,83 %	0	0,00 %	0,00 %	37	2	2,60 %	14,18 %
COMIS. 5	56	16	20,78 %	6,13 %	0	0,00 %	0,00 %	40	3	3,90 %	15,33 %
TOTALES: CANTIDAD Y PORCENT.	261	57	74,03 %	21,84 %	1	1,32 %	0,38 %	203	18	23,38 %	77,78 %

Fig.7. Porcentajes de aprobación

Fuente: Elaboración Propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor:

· Goity G. (2017). *Propuesta pedagógica Matemática para Diseño Industrial.* Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina: FAUD UNMDP.

Capítulo de un libro:

· Magnani, E. (2020). Educación y Tecnologías adentro de la caja. En Dussel, I, Ferrante, P y Pulfer, D, *Pensar la educación en tiempos de pandemia* (pp. 85-99). Buenos Aires: Unipe.

· Puggrós, A. (2020). Balance del estado de la educación, en época de pandemia en América Latina: El caso de Argentina. En Dussel, I, Ferrante, P y Pulfer, D, *Pensar la educación en tiempos de pandemia* (pp. 33-42). Buenos Aires: Unipe.

Recursos y documentos publicados en internet

Sitio web:

· FAUD UNMDP (2020). Campus Virtual. Disponible en https://campusfaud.mdp.edu.ar/course/view.php?id=106#section-0

· BBC (2020). BBC News Mundo. Disponible en https://www.bbc.com/mundo/noticias-52115504

· BBC (2020). BBC News Mundo. Disponible en https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52405371

· CORONAVIRUS. COVID-19 (2020). Ministerio de salud de la nación. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19?utm_source=search&utm_medium=cpc&utm_campaign=coronavirus&utm_term=grants&utm_content=nacional&gclid=CjwKCAjw7vuUBhBUEiwAEdu2pLoN3pcP5yVxc5wVMyxQRgaWpJw1bSMsyaBDd_oIdMOE96w-FrKdgWhoCXqIQAvD_BwE

“SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN LA PRODUCCIÓN DE OBRAS. PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN INTEGRAL DE PROFESIONALES DE LA ARQUITECTURA”

“HEALTH, SAFETY AND ENVIRONMENT IN THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION WORKS. PROPOSAL FOR THE COMPREHENSIVE TRAINING OF ARCHITECTURE PROFESSIONALS"

Marisa Beatriz Troiano
Julia Alejandra Romero

Legislación de Obras

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

arqmbt@hotmail.com

RESUMEN

La ponencia tiene por objeto compartir con la Red CRETA la experiencia de la asignatura “Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Producción de Obras” de la Carrera de Arquitectura de la FAUD-UNMdP en los ciclos 2020 y 2021.
Se abordaron aspectos que profesionales de la arquitectura deben conocer en el marco de las competencias de su título para planificar y producir obras. Se consideraron los requerimientos de la Ley de Educación Superior Nº 24521/95; Resolución 254/03; Resolución 498/06 del MECyT; Resolución 1254/18 del ME, entre otras, que condicionan los diseños curriculares, contenidos mínimos y perfil del profesional a graduar, que consideramos necesario debatir y fortalecer dentro del área tecnológica de nuestras carreras.
Dictada en modalidad virtual, dadas las medidas de Aislamiento ordenadas por el Poder Ejecutivo e implementadas por las Universidades, obtuvo trabajos con un grado de definición casi profesional, con solvencia técnica y abordaje integral del proceso productivo.

PALABRAS CLAVES: seguridad – salud – medio ambiente – docencia – competencias – arquitectura

ABSTRACT

The purpose of the presentation is to share with the CRETA Network the experience of the subject "Health, Safety and Environment in the Production of Works" of the Architecture Degree of the FAUD-UNMdP in the 2020 and 2021 cycles.
Aspects that architecture professionals should know within the framework of the competencies of their degree to plan and produce works were addressed. The requirements of the Higher Education Law No. 24521/95 were considered; Resolution 254/03; Resolution 498/06 of the MECyT; Resolution 1254/18 of the ME, among others, that condition the curricular designs, minimum contents and profile of the professional to graduate, which we consider necessary to debate and strengthen within the technological area of our careers.
Taught in virtual mode, given the Isolation measures ordered by the Executive Power and implemented by the Universities, it obtained jobs with an almost professional degree of definition, with technical solvency and a comprehensive approach to the production process.

KEY WORDS: safety – health – environment – teaching – competences – architecture

INTRODUCCIÓN

Con esta presentación queremos compartir la experiencia de los ciclos lectivos 2020-2021 en la asignatura electiva "Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Producción de Obras" en la Carrera de Arquitectura de la FAUD-UNMdP, donde se abordaron distintos aspectos que los profesionales de la arquitectura deben conocer y considerar en el marco de las competencias del título de arquitecto para planificar y producir obras. Para ello se consideraron los requerimientos de la Ley de Educación Superior Nº 24521/95; la Resolución 254/03; la Resolución 498/06 del MECyT; la Resolución 1254/18 del ME, entre otras, que condicionan los diseños curriculares, los contenidos mínimos y el perfil del profesional a graduar.

En los tiempos que corren, donde hay mínimo espacio para el error y la improvisación se debe tener muy en claro los aspectos legales que rigen nuestro ejercicio. Lejos de convertirnos en expertos en Derecho, debemos producir en el estudiante de Arquitectura el entrenamiento necesario para la adquisición de destrezas operativas que con fundamentos legales garanticen la capacidad de llevar a cabo con eficiencia, responsabilidad y compromiso ético, las tareas pertinentes a la actividad profesional.

Mediante la profundización de algunos contenidos pertenecientes a la asignatura Legislación de Obras, esta electiva tiene como objetivo principal concientizar al alumno, en la gestación y evolución de la obra con criterio prevencionista en materia de salud, seguridad y cuidado del medio ambiente, partiendo de la Gestión del Proyecto, la Dirección y Construcción, Uso y Mantenimiento de la producción edilicia.

Esta experiencia, dictada en modalidad virtual, dadas las medidas de Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio ordenadas por el Poder Ejecutivo Nacional e implementadas por las Universidades Nacionales, obtuvo trabajos, en base a un seguimiento docente personalizado, con un grado de definición casi profesional, con solvencia técnica y abordaje integral del proceso productivo.

DESARROLLO

Por corresponder la asignatura Legislación de Obras al Ciclo de Orientación y teniendo en cuenta el Perfil de la Carrera que tiende a consolidar actitudes de formación permanente y de actualización apropiadas para operar en un mundo en constante transformación y desarrollo tecnológico, surge la propuesta de esta asignatura electiva, entendiéndose por asignatura electiva a las asignaturas del Ciclo de Orientación, de duración cuatrimestral y contenidos considerados opcionales o de profundización de contenidos generales exigidos en el Plan de Estudios.

Se refuerza la idea de realizar los ajustes necesarios en la intensidad de la formación práctica y la inclusión de manera más marcada de ciertos contenidos que no son dictados con profundidad en el área tecnológica, como por ejemplo seguridad e higiene, según surge de los debates llevados adelante en el marco de los Foros Académicos Institucionales 2015 y 2018.

El propósito fundamental de esta asignatura es abonar al alcance del objetivo general planteado por el Plan de Estudio 2019 para el Ciclo de Orientación en cuanto propender a una formación de mayor profundidad disciplinar y ofrecer una diversidad de oferta en relación a las transformaciones que experimenta la práctica profesional, y considerando que la misma se inscribe en el trayecto final de la formación donde se entiende que los estudiantes han adquirido las herramientas básicas que le permitirán una integración más cabal de los contenidos aprehendidos en los años anteriores en las distintas áreas, se concibe la enseñanza-aprendizaje de los aspectos legales como los elementos que guiarán al futuro profesional en las buenas prácticas, no sólo en el ejercicio profesional sino también en su desempeño ciudadano, fomentando una actitud crítica sobre el saber/hacer aprehendido:

- Comprender y conceptualizar el marco legal que le permita proyectar, ejecutar, dirigir y evaluar distintos aspectos concernientes a la salud, seguridad y medio ambiente en obras de arquitectura.
- Adquirir los conocimientos teóricos y herramientas prácticas que hacen a la solvencia profesional en estas modalidades del ejercicio y su complejidad, para poder prevenir y controlar los distintos factores de riesgos que implican la Producción de Obras.
- Reconocer las responsabilidades que impone el ejercicio profesional y los deberes éticos en relación con la salud, seguridad tanto laboral como a terceros, y al medio ambiente de trabajo, urbano y natural.
- Priorice la gestión de la salud y de la seguridad desde el Diseño y no sólo desde el inicio de la Construcción.
- Promover la participación en la investigación, estudio y confección de normas que atañen a distintas problemáticas del hábitat humano.

Se propone continuar con una gradualidad y complejidad en el desarrollo de los contenidos curriculares. Este criterio responde al supuesto de que el aprendizaje constituye un proceso de reestructuraciones continuas, que posibilita de manera progresiva alcanzar niveles cada vez más complejos de comprensión e interpretación de la realidad. Se refiere a los aportes que los distintos grupos de materias, desde el inicio de la carrera, realizan a la formación práctica, vinculados directamente o no con la práctica profesional.

El agrupamiento propuesto por la Resolución del Ministerio de Educación N° 1254/18 en su artículo 25 y en el Anexo XXII, dentro de las competencias del Título de Arquitecto establecidas por la Resolución 498/06, redefine la selección y el orden de los contenidos mínimos e indispensables a desarrollar desde la dimensión jurídica, no por ello desatendiendo las otras actividades que también conlleva el ejercicio profesional, por cierto, compartidas, pero a las que los arquitectos debemos sumar un plus desde la creatividad y el compromiso social para diferenciarnos. Es así como abordamos los contenidos agrupados en dos ejes, a saber:

1. Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Fase del Proyecto:

Introducción a la Salud, Seguridad y Medio ambiente. Factores de Riesgo. Seguridad Integrada. Ventajas de la Seguridad Integrada. Anteproyecto. Proyecto. Aplicación del marco normativo. Decreto-Ley 8912/77. Código de Ordenamiento Territorial. Decreto PEN 351/79. Reglamento General de Construcciones MGP. Ordenanzas complementarias. Sustentabilidad. Medioambiente. Accesibilidad: Ley 24.314. Seguridad funcional: Edificio seguro. Plan de Evacuación. Instalación contra incendio. Mantenimiento edilicio. Informe Técnico de fachadas. Documentación para actuaciones oficiales. Gestión ante distintas reparticiones.

2. Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Fase de Ejecución:

Encuadre legal. Decreto PEN 911/96. Resoluciones SRT complementarias. Programación general de obras. Programación de la seguridad. Emplazamiento. Condiciones generales de los centros de trabajo. Proceso Productivo. Condiciones medioambientales. Servicio de Infraestructura de Obra. Obrador. Fases de Obra de Interés para la Prevención. Estudio de Impacto Ambiental. Perspectiva prevencionista. Riesgos por Etapas de Obra, Análisis, Valoración y Medidas de Prevención. Fases críticas según el Plan de Trabajo. Evaluación de Riesgos Laborales. Técnicas de Seguridad. Legajo Técnico de Seguridad. Programa de Seguridad. Verificación y control de la seguridad. Libro de Órdenes y Servicios. Auditorías e Inspección. Organismos de control. Seguridad a terceros. El costo de los accidentes.

Estos contenidos son presentados a los alumnos a través de "clases magistrales", organizadas por el docente a cargo de la asignatura, en pos de facilitar

las relaciones entre temas normativos y legales con la práctica cotidiana del ejercicio profesional. Se utiliza material de apoyo visual que facilita el seguimiento de los temas planteados y la elaboración de mapas conceptuales.

En la formación profesional del arquitecto es fundamental el "estudio de casos" que permite mediante sesiones organizadas en torno a situaciones especialmente seleccionadas de la realidad facilitar la comprensión de cómo transferir la información y las competencias aprendidas y facilitar a los alumnos el vivenciar situaciones similares a las que podrían obtenerse en situaciones reales, brindándoles posibilidades concretas de integrar teoría y práctica y capacidad de interpretación y de actuación ante circunstancias diversas.

Al considerar al aprendizaje como una construcción social que incluye conjeturas, pruebas y refutaciones con base en un proceso creativo y generativo, se piensa en la resolución de problemas. "Hablar de problemas implica considerar aquellas situaciones que demandan reflexión, investigación y donde para responder hay que pensar en las soluciones y definir una estrategia de resolución que no conduce, precisamente, a una respuesta rápida e inmediata". (Gaulin:2001)

La enseñanza desde esta perspectiva pretende poner el acento en actividades que plantean situaciones problemáticas cuya resolución requiere analizar, descubrir, elaborar hipótesis, confrontar, reflexionar, argumentar y comunicar ideas.

Según Jean Díaz Bordenave (1985:124) las actividades "son instrumentos para crear situaciones y abordar contenidos que permiten al alumno vivir experiencias necesarias para su propia transformación". (Anijovich-Mora: 2009) En este sentido se proponen para el abordaje de los distintos ejes temáticos la elaboración de informes que permitan la socialización, el intercambio y la valoración de los hallazgos obtenidos para cada una de las actividades de aprendizaje, que se irán relacionando de manera ascendente y permitan fundamentar las posturas adquiridas ante la diversidad del propio quehacer profesional.

Las dos actividades planteadas se desarrollan en equipos conformados por un máximo de 3 alumnos, con una duración de 6 semanas, para finalizar con una presentación digital y escrita del informe final. Es primordial para la socialización del conocimiento que los mismos expliquen frente al grupo las conclusiones y reflexiones alcanzadas.
Las instancias de corrección del desarrollo de cada Actividad de Aprendizaje son consideradas como "sesiones de aprendizaje individual-grupal" posibilitando a los estudiantes la resolución de los ejercicios, teniendo acceso a materiales complementarios de estudio sugeridos por el docente y recibiendo el asesoramiento y orientación metodológica que fuera requerido en cada caso según sus necesidades.

La Actividad Práctica - AP # 1 - Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Fase del Proyecto (estudio de caso) se basa en la evaluación de la aplicación de las normas en el diseño de una obra ejecutada o a ejecutar, en el ámbito público o privado. Se establece el Mapa de Riesgos y se establece una propuesta de mejoras. Se diseña el Plan de Evacuación.

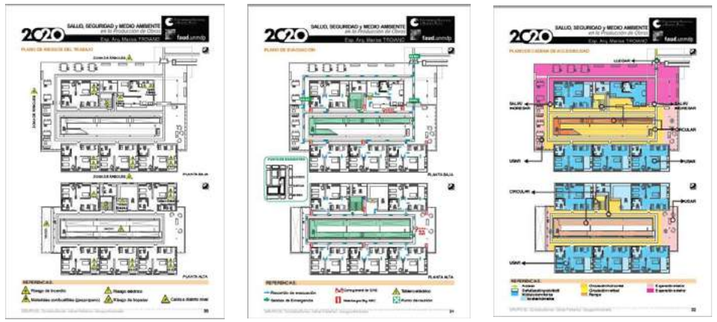


Fig.1: AP # 1 – Córdoba/Urban/Scuppa – SSMA - FAUD – UNMDP

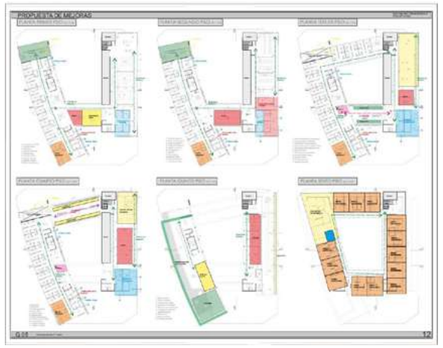


Fig.2: AP # 1 – García Nicolás – SSMA - FAUD - UNMDP

La Actividad Práctica - AP # 2 - La producción de obras (resolución de problemas) se basa en el análisis y evaluación de los distintos factores que atraviesan la ejecución de una obra de construcción, sea pública o privada, desde su proyecto hasta su habilitación, caracterizando la participación profesional y su relación con el Comitente, la Empresa, el Entorno y el Estado. Se analiza la estructuración del Legajo de Obra y su articulación con el Legajo de Seguridad. Se remarca la importancia de documentar la Entrega final de obra, como así también establecer las pautas para su uso y mantenimiento. Se abordan las responsabilidades de los actores intervinientes según las fases de la ejecución y vida útil de la obra.

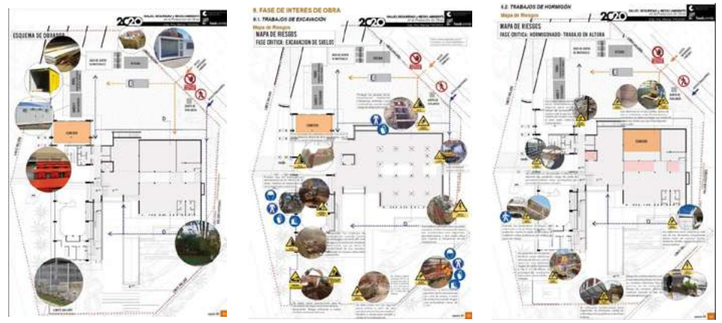


Fig. 3: AP # 2 – Carrasco/Coll/Marchisio – SSMA - FAUD – UNMDP

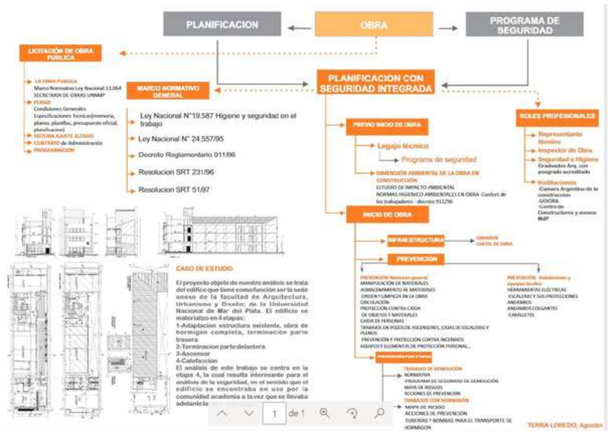


Fig. 4: AP # 2 – Terra Loredo Agustín – SSMA - FAUD - UNMDP

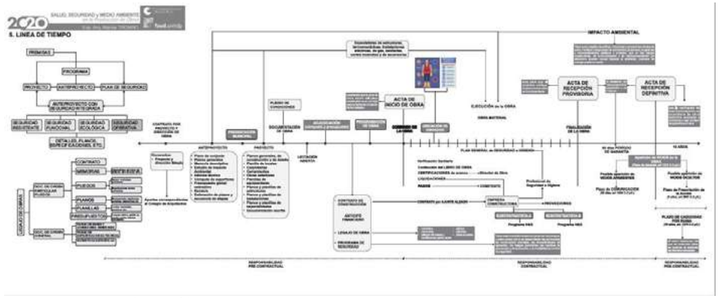


Fig. 5: AP # 2 – Massón Nicolás – SSMA - FAUD – UNMDP

Para alcanzar la promoción de la asignatura, los estudiantes debieron aprobar cada una de las Actividades Prácticas, como así también contaron con la oportunidad de cerrar los conocimientos del curso a partir de una evaluación integradora, considerada como una instancia pedagógica de verificación de las competencias adquiridas durante el curso lectivo, es decir que se pretende que al finalizar cada curso los alumnos:

- Comprendan y conceptualicen el carácter específico, sistemático y jerárquico de las normas jurídicas.
- Expliciten los conceptos teóricos y adquieran las habilidades prácticas del estadio jurídico para manejarse eficazmente en el ámbito profesional.
- Reconozcan las responsabilidades que implica el ejercicio profesional y los deberes éticos.
- Posean buenos canales de comunicación con otros actores del campo del ejercicio profesional.
- Adquieran habilidades en temas de gestión ante instituciones públicas y privadas.
- Analicen e interpreten leyes nacionales, provinciales y ordenanzas municipales que regulan el campo de la Arquitectura y el Urbanismo.
- Identifiquen los elementos componentes del Proyecto como herramientas imprescindibles para afrontar una correcta Dirección.
- Sean hábiles en el uso de los recursos y herramientas que se utilizan en la Dirección de obras.
- Diseñen sus propios instrumentos legales que fortalezcan su ejercicio profesional.
- Adquieran las herramientas necesarias para prevenir y solucionar conflictos que alcancen al ejercicio profesional.
- Analicen y resuelvan problemas del ejercicio cotidiano de la profesión, transfiriendo la teoría a situaciones prácticas.
- Sean capaces de tomar decisiones fundadas éticamente y con compromiso profesional.

La evaluación formativa / evaluación parcial llevada a cabo se basa en la evaluación comparada entre el grupo de estudiantes cuando corrigen el trabajo práctico durante su desarrollo y una vez finalizado lo exponen y defienden. Sirve como instancia de autoevaluación tanto para el estudiante como para la Cátedra en base al alcance de los objetivos planteados.

Mientras que la evaluación sumativa / evaluación integradora consiste en la resolución escrita teórica-práctica de un problema dado concerniente al ejercicio profesional, justificando las respuestas. Se propone la modalidad de "libro abierto" a modo de recrear el trabajo de gabinte "estudio profesional" donde se consulta y analizan las fuentes de manera sincrónica.

Fig. 6: Fig. 1: Esquema de Interrelación de intervenciones pedagógicas | Fuente: Elaboración propia

Dificultades y logros en el proceso de enseñanza aprendizaje

Los ciclos lectivos 2020 y 2021, tuvieron como principal característica su desarrollo en modalidad virtual, situación derivada por las medidas de aislamiento y distanciamiento social ordenadas por el Poder Ejecutivo Nacional y las Universidades Nacionales en el marco de la pandemia mundial del COVID-19.

En ese contexto, la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la UNMdP, creó su CAMPUS VIRTUAL FAUD, que ofició de soporte de la actividad académica en esos dos años y que, a partir del retorno a las actividades presenciales desde el Ciclo Lectivo 2022, es utilizado como complemento de la presencialidad.

La cátedra, cada semana presentó los contenidos teóricos a través de presentaciones de POWER POINT que guiaban a los estudiantes en la resolución de las FICHAS DE ESTUDIO que se entregaban semanalmente también. A medida que se corregían se volcaban en el GLOSARIO del aula virtual aquellas definiciones correctas o con variedad de enfoques para que los estudiantes puedan ir completando su propio material de estudio.

Esto demandó una mayor dedicación y tiempo de desarrollo para confeccionar y adaptar el material de estudio por parte de la Cátedra como así también el tiempo dedicado a la corrección de las fichas.

Para los estudiantes, si bien se avanzó con un RITMO INTENSIVO, en el abordaje de los contenidos se propuso que aprovechen la ventaja que presenta la virtualidad en cuanto la ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO que les permite ordenar y planificar el estudio y trabajo en equipo virtual según cada situación en particular. Esto se refuerza con el hecho de que todas las semanas se les presentaron temas nuevos para que investiguen haciendo su propio recorrido, pero con las pautas suficientes y necesarias para que lleguen a buen puerto. En esta AUTOGESTION del conocimiento hemos encontrado cierta dificultad en el manejo de herramientas de indagación bibliográfica por parte de los estudiantes, hecho llamativo en personas que están a punto de ser profesionales, pero gracias a implementar el uso del FORO del aula virtual pudimos allanar el camino durante la semana entre clase y clase. Está implementado de forma abierta, tratando de ordenar la participación por consignas y se contestó casi diariamente.

De esta manera avanzaron en el abordaje de contenidos, semanalmente y fueron resolviendo las actividades prácticas integradoras donde debían poner de manifiesto las distintas relaciones que invita a desarrollar el caso de estudio. Se dispuso el horario de clase tradicional para encontrarnos en reuniones de Webex donde pudimos intercambiar opiniones, consultar dudas, definir los lineamientos de entrega, corregir en grupo entre todos los docentes. así y todo, no se logró ni se pretende recrear la modalidad del taller de manera presencial. Simplemente notamos que a los estudiantes les gustaba estar conectados y creímos que era una forma de estar contenidos también.

Reflexiones de los y las estudiantes

Consideramos oportuno compartir algunas de las reflexiones elaboradas por estudiantes que han cursado la asignatura SSMA en los ciclos 2020 y 2021, de las cuales se desprenden apreciaciones sobre la formación previa y la integración de contenidos.

"En los 6 años que llevo cursando la carrera en ningún momento me mostraron los distintos aspectos a tener en cuenta en la hora de la ejecución, solo el uso de los elementos de protección personal. Pero al momento de desarrollar la investigación del trabajo, empece a entender las conexiones que existen entre ellos, los actores, las tareas que tiene cada profesional, el modo de ejecutarlas y los distintos conceptos que van interviniendo, pareciendo distintos layers de autocad". Nicolas, Ciclo Lectivo 2020.

"El análisis de este caso en particular nos permitió obtener una nueva mirada a la hora de pensar arquitectura en la obra. Comprendimos a la seguridad integrada en la obra como una serie de aspectos fundamentales que hay que poner en valor al momento de tomar decisiones. Como futuros proyectistas nos parece de suma importancia integrar los principios de la acción preventiva en los proyectos y contar con un estudio básico de seguridad como una parte más dentro del proyecto". Joaquin, Martina y Facundo, Ciclo Lectivo 2020.

"El análisis de estos casos nos permite una nueva mirada a la hora de proyectar arquitectura, teniendo en cuenta que arquitectura no es solo el edificio listo para usar, sino también la obra en si y la proyección de la misma, calcular los andamios, capacitar todas las partes que integren la obra, proyectar todas las medidas de seguridad, etc. Estos temas no son desarrollados en ninguna otra materia, algo incomprensible para alguien que se esta por recibir y que aprendió a incorporar, algo que por un lado preocupa". Nicolas, Ciclo Lectivo 2021.

CONCLUSIONES

La virtualidad fue una buena oportunidad para interrogarnos sobre la eficacia de nuestro quehacer, nos dio el tiempo suficiente para planificar y desarrollar nuevas estrategias pedagógicas basadas en tecnologías que no habíamos implementado con anterioridad, optimizando los tiempos de la cursada, y brindando a los estudiantes la flexibilidad de la administración de sus propios tiempos al contar con material audiovisual y tutoriales en el aula virtual.

Pudimos observar que la mayoría de los estudiantes si bien resuelven el uso de la tecnología con facilidad por sus experiencias en la comunicación informal através de las redes sociales o aplicaciones, no tienen el conocimiento y el manejo fluido de los recursos y herramientas digitales para el estudio y la comunicación académica. Queda en nuestras manos, al igual que en la presencialidad, formar en las lógicas académicas de los estudios superiores universitarios. (Floris-Martinelli:2022)

Tal vez uno de los mayores desafíos fue abordar la "práctica" a través de la virtualidad, en su concepción más tradicional. Hay distintas consideraciones para tener en cuenta cuando se analiza la relación entre teoría y práctica, poniendo el acento en lo significativo de la educación. Algunos adhieren a la hegemonía de la teoría sobre la práctica, otros descartan la importancia de la teoría para centrase en la práctica que se torna sumamente relevante, lo cierto es que tampoco se puede ser pragmático sin conocimiento teórico.

Durante el curso de esta asignatura, en referencia a sus objetivos, contenidos propuestos e intervenciones pedagógicas planificadas fue un desafío rediseñarlas de la modalidad presencial a la virtual. No hubo oportunidad de complementar el contenido teórico con visitas a obra, inspecciones o relevamientos físicos. Ello fue subsanado con la reelaboración de las clases teóricas y la intensificación de los encuentros en taller virtual, con sociabilización de la experiencia docente en la práctica profesional y la atención de consultas particularizadas que acercaban los estudiantes en cada encuentro.

Otro aspecto incorporado, fue el intercambio de reflexiones sobre el impacto de la pandemia global COVID-19 tanto en la vida cotidiana como en la práctica profesional. La necesidad de revisar conceptos de diseño, producción de obras, su uso y mantenimiento. Así como también, prever que ante situaciones de difícil previsión debemos responder con flexibilidad y resiliencia ante nuevas dinámicas o problemáticas que se presentan en nuestra labor profesional.

La praxis, según Aristóteles, puede entenderse como "la forma de actuar responsable e independiente, orientada por ideas que se manifiestan en la vida pública del ciudadano, imponiéndose por la reflexión, el fin de la acción y la libertad responsable de alcanzarlo. En ella encontramos implícita la exigencia de conocimiento, de una meditación sensata orientada hacia una meta del obrar." (Guyot:2012)

Creemos que es posible pensar el proceso de enseñanza aprendizaje a través de problemáticas técnico-jurídicas en vez de temas, y la modalidad virtual facilitó la elección de casos concretos, estudiados y conocidos previamente por los estudiantes, en pos de garantizar el alcance de los objetivos.

Asimismo, es conforme la normativa vigente en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNMdP, las propuestas pedagógicas para asignaturas electivas del Ciclo Orientación deben renovarse cada dos años. Razón por la cual, desde la cátedra Legislación de Obras, se promueve el abordaje de diferentes temáticas que exploran y profundizan sobre las características de la práctica profesional de la arquitectura. Estas propuestas se retroalimentan de las experiencias desarrolladas y del intercambio docente-estudiante en el transcurso de la asignatura.

Bregamos por que la cursada de esta signatura haya provisto al estudiante las herramientas básicas en la materia para el alcance de las competencias que el título profesional le otorgará.

Esperamos con esta presentación, en base a nuestra experiencia pedagógica, haber colaborado en la exploración de estrategias pedagógicas y desarrollo de herramientas didácticas que aporten al mejoramiento en el dictado de las materias en relación con la salud, la seguridad y el medioambiente, generando una propuesta más adecuada tanto al esfuerzo que realizan los estudiantes en el cursado como los docentes en su dictado.

REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

· Anijovich, R y Mora, S. (2009) "*Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*". Buenos Aires. Aique Grupo Editor
· Chavez Donoso, S. (1996) "*Re-pensando la seguridad*". Santiago de Chile. APA Chile
· Floris, C y Martinelli, S. (2022) "*Compartir el problema para construir las soluciones: Taller para la evaluación virtual en carreras proyectuales*" Mar del Plata: EUDEM
· Gaulin, C. (2001) "*Tendencias actuales de la resolución de problemas*". SIGMA
· Guyot, V. (2012) Seminario "Areas curriculares". Mar del Plata. UNMdP. CEDU
· Suarez, O. (2004) "*La Seguridad en las Obras*" Buenos Aires. Revista Vivienda 1º Ed.

XII Creta

Área B - Investigación

Eje 1

ENTREPISOS HÍBRIDOS
AVANCES TECNOLÓGICOS EN ACERO Y HORMIGÓN ARMADO

HYBRID SLABS
TECHNOLOGICAL ADVANCES IN STEEL AND REINFORCED CONCRETE

Guadalupe Álvarez
Gabriela Cristina

Taller de investigación de diseño estructural

FAUD — UNC, Córdoba, Argentina

—

galvarez@unc.edu.ar

RESUMEN

El avance tecnológico y la búsqueda del diseño de estructuras eficientes e innovadoras propició al desarrollo de sistemas mixtos de construcción los que se basan en complementar las cualidades del acero y del hormigón armado, obteniendo así un elemento estructural optimizado. Dentro de los sistemas híbridos se evidencia que el entrepiso mixto genera más interés y aplicación en obras de arquitectura, debido a su tecnología propositiva e innovadora en el diseño estructural y constructivo. El presente trabajo expone el registro-análisis de obras de arquitectura nacional que utilizan dicha materialidad, el cual genera documentación de consulta y herramientas de cálculo que pueden ser utilizadas de manera simple y rápida al momento de diseñar. Si bien son materiales conocidos, la innovación se encuentra en destacar el trabajo simbiótico de los mismos, cuyos resultados se traducen en eficiencia estructural y versatilidad constructiva ya que se adapta a cualquier construcción: nueva o existente.

PALABRAS CLAVES: losa mixta – diseño estructural – eficiencia estructural

ABSTRACT

Technological improvement and the research for the design of efficient and innovative structures led to the development of mixed construction systems that enhance the characteristics of steel and reinforced concrete, thus obtaining an optimized structural element. Within the hybrid systems, it is evident that the mixed slab generates more interest and application in architectural buildings, due to its purposeful and innovative technology in structural and construction design. The present work exposes the registry-analysis of national architecture buildings that use said materiality, which generates consultation documentation and calculation tools that can be used in a simple and fast way when designing. Although they are known materials, the innovation lies in highlighting the symbiotic work of their structural qualities, the results of which translate into structural efficiency and constructive versatility, since they adapt to any type of construction: new or existing.

KEY WORDS: composite slab – structural design – structural efficiency

INTRODUCCIÓN

A partir de la incorporación en el mercado de nuevas técnicas para trabajar en hormigón armado, comienza a renovarse la manera de diseñar, calcular y ejecutar los proyectos. El desarrollo de los sistemas mixtos propone nuevas opciones de combinación de sistemas estructurales aprovechando las ventajas del acero y del hormigón que actuando conjuntamente superan las prestaciones de las partes por serpado.

Es allí donde los entrepisos híbridos, es decir losas mixtas tienen un lugar muy importante en la construcción de todo tipo de edificios, gracias a sus atributos y ventajas desde varios puntos de vista como son los estructurales, constructivos, económicos por nombrar algunos.

Como equipo de investigación nos interesa indagar sobre las posibilidades que ofrece el complementar las estructuras de hormigón con sistemas estructurales de acero. Haciendo foco en obras nacionales nos planteamos un interrogante: ¿En qué medida se están incorporando nuevas modalidades para la fabricación del hormigón armado en la tradición constructiva argentina?

Comprendiendo que las fortalezas de éste sistema están vinculadas a variables que participan en el proceso de diseño de las obras de arquitectura, es que consideramos oportuno abordar la temática desde la evidencia de obras construidas donde se pueda comprender el sistema y cual es su relación con la conformación arquitectónica.

Objetivos

- Identificar y caracterizar proyectos en Argentina construidos desde el año 2000 hasta la actualidad donde el uso del hormigón armado sea considerado una variable de diseño en relación a su técnica constructiva.
- Analizar y relacionar la respuesta técnica y estructural con el diseño arquitectónico. Relevar técnicas constructivas locales y estudiar sus alcances y potencialidades.
- Generar herramientas que puedan ser incorporadas a los procesos de diseño y posterior implementación en obra.

METODOLOGÍA

De las diversas obras examinadas durante el proyecto de investigación, se seleccionaron 4 proyectos ejecutados en Argentina en las últimas dos décadas, donde se propuso analizar cuáles son las variables de diseño que primaron para la toma de decisiones que se ven reflejadas en la resolución tecnológica y en su diseño estructural.

Organizamos en tres etapas la investigación:

Primera: Caracterización del sistema, consideraciones de diseño, tablas de predimensionado para etapa anteproyecto, fortalezas y debilidades.
Segunda: análisis de obras donde se destacan valores como la eficiencia, innovación, flexibilidad y la versatilidad.
Tercera: Transferencia al medio mediante publicaciones.

DESARROLLO

Primera etapa

Cuando decimos entrepisos híbridos, nos estamos refiriendo exclusivamente a losas colaborantes o losas compuesta, la cual se trata de una losa de hormigón donde se utiliza láminas de acero como encofrado colaborante (Arquitectura+acero, 2020). Esta lámina de acero tiene la capacidad de resistir esfuerzos estructurales en dos instancias distintas de la obra: primero trabaja sola a flexión ya que debe soportar su propio peso y el peso del hormigón fresco, y segundo trabaja a tracción cuando el hormigón endurecido comienza a tomar esfuerzos de compresión, y así ambos materiales unidos trabajan a flexión conformando la sección mixta o compuesta (ASC Steel Deck, 2020).

Esta combinación de materiales con sus características potenciadas logra estructuras muy eficientes, y la razón de su buen desempeño en equipo es debido a que los coeficientes de dilatación térmica de ambos materiales son muy parecidos, por lo que no se producen problemas de colaboración entre ellos debido a dilataciones diferentes (Fig. 1).

· Caracterización del sistema

Los elementos que componen el sistema:

-Placa o chapa colaborante
-Capa de hormigón
-Malla de barras de acero
-Vigas o perfiles metálicos
-Pernos conectores
-Armadura superior de refuerzo, cuando es requerida
-Moldura para ajustes y terminaciones

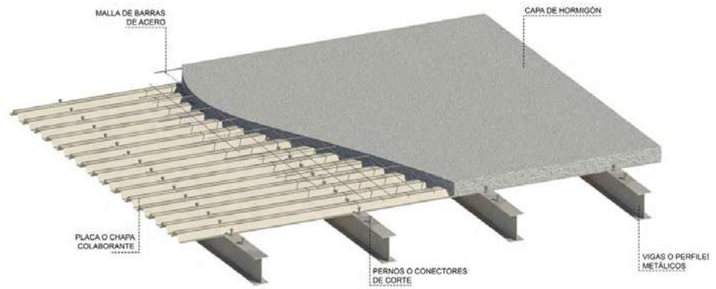


Fig. 1: Detalle de losa mixta | Fuente: Elaboración propia

Estudiando el sistema se descubren cuáles son las tres funciones principales de la placa colaborante: plataforma de trabajo, como encofrado perdido para el hormigón, refuerzo positivo para flexión de la capa de hormigón y brinda rigidez para acciones horizontales.

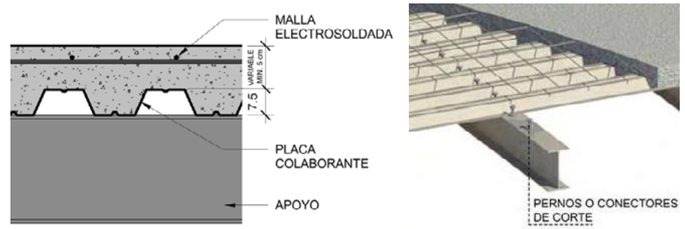


Fig. 2: Detalles de losa mixta | Fuente: Elaboración propia

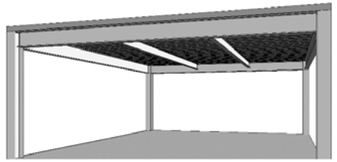
Puede o no requerirse el uso de conectores de corte. Se colocan en los valles de la placa y son embebidos en el hormigón impidiendo el deslizamiento de la chapa sobre los apoyos lo que aporta mayor rigidez al sistema. Cuando los apoyos son perfiles metálicos, los conectores se colocan sobre el perfil metálico fusionándose al ala superior de la viga (Fig. 2). El uso de estos conectores es obligatorio solo en zonas con riesgo sísmico. De no ser así, su uso no es obligatorio, pero su colocación permite incrementar las sobrecargas admisibles del sistema y aumentar la separación entre apoyos debido al aporte de rigidez (Alcor, 2020). En nuestro medio se utilizan con mayor frecuencia los pernos de corte autosoldables Nelson colocados con equipos específicos a través de la placa y sobre las vigas de apoyo.
En este sistema mixto como en toda estructura se debe proteger frente a la acción del fuego, el entrepiso mixto se beneficia debido a que la parte supe-

rior de la chapa está protegida por el hormigón, solo queda expuesta la cara inferior, la cual debe recibir alguna protección ignífuga. Se debe evaluar la situación acústica dependiendo del uso o función que tendrá la losa, el espesor es pequeño lo cual es bueno por resultar más liviana, pero se puede también sentir las vibraciones por lo que las terminaciones de esos entrepisos deben considerar esta situación. Se debe resolver la aislación térmica de cubiertas para evitar la condensación del vapor de agua en el interior ya que la chapa inferior actúa como barrera corta vapor. Al tratarse de acero se debe proteger de la corrosión y eso se logra mediante el recubrimiento de galvanizado de la lámina lo que garantiza una larga vida útil en cualquier condición ambiental, y un punto a favor en esta losa mixta es que en la parte superior de la chapa el espesor de la losa de homirgón protege al acero de dicha afección.

· Consideraciones de diseño

Verificación de apuntalamiento temporal

Como se mencionó anteriormente, durante el proceso de construcción, la placa colaborante funciona como encofrado o plataforma de trabajo, soportando primero el peso de los operarios y equipos utilizados y luego el peso del hormigón fresco. Es por ello que se tiene que verificar la longitud máxima posible sin apuntalamiento, que se obtienen a partir de estimar el peso del hormigón fresco que debe soportar siendo esta su condición más desfavorable. De ser necesarios apuntalamientos temporales, se deben colocar según lo especificado por el proveedor de la placa (Tabla 1) (Alcor, 2020). Es decisión del proyectista apuntalar o no las losas (Fig. 3). El no apuntalar posibilita ahorrar tiempos de obra ya que es posible trabajar simultáneamente en varios niveles con equipos de diferentes rubros. Si no se puede apuntalar por razones de diseño y/o constructivas y no verifica la longitud máxima sin apuntalamiento se debe disminuir la distancia entre los apoyos de la placa, agregando apoyos o vigas intermedios.



Losa mixta sin apuntalamiento temporal

Losa mixta con apuntalamiento temporal

Fig. 3: Consideraciones para apuntalamiento temporal

Fuente: Elaboración propia

Una de las opciones puede ser modificar el módulo de vigas respetando la separación máxima para así evitar el apuntalamiento temporal, pero en este caso se tiene que agregar apoyos intermedios por lo que se duplica la cantidad de apoyos (Fig. 4).

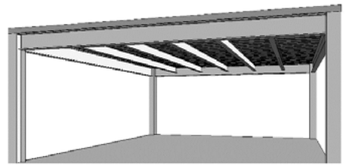


Fig. 4: Losa mixta con vigas cercanas entre si | Fuente: Elaboración propia

Espesor de placa	Tramos de apoyo	Hormigón sobre cresta (mm)				
		Espesor Total de losa (mm)				
		50	55	80	100	120
		125	130	155	175	195
cal. 22 (0,7mm)	Simple	2,32	2,27	2,06	1,94	1,83
	Doble	2,9	2,84	2,55	2,27	2,05
	Triple	2,99	2,93	2,67	2,51	2,33
cal. 20 (0,9mm)	Simple	2,84	2,78	2,52	2,36	2,23
	Doble	3,46	3,4	3,11	2,92	2,77
	Triple	3,58	3,51	3,21	3,02	2,86
cal. 18 (1,25mm)	Simple	3,52	3,44	3,11	2,91	2,74
	Doble	4,18	4,1	3,76	3,54	3,35
	Triple	4,2	4,16	3,88	3,66	3,47

Tabla 1: Longitud máxima sin apuntalamiento | Fuente: Alcor (2020)

· Tablas de predimensionado para etapa anteproyecto

Se elaboraron gráficos, según se utilicen o no conectores, representando la "sobrecarga admisible" para cada calibre de chapa según la luz entre apoyos (Tabla 2 yTabla 3).

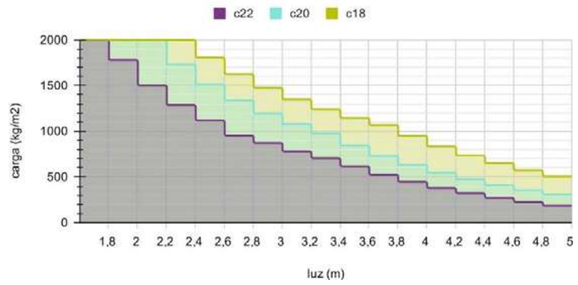


Tabla 2: Predimensionado de placa colaborante sin conectores | Fuente: Elaboración propia

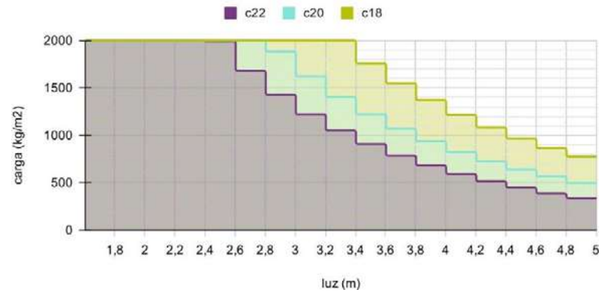


Tabla 3: Predimensionado de placa colaborante con conectores | Fuente: Elaboración propia.

Una vez seleccionado el espesor o calibre de la chapa necesario con los primeros gráficos, con el segundo grupo de gráficos se determina el espesor de la capa de hormigón requerido sobre la cresta de la chapa, ingresando al grafico con la sobrecarga admisible y separación de luces (Tabla 4 y Tabla 5 Tabla 3).

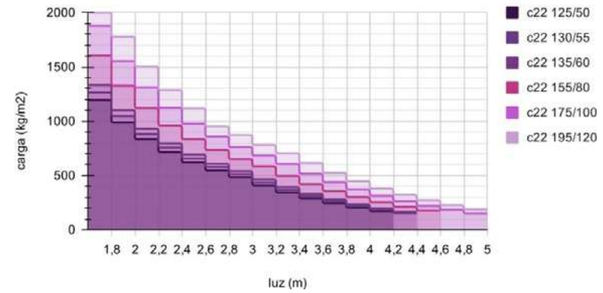


Tabla 4: Espesores de losa sin conectores chapa 22 | Fuente: Elaboración propia.

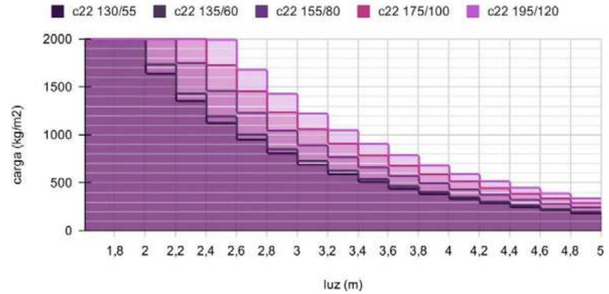


Tabla 5: Espesores de losa con conectores chapa 22 | Fuente: Elaboración propia.

· Fortalezas y debilidades

Se organizaron en función de diferentes variables de diseño:

- Espacialidad
- Economía
- Estructura
- Construcción
- Conducción técnica

Para comprender aún mas las condiciones de este sistema invitamos a los estudios de arquitectura de las obras seleccionadas que realicen una entrevista elaborada por este equipo de investigación, y éstos fueron algunos de sus comentarios que se vinculan con la clasificación antes mencionada:

• Entre las ventajas de trabajar con este sistema podemos mencionar menores tiempos de ejecución, mayor precisión y facilidad de control de obra con una obra mas limpia (A. Libovich, D. Sabattini y J. Giorgis, comunicación personal, 2019)

• La definición de una estructura a priori nos permitió organizar eficientemente los tiempos de obra. (S. Canén, comunicación personal, 2019)

• Es más rápido como sistema constructivo y las terminaciones se resuelven sobre superficies perfectas lo cual también ahorra tiempos (J. E. Tannenbaum, comunicación personal, 2019).

• Otra virtud del sistema es que, se fabrica completamente fuera de la obra y se puede hacer en paralelo a la ejecución de las bases y fustes de H°A°, lo cual reduce considerablemente los riesgos y los tiempos de obra. (A. Haugh, comunicación personal, 2019)

Segunda etapa

Análisis de obras donde se destacan en cada una de ellas valores como la eficiencia, innovación, flexibilidad y la versatilidad.

De cada obra se logra comprender como es: la Arquitectura, elemento unificador, donde las potencialidades del sistema tienen influencia en la espacialidad final, mediante piezas gráficas e imágenes y complementado con una entrevista que se les realizó a los estudios de arquitectura que desarrollaron el proyecto y ejecución de la obra (Fig. 5).

Continuamos analizando como es: la Estructura, mediante la elaboración de la propuesta estructural en 3 dimensiones, análisis de detalle gráfico investigado, consideraciones del proceso constructivo mediante registro fotográfico en el momento de la construcción, es que nos permite comprender como es la estabilidad espacial de cada obra ante fuerzas gravitatorias y fuerzas horizontales, las razones de ser de sus uniones y como se materializaron, y que situaciones inlfuyeron al momento de organizar la obra, referidas a factibilidad, tiempos, economía (Fig. 6 y Fig. 7).

Fig. 5: Fotos Coworking Wip (Libovich, Sabattini, Giorgis) | Fuente: Javier Agustín Rojas (J. A. Rojas, 2020)

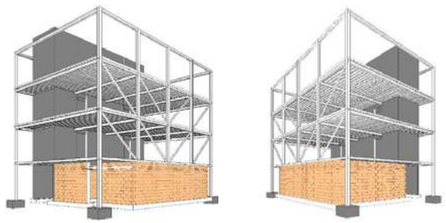


Fig. 6: Vistas 3D estructura Coworking Wip (Libovich, Sabattini, Giorgis) | Fuente: Elaboración propia

Fig. 7: Fotos obra Coworking Wip (Libovich, Sabattini, Giorgis) | Fuente: Diego Sabattini

Por último, como generar un Predimensionado que nos permita de manera simple poder llegar a un espesor de entrepiso aproximado similar al que se materializó en la obra real. Se logro utilizando tablas que elaboramos en este proyecto de investigación, basadas en información de fabricantes (Alcor, 2020), entendiendo que debe ser una herramienta de simple manejo que permita aplicarse en las instancias de proceso de diseño en un anteproyecto de manera rápida y que pueda ofrecer respuesta a la retroalimentación que el diseño proponga. Las tablas consideran variables de luz a cubrir con la chapa, espesor de la misma, sobrecargas admisibles por nombrar algunas.

Según diseño se realizan los siguientes cálculos:

- Análisis de carga: terminaciones + sobrecarga de uso (no incluye peso propio losa)
- Luz de cálculo
- Con o sin conectores

Y se puede ingresar a la tabla en este caso de ejemplo: zona sísmica 1 se debe poner conectores, chapa calibre 18 (valor obtenido en Tabla 3), y confirmar el espesor de la losa total y el espesor de la cresta de hormigón, c18 130/55. Determinandose que, con una losa de 130mm de espesor se verifica la resistencia y deformación para las cargas de servicio.

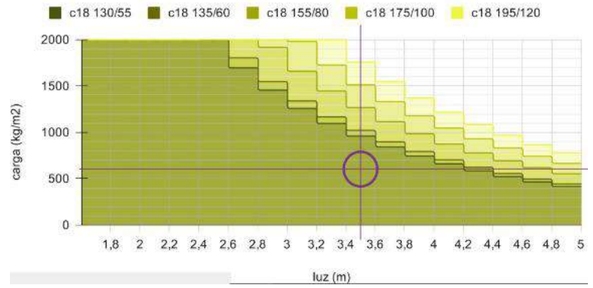


Tabla 6: Espesores de losa con conectores Chapa 18

Valor obtenido para la obra: Coworking Wip (Libovich, Sabattini, Giorgis)

· Oficinas AGB, Naval, Spina, Canen (Fig. 8 y Fig. 9).

Fig. 8: Fotos Oficinas AGB (Naval, Spina, Canen) | Fuente: Javier Agustín Rojas (J. A. Rojas, 2020)

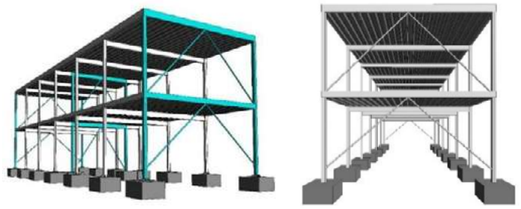


Fig. 9: Vistas 3D estructura Oficinas AGB (Naval, Spina, Canen) | Fuente: Elaboración propia

· Casa Holmberg, Borrachia, Borrachia (Fig. 10 y Fig. 11).

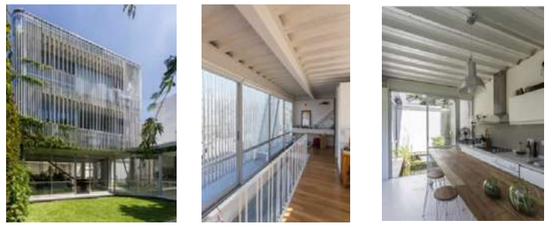


Fig. 10: Fotos Casa Holmberg (Borrachia, Borrachia) | Fuente: Fernando Schapochnik

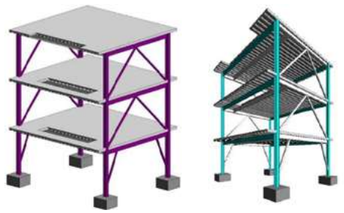


Fig. 11: Vistas 3D estructura Casa Holmberg (Borrachia, Borrachia) | Fuente: Elaboración propia

· S.U.M. en centro comunitario, Esteban Tannenbaum (Fig. 12 y Fig. 13).

Fig. 12: Fotos S.U.M. en centro comunitario (Esteban Tannenbaum) | Fuente: Javier Agustín Rojas (J. A. Rojas, 2020)

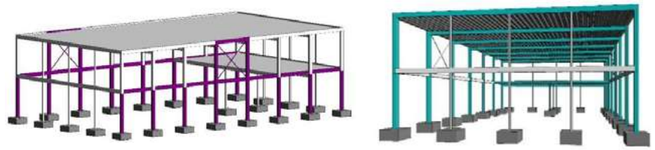


Fig. 13: Vistas 3D estructura S.U.M. en centro comunitario (Esteban Tannenbaum) | Fuente: Elaboración propia

Tercera etapa

La transferencia al medio se efectuó mediante dos publicaciones, revista y entrevista (Fig. 14). Se realizó una edicición de la revista Estructuras, revista publicada por el TIDE, taller de investigación de estructuras conjuntamente con las cátedras de ESTRUCTURAS de la FAUD- UNC, Año 3 - N° 5 Entrepisos híbridos: acero y hormigón - Agosto 2020 ISSN N° 2591-6513.
La entrevista fue al Arq. Alejandro Borrachia en vivo por Instagram, realizada el 23 de septiembre del 2020, donde el arquitecto explicó su experiencia con el sistema constructivo, abordando sobre las fortalezas y consideraciones del sistema.

Fig. 13: Vistas 3D estructura S.U.M. en centro comunitario (Esteban Tannenbaum) | Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Al ser ésta una tecnología que aun no es muy frecuente en nuestro país consideramos que con éste trabajo de investigación y su difusión desde las páginas institucionales de la Universidad Nacional de Córdoba, aportamos material bibliográfico que posibilita a profesionales y estudiantes de la construcción utilizar dicha publicación como herramienta técnica de predimensionado en el anteproyecto de obras de arquitectura, es decir poder incluirla en el proceso de diseño. Cuyo valor se encuentra en comprender un sistema a través del análisis de obras de arquitectura nacional, sus condiciones de estabilidad espacial, análisis de detalle y pudiendo aplicar tablas simples que verifiquen las dimensiones de dichas construcciones, superando el solo hecho de explicar un sistema ya que propone desglosar y comprender todas las variables que en ella se generaron, y que luego derivaron a su materialidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Alcor (2020). Detalles Constructivos Placa Colaborante Alcor 75 Rev19. Alco website. Disponible en http://www.alcor.com.ar/
· Alcor (2020). Manual Técnico Placa Colaborante Alcor 75. Alco website. Disponible en http://www.alcor.com.ar/
· Arquitectura+acero (2020). Steel Deck o losa colaborante. Arquitectura en acero Website. Disponible en http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/materiales/steel- deck-o-losa-colaborante
· ASC Steel Deck (2020). Floor Deck Design Guide. Composite Deck and Non-composite deck for floor and roof deck applications. Alco website. Disponible en http://www.ascsd.com/
· Rojas, J. A. (2020). Website. Disponible en https://javieragustinrojas.com/es/

COMPONENTES CONSTRUCTIVOS A BASE DE RSU. POTENCIALIDADES DEL CARTÓN CORRUGADO DE DESECHO PARA EL HÁBITAT.

RSU-BASED CONSTRUCTION COMPONENTS. POTENTIALITIES OF WASTE CORRUGATED CARDBOARD FOR THE HABITAT.

Samira Burgos
Alvaro Di Bernardo
Guillermo Jacobo

Estructuras II

FAU — UNNE, Resistencia, Argentina

—
ssbusp@gmail.com

RESUMEN

Se exponen los resultados de los ensayos mecánicos, térmicos y acústicos de un “Componente Constructivo Tipo” (CCT) que incorpora, como alma del panel, multicapas de cartón corrugado recuperados de los RSU. Se ensaya mecánicamente al CCT evaluando su deformabilidad en el tiempo, frente a un esfuerzo de flexión. Con el ensayo térmico, se busca determinar la conductividad del cartón de desecho. Mientras que, con el acústico, se evalúa el poder aislante de un tabique de cartón corrugado. Estos ensayos permitieron dar cuenta que sucesivas capas de cartón corrugado no colaborarían estructuralmente con dos placas conjuntas de contrachapado fenólico en componentes sometidos a flexión. Contrariamente, los ensayos térmicos y acústicos permitieron reconocer un enorme potencial de aislamiento en estas dos variables. Los resultados obtenidos permiten imaginar posibilidades para este material de descarte que le otorgan un valor constructivo significativo como posible sustituto de productos más costosos o de mayor impacto ambiental.

PALABRAS CLAVES: economía circular – reutilización – residuo – tecnología

ABSTRACT

The results of the mechanical, thermal and acoustic tests of a "Type Construction Component" (TCC) that incorporates, as the core of the panel, multilayers of corrugated cardboard recovered from MSW, are exposed. The CCT is mechanically tested, evaluating its deformability over time, against a bending stress. With the thermal test, it is sought to determine the conductivity of the waste cardboard. While, with the acoustic, the insulating power of a corrugated cardboard partition is evaluated. These tests allowed to realize that successive layers of corrugated cardboard would not collaborate structurally with two joint plates of phenolic plywood in components subjected to bending. On the other hand, the thermal and acoustic tests allowed us to recognize an enormous insulation potential in these two variables. The results obtained allow us to imagine possibilities for this discarded material that give it a significant constructive value as a possible substitute for more expensive products or those with a greater environmental impact.

KEY WORDS: circular economy – reuse – waste – technology

INTRODUCCIÓN

Se presentan los avances alcanzados en el estudio de las potencialidades que tiene el cartón recuperado de los RSU para su utilización en la conformación de componentes constructivos para el hábitat. Un recurso abundante en el Área Metropolitana del Gran Resistencia donde, según estimaciones, se desechan cerca de 2000 toneladas al mes con una tasa de recuperación superior al 40%; producto de las políticas implementadas por el Municipio y de los esfuerzos particulares de recuperadores urbanos y centros de clasificación familiares que lo utilizan como medio de subsistencia (Burgos, 2022). Al no contar la Provincia con plantas de reciclaje, el 100% del volumen recuperado se comercializa y envía a otras plantas del país. La indagación en posibles formas de reuso, como alternativa al reciclaje, que puedan agregarle valor a este recurso y distribuir renta de manera local, forman parte de los objetivos que persigue este trabajo.

Asimismo, se aboga por una solución constructiva sustentada en la reutilización inteligente del residuo cartón, que permita sustituir algunos materiales tradicionales utilizados en la construcción (EPS, lana de vidrio, poliuretano proyectado, entre otros). De esta manera, desde un enfoque circular (Ellen MacArthur Foundation, 2013), se concibe al cartón desechado no como un residuo, si no como materia prima “alimentaria” para producir tecnologías alternativas para el hábitat con un mínimo gasto energético, reducción de residuos y minimización de emisiones de CO_2 sobre el medio ambiente. Así, al tiempo que se busca alargar la vida útil del material cartón, con sus consecuentes beneficios ambientales, se pretende diseñar una alternativa constructiva viable desde lo tecnológico-constructivo, energéticamente eficiente y económicamente accesible.

En términos generales, la idea del sistema constructivo que se formula desde este trabajo se basa en un conjunto de paneles prefabricados livianos que puedan ensamblarse en obra mediante uniones en seco. Se trata de un sistema constructivo que busca aprovechar la disponibilidad del recurso cartón recuperado diariamente en Resistencia, haciendo uso de este tal como es obtenido, es decir, sin aplicarle transformaciones sobre su forma o materia. En este sentido, es necesario trabajar con los tamaños y espesores variables de sus planchas en la conformación de un “componente constructivo tipo” (en adelante CCT) que pueda utilizarse, indistintamente, en envolventes verticales (muros y tabiques divisorios) y horizontales (pisos y techos) de una vivienda de una sola planta. A partir de estas premisas, se diseñó un CCT que se encuentra conformado, en cada una de sus caras, por dos placas de contrachapado fenólico de 18 mm de espesor y un alma de 100 mm constituido por sucesivas capas pegadas de cartón corrugado (Fig. 1).

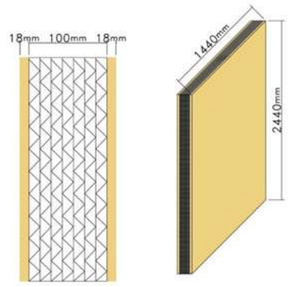


Fig. 1: Axonométrica y detalle constructivo del CCT. | Fuente: Elaboración propia.

Dicho panel, según su ubicación dentro del sistema constructivo (pared, piso, techo, etc.), deberá complementarse con otros materiales (revestimientos exteriores/interiores, pinturas, protecciones hidráulicas, etc.) capaces de protegerlo de las inclemencias climáticas, de posibles riesgos de incendio, del tránsito o le brinde una terminación estética final (Fig. 2).

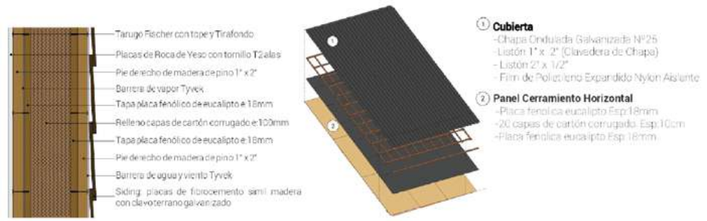


Fig. 2: Posibles combinaciones con otros materiales en pared y techo. | Fuente: Elaboración propia.

Como hipótesis de diseño, se espera que este CCT pueda acondicionar térmica y acústicamente el interior de una vivienda, al mismo tiempo que actúe como elemento estructural capaz de admitir y canalizar las cargas verticales (gravitatorias y de succión), como de rigidizar al sistema constructivo ante cargas horizontales (vientos, por ejemplo). Su diseño se fundamenta en la idea de que el aumento de sucesivas capas de cartón corrugado incrementaría proporcionalmente las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de dicho panel, mientras pueda controlarse su porcentaje de humedad en el tiempo. Se exponen los resultados de los ensayos mecánicos, térmicos y acústicos realizados tendientes a corroborar/refutar preliminarmente esta hipótesis.

METODOLOGÍA

Para la evaluación experimental del CCT se idearon tres ensayos orientados a reconocer sus prestaciones mecánicas, térmicas y acústicas. Cabe aclarar que, en los tres casos, se tratan de ensayos indicativos o exploratorios con baja precisión, puesto que el objetivo del trabajo busca reconocer el potencial que tiene la propuesta tecnológica y no la determinación rigurosa de sus diferentes propiedades. Por ello, en la descripción de cada ensayo, se mencionan posibles factores de error que pueden distorsionar la precisión de los resultados obtenidos.

Ensayo Mecánico

Con el ensayo mecánico se pretende evaluar si sucesivas capas de cartón corrugado, como alma del CCT, pueden colaborar con la estabilidad estructural del sistema constructivo, prescindiendo de un sistema estructural independiente que canalice las cargas verticales del techo a los cimientos (columnas y vigas, o montantes y soleras). En este sentido, se decidió evaluar mecánicamente al CCT en su deformabilidad en el tiempo frente a una carga estática permanente que le genere un esfuerzo de flexión, como al que se encontraría sometido en una envolvente horizontal (piso o techo). Asimismo, estos resultados se consideraron adecuados para reconocer el grado de colaboración que tendría el alma de cartón en la deformabilidad del CCT ante un posible pandeo, producto de un esfuerzo de compresión sobre una envolvente vertical (pared). Para el ensayo, se construyeron dos probetas del CCT en escala 1:6, de 400 x 200 mm:

- La “Probeta 1” (probeta de referencia) representa al CCT sin alma de cartón, para el que se utilizaron dos placas de madera contrachapada de 3mm.
- La “Probeta 2” representa al CCT completo, para el que se utilizaron dos placas de madera contrachapada de 3mm y 17mm de sucesivas capas de cartón corrugado vinculadas con cola vinílica (Fig. 3).

Fig. 3: Probeta 1 (izquierda) y Probeta 2 (derecha). | Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó una carga estática de 8 kg sobre el centro de cada probeta durante 39 días. Las deformaciones se fueron midiendo y registrando, de manera manual, cada 24 horas con una precisión de fracción de milímetro mediante la ayuda de un calibre. Simultáneamente, con la intención de evaluar si la humedad ambiente tiene influencia en la resistencia mecánica del cartón corrugado, se registró diariamente la Humedad Relativa máxima tomada en el aeropuerto de Resistencia, publicada por el Servicio Meteorológico Nacional. Dentro de los factores de error que puedan distorsionar los datos registrados, se reconocen:

- La precisión de las mediciones que, al tratarse de algo manual, no se encuentra exento del error humano.
- El armado de las probetas con materiales de descarte (cartón corrugado y papeles), los que pueden presentar calidades diferentes.

Ensayo Térmico

Con este ensayo se determinó una aproximación al comportamiento térmico del alma del CCT (Transmitancia, Retardo y Amortiguamiento Térmico). Para ello, se construyó un recinto adiabático constituido por tabiques de 50 mm de espesor de Poliestireno Expandido de 10 kg/m3 de densidad, dividido en dos cámaras por un tabique del material a ensayar. Una de las cámaras contuvo una fuente de energía térmica (lámpara incandescente de 25 W) y la otra actuó como sumidero (Fig. 4).

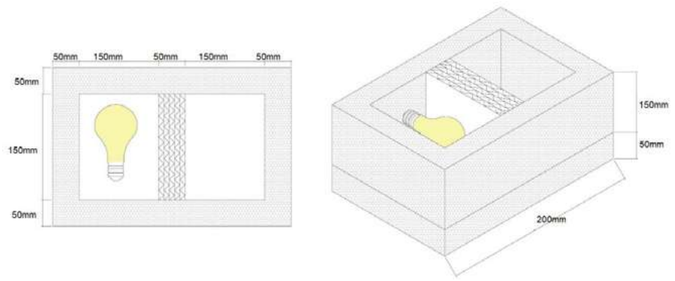


Fig. 2: Posibles combinaciones con otros materiales en pared y techo. | Fuente: Elaboración propia.

Ambas cámaras contaron con sensores de temperatura del tipo Hobo Data Logger programados para registrar los cambios térmicos de cada cámara cada 30 segundos. Finalmente, como probeta de ensayo se utilizó un tabique de 50 mm de multicapa de cartón corrugado, equivalente a la mitad del aislante del CCT (Fig. 5).

Fig. 5: Imagen del recinto adiabático con los sensores de temperatura. | Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los factores de error que pueden distorsionar los datos registrados se reconocen:

- El tiempo de aplicación de la fuente de calor, que se extendió por un período de una hora y quince minutos (1.15hs), interrumpiéndose de manera arbitraria sin poder alcanzar el estado de régimen debido a la falta de un instrumento externo de observación. Situación que presenta como imprecisión a los valores de temperaturas máximas registradas en cada cámara (Tf y Ts), probablemente inferiores a las de un estado de régimen.
- La determinación del Calor Transmitido (Qt) a través del tabique. Para su estimación se tomaron ciertos supuestos teóricos (no verificables empíricamente) que consideran el rendimiento calorífico de la lámpara (ηt) y las pérdidas producidas por las paredes del recinto (Q1), al no tratarse de un recinto perfectamente adiabático.
- Las filtraciones por las juntas de la probeta. Al tratarse de una probeta de superficie pequeña la incidencia de las condiciones de borde sobre la superficie útil bajo ensayo tiene una relevancia significativa.

Ensayo Acústico

Por último, con el ensayo acústico se buscó evaluar experimentalmente el poder aislante que le otorgaría el cartón corrugado al CCT, ensayándose únicamente el alma del panel en dos instancias diferentes. En la primera instancia se midió el nivel de ruido que transmite una fuente emisora en un espacio abierto (Fig. 6) mientras que, en una segunda instancia, se registró el nivel de ruido que transmite esta misma fuente emisora dentro de un cubo conformado por multicapas de cartón corrugado de 75mm de espesor (Fig. 7). Como fuente emisora y receptora se utilizaron dos dispositivos de telefonía móvil distanciados a 35 cm. La fuente emisora, a volumen constante, emitió sonidos a diferentes frecuencias (500hz, 963hz, 2000 hz, 3000hz y 4000hz), mientras que la fuente receptora registraba los decibeles (dB) correspondientes a través de un software específico (Sonómetro) que funciona bajo el sistema operativo Android.

Fig. 6: Ensayo acústico en un espacio abierto.| Fuente: Elaboración propia.

Fig. 7: Ensayo acústico con cubo de cartón mediante. | Fuente: Elaboración propia.

Como factores de error que pueden distorsionar los datos registrados, se reconocen:

- La conformación de la probeta o cubo de cartón que pudo presentar resquicios que presentarían menores resistencias al paso del sonido.
- El sonido ambiente, registrado en 45 dB.
- La sensibilidad de los micrófonos del dispositivo receptor, los que están alineados a la voz humana, en donde los valores máximos están limitados por el dispositivo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Comportamiento Mecánico del CCT

Se presentan los resultados obtenidos del ensayo mecánico aplicado sobre el CCT. En el siguiente gráfico (Fig. 8) se sintetizan las deformaciones obtenidas en milímetros, en períodos de 24 hs, ante la solicitación de una carga estática permanente de 8kg sobre el centro de cada una de las probetas, las que se encontraron sometidas a un esfuerzo de flexión. En línea de puntos, sobre el eje secundario de la ordenada aparecen los valores máximos de Humedad Relativa (HR) registrados en el aeropuerto de Resistencia.

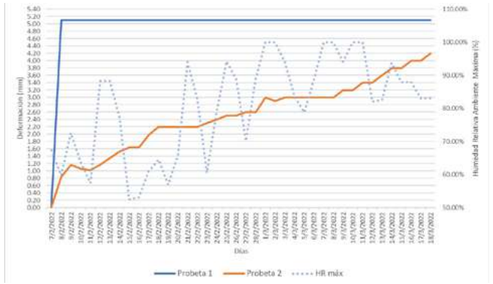


Figura 8: Gráfico temporal (días) de deformaciones (mm) de las probetas sometidas a flexión.

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico se observa que la "Probeta 1" (sin alma de cartón) ante la aplicación de la carga estática adopta una deformación instantánea de 5,1 mm, que se mantiene constante a lo largo del ensayo (39 días). La "Probeta 2" (CCT completo), en cambio, ante la aplicación de la carga estática adopta una deformación inicial de 0,84 mm, significativamente menor a la "Probeta 1", equivalente a 16,4% de esta última. Este resultado permite suponer, de manera preliminar, que el alma de cartón corrugado colaboraría estructuralmente con la resistencia del panel, otorgándole mayor altura al componente y, con ello, una mayor inercia al conjunto que conforma con las placas fenólicas. La observación de su comportamiento en el tiempo evidencia, por otro lado, que la probeta se sigue deformando lentamente con el pasar de los días. Se identifican mesetas en donde la flecha parece estabilizarse, hasta que nuevamente retoma el proceso de deformación, situación que podría asociarse con un aumento en la humedad del cartón y su consecuente pérdida de resistencia mecánica. La tendencia indica que la deformación de la "Probeta 2" tiende a igualar o a acercarse a la flecha máxima de la "Probeta 1".

Estos resultados permiten inferir, en consecuencia, que un alma compuesta por sucesivas capas de cartón corrugado no colaboraría estructuralmente con las dos placas conjuntas de contrachapado fenólico ante una carga estática aplicada de forma permanente, en componentes constructivos solicitados a la flexión. De esta manera, se refuta unos de los supuestos iniciales de diseño aplicados sobre el CCT, asociados con la posibilidad de prescindir de un sistema estructural independiente que canalice las cargas verticales del techo a los cimientos, como pueden ser el conjunto de columnas y vigas utilizados tradicionalmente en las construcciones de esta región, o de montantes y soleras propios de los sistemas constructivos en seco.

Comportamiento Térmico del CCT

En cuanto al comportamiento térmico, en el siguiente gráfico (Fig. 9) se expresa la evolución térmica en el interior de cada una de las cámaras del recinto adiabático ("cámara fuente" y "cámara sumidero"), registradas cada 30 segundos, las que encuentran separadas por la probeta de ensayo: un tabique de 50 mm de multicapa de cartón corrugado, equivalente a la mitad del alma del CCT.

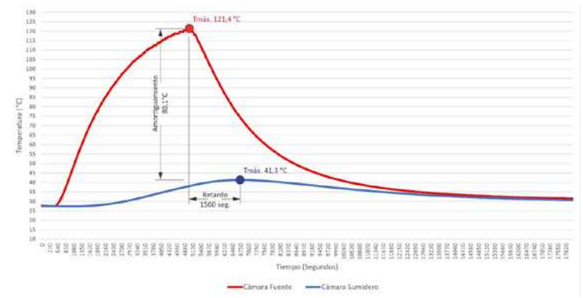


Fig. 9: Evolución térmica de la "cámara fuente" y de la "cámara sumidero".

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico se puede observar que al inicio del ensayo ambas cámaras se encontraban a una temperatura de 27,5°C. Aplicada la fuente de calor, a los 480 segundos, la "cámara fuente" de manera instantánea inicia un aumento acelerado de su temperatura que alcanza los 121,4°C a los 4980 segundos de iniciado el ensayo, momento en el que se interrumpe la fuente de calor. A partir de entonces, la "cámara fuente" inicia un descenso de su temperatura a una velocidad casi constante, perdiendo energía por los distintos tabiques que envuelven a esta cámara (Fig. 10). La amplitud térmica registrada en la "cámara fuente" fue de 93,9°C.

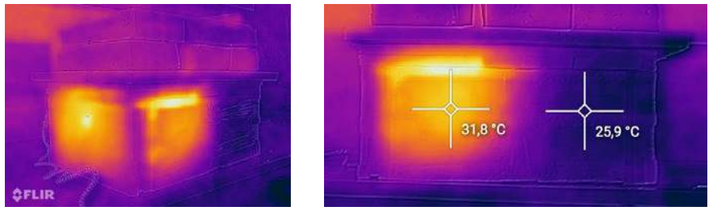


Fig. 9: Evolución térmica de la "cámara fuente" y de la "cámara sumidero".

Fuente: Elaboración propia.

La "cámara sumidero", en cambio, empezó a registrar una variabilidad térmica a los 1530 segundos de iniciado el ensayo, 1050 segundos posterior al inicio de la fuente de calor. A diferencia de la "cámara fuente", la "cámara sumidero" presentó un aumento más moderado de su temperatura registrando un pico máximo de 41,3°C a los 6540 segundos, con una amplitud térmica que alcanza los 13,8°C. De esta manera, el amortiguamiento térmico provocado por el tabique divisor multicapa de cartón corrugado entre la máxima temperatura de la "cámara fuente" y la "cámara sumidero" fue de 80,1°C; mientras que el retardo térmico fue de 1560 segundos. Estos resultados preliminares permiten inferir, en consecuencia, que el tabique multicapa de cartón corrugado presentaría propiedades térmicas adecuadas, como material aislante alternativo, para resistir al paso del calor; puesto que logra amortiguar en tres veces el pico térmico de la "cámara fuente". Ambas cámaras se equilibraron térmicamente aproximadamente a los 13500 segundos de iniciado el ensayo.

Con la intención de determinar la capacidad aislante del tabique multicapa de cartón corrugado de 50 mm de espesor y compararlo con otros materiales de la construcción, se realizó una aproximación teórica a su Coeficiente de Transmitancia ("K") y Conductividad Térmica ("λ") obteniéndose como resultados los valores de 4,32W/m2°C" y de 0,22 W/m°C, respectivamente. Cabe aclarar que el valor de Conductividad Térmica obtenida de manera teórica, a partir de los resultados del ensayo, dista en 3,4 veces respecto al valor de 0,065 W/m°C calculado en Gutiérrez y González (2012). Esta discrepancia puede deberse a los factores de error señalados en el apartado "Metodología" que pudieron haber distorsionado los datos registrados y utilizados para el cálculo. Por otro lado, el cartón corrugado utilizado en Gutiérrez y González (2012) para la determinación del coeficiente de conductividad no fue el recuperado de los RSU, sino uno nuevo del tipo comercializado en pinturerías.

Aún así, a pesar de las fuentes de incertidumbre señaladas, el ensayo exploratorio realizado revela un comportamiento térmico superior del cartón corrugado respecto a otros materiales habituales de la construcción en cuestiones de aislación: 7,4 veces respecto al hormigón (1,63 W/m°C), 3,7 veces al ladrillo común (0,81 W/m°C) y una conductividad térmica similar a las maderas naturales macizas (Tabla 1). Este resultado permite dar cuenta, entonces, del potencial que tiene este material de desecho como aislante térmico en la edificación, el cual cuenta con la ventaja de poder ser reutilizado de modo directo en la conformación de un componente constructivo tipo, sin la necesidad de aplicarle transformaciones sobre su forma o materia.

Material	Densidad (kg/m3)	Conductividad térmica (W/m°K)	Fuente
Hormigón normal con agregados petreos	2400	1,63	Norma IRAM 11601/02
Ladrillo cerámico macizo	1600	0,81	Norma IRAM 11601/02
Madera de pino spruce (perpendicular a las fibras)	400 - 600	0,13 – 0,19	Norma IRAM 11601/02
Cartón corrugado de RSU	**variable**	**0,22**	Elaboración Propia
Cartón corrugado nuevo	47	0,065	Gutiérrez y González (2012)
Lana de vidrio en fieltro	11-14	0,043	Norma IRAM 11601/02
Poliestireno Expandido en plancha	15	0,037	Norma IRAM 11601/02

Tabla 1: Tabla comparativa de densidades y conductividad térmica de materiales de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Comportamiento Acústico

Finalmente, respecto al comportamiento acústico del CCT, en la siguiente tabla (Tabla 2) se detallan en la primera columna las distintas frecuencias sonoras de la fuente emisora a las cuales fue realizado el ensayo acústico, a un nivel constante de volumen. En la segunda columna, el nivel de ruido que transmite dicha fuente emisora en un espacio abierto. En la tercera columna, se sintetiza el nivel de ruido medido desde esta misma fuente emisora dentro de un cubo conformado por multicapas de cartón corrugado de 75mm de espesor, equivalente a 3/4 del alma del CCT. Las diferencias entre ambas mediciones con el porcentaje de reducción se resumen en la cuarta y quinta columna, respectivamente.

Frecuencia Sonora	Nivel de Ruido en espacio abierto	Nivel de Ruido dentro de la probeta	Diferencias de dB dentro/fuera de la probeta	Porcentajes de Reducción
500 hz	79 dB	65 dB	14 dB	17,72%
963 hz	76 dB	60 dB	16 dB	21,05%
2000 hz	73 dB	57 dB	16 dB	27,91%
3000 hz	78 dB	64 dB	14 dB	17,95%
4000 hz	66 dB	50 dB	16 dB	24,24%

Tabla 2: Diferencias de dB de una fuente emisora entre un espacio abierto y uno mediado por la probeta.

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias percibidas en el nivel de ruido de la fuente emisora, entre el espacio abierto y mediada por la probeta de cartón corrugado de 75mm de espesor, rondan entre los 14 y 16 dB, equivalentes a un porcentaje de reducción que se encuentra entre 17,72% y 27,91%, según la frecuencia evaluada. En cualquiera de los casos, estos resultados, dan cuenta del potencial que tiene este material de desecho como aislante acústico en la edificación; sobre todo considerando su bajo costo y los impactos ambientales favorables de su recuperación, respecto a los que presentan los materiales aislantes disponibles en el mercado. En una analogía sencilla, este nivel de aislación podría permitir pasar de un ambiente ruidoso, en torno a los 70 dB, equivalente a una conversación en voz alta, a una oficina con gente, o a un tráfico urbano moderado, hacia un ambiente tranquilo de 55 dB, equivalente al límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud (2018) para un sonido saludable. Aislación que se vería incrementada considerablemente si se tomara al CCT completo, es decir, con ambas placas de contrachapado fenólico de 18mm y el alma de multicapa de cartón corrugado de 100mm de espesor.

CONCLUSIONES

El desafío de este trabajo centrado en analizar formas de reuso del cartón corrugado recuperado de los RSU, sin reciclaje o sin aplicarle transformaciones sobre su forma o materia, llevó a reconocerlo desde sus distintas propiedades mecánicas, térmicas y acústicas, en la conformación de un componente constructivo tipo para viviendas. La hipótesis de diseño que se puso a prueba con los distintos ensayos exploratorios tenía por intención reconocer si este material de descarte podría colaborar estructural, térmica y acústicamente en un sistema constructivo liviano y/o complementar los sistemas tecnológicos convencionales de la edificación.

Estos ensayos permitieron dar cuenta que, en elementos sometidos a un esfuerzo de flexión, un panel conformado por sucesivas capas de cartón corrugado no colaboraría estructuralmente con las dos placas conjuntas de contrachapado fenólico ante una carga estática aplicada de forma permanente. De esta manera, su uso como complemento estructural no permitiría prescindir de un sistema estructural independiente que canalice las cargas verticales del techo a los cimientos. Contrariamente, en los ensayos térmicos y acústicos, aun teniendo presente factores de error que distorsionaron las mediciones, se reconoció un enorme potencial de aislamiento en estas dos variables, comparables a las prestaciones que presentan los materiales convencionales utilizados para tales fines en la construcción (EPS, lana de vidrio, espuma de poliuretano, etc.).

Los resultados obtenidos de los ensayos permiten imaginar un abanico de posibilidades para este material de descarte que le otorgan un valor constructivo significativo como posible sustituto de otros productos más costosos o con mayor impacto ambiental, como los derivados del petróleo o de grandes procesos industriales. Además, la diversificación de la reutilización del cartón recuperado, como alternativa al reciclaje, podría traer aparejado un impacto positivo a nivel social ya que reivindicaría el oficio de los recuperadores urbanos de Resistencia.

A pesar de todas las bondades encontradas, el estudio efectuado se considera aún incipiente para concluir o demostrar fehacientemente las inferencias realizadas sobre este material de descarte. No obstante, deja abierta una línea de investigación en la cual se seguirá profundizando en futuras investigaciones, con ensayos más precisos y estudios que abarquen las posibles amenazas a las que puede someterse este material en la edificación como incendios, ataques biológicos o efectos de la humedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Burgos, S. (2022). Diseño de sistemas constructivos flexibles a base de cartón para el hábitat, en el marco de la Economía Circular. Informe Final del trabajo de investigación (inédito), Beca de Pregrado de la Secretaría General de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Nordeste.

· Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy Vol. 1 – An Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Isle of Wight, UK: Ellen MacArthur Foundation.

· Gutiérrez, J. y González, A. (2012). Determinación experimental de conductividad térmica de materials aislantes naturales y de reciclado. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 16, 41-48.

· Norma IRAM 11601/2002. Acondicionamiento Térmico de Edificios. Método de Cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

· Organización Mundial de la Salud (2018). Environmental noise guidelines for the European Region. Recuperado el 7/10/2021 de https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf

PREDIMENSIONADO DE ENTREPISOS SIN VIGAS EN OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO EN ARGENTINA

PREDIMENSIONED OF MEZZANINES WITHOUT BEAMS IN REINFORCED CONCRETE WORKS IN ARGENTINA

Gerónimo Caffaro
Carolina Ponssa
Yohana Cicaré

Taller de Investigación del Diseño Estructural (TIDE)

FAUD — UNC, Córdoba, Argentina

—
gcaffaro@unc.edu.ar

RESUMEN

En las últimas décadas, el uso de losas planas sin capiteles ni vigas ha ganado popularidad, debido a la imagen de austeridad espacial y su rapidez constructiva. En contraste, el mecanismo de transferencia de carga verticales y sísmicas se complejiza. Conocer las características de esta tipología estructural permite incorporarla desde el inicio en el proyecto arquitectónico como un recurso de diseño que contemple las ventajas de estos entrepisos en beneficio de la obra. La problemática abordada en este trabajo es la resolución proyectual, previa al cálculo, del encuentro losa-columna en zonas de baja o nula sismicidad. Con el objetivo de hacer viable la utilización en nuestro medio de dicho sistema constructivo y que resulte ágil su evaluación para una obra o proyecto de arquitectura; se elaboraron herramientas de predimensionado bajo normativa vigente que son ejemplificadas con análisis y predimensionado de edificios construidos en nuestro pais.

PALABRAS CLAVES: herramienta – diseño – tablas

ABSTRACT

In recent decades, the use of flat slabs without capitals or beams has gained popularity, due to the image of spatial austerity and its constructive speed. In contrast, the mechanism of vertical and seismic load transfer becomes more complex. Knowing the characteristics of this structural typology allows incorporating it from the beginning in the architectural project as a design resource that contemplates the advantages of these mezzanines for the benefit of the work. The problem addressed in this work is the project resolution, prior to the calculation, of the slab-column meeting in areas of low or null seismicity. With the aim of making the use of said construction system viable in our environment and that its evaluation be agile for a work or architectural project; pre- sizing tools were developed under current regulations that are exemplified with analysis and pre- sizing of buildings built in our country.

KEY WORDS: tool – design – tables

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del diseño estructural presenta desafíos importantes en la transmisión de conocimientos específicos que puedan ser aplicados, durante el proceso de diseño del estudiante o profesional, en esquemas estructurales que acompañan la definición de su proyecto de arquitectura.

Conociendo la popularidad que han tomado las imágenes de austeridad espacial en hormigón visto en la arquitectura actual y basándonos en la experiencia del equipo, tanto docente como profesional en la construcción local, se diseñó una herramienta de predimensionado para losas apoyadas en columnas. Se trata de una planilla, que permite determinar la altura y separación entre columnas de este tipo de losas, respetando los lineamientos de deformación y resistencia que plantea el Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201/05. De igual manera, permite indagar sobre diferentes variables (apoyos, distancias, cantidad de niveles, etc) actuando como guía en la formación de criterios del diseñador en el uso de esta tipología.

Es importante destacar que la problemática abordada en este trabajo hace foco en la resolución proyectual, previa al cálculo, del encuentro losa-columna para ser aplicada en zonas de baja o nula sismicidad. Se analizan ejemplos de viviendas en altura donde se comparan las alturas de losas y tamaños de columnas ejecutadas con las obtenidas a partir del uso de las tablas de predimensionado.

El objetivo no radica exclusivamente en obtener las dimensiones, sino que de manera paralela induce a comprender las características del sistema estructural y sus requerimientos.

METODOLOGÍA

A partir del análisis de obras de arquitectura construidas en la región, se investigó las características de los entrepisos sin vigas. Se ponderaron los beneficios espaciales frente la complejización del mecanismo de transferencia de carga verticales y sísmicas. Se hizo foco en viviendas de mediana altura considerando que tipología de losa se utiliza (maciza o alivianada) y como se resuelven los apoyos (con o sin capitel).

A partir del estudio de los requerimientos planteados en el reglamento CIRSOC vigente, se elaboraron tablas de predimensionado que permitieron definir espesores de losa, tamaño de columnas, y corte máximo resistido por las diferentes secciones de losas.

Se obtuvieron conclusiones de diseño a partir de la verificación del uso de las tablas y de los mecanismos del sistema.

DESARROLLO

Se seleccionan para este trabajo 4 obras contemporáneas, con una valoración interesante desde el punto de vista de la expresión volumétrica y un espacio interior relevante con posibilidad de uso flexible en todos los niveles.

Tipo de losa	Luces entre apoyos	Espesor de losa	Dimensión de columnas	Niveles	Observaciones
Maciza	4.5m x 5m	18cm	20cm x 30cm	4/5	Posee refuerzos en sus apoyos con IPN 100

Fig. 1: Edificio BL783, Rafaela, Santa Fe, Argentina (2013). Proyectistas: Walter Arquitectos Asociados.

Fuente: Imágenes brindadas por el proyectista

Tipo de losa	Luces entre apoyos	Espesor de losa	Dimensión de columnas	Niveles	Observaciones
Casetonada	4.30m x 5m	20cm	20cm x 30cm Circulares 35cm y 30 cm	5	Posee macizado en la zona de apoyos

Fig. 2: Edificio Telles 315, Porto Alegre, RS, Brasil (2010). Proyectistas: Studio Smart.

Fuente: Imágenes brindadas por el proyectista

Tipo de losa	Luces entre apoyos	Espesor de losa	Dimensión de columnas	Niveles	Observaciones
Maciza	3.5m x 4.5m	16cm	20cm x 30cm	4	Posee refuerzos en sus apoyos con IPN 100

Fig. 3: Edificio B928, Rafaela, Santa Fe, Argentina (2012). Proyectistas: Walter Arquitectos Asociados

Fuente: Imágenes brindadas por el proyectista

Tipo de losa	Luces entre apoyos	Espesor de losa	Dimensión de columnas	Niveles	Observaciones
Alivianada (PRENOVA)	5m x 7m	24cm losas 18cm voladizo	30cm x 70cm	8	Posee voladizo de 1.80m

Fig. 4: Edificio Ancón, Buenos Aires, Argentina (2014). Proyectista estudio Planta.

Fuente: Imágenes brindadas por el proyectista

En las obras analizadas se manifiesta una equilibrada sinergia entre las propuestas arquitectónicas y el diseño estructural del edificio. En todas ellas, la estabilidad de la obra se resuelve estratégicamente, con la incorporación de pórticos o tabiques perimetrales, que generan los mecanismos resistentes frente a acciones horizontales ya que los entrepisos sin vigas no configuran en sí, un sistema estable.

También se evidencia el uso de recursos de diseño asociados a las estructuras continuas, como táctica para disminuir la altura de losas. Al ser las losas, planos muy deformables, la distribución de la luz entre sus apoyos es importante. Un diseño eficiente puede disminuir el espesor de las losas y con esto minimizar deformaciones: Ancón utiliza voladizos, Telles tramos centrales de mayores luces, los dos edificios de Rafaela refuerzan apoyos y todos utilizan vigas perimetrales.
Conceptualmente, en una losa apoyada solo en columnas, frente a la acción de cargas verticales todos los puntos menos sus apoyos descienden, incluidos los bordes que también lo hacen. Es de especial consideración la interrelación entre losas contiguas y sus apoyos, donde el análisis de momentos flectores nos indica que, la zona central, en la cara inferior, resulta traccionada en las dos direcciones, mientras que próximo a los apoyos, se generan tracciones en la cara superior en las dos direcciones.

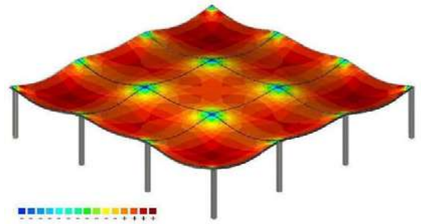


Fig. 5: Esquema típico del diagrama de momento flector en un sistema de losas sin vigas
Fuente: Elaboración propia

La definición del espesor de la losa es el punto más importante en esta tipología estructural, tanto para comprobar las deformaciones como para definir la interacción con el apoyo. donde se debe verificar el estado límite último de punzonado que surge del estudio de la rotura que se produce cuando la columna atraviesa la losa.

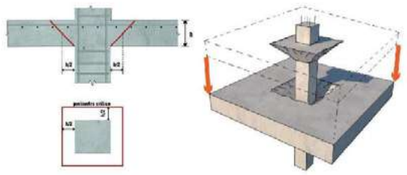


Fig. 6: Sección crítica de falla por punzonado
Fuente: Elaboración propia

En este punto, en el encuentro columna-losa, el espesor de la losa puede aumentar y según la forma que tome este engrosamiento se denomina ábaco o capitel. En síntesis, son transiciones que permiten reducir el espesor de toda la losa y paralelamente disminuir la cantidad de armadura sobre la columna.

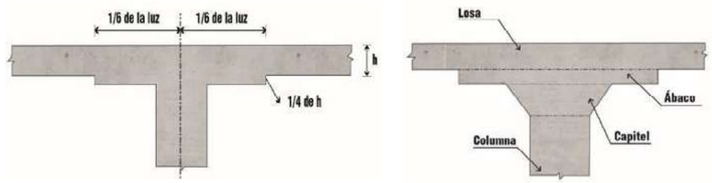


Fig. 7: Engrosamientos típicos de encuentro entre losas y columnas Fuente: Elaboración propia

Condicionados por el diseño de las unidades de viviendas, en ninguno de los edificios analizados se utilizaron ábacos o capiteles. En los edificios de Rafaela se optó por reforzar la mayoría de las columnas con perfiles de acero IPN de 10 cm de altura.

Fig. 8: Refuerzo al punzonado en el encuentro entre losas y columnas utilizando perfil de acero IPN
Fuente: Imagen brindadas por el proyectista (Edificio BL783) y elaboración propia

En líneas generales en la actualidad, los entrepisos sin vigas se analizan y resuelven numéricamente por el método de los elementos finitos. Este consiste en modelar una malla (mientras más pequeña más precisa) con la geometría de la estructura. Se indican los vínculos, cargas y el programa determinará esfuerzos, desplazamientos y hasta la armadura requerida en cada punto de la malla.
Pero previo a eso, en el proceso de diseño se debe ponderar algunos requisitos que la normativa exige para este tipo de losas, como, por ejemplo:

- Limitaciones mínimas del material a utilizar:
  - Hormigón, H-30;
  - Acero, ADN-420.
- Limitaciones referentes a la luz entre apoyos de losas:
  - Lx/2 ≤ Ly ≤2.Lx;
  - Ly/2 ≤ Lx ≤2.Ly.
- Determinación de altura mínima de losas
  - h≥ (Luz máx.) /30≥16cm (sin capitel ni ábaco)
  - h≥ (Luz máx.) /33≥10cm (con ábaco)
  - h≥ (Luz máx.) /32≥15cm (con capitel)
- Limitaciones referentes a las dimensiones de las columnas (donde a y b, son los lados de la columna en las direcciones x e y, respectivamente):
  - 1/2 .a ≤ b ≤ 2 .a ; 1/2 .b ≤ a ≤ 2 .b
  - Lx/20 ≤ a ≤Lx/5 ; Ly/20 ≤ b ≤Ly/5

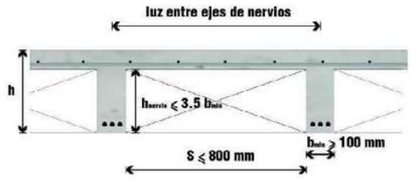


Fig. 9: Recomendaciones en la configuración de losas nervuradas Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de difundir el sistema en nuestro medio (Córdoba, zona de baja sismicidad) tanto entre estudiantes como colegas y de ofrecer una herramienta que en la etapa de anteproyecto permita evaluar esta opción constructiva de manera sencilla y ágil, se proponen una serie de tablas que orientan al proyectista a determinar altura de losas y separación de columnas. Las mismas están basadas en los requisitos y lineamientos reglamentarios que se expresan de la siguiente manera:

Resistencia de Diseño ≥ Resistencia Requerida

- $\phi Sn \geq U$ (ϕ, factor de reducción de resistencia).
- Sn = Vc+Vs (donde: Vc, resistencia nominal al corte proporcionado por el hormigón; Vs, resistencia nominal al corte proporcionado por la armadura).
- U = 1,2. DL+1,6. LL (Combinación de cargas, donde: DL son las cargas

muertas o peso propio; LL son las cargas vivas o sobrecargas regla mentarias).
• Vlim = ½.(√(f'c)).bo.d (Esfuerzo límite, donde: f'c, resistencia especifica a la compresión del hormigón; bo, perímetro de la sección critica para el corte; d, distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura traccionada)

Por cuestiones constructivas se adopta que hasta espesores de losas iguales a 18cm se construirán losas macizas y para espesores de losas mayores se adoptará una configuración de losas alivianada o nervurada (cabe remarcar que una losa nervurada de 25cm de espesor, pesa aproximadamente lo mismo que una losa maciza de 11cm de espesor).
Es importante destacar que las dimensiones obtenidas por medio de las tablas son orientativas pudiendo reducirse la altura de la losa con el uso de refuerzos frente al punzonado: por ejemplo, barras dobladas, estribos, pernos de corte sobre rieles, perfiles de acero o variaciones en la altura del apoyo con la implementación de ábacos, capiteles o macizados.

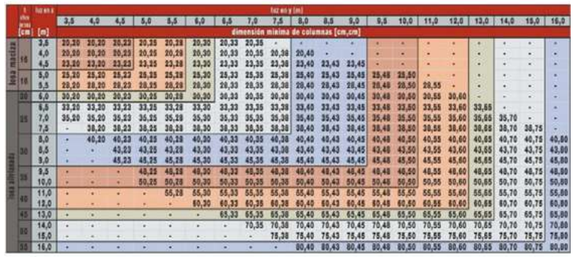


Tabla 1: Dimensiones mínimas y espesores de losa en función de las luces a cubrir

Fuente: elaboración propia.

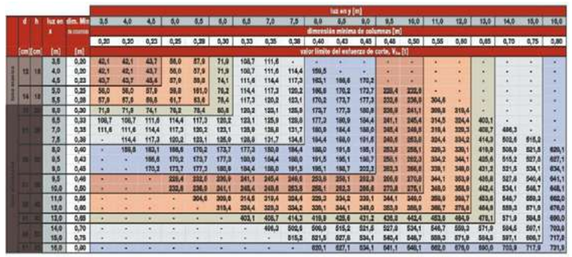


Tabla 2: Valor límite para el esfuerzo de corte, para hormigón H-30 en el perímetro crítico.

Fuente: elaboración propia.

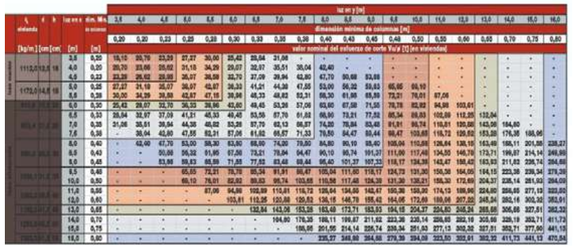


Tabla 3: Valor nominal del esfuerzo de corte en edificios de viviendas, para hormigón H-30 en el perímetro crítico.

Fuente: elaboración propia.

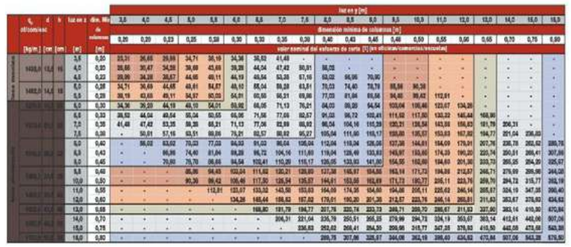


Tabla 4: Valor nominal del esfuerzo de corte en edificios de oficinas, comercios y escuela, para hormigón H-30 en el perímetro crítico. | Fuente: elaboración propia.

El procedimiento de implementación de las tablas es el siguiente:
• Establecer la distancia entre columnas en dos direcciones ortogonales,
• Utilizando la Tabla 1, obtenemos las dimensiones mínimas requerida de la columna (a,b), desplazándonos hacia la izquierda obtenemos el tipo y espesor de losa recomendada,
• Con los datos anteriores e ingresando en la Tabla 2, obtenemos el valor límite del esfuerzo de corte que resiste el perímetro crítico,
• Considerando el destino del edificio -utilizamos la Tabla 3 para viviendas y la Tabla 4 para oficinas, comercios y escuela- obtenemos el valor nominal del esfuerzo de corte solicitante,
• Finalmente, el valor límite obtenido de la tabla 2 debe ser mayor o igual al valor nominal obtenido en la tabla 3 o 4, estableciendo los valores finales del predimensionado.

Este procedimiento se coteja con el siguiente análisis de obra, ver figuras 9, donde la misma tiene luces entre columnas iguales a 4,5m por 3,5m. precediento, obtenemos utilizando la tabla 1 la sugerencia de implementar columnas con dimensiones mínimas igual a 23 x 20 cm y adoptar una losa maciza de 16 cm de altura.
Según lo informado por el proyectista se utilizaron columnas de 30 x 20 cm y la losa se materializó maciza de 16 cm, por lo que los valores obtenidos de la tabla responden al caso real.

Fig. 10: Edificio B928 proyectista Claudio Walter Fuente: Imágenes brindadas por el proyectista

En cuanto a la verificación del esfuerzo de corte o falla por punzonado, observamos en la figura 10, en referencia a las tablas 2 y 3, donde obtenemos un valor límite resistente del perímetro crítico igual a 43,7 tn y como esfuerzo solicitante para el edificio de viviendas un valor igual a 23,29 tn. La comparación de estos valores nos indica que verifica la solicitud de corte. Se puede remarcar que mediante la tabla 1, cumplimentamos exigencias de deformación de las losas y con las tablas 2 y 3, cumplimentamos las exigencias de resistencia.

CONCLUSIONES

Conocer las características de esta tipología estructural permite incorporarla desde el inicio del proyecto arquitectónico aprovechando sus ventajas (plantas libres, agilidad en la construcción) y apuntalando con recursos de diseño las desventajas (mayor cuantía de acero, sistema flexible, opción poco frecuente en zonas de moderada o elevada sismicidad).

Las tablas de predimensionado presentadas son una buena herramienta que el proyectista, puede implementar en etapa de anteproyecto o de evaluación sobre factibilidad de obra ya que de manera ágil brindan una idea certera de las necesidades estructurales

Como línea de futura investigación, se puede desarrollar tablas donde se cuantifique el nivel de cargas que tienen que resistir los refuerzos de arma-

dura de corte a colocar, lo que brinda una herramienta de evaluación temprana y mejorar la elección de la opción para utilizar refuerzos materializados con barras dobladas, estribos, pernos de corte o perfiles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· INTI-CIRSOC (2005) Reglamento INTI-CIRSOC 201, *Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*. Buenos Aires: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaria de Obras Públicas de la Nación

· Olivera M. H., et al. (2013). *Punching resistance of internal slab-column connections with double- headed shear studs*. Revista Ibracon de Estructuras e Materiais (ISSN 1983-4195). Vol.6, Num.5, p.681-714

· Alfano, A. y Delaloye, H. (2013). *GE8, Entrepisos sin Vigas.* Buenos Aires: Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNLP. Disponible en: https://dokumen.tips/documents/nivel-iii-guia- de-estudio-nro-3-entrepisos-sin-vigaspdf.html

· Blanca, R. H., Valoy, J. M., y Coletti, F. J. (2014) *Análisis comparativo del comportamiento de entrepisos de hormigón armado con variaciones de rigideces de vigas.* Trabajo presentado en el Vigésimo tercer encuentro de Jornadas Argentina de Ingeniería Estructural. Buenos Aires, 17, 18 y 19 de septiembre de 2014, Asociación de Ingenieros Estructurales.

· CCL. (2016). *Losas Postensadas, Soluciones de Ingeniería Especializada para Estructuras.* United Kingdon: CCL Solutions for Structures. Disponible en: https://es.cclint.com/uploads/PDFs/Slabs-Brochure-Spanish.pdf

· Blanca, R. H. (2018). *Ponencia prestada en seminario Buenos Aires, 29 de agosto 2020. Entrepisos sin Vigas: Introducción a las Losas Casetonadas de Hormigón Armado*. Asociación de Ingenieros Estructurales, Argentina (AIE). Disponible en: http://cursos.aiearg.org.ar

· Ponssa, C., Caffaro, G., y Cicaré, Y. (2021). *Ausencia de Vigas.* Revista Estructuras (ISSN 2591- 6513). Año 4, Vol.7. Córdoba, FAUDI-UNC.

CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS DE LAS JUNTAS EN PAREDES EXTERIORES, CONSTRUIDAS CON TECNOLOGÍA EN SECO. REPORTE DE UNA VIVIENDA EN S.M. DE TUCUMÁN

CONSTRUCTION CONSIDERATIONS OF THE JOINTS IN EXTERIOR WALLS, BUILT WITH DRY TECHNOLOGY. REPORT OF A HOUSE IN S.M. TUCUMAN

Nora Fajre
Enrique Elsinger
Marcela Doz Costa

Construcciones II y III

FAU—UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—
nfajre@gmail.com

RESUMEN

La construcción en seco se ha caracterizado por la incorporación de materiales nuevos, de esta forma, al acero, aluminio y al vidrio se añaden maderas laminadas, diversos tipos de placas: de yeso cartón, cementicias, de madera industrializadas, entre otras. Vincular materiales con propiedades muy diferentes, requiere de múltiples juntas heterogéneas y complejas.
Particularmente en el noroeste argentino, la construcción pesada y tradicional, es una producción masiva comparativamente con la construcción en seco. Advertimos que, en nuestro medio, esta tecnología requiere de mayor estudio en lo referente al control de las juntas, para evitar patologías relativas a la humedad, calor, ruido y viento.
En el presente trabajo nuestro objetivo es profundizar en los aspectos constructivos referidos a las uniones y juntas, presentar el proceso constructivo de una vivienda construida en nuestro medio con técnicas locales, y realizar un análisis crítico que sirva como un aporte al ámbito académico y al de la producción.

PALABRAS CLAVES: juntas—uniones —paredes—exteriores—livianas

ABSTRACT

Dry construction has been characterized by the incorporation of new materials, in this way, laminated wood, different types of plates are added to steel, aluminum and glass: plasterboard, cementitious, industrialized wood, among others. Linking materials with very different properties requires multiple heterogeneous and complex joints.
Particularly in northwestern Argentina, heavy and traditional construction is a massive production compared to dry construction. We warn that in our environment, this technology requires further study regarding the control of joints, to avoid pathologies related to humidity, heat, noise and wind.
In the present work our objective is to deepen in the constructive aspects referred to the unions and joints, to present the constructive process of a house built in our environment with local techniques, and to carry out a critical analysis that serves as a contribution to the academic field and to that of the production.

KEY WORDS: joints—lightweight—exterior—walls

INTRODUCCIÓN

La construcción en seco en nuestro país, va ocupando gradualmente un lugar preponderante. La búsqueda de mejorar los procesos industriales, como fenómeno global, se traduce en la incorporación y desarrollo de tecnologías livianas y en seco.

El Instituto Nacional de Construcción en Seco (INCOSE) reconoce el predominio de la construcción húmeda en nuestro país, con una tendencia ascendente por el uso de los sistemas que emplean tecnologías en seco, aptos para realizar cualquier tipo de construcción con el empleo de componentes prefabricados vinculados mediante fijaciones mecánicas o químicas, con la ausencia de conglomerantes hidráulicos.

Según la revista La Nota Económica (2021)," En el país, el sector de la construcción en seco lleva presentando un crecimiento promedio del 15 % cada año durante los últimos 8 años, generando así más de mil puestos de trabajo. En 2020, se consumieron más de 70 millones de metros cuadrados en materiales de construcción en seco como lo son los tableros de yeso, PVC, fibrocemento, OSB (Oriented Strand Board) y yeso glaseado, cerca de 20 millones más que en 2019, presentando un crecimiento anual del 37 %. Asimismo, el consumo de acero se ubicó en 60 mil toneladas el año pasado, 7 mil más que en 2019, con un crecimiento del 13 % en esta ocasión". (párr. 3)

En los años 2020 y 2021, la pandemia tuvo un fuerte impacto en la construcción en seco, en algunas zonas del país se produjo un importante crecimiento de la arquitectura modular y de la construcción en seco, lo que se vio reflejado en la construcción de nuevos edificios, como fueron los hospitales modulares, edificios comerciales, institucionales, viviendas y ampliaciones de estas, motivados por la necesidad de una mayor permanencia en la vivienda y de adecuar los espacios al teletrabajo y la escuela en casa.

La elección y el creciente desarrollo de la de construcción con tecnología en seco, está ligada a sus principales características. Es versátil, ya que puede adaptarse a cualquier tipo de obra y es compatible con la construcción de obra de ladrillo y hormigón; sustentable, debido al creciente uso de materiales más eficientes energéticamente y de menor impacto ambiental; genera pocos desperdicios en obra; reduce los tiempos de construcción, por la ausencia de fragüe y mezcla de materiales húmedos.

El Instituto de la Construcción en Seco calcula entre un 50 y 60%, de reducción de los tiempos de espera en obra, respecto del sistema tradicional.

En los reportes económicos sobre el crecimiento de la construcción en seco, se considera que la evolución de esta industria seguirá creciendo en la post pandemia. En comparación con la construcción en general, será un 10% mayor en los próximos 5 años. A nivel regional, Argentina ocupa el tercer lugar en consumo al año de placas de yeso cartón, con un 0.9 m² per cápita, después de Chile con 2.6 m² y Uruguay con 1m². *(Cieri, 2020)*.

LAS UNIONES Y LAS JUNTAS EN LA EDIFICACIÓN EN SECO

La construcción de un edificio con tecnología en seco consiste básicamente en el ensamblaje de partes o componentes, de diversos materiales, con una función particular dentro de un todo, concebida en taller y ensamblada en obra. La zona o espacio de contacto entre dos o más componentes, genera **una junta seca**. Según su ejecución puede ser fija o desmontable y verticales u horizontales, de acuerdo a su posición.

Entendemos, por unión, a la manera en que dos o más componentes se unen, fijan o solidarizan estructuralmente. Una o más uniones pueden definirse en el ámbito de una misma junta. La construcción en seco se caracteriza por uniones mecánicas o químicas y deben responder a los requerimientos de resistencia, estabilidad, flexibilidad y compatibilidad de las deformaciones.

La junta aparece como un elemento fundamental en la construcción en seco y constituye un punto crítico. Según su ubicación, interior u exterior, debe satisfacer requerimientos funcionales como, garantizar la estanqueidad, la continuidad del aislamiento, la resistencia al agua, etc. Además, deben cumplir con ciertas características, ser simples, fácil de inspeccionar y los materiales usados deben ser los adecuados en cuanto a su comportamiento ante diferentes solicitaciones y durabilidad ante la acción de los agentes atmosféricos.

Uniones estructurales en el sistema Steel Frame

Como ya se enunció anteriormente, las uniones estructurales deben tener la capacidad de transmitir una carga de un miembro a otro, resistir los asentamientos, las cargas del viento, las cargas sísmicas y los cambios volumétricos de los materiales y los de temperatura.

Se analiza el encuentro de apoyo entre la estructura de un techo con una pared exterior portante, liviana, como ejemplo para analizar los requerimientos estructurales.

La estructura del techo es un reticulado plano, tipo cabriada; la pared se resuelve con montantes de chapa doblada con sección en "C", que apoyan en soleras superior e inferior, de sección "U". Fig. 1

Al ser paredes portantes, deben soportar y transmitir las cargas horizontales originadas por el viento y el sismo, las cargas verticales del entrepiso, techo y sobrecargas adicionales.

El concepto de panel estructural, hace referencia a la etiología de la palabra panel que sugiere pequeñas porciones cuadradas o rectangulares definidas por elementos verticales u horizontales. El panel estructural se refiere a la trama entre montantes, soleras, travesaños y diagonales, cubierto por una placa de cierre.

El panel debe descargar directamente sobre las fundaciones, sobre otros paneles estructurales o sobre una viga principal. Las vigas de entrepiso, cabriadas de techo y arriostramientos también deben estar alineados con los montantes.

Los montantes, transfieren las cargas verticales por contacto directo a través de sus almas, ya que sus secciones coinciden de un nivel a otro, dando así origen al concepto de estructura alineada. (Sarmanho Freitas y Mordes de Castro, 2007)

Existen diferentes formatos de cabriadas materializadas con perfiles PGC (tijera, estándar, con altillo, etc.), la unión entre ellos es alma con alma y mediante tornillos hexagonales autoperforantes. En algunos encuentros entre el cordón inferior y superior, para permitir el atornillado de las almas, se cortan las alas y pestañas de los perfiles. Fig.2

En el apoyo de la cabriada con el montante, donde se produce la transmisión de los esfuerzos, se coloca un rigidizador de alma formado por un recorte de perfil PGC, dispuesto en vertical y unido su alma con el alma del cordón inferior y solera superior, cuya función es evitar la abolladura del alma de los perfiles del cordón superior e inferior, por la concentración de tensiones. Se vincula mediante un perfil "L" atornillado, cuya cantidad depende de las cargas a la que la estructura se encuentra sometida, lo que se obtiene mediante un cálculo. Los montantes en forma aislada, no son capaces de resistir los esfuerzos horizontales, por lo que es necesario proporcionar a la estructura de uniones rígidas o elementos capaces de transferir esos esfuerzos a las fundaciones. (Sarmanho Freitas y Mordes de Castro, 2007)

La estabilización de la estructura por medio del arriostramiento en "X", (Cruz de San Andrés), es el método más utilizado y consiste en utilizar cintas de acero galvanizado, en ambas caras, fijados sobre la superficie exterior del panel. El ángulo que adopta la cinta influye en la capacidad del arriostramiento de resistir las cargas horizontales. Para el mejor desempeño, la inclinación debe estar comprendida preferentemente entre 30° y 60°. (Sarmanho Freitas y Mordes de Castro, 2007)

"La fijación de la diagonal al panel se realiza por medio de una cartela de acero galvanizado, que se atornilla en montantes dobles y el anclaje del panel debe coincidir con éstas a fin de absorber los esfuerzos transmitidos por el arriostramiento". (Sarmanho Freitas y Mordes de Castro, 2007) Fig. 3 y 4

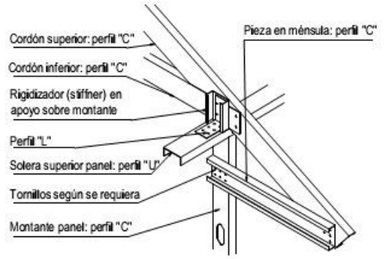


Fig. 1: Detalle de unión de cabriada en el apoyo de pared liviana.

Adaptado de Steel Framing Arquitectura, por Sarmanho Freitas, A., Mordes de Crastro, R. (2007).

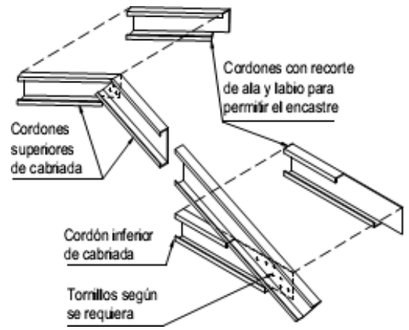


Fig.2: La unión de dos cordones por el alma se deberá recortar el ala y el labio de uno de los perfiles para permitir encastre.

Adaptado de Construcción con Acero Liviano: 6.0 Techos, por ConsulSteel, 2013.

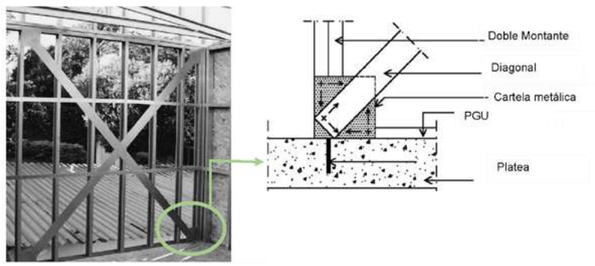


Fig. 3: Panel arriostrado con cruz de San Andrés Sarmanho Freitas, A., Mordes de Crastro, R. (2007). |

Fig. 4: Fijación de las diagonales en los paneles por medio de cartela.

Nota. Adaptado de Steel Framing Arquitectura, por Sarmanho Freitas, A., Mordes de Crastro, R. (2007).

REPORTE DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA EN SECO EN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN - ANÁLISIS

El caso de estudio que a continuación se desarrolla, es el de una vivienda unifamiliar construida en el pedemonte tucumano, en un terreno de gran pendiente.

La construcción de este proyecto, presentó algunas definiciones constructivas por parte de los comitentes, quienes eligieron la construcción en seco, ya que ésta presenta la rapidez de ejecución. Pero manifestaron la preocupación de la resistencia y sostenibilidad estructural de las paredes livianas, por lo que se acordó, resolver para el sostén, una estructura de HºAº y paredes solo como cerramiento.

El entrepiso y el techo se construyeron con troncos de eucaliptus creosotados, reciclados de postes de electricidad. Para la construcción de las paredes, se optó por el sistema de perfilería metálica y para las carpinterías exteriores e interiores, marcos y hojas de madera, de demolición.

Fig. 5: Etapa Inicial. Construcción de la platea, columnas estructurales, soleras y montantes.

Foto de los autores

En la etapa inicial, se construyó una platea de base, sobre ella, se hicieron columnas de de 10 cm x 20 cm, con armadura de 4 barras de 10 mm y estribos de 6 mm, con la función de recibir las cargas del entrepiso y el techo.

El cierre entre las columnas de HºAº, se realizó con el concepto de paredes NO PORTANTES. Para ello, se construyó una estructura de soleras y montantes, de perfiles de chapa galvanizada de 100 mm y de 0,5 mm de espesor. Fig. 6.

Se dispusieron cada 40 cm, vinculados a un cordón de hormigón de 10 cm de altura, como protección a la integridad material de las soleras. Fig.7

Para la realización de los vanos, se dispusieron travesaños, que enmarcaron el antepecho de las ventanas y de los dinteles para el total de las aberturas.

Fig. 6: Estructura de montantes y soleras. Foto de los autores | Fig. 7 Fijación de montantes y soleras a cordón de HºAº. Foto de los autores

Uniones estructurales

Las soleras se fijaron al cordón de hormigón, con tornillos galvanizados y tacos de expansión de 8 mm. Sobre las soleras se atornillaron los montantes con tornillos T1.

Para cerrar los espacios entre las columnas HºAº, se fijaron los montantes en varios puntos a lo largo de la altura, por medio de tornillos galvanizados con tacos de expansión de 8 mm.

Construido el esqueleto, con los vanos para puertas y ventanas, se cerraron los espacios de la estructura metálica con placas cementicias de 10 mm de espesor.

Fig. 8: Estructura a base de soleras inferior y superior, montantes, con una separación de 45cms y cierre con placa cementicia al exterior. Foto de los autores.

Juntas

En el exterior, en la unión de las placas cementicias, se sellaron las juntas con masilla elastómera de alta flexibilidad, recomendada para placas cementicias y en una segunda mano se agregó cinta tramada de fibra de vidrio de 2 pulgadas y enmasillado final. Fig. 9

Fig. 9: Las juntas exteriores se sellaron con masilla de alta flexibilidad.

Foto de los autores.

Para ejecutar las juntas en la unión del cerramiento exterior con la estructura del techo, se cortaron las placas siguiendo el perímetro de los troncos que forman la estructura del techo, se realizó un sellado con siliconas y se finalizó con la aplicación de enduído para exterior y membrana liquida acrílica fibrada, con entonador para dar color.

En el interior del cerramiento se colocó, como aislante térmico, lana de vidrio de 2 pulgadas con lámina de aluminio, como barrera de vapor y placas de yeso cartón de 12 mm de espesor para terminación interior de la pared. El sellado de las juntas, se hizo con tres manos de masilla para placas de yeso cartón. En la primera mano de masilla, se colocó la cinta microperforada de papel, se esperó 24 hs para el secado y se terminó con dos aplicaciones más de masilla.

En los locales húmedos como cocina y baño se colocaron placas de yeso resistente a la humedad (placas verdes). En las uniones de las conexiones de agua y de gas, se realizó el sellado de las placas con silicona y al colocar el revestimiento, un resellado.

En la resolución de los vanos, se reforzaron las jambas con la unión de doble montantes. Fig.10 Y en el exterior, en coincidencia a éstas, se realizaron los encuentros de las placas cementicias.

Fig.10: Antepecho de ventana refuerzo de doble montante.

Foto de los autores

Como se indicó antes, las puertas y ventanas son de madera, tanto el marco como las hojas. En la colocación de las puertas, se fijaron los marcos de madera a los montantes metálicos, por medio de tornillos galvanizados, cabeza hexagonal, rosca madera, de de 8 x 50mm.Se consideró una tolerancia de 5 mm a ambos lados de las jambas y se procedió al sellar las juntas con silicona.

La estructura resistente del techo y el entrepiso se realizó con troncos rollizos de eucalipto. La forma curva y las propiedades de físicas de la madera, como la densidad, el contenido de humedad, la estabilidad formal (encogimiento, retracciones, fisuras y curvaturas) no permitió un cierre estanco en las juntas. Fig. 11 y 12.

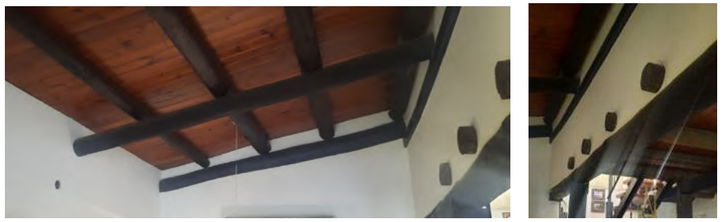


Fig. 11 y 12: Techo y entrepiso con estructura resistente en base a troncos rollizos de eucalipto.

Foto de los autores.

La junta de unión entre la placa interior y la estructura del entrepiso presenta la dificultad de un cierre hermético, permitiendo la presencia un puente térmico entre el exterior con el interior. Fig. 13.

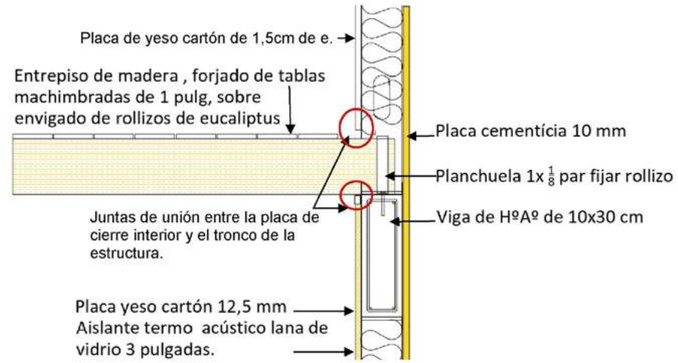


Fig. 13: Detalle constructivo del entrepiso en el que se indica la junta de unión entre la placa de cierre interior y la estructura resistente a base de troncos de eucalipto.

Gráfico de los autores.

CONCLUSIONES

En base al análisis constructivo de la obra, se concluye:

Para que las paredes exteriores tuvieran capacidad portante, hubiera sido necesaria la elección de perfiles de mayor sección y de esta manera no era necesario el esqueleto estructural de HºAº. Se utilizaron montantes y soleras de 0.5 mm de espesor, porque solamente las paredes livianas cumplieron la función de cerramiento.

En relación a las juntas, para evitar la infiltración de viento y agua de lluvia, se podrían haber tomado las siguientes prevenciones:

1. La opción para el material estructural del techo y del entrepiso, tirantes de rollizos, no colaboró en la superficie para dar un sellado óptimo. La forma curva, presentó más dificultades en la unión, ya que hubo que recortar cada placa siguiendo la forma, lo que se tradujo en más horas de mano de obra, encareciendo el trabajo.
2. En relación al encuentro entre la solera y el cordón de HºAº, se podría haber mejorado el mismo, agregando una junta elástica para optimizar su cierre. Con el mismo criterio, hubiera sido conveniente aplicarlo en las

juntas entre columna de HºAº y montantes.

3. La incorporación de una barrera hidrófoba mejoraría el confort interior. Constructivamente, si esta misma barrera, hubiera cubierto las juntas entre jambas, dintel, antepecho y marcos, se hubiera optimizado la eficiencia de hermeticidad de la junta entre cerramiento y carpintería.

Las paredes exteriores, cuentan con diversos elementos de base o subsistemas, en su conformación, necesitan elementos de apoyo como el cimiento, y pueden incorporar vanos - con dinteles, antepechos, alfeizar, umbrales- carpinterías (incluyen los marcos, las hojas y los herrajes), protección de carpinterías, etc. Cada una de estas sub-partes debe ser estudiada en sus vínculos, juntas y uniones para garantizar la eficacia del comportamiento para la que fue diseñada.

Por último, cabe destacar que, en el campo de la ejecución de obras, la importancia de un análisis global e integrador (estructura/aislaciones/materiales de cierre) permite minimizar los riesgos de patologías constructivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Bernard, P. (1982). La construcción por componentes compatibles. Editores Asociados.

· Blachere, G. (1987). Tecnología de la construcción industrializada. G. Gili.

· Cieri, J. (2020). Auge de la arquitectura modular y la construcción en seco: porque crecen en la pandemia y como aprovechar la tendencia.

· ConsulSteel (2013) Construcción con acero liviano:6.0. Techos.

· Chemillier, P. (1980). *Industrialización de la construcción.* Editores Asociados.

· Fajre N; Doz Costa, M., Elsinger, E., Pacheco, J., Holgado, P. (2015) *Cerramiento vertical exterior con tecnología en seco en el Noa. Construcción y sustentabilidad*. Ponencia presentada en las Primeras Jornadas de Investigación. Agosto, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, U.N.T.

· Fajre, N., Doz Costa, M., Elsinger, E., Pacheco, J. (2018) *Juntas, uniones y vínculos en los cerramientos verticales interiores, construidos con tecnología en seco.* Ponencia presentada en el X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura. Tecnología y Políticas Publicas. La Plata, 29, 30 y 31 de agosto, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP.

· La Nota Económica (2021). Construcción en seco, una alternativa viable, atractiva y sostenible. Disponible enhttps://lanotaeconomica.com.co/movidas- empresarial/construccion- en-seco-una-alternativa-viable-atractiva-y-sostenible/

· Mac Donnell, H. y Mac Donnell, H. P. (1999). *Manual de la Construcción Industrilizada.*Revista Vivienda.

· Monjo Carrió, J. (2005): *La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización.* Informes de la Construcción. vol.57, Nº 499- 500,

· Ruiz Larrea, C., Prieto, E., Gómez, A. (2008). Arquitectura, Industria y Sostenibilidad. Informes de la Construcción. vol.60, nº 512.

· Sarmanho Freitas, A., Mordes de Crasto, R. (2007) *Steel Framing. Arquitectura.* Ed: Instituto Latinoamericano del acero. https://m1db.files.wordpress.com

PROCESOS PROYECTUALES EN CLAVE MULTIDISCIPLINAR DESDE UN PENSAR TÉCNICO
CASO: CASA ÁUREA

PROJECTUAL PROCESSES IN A MULTIDISCIPLINARY KEY FROM A TECHNICAL THINKING.
CASE: GOLDEN HOUSE

María Graciela Imbach
María Soledad Fritz
Florencia A. Cernigoi
Sandra F. Kernot
Nestor M. Lenarduzzi
Paula Andrea Ricardi
María Victoria Vuizot

Matemática, Sistemas Estructurales I
Fritz
Taller de Proyecto Arquitectónico II
Cabrera

FADU — UNL, Santa Fe, Argentina

—
graciela.imbach@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo, que se enmarca dentro del proyecto de investigación CAI+D2020 “Procesos proyectuales en la producción arquitectónica reciente en América Latina, en clave multidisciplinar desde un pensar técnico”, se presentará el caso de estudio de la casa áurea (Asunción-Paraguay) de los Arq. Javier Corvalan y José Cubilla donde se analizan las relaciones entre las resultantes formales y los sistemas estructurales y matéricos proyectados con innovadores sustentos geométricos desde un pensar técnico explorando la relación entre proyecto, sistemas estructurales, geometría, materia y organización arquitectónica como síntesis. La metodología será de enfoque cualitativo y se utilizará el estudio de casos como técnica de investigación.
Como parte de la reflexión se expone que, con el estudio de casos que visibilizan abordajes no lineales y multidisciplinares donde se considera tanto los procesos como los resultados concretos, se propicia la construcción de herramientas proyectuales con sólidas bases teóricas.

PALABRAS CLAVES: proyecto—sistemas estructurales—matemática

ABSTRACT

This article describes part of the CAI+D2020 research project "Design processes in recent architectural production in Latin America, in a multidisciplinary key from a technical point of view" and studies the golden house (Asunción-Paraguay) of Arq. Javier Corvalan and José Cubilla, where the relations between the formal results and the structural and material systems with innovative geometric supports are analyzed from a technical thinking exploring the links between project, structural systems, geometry, matter and architectural organization as a synthesis. The methodology will be of qualitative approach and the case study will be used as a research technique.
As conclusion, the study of cases with visible non-linear and multidisciplinary approaches where design processes and concrete results are considered, it favors the construction of project tools with solid theoretical bases.

KEY WORDS:project—structural systems—mathematics

INTRODUCCIÓN

El estudio de las estructuras resistentes, materialidad, estrategias proyectuales y técnicas adoptadas en relación con la definición del espacio conforman los ejes del proyecto de investigación CAI+D2020 "Procesos proyectuales en la producción arquitectónica reciente en América Latina, en clave multidisciplinar desde un pensar técnico". Se busca por una parte comprender los procesos proyectuales y la forma en que la articulación entre la arquitectura y los sistemas estructurales se hace presente en proyectos y obras de arquitectura; y por otra, aportar a un pensamiento complejo, recursos disciplinares desde las matemáticas.

Se podría afirmar desde una visión estructuralista (relación de partes con un todo, siendo este, más que la suma de las partes), que la interdependencia de los elementos arquitectónicos que componen y definen el espacio se constituyen en un manifiesto orden arquitectónico, donde se evidencia el equilibrio y reposo de las distintas partes y sus relaciones. Se trata entonces, de un proceso complejo en el que intervienen múltiples variables, en su ideación y desarrollo siempre se han utilizado herramientas de la Matemática y particularmente de la Geometría: orden, proporción, sistemas de coordenadas, simetrías, configuraciones espaciales. "La Geometría es una rama fundamental de la Matemática cuyo objetivo primordial es el conocimiento y la creatividad en el espacio tridimensional. Es, a la vez, un instrumento capaz de dar formas geométricas, dar métodos de diseño y representación, aportar medidas y proporciones y suministrar transformaciones con las que establecer simetría, modularidad o repetición, etc". (Alsina, 2005). En la actualidad, las posibilidades y la disponibilidad de múltiples herramientas para el estudio de la Geometría, ha revivido la valoración de la misma como elemento de generación, ordenamiento y construcción del espacio y la forma.

La forma se percibe como resultado de un pensamiento dinámico y crítico, y no como acciones superfluas sin sustento reflexivo, resultando una expresión de las exigencias del proyecto, de su significado, de sus valoraciones estructurales y matemáticas, y de su formulación técnica.

Proyectar es construir, señala Piñon (2007) y agrega: "la construcción espacial de un edificio debe incorporar, como condición de posibilidad, la construcción material del mismo". En este sentido, pensar en términos técnicos, implica establecer un compromiso con la materia, en palabras del Arq. Justo Solsona: "...yo ubico a la arquitectura dentro de la esfera de la técnica, que es su camino hacia la forma; y partiendo de la funcionalidad la geometría es la herramienta que permite llegar a la creatividad." (Acuña, 2007)

Y esta técnica, técnica de pensamiento puesta en evidencia como matriz constructiva del proyecto, adquiere relevancia también como la adquisición de recursos y saberes al servicio de la creación del proyecto arquitectónico. Saberes que se incorporan cuando se realiza un abordaje reflexivo de los contenidos en las disciplinas más duras en la formación de un Arquitecto, como Matemática y Sistemas Estructurales, y van construyendo técnicas de pensamiento que desde un pensar técnico señalan, constituyen y forjan el acto de proyectar y sostienen de una manera racional la construcción del proyecto.

La noción de multidisciplinariedad se concibe como la búsqueda del conocimiento, interés o desarrollo de habilidades en múltiples disciplinas, noción que adquiere un gran valor en el terreno del conocimiento y la investigación cuando se logran conectar los saberes y valores de diferentes campos convirtiéndose con ello en un elemento clave para la creatividad y la innovación, así como un requisito para la interdisciplinariedad. En esta idea de trabajo interdisciplinario se inscribe este trabajo, que busca articular los límites del saber de quienes participan, así como el respeto a sus campos de conocimiento mediante la apertura a la cooperación y coordinación de los saberes propios, con los saberes y conocimientos del resto del equipo interviniente.

METODOLOGÍA

La metodología es de enfoque cualitativo y se utiliza el estudio de casos como técnica de investigación. El estudio de casos permite comprender las lógicas subyacentes en la generación del proyecto y los sustentos teóricos que lo determinan.

Dentro del proyecto de investigación, los proyectos y obras que son seleccionados como estudio de casos, surgen en base a un conjunto de categorías que permiten comprender y conocer los procesos de diseño implícitos y los criterios operantes en los procesos de ejecución. Los casos seleccionados para su estudio deben estar comprendidos en la arquitectura proyectada y/o construida en las últimas dos décadas, en América Latina.

En este trabajo se presenta el caso de estudio de la casa áurea (Asunción-Paraguay) de los Arq. Javier Corvalan y José Cubilla donde se analizan las relaciones entre las resultantes formales y los sistemas estructurales y matéricos proyectados con innovadores sustentos geométricos desde un pensar técnico explorando la relación entre proyecto, sistemas estructurales, geometría, materia y organización arquitectónica como síntesis.

Para el análisis geométrico se utiliza el software Geogebra, software gratuito de matemática que ofrece la posibilidad de asociar objetos geométricos y algebraicos para resolver problemas complejos, relacionando ambas áreas de conocimiento.

DESARROLLO

Obra: Casa áurea.
Ubicación: Barrio Mburicao. Asunción. Paraguay. Año del proyecto: 2002.
Año de ejecución: 2012. Superficie construida: 580 m2.
Arquitectos: Arq. Javier Corvalan y Arq. Jose Cubilla. Ingeniero estructural: Ing. Carlos Escobar.
Colaboradores: Dahiana Núñez. María Paz Gill. Paulina Aguilar. Celeste Sakoda.

El nombre de la casa refiere al orden geométrico con el cual la casa fue articulada a pedido del cliente. Son varias ideas que se funden en este proyecto, la relación con el agua y la estructura portante/espacial, aunque se subordinan a la geometría de proporciones áureas no dejan de ser menos importantes. La casa se implanta en un terreno con cierto desnivel y mucha agua, en un área urbana donde a la vez es cuenca de un arroyo caudaloso y muy característico de la ciudad de Asunción, el arroyo Mburicao. (Laboratorio de Arquitectura, 2019)

Asumiendo su origen y potencial con el agua, el proyecto plantea una gran cubierta de sección en embudo que trabaja como impluvium que descarga por la columna central cilíndrica y deriva el sistema pluvial a un sumidero que funciona como laguna de retención en el jardín. La cubierta plantea un voladizo de 12m hacia esta área definiendo así los espacios comunes y expansión equilibrada o contrapesada por el programa de dormitorios en el lado opuesto. (Laboratorio de Arquitectura, 2019)

Fig. 1: Foto de la Casa áurea

Fuente: Archivo Digital Arquitectura Panamericana (2014)

Con el análisis del caso propuesto se busca comprender o inferir el pensamiento técnico presente en el proceso proyectual de los Arquitectos, manifiesto en un resultado concreto donde se pueden abordar las partes y sus interrelaciones que acerquen a los criterios y conceptos que sostienen las decisiones creativas.
"El lugar, te da una retórica de precisión a la que te agarras como un clavo ardiendo. Un lugar te da muchísimos datos sobre un proyecto, pero conforme vas avanzando en tu trabajo hay otras ideas que lo van definiendo." Enric Miralles (Barba y otros,1999)
Tal como lo expresa el Arq. Javier Corvalán y el Arq. Jose Cubilla, sumado a la geometría solicitada por el cliente, las características del lugar y su relación con el agua fueron potenciadas con el proyecto. Abordar el resultado arquitectónico permite comprender qué otras ideas lo fueron definiendo, cuáles son las herramientas que sostienen conceptual y físicamente la obra y cuál es la interrelación entre ellas.
El espacio de la vivienda se inscribe debajo de la gran cubierta con forma de espiral áurea que descansa en un único apoyo ubicado en el "punto áureo" de la geometría (el punto áureo **es el punto fuerte desde el que parte la espiral:** este punto suele marcar dónde se puede centrar la atención en una pintura, fotografía o diseño). Este gran soporte, de forma cilíndrica, además de ser soporte estructural es soporte geométrico, es el centro que estructura toda la organización concéntrica que se observa en la planimetría. La estructura concéntrica define las distintas espacialidades abriéndose al exterior de acuerdo al programa y permitiendo que cada espacio tenga una visual y una orientación distinta dentro de los 360°. El tipo de estructura definido permite una planta baja libre, aprovechada para el ingreso a la vivienda y para cocheras.
El ingreso a la planta alta, donde se desarrolla la vivienda, al igual que su circulación interna, se da de manera centrífuga a través de una gran rampa que acompaña el exterior del cilindro, la escalera espiralada dentro del tubo principal y una escalera lineal para acceder desde el arroyo.
La planta baja se compone de un basamento sólido con forma de corona circular que contiene los servicios (estudio, dormitorio de servicio, quincho, etc), mientras que en planta alta se desarrollan las funciones sociales e íntimas propias de la vivienda. En el resultado se puede inferir que las demandas de cada tipo de espacio - dimensiones, iluminación/ventilación, visuales, privacidad - están resueltas con diferentes recursos que potencian las ventajas de la geometría dominante.
El sector de dormitorios está orientado hacia el frente del lote, con orientación sur. En este sector, los muros exteriores curvos se presentan ciegos con una raja de luz inferior, permitiendo mayor privacidad y protección del frío y las lluvias. El recurso de modificar los radios de los arcos circulares acompañando las dimensiones que va tomando la espiral áurea de la cubierta, configurando una especie de escamas, permite generar aperturas hacia orientaciones convenientes para el aprovechar el asoleamiento y visuales para cada uno de los locales.
El ritmo dinámico de crecimiento de la espiral va definiendo las dimensiones de los radios de los arcos que delimitan los diferentes locales. Donde la cubierta alcanza su voladizo máximo de 12m se plantea el sector social de la vivienda, los espacios comunes y los semicubiertos.
En el área social, los muros ciegos desaparecen. El estar comedor se abre directamente hacia el exterior. El cerramiento vidriado protegido bajo el gran voladizo de la cubierta libre de apoyos permite una clara conexión con el jardín. La forma potencia la tensión visual, la punta de la espiral parece señalar el punto áureo de la espiral que se replica en la morfología de la laguna.

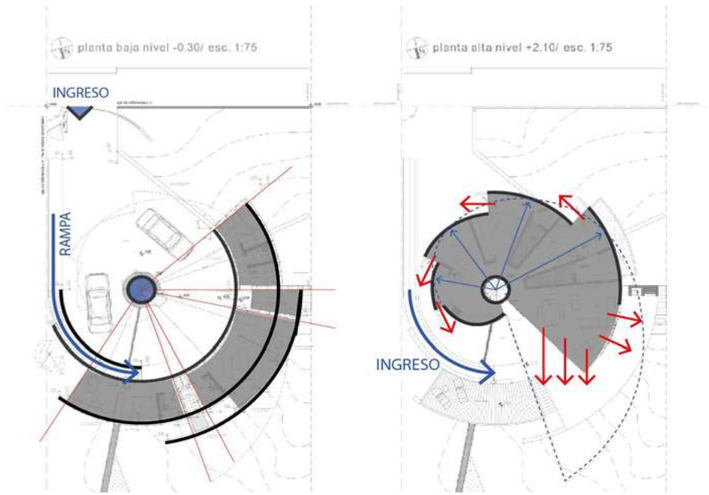


Fig. 2: Planos de la casa Áurea

Fuente: Elaboración propia - Archivo Digital Arquitectura Panamericana (2014)

Materialidad. Estructura. Solicitaciones. Forma.

En el resultado formal se puede dilucidar un entendimiento del comportamiento estructural, que es utilizado como recurso de diseño. La estructura se presenta como una herramienta propositiva antes que resolutiva. El conocimiento de la lógica de la transmisión de cargas en un voladizo y los esfuerzos que se generan permite proyectar una óptima distribución del material en la estructura de la cubierta de hormigón armado. Esta forma acompaña a la definición de la espacialidad de los ambientes con aperturas visuales y el aprovechamiento de la luz natural. El diseño de la sección de la cubierta, además, contempla la solución técnica del desagüe pluvial, funcionando como embudo que recolecta el agua de lluvia y la descarga en la columna central cilíndrica de hormigón armado derivándola a la laguna de retención en el jardín.
La gran columna central que soporta la cubierta es otro elemento protagónico en la composición formal y en la estructura de la organización espacial. Su diseño tiene también sustentación en criterios estructurales. El conocimiento de las propiedades de la geometría de una sección permite optimizar el comportamiento frente a las solicitaciones generadas por las cargas.
El momento de inercia es directamente proporcional al área de la sección y a los cuadrados de las distancias a que se va colocando el material con respecto al eje considerado. De esta manera, la distancia aumenta en mayor medida el valor del momento de inercia. Se puede decir entonces que el ingenio en el diseño pasa a tener mayor relevancia que el aumento desmesurado de material para el incremento de la rigidez y el módulo resistente a la flexión de un elemento estructural. El diseño de esta columna central de sección circular hueca le otorga las características estructurales necesarias para soportar los esfuerzos atendiendo también a los demás requerimientos arquitectónicos.

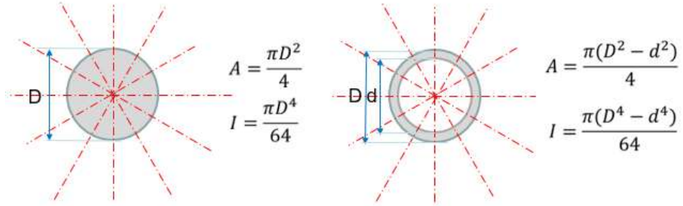


Fig. 3: Momento de inercia de sección circular maciza y tubular Fuente: Elaboración propia.

Este pensamiento integrador en la toma de decisiones que se viene infiriendo a partir del análisis de la obra, también se ve plasmado en un croquis de los arquitectos de la etapa proyectual, en el cual se evidencia el abordaje conjunto de la estructura espacial y funcional con la estructura como soporte físico y las soluciones técnicas constructivas.
El croquis muestra un esquema de la sección del elemento estructural principal definido a partir de diferentes premisas proyectuales. En el mismo se

evidencia que la decisión de suspender el bloque de dormitorios desde la cubierta surge de la intención de equilibrar el momento flector que produce el gran voladizo.

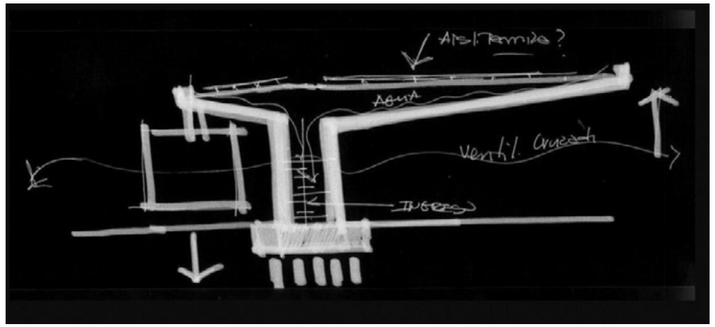


Fig. 4: Croquis proyectual. Fuente: Arquitectos del Paraguay (2012)

Proporción áurea

La Sección Áurea fue designada “Fi” en honor a Fidias (S V AC) escultor y arquitecto griego. Los pitagóricos que utilizaban la estrella pentagonal como símbolo de su Escuela hallaron allí el Número Áureo $\left(\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$. Es un número irracional que describe la relación entre el lado de un pentágono y su diagonal. Euclides (S III AC) definió el Número Áureo como una proporción: la relación del todo con el segmento mayor es la misma que la relación del segmento mayor con el segmento menor.

Espiral áurea que estructura la cubierta

Se identifica la primera parte del arco de la espiral áurea que estructura la cubierta, para realizar el cuadrado base. A continuación, se marca un punto exterior formando un segmento en razón áurea con el lado del cuadrado. Una vez obtenido el rectángulo áureo se sigue el proceso de subdivisión en cuadrados para marcar los arcos de la espiral en cada uno de ellos.

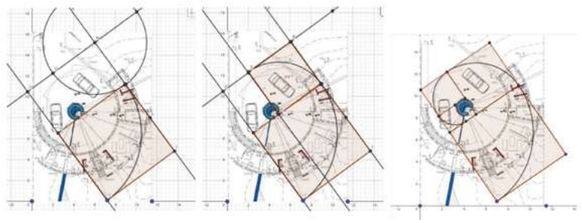


Fig. 5: Generación de la espiral áurea que modeliza la cubierta de la casa Áurea Fuente: Elaboración propia.

Proporción áurea en la fachada

La proporción áurea también se puede observar en la fachada, a partir de la identificación de dos rectángulos áureos contiguos. La unión de dos rectángulos áureos como se dispone en el análisis forma un rectángulo de proporción 1+√5 , esto significa que el cociente entre su lado mayor y su lado menor da como resultado dicho número.

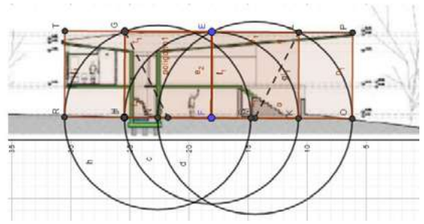


Fig. 6: Rectángulos áureos que generan un rectángulo en proporción 1+ √5 en la fachada de la casa áurea Fuente: Elaboración propia.

Arcos de circunferencia que definen la espacialidad

La definición de los espacios interiores se estructura de manera concéntrica a partir del soporte cilíndrico circular de la cubierta ubicado en el punto áureo. Los muros se plantean como arcos de circunferencia de diferentes radios acompañando las dimensiones que va tomando la espiral áurea que contiene los locales.

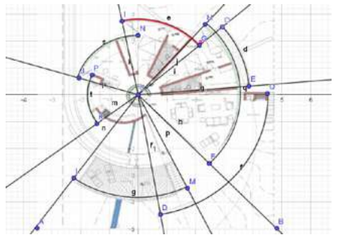


Fig. 7: Arcos de circunferencia en planta alta de la casa áurea Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El estudio de casos con un enfoque multidisciplinar permite indagar en las relaciones de las manifestaciones formales y las herramientas proyectuales subyacentes. Cuando se realiza un abordaje reflexivo de los contenidos en las disciplinas más duras en la formación de un arquitecto, se van construyendo técnicas de pensamiento que utilizan recursos y saberes que se ponen al servicio de la creación del proyecto arquitectónico.

En el caso particular de la casa Áurea, la transversalidad de los ejes de Matemática, Estructura y Arquitectura se ven reflejados en los criterios que sustentan las decisiones en las distintas etapas del proceso de diseño, desde los croquis preliminares, el desarrollo de la propuesta, la construcción matérica hasta el resultado final.

Este trabajo nos permite estudiar el proceso proyectual de los arquitectos, entendiéndolo como la transmisión de una herencia de la experiencia arquitectónica. Consideramos que la tarea de proyectar conlleva necesariamente la reflexión teórica como parte del quehacer arquitectónico. Con este tipo de abordaje se busca contribuir a la construcción de un bagaje conceptual y de herramientas proyectuales con el cual enfrentar el proceso de diseño.

Y es que hay un paralelismo misterioso entre poesía y arquitectura. La arquitectura en definitiva no es más que la conjunción de unos materiales con el número. Levantar con esos materiales, con unas dimensiones, unas medidas, unos números precisos, unos espacios que, debido a las proporciones establecidas a través de esos números, son capaces de conmover al hombre.

Campo Baeza (2010)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Acuña, V. (2007). *Justo.J. Solsona. Hacer y decir.* Buenos Aires: Ediciones Infinito.

· Alsina, C. (2005). *Los secretos geométricos en diseño y arquitectura*. Módulo 3. Curso Interuniversitario “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas”. Disponible en: https://imarrero.webs.ull.es/sctm05/modulo3lp/3/calsina.pdf

· Archivo Digital Arquitectura Panamericana (2014), sitio web. Disponible en: https://arquitecturapanamericana.com/casa-aurea/

· Arquitectos del paraguay (2012), sitio web. Disponible en: https://arquitectos.com.py/2012/11/vivienda-aurea-estudio-cubilla-corvalan/

· Barba, J. J.; Papadopoulos, S. y Stergiou, L. (1999). Cronotopías. Eric Miralles. Metalocus-03. Disponible en: https://www.metalocus.es/es/noticias/eric-miralles-cronotopias

· Campos Baeza, A.(2010) *La estructura de la estructura*, Buenos Aires, Nobuko.

· Laboratorio de Arquitectura (2019). Laboratorio de Arquitectura, sitio web. Disponible en: https://www.laboratoriodearquitectura.com.py

· OVACEN. (2015). *Proporción áurea: qué es y cómo encontrarla*. sitio web. Disponible en: https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/

· Piñon, H. (2007). *Proyectar es construir. Observación elemental sobre el construir.* (J. Sarquis, Ed.) SCA Revista de Arquitectura (225), 86-91.

DESARROLLO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON MADERAS CORRENTINAS DE BOSQUES IMPLANTADOS PARA EDIFICIOS EFICIENTES ENERGÉTICAMENTE DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

DEVELOPMENT OF A PREFABRICATED CONSTRUCTION SYSTEM WITH WOODS IMPLANTED FOREST FOR ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS OF SINGLE- FAMILY DWELLINGS.

Guillermo José Jacobo
José Luís Mancuso
María de los Ángeles Lourdes Aguirre Correa

Construcciones II-B
Estructuras II/III

FAU — UNNE, Resistencia, Argentina

—
gjjacobo@arq.unne.edu.ar

RESUMEN

En el mes de Junio del año 2020 fuimos convocados por la Empresa "*ISE S.R.L.*" para desarrollar el *sistema constructivo prefabricado, "ISE"*, para la ejecución de viviendas unifamiliares (de uno a tres dormitorios) a implantar en lotes urbanos y periurbano, que debían cumplimentar los objetivos: adecuada resistencia térmica perimetral respetando las normas IRAM vigentes (bajo consumo energético), rapidez de ejecución (tres meses), uso masivo de maderas de bosques implantados (Provincia de Corrientes), mano de obra local, mínimo consumo de materiales industriales foráneos (ej.: cemento): respeto del ambiente, costo competitivo con la tecnología constructiva tradicional. Se desarrollo la documentación técnica para todos los prototipos con alternativas de crecimiento temporal según necesidades familiares. Se construyo un prototipo en escala real para ajustar el proceso de prefabricación en taller, optimizar el transporte y el ensamblaje In-Situ, según conceptos académicos de las cátedras CONSTRUCCIONES II-B y ESTRUCTURAS II (Matutina) de la FAU-UNNE. Actualmente en proceso de comercialización en el campo inmobiliario privado.

PALABRAS CLAVES: ambiente – construcción – industrialización – prefabricación

ABSTRACT

In the year 2020 the company ISE SRL was called upon to develop the prefabricated construction system "ISE", for the construction of single-family dwellings (from one to four bedrooms) to be implemented in urban and peri-urban lots, which had to meet the objectives: adequate perimeter thermal resistance respecting the IRAM standards in force (low energy consumption), speed Execution (three months), massive use of wood from forests planted in Corrientes, local labour force, minimum consumption of foreign industrial materials (e. g. cement): respect for the environment, competitive cost with traditional construction technology. Technical documentation was developed for all prototypes with temporary growth alternatives according to family needs. A full-scale prototype was built to adjust the prefabrication process in the workshop, optimize transport and in-situ assembly, according to academic concepts of the chairs CONSTRUCTIONS II-B and STRUCTURES II (FAU-UNNE). Currently in the process of commercialization in the private real estate field.

KEY WORDS: environment – construction – industrialization – prefabrication

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo *EXPONER UNA EXPERIENCIA COLABORATIVA* desarrollado en el año 2020 entre emprendedores privados y la academia, esta última representada por las asignaturas de grado de cuarto año de la FAU-UNNE: *ESTRUCTURAS II y CONSTRUCCIONES II-B (Matutina)*, donde se ejecutan proyectos de investigación acreditados de tecnología aplicada y los resultados se vuelcan en contenidos académicos. Los conceptos académicos teóricos, que son dictados en las clases de las asignaturas citadas de la Carrera de Arquitectura, se materializaron con el *desarrollo tecnológico-constructivo* de un *sistema constructivo prefabricado* para el mercado comercial privado de la Provincia de Corrientes de Argentina (con posibilidad de exportarlo posteriormente a las provincias vecinas). El objetivo de esta experiencia realizada fue la de *concretar objetos arquitectónicos respetuosos de ambiente que propendan al bajo consumo energético durante las diferentes etapas de su ciclo de vida* (JACOBO, G., 2000-22). También, *mitigar el crónico déficit habitacional provincial*, con una oferta técnico-comercial comparativamente beneficiosa en relación a las construcciones tradicionales, y además, que se adapte a diferentes situaciones económica-familiares dentro del nivel socioeconómico de la *clase media normal y la media baja*, los que no pueden acceder a *soluciones habitacionales estatales* (de lenta ejecución, alta demanda social y costos que no se corresponden con una calidad constructiva adecuada según el *arte del buen construir*)

METODOLOGÍA

Los propietarios de la Empresa "*INGENIERÍA Y SERVICIOS ELÉCTRICOS S.R.L.*" (ISE, 2021) consultaron en INTERNET sobre publicaciones de trabajos de investigación ejecutados en temas relacionados con la *eficiencia energética y respeto ambiental aplicados en la edificación arquitectónica*. Así pudieron contactarnos, con el objetivo de analizar conjuntamente la posibilidad de expandir sus actividades empresariales dentro del campo de la construcción edilicia con una *oferta tecnico-comercial* aplicable localmente en la *Provincia de Corrientes*, bajo la condición de que el resultado sea *una alternativa tecnológico-constructiva válida ante los altos costos existentes en el campo privado de la construcción y la lentitud de la concreción de soluciones habitacionales de interés social para el nivel socioeconómico: medio-normal y medio- bajo*, además de incorporar en la materialización los conceptos de *eficiencia energética y respeto al ambiente* (JACOBO, G., 2016-22). Los responsables de la *empresa ISE* observaron también que, en algunas ciudades capitales del NEA se verifica actualmente un crecimiento importante de *conjuntos habitacionales privados*, que debían ser considerados como potenciales demandantes, pero ofertando un producto comercial con ventajas comparativa beneficiosas: rapidez de ejecución, precios accesibles, bajo consumo energético y calidad constructiva. Se acordó el *uso masivo de recursos locales* (materiales y mano de obra), la puesta en servicio del objeto arquitectónico ejecutado debía comprender un *período de tiempo corto* con relación a la construcción tradicional en el NEA y la *flexibilidad tecnológica* ante cambios en los usos por parte de los usuarios, como así también, adaptación funcional a sus *modificaciones temporales según la evolución del núcleo familiar inicial*.

Por lo expuesto, se plantearon los siguientes criterios de diseño arquitectónico y tecnológico- constructivos para el sistema constructivo que debía contemplar los conceptos de prefabricación e industrialziación (JACOBO, G., 2016-22):

· *PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO BASE FLEXIBLE de ampliación desde un dormitorio a tres dormitorios, con espacio para cochera y adaptables a diferentes tamaños de lotes urbanos y periurbanos. El sistema constructivo también se puede aplicar a otros usos arquitectónicos: oficina administrativa, depósito, taller, comercio, centro de salud, etc.* (Figura 1)

· *USO DE MADERAS DE BOSQUES IMPLANTADOS en el territorio de la Provincia de Corrientes, pues antes de los incendios forestales del verano 2021-2022, contaba con la mayor superficie nacional de bosques implantados de Argentina* (SPIVAK, A., 2021). *La madera como materializadora de toda la obra gruesa por medio de diferentes elementos constructivos prefabricados, tipo "marcos rígidos"* (JACOBO, G., MANCUSO, J., 1999-2022), *como solución estructural-constructiva*. (Figura 4, página 5). *La madera es un material reciclable, biodegradable y de producción continua natural sustentable* (VAZQUEZ, J., 2022).

· *USO DE MANO DE OBRA LOCAL del campo de la construcción tradicional, pero previamente capacitada para la producción en taller de los elementos prefabricados del sistema constructivo y luego el montaje en obra de los elementos constructivos prefabricados. Sentido social no generar desocupación local y dependencia de mano de obra foránea.*

Se acordó también que el desarrollo de la documentación técnica sea ejecutado con una continua ASESORÍA COMERCIAL (representantes de cadenas nacionales expendedoras de materiales de construcción) *y TECNOLÓGICA ESPECIALIZADA* (charla técnica con el *Ing. Ciro Andrés MASTRANDREA, de la Estación Experimental Agropecuaria Concordia del INTA*, Entre Ríos), quien desarrolló y ejecutó prototipos de viviendas prefabricadas con madera de Eucaliptus). Por último, los empresarios aceptaron la exigencia que la propuesta técnica teórica sea validada, en cuanto su factibilidad y ajuste constructivo, con la ejecución de un *prototipo arquitectónico base* del sistema constructivo prefabricado, a ESCALA REAL (1:1), para analizar el proceso de *fabricación, montaje y ejecución final*, como así también, su *comportamiento en servicio* (uso y clima).

Fig. 1: Prototipo Arquitectónico Base: un dormitorio ampliable a dos (izq.) Alternativas según tamaños de lotes (der.). Fuente: JACOBO, G., MANCUSO, J., 2021.

DESARROLLO

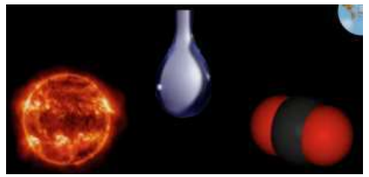
El *sistema constructivo prefabricado ISE* se conforma en *un 60% con madera*, que es uno de los productos naturales que requiere *UN BAJO CONSUMO ENERGÉTICO* para su elaboración industrial como elemento constructivo prefabricado, en comparación con los otros materiales de construcción industriales tradicionales (Tabla 1, página 3). La producción masiva de madera en los bosques implantados, se basa en la *fórmula de la vida: fotosíntesis* (VAZQUEZ, J. M., 2021), que *genera cero emisiones de gases de efecto invernadero* (GEIs), (Figura 2, izq., página 3), que la califica como uno de los mejores materiales para *descarbonizar la tecnología de la construcción en la etapa inicial del ciclo de vida: PRODUCCIÓN DEL MISMO* (herramienta fundamental para la eficiencia energética de la edificación), pues es un sumidero natural del CO_2 atmosférico.

Construir con madera permite una reducción inicial de un 26% a un 31% de GEIs con respecto al concreto o al acero: *tecnología de carbono negativo*: con 1.000,00 m3 de madera utilizada se pueden almacenar de 765 toneladas equivalentes de CO_2 emitidos (Figura 2, der.).

Material de construcción	IM-No Biológico tn/tn	IM-Biológico tn/tn	IM-Agua tn/tn	IM-Aire tn/tn	IM-Energia kWh/tn
Acero	7,0	0,0	45,0	1,3	441,0
Aluminio	85,0	0,0	1.400,0	10,0	16.302,0
Cobre	500,0	0,0	260,0	2,0	3.000,0
Madera de Pino	0,9	5,5	10,0	0,1	113,0
PVC	8,0	0,0	118,0	1,0	1.153,0

Fuente: SCHMIDT-BLEEK, Friedrich (1998).

TABLA 1: INTENSIDAD DE CONSUMO DE MATERIAL (IM) para producir una tonelada del material de construcción.
Fuente: SCHMIDT-BLEEK, Friedrich (1998).



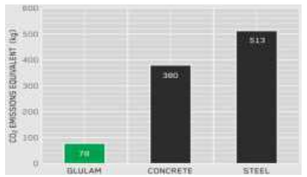


Fig. 2 (izq.): Fotosíntesis: Luz solar + agua + CO_2 = Celulosa + O_2.Fig. 2 (der.): Emisiones de CO_2 de una viga. Fuentes: (Izq.) VAZQUEZ, J. M. (2021). (der.) NORDIC STRUCTURES© (2020).

Según la perspectiva de la *eficiencia energética de la edificación*, la *madera* posee una caracterización térmofísica beneficiosa, pues posee un valor del *coeficiente de conductividad térmica:* λ = 0,04 (Fig. 3), que es similar al de los productos industriales utilizados comúnmente para la aislación térmica. Sin embargo, *No emite GEIs* debido a su producción natural, por el contrario, los secuestra y retiene en su masa. No así en el proceso de elaboración industrial, cuando se hace necesario consumir energía eléctrica, para elaborarlo como producto comercial. Aunque, en cantidades inferiores a los de los otros materiales industriales de construcción (JACOBO, G., 2016-22).

Fig. 3: La conductividad térmica del material define la resistencia térmica de la envolvente constructiva del edificio. Fuente: JACOBO, G., 2016-22.

Además, la madera posee *características mecánicas adecuadas para la transmisión de cargas*, y según un diseño constructivo-estructural puede materializar varios niveles de altura. Se Existen actualmente edificios en altura ejecutados (JACOBO, G., MANCUSO, J., 1999-22). Por su textura, posee *bondades estéticas*, con un *largo tiempo de servicio* (con un uso adecuado).
En síntesis, *es un material multifunción* (estructural-aislante-estético): mantenimiento sencillo, rapidez de ejecución y bajo costo, comparativamente con otras soluciones estructural- constructivas (JACOBO, G., 2016-22). El material de construcción madera se encontraba disponible de manera abundante en la *Provincia de Corrientes: 10 millones de toneladas anuales*, antes de los incendios forestales del verano 2021-22, *cuando se quemaron 50.000 has* (RAZZETTI, N., 2022). La superficie de bosques implantados alcanzaba los 550.000 has., al mes de Septiembre 2021, lo que comprendía el 50% del total nacional de superficies boscosas cultivadas (SPIVAK, A. F., 2021).
Las especies implantadas en el terrirorio correntino son las de *Pinus* (65% de la superficie cultividad): *Elliotti, Taeda y Caribea* y la de *Eucalyptus* (35% de la superficie cultivada): *Saligna y Grandis*. Situación posibilita reducir costos de transporte interno (distancias cortas, en relación a otras regiones de Argentina) con el beneficio ambienta de: *menores emisiones de CO_2 de combustibles fósiles y de generar una cadena interna de valor agregado* con más puestos de trabajo en el sector productivo. El parque industrial maderero correntino comprende cerca de 332 aserraderos que, si se los incluyen a los existentes en las *Provincias de Misiones y de Entre Ríos*, se alcanza a los 1.000 aserraderos (de diferente envergadura) que no llegan a procesar toda la producción maderera anual de Corrientes, lo que implica que es un material desaprovechado como recurso natural (SPIVAK, A. F., 2021). Casi el 60% de la producción maderera se destina la producción de pasta de celulosa. Los subproductos de aserraderos: *virutas y aserrín*, representan el 30% y son comercializados para *combustible de alto horno* o como *abono natural*. Estos son considerados *residuos*, que podría utilizarse como *materia prima* para la producción de *elementos constructivos prefabricados*, como se lo realiza en otros países con grandes superificie de bosques implantados (Europa del Norte, Canadá, Australia, etc.), (JACOBO, G., 2020-22). La *solución tecnológica* del prototipo, se adoptó un *módulo estructural- constructivo* de 300 cm x 280 cm (Figura 4, izq.). Los elementos longitudinales internos con una escuadría de 5 cm x 7,5 cm (2" x 3"). En planta sirve también de *módulo funcional*. Como *arriostre horizontal* de los paneles estructurales (marcos rígidos) se realizan *cruces de San Andrés* internos de alambre trenzado. Una partición interna del módulo base, en submódulos horizontales de 50 cm posibilita una mayor distribución de las cargas superiores, fijación de los elementos de terminación (exterior e interior), (Figura 4, der.). La trama en planta permite ordenar las posiciones de todos los elementos constructivos necesarios, comprendidos por paneles de diferentes dimensiones longitudinales y la generación de vanos para carpinterías interiores y exteriores (Figuras 1 y 4). Las dimensiones adoptadas responden a la necesidad de *manipulación sin herramientas, ni máquinas especiales, durante la fabricación, el montaje en obra*, lo que implica que debido a su bajo peso se necesitan entre dos y cuatro operarios para dichas tareas (JACOBO, G., 2016-22). Los encuentros de los paneles generan un *hueco* que se resuelve *In-Situ*, como elemento *conector vertical*, con una colada manual de *concreto reforzado* (1:3:1), pues en

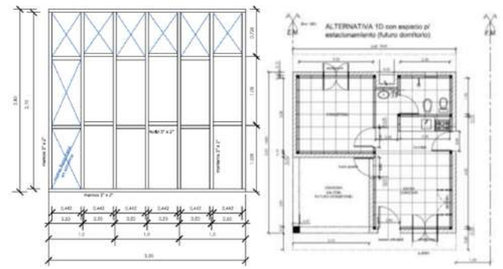


Fig. 4: Paneles prefabricados tipo marcos rigidos estructurales de madera, como módulo constructivo-funcional. Arriostramiento interno horizontal con cruces de San Andres de trenzado de alambres. (izq.). Los ejes de las separaciones interiores de los elementos verticales, responden a la trama interna funcional (der.). Fuente: JACOBO, G., MANCUSO, J., 2021.

su interior se fija una armadura de anclaje vertical, una barra de 8 mm, que se encuentra empotrada en una viga perimetral inferior de H° A°. Los paneles se fijan verticalmente con clavos laterales de 10 cm que sobresalen, sirven de *pelos de anclaje* en los *conectores verticales* (Figura 5).

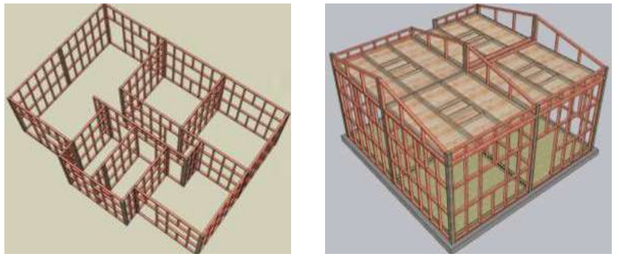


Fig. 5: Axonométricas de distribución de los paneles prefabricados con los conectores verticales ejecutados In-Situ. Fuente: AGUIRRE CORREA, M. A. L., 2021.

Todo el basamento es un contrapiso de H° que sirve para anclar los paneles horizontalmente por medio de tres tirafondos metálicos por panel. Así se fijan los paneles durante el proceso de montaje. La necesidad de *anclaje vertical* es debido el prototipo posee un bajo peso total en comparación con la edificación tradicional de mampuestos. Además, el territorio de la *Provincia de Corrientes* registra una *baja rugosidad superficial ante la acción del viento*, pues casi el 50% de la superficie provincial está cubierta por *espejos de agua* (Esteros del Iberá) y rodeada de Ríos importantes (Paraná y Uruguay), lo que permite que la *velocidad del viento* (desde el Norte y el Sur) alcance valores elevados (70 a 100 km/h) en la cercanía del *nivel de suelo*. Los cielorrasos también son de paneles de madera, tres por módulo funcional, de los cuales el

central tiene refuerzos centrales para poder colgar ventiladores de techo. Se apoyan en los laterales de los paneles inferiores y luego con tirafondos se los fija Figura 5, der.). El sector de la cubierta también se materializa con paneles de madera de similares escuadrías, pero dimensiones variables en altura y pendientes (Figura 5). Se los fijan horizontalmente a los paneles inferiores también con tirafondos y verticalmente a los conectores verticales, también colados In-Situ, que son continuidades de los conectores inferiores (Figura 5). La cubierta se materializa con chapas trapezoidales prepintadas de color blanco (mejora la capacidad aislante) fijadas a correas inclinadas de madera 10 cm x 20 cm (4" x 8"). Todas las instalaciones se ejecutan In-Situ. Las galerías exteriores, las terminaciones interiores y exteriores (verticales y horizontales), como así también, los artefactos de cocina y baño, dependen del gusto y del presupuesto del potencial cliente, a su propia elección, aunque se ofertan tres alternativas, como propuesta comercial inicial básica. Sin embargo, queda la desición final al cliente y se incluye en el proyecto ejecutivo.

En todos los casos, se asegura un ancho de 10 cm a 15 cm en el perímetro exterior para materializar a los mismos, pero incluyendo el material de aislación térmica, el que se procura que no sea un producto industrial propenso a desgranarse en *micropartículas* en los espacios interiores. Se han calculado los valores de *transmitancia térmica* con diferentes soluciones tecnológicas de la envoltura perimetral exterior, obteniendo valores cercanos de K = 0,95 a 1,15 W/m2 °C, (Categoría "B": K = 1,10 W/m2 °C), mejor valor que el de las soluciones habitacionales tipo FONAVI (Categoría "C"): K =1,81, que caracteriza térmicamente a las construcciones masivas ejecutadas en la provincia, que en la realidad varían entre 2,00 y 3,00 W/m2 °C. (Normas IRAM: 11.605 y 11.601). Se ha verificado también los riesgos de condensación (superficial e intersticial) de las diferentes soluciones tecnológicas perimetrales propuestas, con resultados nulos: *sin condensación* (Norma IRAM 11.625). La propuesta arquitectónica base incluye una cubierta con aleros de 40 cm, y como alternativa, con galerías de hasta 3,00 mts de ancho, según interés del cliente. Esta última solución es la más beneficiosa para el clima *"cálido-húmedo II-B"* (IRAM 11.603) predominante en la provincia. Como los prototipos se pueden aparear sobre los ejes medianeros, la propuesta implica la construcción de un muro medianero de ladrillos comunes entre ambos prototipos, para garantizar la privacidad a y evitar la promiscuidad. (Figura 6).

Se determinó un tiempo total de ejecución y entrega llave en mano de tres meses, con la siguiente secuencia de tareas: *fabricación de los paneles, su transporte a obra, replanteo y ejecución del basamento, replanteo de los paneles y montaje (con ejecución simultánea In-Situ de los conectores verticales), montaje de paneles de cielorrasos y cubierta (con su estructura), terminaciones de cerramientos In-Situ (internos y externos, tarea bajo techo), instalaciones In Situ (tarea bajo techo), montaje carpinterías (tarea bajo techo), terminaciones superficiales y y fijaciones de artefacto (tarea bajo techo).* Para la *obra gruesa* se planificó un período de ejecución de seis semanas (incluyendo un tiempo para imponderables). Tanto las instalaciones como las carpinterías dependen de la elección final por parte del Usuario (cliente), quien deberá proponer según presupuesto disponible, aunque se ofertan tres alternativas básicas inciales.

Fig. 6: Imágenes de difentes prototipos con terminaciones y galerías exteriores.

Fuente: AGUIRRE CORREA, L., 2021.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para verificar la propuesta de diseño se construyó un prototipo a escala real (1:1), en la localidad de *San Cosme, Corrientes,* durante el verano 2021-2022, en la propiedad de uno de los gerentes de la empresa ISE, sita a 25 km de la capital y a 10 km del Río Paraná, en una zona de baja rugosidad del suelo ante la acción del viento. Lo ejecutado, 100,00 m2, cuenta de dos sectores, uno que responde al *proyecto del prototipo de la vivienda familiar* (una habitación y un baño completo, Figura 4, página 5) y el otro a *un gran espacio*, para verificar así la versatilidad del sistema constructivo en su aplicación en una temática arquitectónica diferente (quincho de usos múltiples con 9,00 m de luz libre interna). Todos los elementos constructivos en madera fueron producidos en un taller de la empresa, sita en la ciudad de Corrientes, y luego, transportados en dos etapas; primero los *paneles verticales*, segundo los *componentes de la cubierta* (Figura 7). El proceso de transporte no generó inconvenientes viales (se respetó la normativa vial vigente, en cuanto a dimensiones y pesos). Se ejecutó todo el basamento In-Situ en una semana (incluyendo la instalación cloacal), luego se montaron todos los paneles verticales y se ejecutaron In-Situ los conectores verticales, en una semana.

Mientras fraguaban los conectores, se verificaron las dimensiones de obra y se ejecutaron en taller los componentes prefabricados de la cubierta y los cielorrasos, que fueron trasladados a obra en segundo termino, en una semana. Se ejecutó el montaje de todos los elementos de cubierta, en una semana (Figuras 8 y 9). Todas estas tareas permitieron verificar que la obra gruesa se encontraba terminada en dos semanas sin contratiempos ni imponderables

Fig. 7: Producción en taller de los paneles prefabricados (izq.) y transporte al sitio de ejecución (der.).

Fuente: fotos propias de los autores, verano 2021-2022.

Fig. 8: Montaje de los paneles verticales (izq.) sobre el basamento. Los conectores verticales ejecutados In- Situ (der.). Escala humana, Arq. G. J. Jacobo, delante del sector "dormitorio-baño" (der.).

Fuente: fotos propias de los autores, verano 2021-2022.

Fig. 9: Montaje de los paneles verticales sobre el basamento (izq.). Montaje de la cubierta (der.). Ejecución con tres operarios, sin herramientas, ni maquinarias especiales.

Fuente: fotos propias de los autores, verano 2021-2022.

de pormedio, que permite estimar que la entrega de la obra acabada es posible en tres meses.

Como este prototipo (de obra gruesa) a *escala real* fue autofinanciado por la misma empresa, se pudieron ajustar costos-costos operativos y de producción. Vale comentar, que inicialmente se trabajo con madera de *Eucalyptus Saligna*, con buenas características mecánicas (estructural). Luego, se verifico que el mercado comercial de esta especie es limitado, debido a largo período de crecimiento del árbol, por lo que se decidió trabajar con *Pinus* de diferentes especies. Se pudo obtener madera con valores adecuados de humedad, casi secos. En la *charla técnica especializada* (MASTANDREA, C. A., 2021), se enfatizó el riesgo de la *flexión lateral* (pandeo) en los elementos verticales internos de los paneles prefabricados. Por esto, la madera blanda de *Pinus*, se dispusieron elementos horizontales, a 100 cm y 200 cm de altura, que sirvie-

ron para acortar la luz de pandeo en el interior del panel base (Figura 4, izq., página 5). Se pudo obtener un 30% de reducción del consumo de materiales de construcción industrializados foráneos a la provincia, en particular de cemento, cuya producción mundial implica la emisión de casi el 9% de los GEIs a la atmósfera (JACOBO, G. J., 2000-22). A la madera utilizada, no se le aplicó ningún tipo de impregnante, por ser productos químicos tóxicos que emiten gases, que podrían llegar a intoxicar los espacios interiores.

Esta decisión se basó en el hecho de que las maderas de los paneles prefabricados se encontraran confinados en los interiores de los paneles terminados, protegidos por las capas interiores y exteriores de terminaciones y aislación (hidráulica y térmica) ante las acciones climáticas externas y de los insectos.

Toda la obra fue ejecutada In-Situ por *tres operarios: un oficial y dos ayudantes*, en fábrica por *dos: un oficial y un ayudante*, con la permanente *colaboración operativa* de los *gerentes-propietarios* de la empresa y junto a la asesoría técnica de los autores de la presente. En el sitio de erección de la obra se presentaron, luego de terminada la obra, dos tormentas con velocidades de viento elevadas, 70 km/h la primera y 90 km/h la segunda, según lo informado por el Servicio Meteorológico Nacional, sin registrarse daños en lo ejecutado. La propuesta técnica teórica ajustada fue presentada en el *"Club Emprendedores de Corrientes"*, con la presencia de los representantes oficiales del *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*, *Centro INTI-Corrientes*, quienes aportaron ideas y recomendaciones, pero validaron la propuesta técnica como una innovación tecnológica adecuada para el mercado de la construcción regional. Los representantes del *INTI* valoraron positivamente *la acción conjunta de una PYME local con la UNNE*, para generar un valor agregado al recurso natural madera de Corrientes, y así, poder *generar puestos de trabajo local*. Se han recibido consultas técnico-comerciales para la concresión de diferentes temáticas, desde viviendas unifamiliares, oficina con depósito, hosteria, oficina acceso a barrio privado, etc., en las que se ponderaban la ventaja comparativa del corto tiempo de ejecución, y también, l*os costos competitivos con respecto a la tecnología de la construcción tradicional* (Figura 10).

Fig. 10: Prototipo ejecutado a escala real, estado actual de la obra gruesa.

Fuente: fotos propias de los autores, 2022.

CONCLUSIONES

La *empresa ISE* colaboró constantemente con la concresión de los conceptos académicos teóricos aportando *visión comercial*. Esta unión transitoria de ámbitos diferentes se aplacó a partir de Abril de 2022 debido a los incendios forestales que azotó a la provincia de Corrientes en el verano 2021-2022, pues se verificó una retracción importante de la oferta de madera aserrada de origen de bosques cultivados. Además, la situación económica nacional afectó la actividad empresarial, en particular a los inversores interesados en el sistema constructivo. Lamentablemente no se alcanzó a finalizar la obra (terminaciones, carpinterias e instalaciones) a la fecha de presentación del presente trabajo, debido a la situación económica general que obligó a los propietarios a un ajuste presupuestario. Lo destacable del emprendimiento es que los propietarios de la empresa ISE son ajenos al ámbito de la construcción. Sin embargo, confiaron plenamente en la asesoría técnico-académica brindada desde el ámbito académico (FAU-UNNE), desarrollando una *oferta técnico-comercial* basada en aspectos ambientales y acorde a la realidad socioeconómica provincial, como aporte a mitigar el crónico déficit habitacional, y generar un emprendimiento productivo con cadena de valor en los recursos naturales locales. Los conceptos académicos aplicados son los dictados en las clases de las cátedras que participaron en esta experiencia, cuyos resultados expuestos retroalimentan los contenidos académicos de las asignaturas de grado antes citadas. Además, se aplicaron, durante el proceso proyectual, los resultados obtenidos en diferentes proyectos de investigación acreditados por la UNNE y ejecutado por los autores (JACOBO, G., 2000-22),-

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· AGUIRRE CORREA, Lourdes (2021), *Desarrollo documentación en 3D*, Corrientes, Argenina. INTI (2020). *El INTA tendrá la primera oficina autoconstruida en madera*. Web site. https://inta.gob.ar/personas/mastrandrea.ciro;

· ISE (2021). *Gerentes de ISE SRL; Ing. Pablo Aguirre e Ing. Alejandro Javier Acosta Piasentini*, Corrientes, Argentina. http://www.isesrl.com.ar/index.php;

· JACOBO, Guillermo J., (2000-2022). *Proyectos de investigación acreditados por la UNNE:* "PI- 572/2000; "PI-747/2003"; "PI-012/2005". "PI-013/2005"; "PI-042/2007"; "C001/2010"; "C001/2014"; "18C001/2019", SGCyT-UNNE, Corrientes, Argentina.

· JACOBO, Guillermo J., (2016-2022), *Contenidos académicos de las clases dictadas* de la asignatura CONSTRUCCIONES II-B (matutina)-FAU-UNNE. Resistencia, Chaco, Argentina.

· JACOBO, G., MANCUSO, J. L., (1999-2022). *Contenidos académicos de las clases dictadas* de la asignatura ESTRUCTURAS II/III-FAU-UNNE. Resistencia, Chaco, Argentina.

· JACOBO, G., MANCUSO, J. L., (2021). *Diseño del sistema constructivo prefabricado ISE*, Corrientes, Argentina.

· NORDIC STRUCTURES© (2020). *Un auténtico sumidero de carbon*. Web site. www.nordic.ca/en/sustainable-construction/sustainable-development,

· MASTANDREA, Ciro Andrés (2021). Charla Técnica privada: *experiencia constructiva y normativa aplicada en edificación con madera*, modo virtual. Web site. https://inta.gob.ar/personas/mastrandrea.ciro/contact-person; https://inta.gob.ar/noticias/el-inta- tendra-la-primera-oficina-autoconstruida-en-madera;

· NORMAS IRAM: 11.601 (2002). *Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*; 11.603 (2011); *Clasificación bioambiental de la República Argentina*; 11.605 (1996); *Valores máximos de Transmitancia Térmica*. 11.625 (2000). *Verificación de las condiciones higrotérmicas.* Buenos Aires, Argentina,

· RAZZETTI, Nicolas (2022). *Se quemaron unas 40 mil hectáreas de bosques implantados en Corrientes, donde los forestadores piden hacer una "autocrítica"*. Web site. https://bichosdecampo.com/se-quemaron-unas-40-mil-hectareas-de-bosques-implantados-en- corrientes-donde-los-forestadores-piden-hacer-una-autocritica/;

· SCHMIDT-BLEEK, Friedrich (1998). *Das MIPS-Konzept.* Droemer-Knaut Verlag. München, Alemania.

· SPIVAK, Alejandro Fabián (2021). *Corrientes produce 10 millones de toneladas de madera*. Web site. www.ambito.com/nacional/industria/corrientes-produce-10-millones-toneladas-madera- n5288951;

· VAZQUEZ, Juan Manuel, Conferencia virtual Congreso Passivhaus de las Américas, 10 de Mayo de 2021. Evento organizado por el INSTITUTO LATINOAMERICANO PASSIVHAUS (ILAPH), Santiago de Chile. Web site. http://conferencia.passivhaus.lat/;

PRODUCCIÓN DE LOSETAS DE HORMIGON PARA PROTECCIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS EN BARRIOS POPULARES DE MAR DEL PLATA

PRODUCTION OF CONCRETE TILES FOR PROTECTION OF UNDERGROUND CABLES IN POPULAR NEIGHBORHOODS OF MAR DEL PLATA

José Isaac Melian
Agustín Lautaro Terra Loredo
Sabine Asis
Luis Fernando Alza
Lelis René Fernandez Wagner

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—
jmelian@uvq.edu.ar

RESUMEN

En la siguiente ponencia se recupera el proceso de coproducción del desarrollo de un emprendimiento donde se fabrican losetas de hormigón. El análisis se inscribe en el marco conceptual de los estudios sociales de la tecnología, la promoción de emprendimientos barriales y la búsqueda de modelos de gestión interinstitucionales para abordar la pobreza y la exclusión, que articulen estructuras entre universidades, empresas, ONG, vecinos y vecinas.
Esta ponencia pretende contribuir a la pregunta ¿Cómo pensar el acceso a la infraestructura en asentamientos que signifique también un proceso de desarrollo social y productivo?
La metodología empleada consiste en recolectar y sistematizar información sobre el desarrollo de la fabricación del producto, realizar un análisis descriptivo del proceso de producción y conformación del producto. Los resultados apuntan a generar saberes que aporten a fortalecer las capacidades y las estrategias de las redes de emprendimientos de la economía popular.

PALABRAS CLAVES: hormigon fibrado – losetas de hormigón – tecnología social

ABSTRACT

In the following paper, the co-production process of the development of an enterprise where the concrete tiles are manufactured is recovered. The analysis is part of the conceptual framework of social studies of technology, the promotion of neighborhood enterprises and the search for inter-institutional management models to address poverty and exclusion, which articulate structures between universities, companies, NGOs, neighbors and neighbors.
This paper aims to contribute to the question: How to think about access to infrastructure in settlements that also means a process of social and productive development?
The methodology used consists of collecting and systematizing information on the development of the manufacture of the product, performing a descriptive analysis of the production process and conformation of the product. The results aim to generate knowledge that contributes to strengthening the capacities and strategies of the entrepreneurial networks of the popular economy.

KEY WORDS: fibrated concrete – concrete tiles – social technology

INTRODUCCIÓN

La temática general en que se encuadra esta ponencia es la accesibilidad a infraestructura de servicios en los asentamientos populares. En ese marco, se desarrolla una experiencia de gestión colaborativa interinstitucional, intersectorial, de solución al problema de acceso a la energía eléctrica segura en territorios empobrecidos del periurbano de la ciudad. Se propone un análisis de este proceso a partir de la identificación de actores diversos, institucionales, políticos y barriales y sus trayectorias y formas de vinculación, haciendo eje en la participación y decisiones de los referentes/expertos territoriales en el diseño y desarrollo de tecnologías.

Se analizará la práctica desde un marco socio técnico con aportes desde la perspectiva etnográfica. El estudio de las tecnologías de inclusión social se encuentra en un campo más amplio de estudios sociales de la ciencia y la tecnología en el cual consideramos como referentes centrales las experiencias de la red de tecnologías sociales en Brasil (Dagnino, 2004) y sus articulaciones con la Universidad Nacional de Quilmes en Argentina y la Red de Tecnologías para la Inclusión Social Argentina (Thomas et al, 2012).

Desde la perspectiva etnográfica, nos interesa un enfoque donde el conocimiento se construye de forma relacional, vinculada, entendiendo que existen experiencias y trayectorias pero sin adjudicar ex ante y en forma maniquea un corpus de saberes a un grupo de actores por el solo hecho de su trayectoria de vida (Carenzo y Trentini, 2020). Las situaciones de encuentro como recurso analítico, nos resguardan de realizar juicios previos y aunque no pretendemos invisibilizar las inequidades presentes, nos interesa cómo el conocimiento nuevo creado entre esa frontera de saberes y a partir de un problema contribuye a pensar nuevas formas de pensar soluciones tecnológicas a problemas de desarrollo productivo y social.

Este marco, aporta elementos teóricos y métodos para las preguntas de este trabajo, una de orden más general y dos más específicas. ¿Cómo pensar el acceso a la infraestructura en asentamientos como proceso de desarrollo social y productivo? y en forma más precisa, ¿Cuáles han sido los roles y tipos de capacidades cognitivas-técnicas de los actores locales barriales? y finalmente ¿Cuáles fueron sus interacciones con otros saberes y profesiones en estos procesos colaborativos?

Se propone un encuadre analítico de trayectorias diversas donde se identificarán recursos tecno cognitivos diferentes en un marco de diálogo de saberes donde se propone aportar análisis, reflexiones y experiencias donde confluyen actores heterogéneos en procesos de construcción colaborativa de conocimiento.

METODOLOGÍA

El trabajo se basa en tres aspectos centrales:

a) La co-construcción y ajuste de alianzas socio-técnicas en territorio entre el grupo de investigación del Programa Hábitat y Ciudadanía de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño perteneciente a la Universidad Nacional de Mar del Plata, en adelante PHyC; los vecinos y familias; la Empresa Distribuidora de Energía Atlántica SA, en adelante EDEA; otras instituciones de ciencia y tecnología; los proveedores y la organización no gubernamental. La sostenibilidad temporal de las acciones y alianzas, mediante la gestión participativa entre los actores comprometidos es el método principal, con el fin de lograr sinergias útiles que permitan ciclos de diseño-construcción-evaluación-réplica y transferencia de innovaciones en materiales, componentes, elementos y procesos.

b) La promoción y construcción de redes de gestión y la articulación inter actoral e intersectorial para la obtención de recursos materiales, humanos, institucionales y de infraestructura apropiados.

c) Desarrollo de tecnologías, materiales y componentes a partir de una idea de desarrollo productivo local como estrategia de desarrollo social. Hay dos órdenes de aspectos centrales que guían el proceso y que son constitutivos. Por un lado, variables de factibilidad socioeconómica, los recursos posibles y potenciales y la participación de la familia en las decisiones. Por otro lado, la articulación de saberes entre actores heterogéneos, que aportan recursos tecno cognitivos diferenciados dentro de un proceso de construcción colaborativa de conocimiento.

El trabajo en el territorio se organizó a partir de la visita permanente con un ritmo de dos días por semana, para las distintas prácticas de desarrollo. Participaron integrantes del PHyC, de EDEA, del Laboratorio de Certificaciones Tecnológicas de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata, en adelante LCT, del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, en adelante INTEMA, y emprendedores barriales parte de una unidad productiva organizada alrededor de lazos familiares la cual adoptando el enfoque analítico propuesto por Coraggio (2018) definiremos como Unidad Doméstica en tanto está integrada por trabajadores que dependen de la continua utilización de su fuerza de trabajo para poder sobrevivir, en adelante UD.

La información de campo se registró de cuatro maneras: por observación directa, de forma escrita y fotográfica; por observación participante y mediante fotografía y videograbaciones para registrar el proceso de trabajo y resultados. La metodología empleada en laboratorio para determinar los parámetros de calidad del hormigón consistió en la realización de ensayos basados en normas.

DESARROLLO

Emergencia sanitaria y nuevos problemas: solución colaborativa a un punto crítico de la trayectoria.

Esta experiencia pertenece a un proceso de investigación y desarrollo (I+D), de larga temporalidad, que se inicia en el año 2005. Es necesario describir algunos trazos de identificación de actores y procesos específicos a fin de situar esta experiencia y su contribución en contextos de emergencia territorial extremados por el covid-19.

En el año 2005 el PHyC, EDEA, y el Municipio de General Pueyrredón firmaron un Convenio Específico tripartito para trabajar en pos de contribuir a solucionar graves problemas de grupos sociales del periurbano de la ciudad en situación crítica en cuanto el acceso a la energía eléctrica en forma segura. Desde el año 2011, en el marco del convenio mencionado se comenzó a trabajar con una UD liderada por Ramón Villa en el diseño de un modelo de gestión para construir el funcionamiento de un emprendimiento productivo de elaboración de pilares de hormigón para conexión eléctrica. El proyecto marco de esta experiencia, tiene resultados expuestos en diversos seminarios y revistas (Cacopardo et al., 2013 y 2018), forma parte de un Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica (Carenzo et al, 2018)[1] y de un Proyecto de Tecnología de Inclusión Social (Melián et al, 2021)[2]. Mientras que PHyC, EDEA y la UD han mantenido su vínculo y trabajo hasta la actualidad.

Mientras que PHyC, EDEA y el grupo asociativo han mantenido su vínculo y trabajo hasta la actualidad, las relaciones con el Municipio han sufrido interrupciones constantes llegando a generar problemas difíciles de sortear. Para ilustrar las relaciones, aunque no sea el centro del análisis, en el año 2018 el Municipio desfinanció la Cooperativa que se encargaba de instalar los pilares de luz lo cual generó una acumulación desmedida de stock y puso en riesgo la continuidad del emprendimiento. En el mismo año, luego de unos meses y con negociaciones entre la gerencia de la empresa, el referente de la UD y el director del PHyC, la empresa integró la instalación de los pilares dentro de sus labores y se reanudó el proceso.

La pandemia del covid-19 ha profundizado los problemas existentes en los barrios populares. Las carencias sufridas por los habitantes de los barrios populares marplatenses, con datos concretos, fueron relevadas en el marco del proyecto de investigación, monitoreo y seguimiento de las estrategias para minimizar la circulación del Covid-19 llevado a cabo por el Consejo Nacional

de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, en adelante CONICET, y la Universidad Nacional de Mar del Plata (Bianchino et al, 2020).
Hay un aspecto que fue determinante en la promoción de este nuevo desarrollo: el momento, mediados del año 2020, periodo donde el aislamiento social preventivo y obligatorio generó un fuerte deterioro de la situación laboral de los integrantes de familias que mantenían relaciones de trabajo en la informalidad. La asistencia alimentaria llevada adelante por el estado y territorializada por el PHyC activó procesos de negociación entre el grupo asociativo y el responsable de compras de la empresa EDEA. Este escenario actuó como catalizador en el proceso de surgimiento del nuevo desarrollo productivo. El tema de relevancia era buscar alternativas que aumenten el trabajo remunerado requerido por parte de la empresa y se vinculen, con las posibilidades del grupo productor. La posibilidad de encontrar un producto similar al premoldeado de hormigón fabricado por el grupo coincidió dentro de la cartera de productos comprados por la empresa con un pre moldeado de hormigón que inicialmente parecía similar a los pilares de luz y por tanto que pudiese producirse con similares conocimientos. El responsable de compras de la empresa presentó un proyecto a la Gerencia de Relaciones Institucionales y, luego de reuniones internas, informó al PHyC sobre la posibilidad de comenzar un proceso de diseño del desarrollo de producto y proceso.
El objetivo propuesto fue promover que el grupo de trabajo elabore losetas de hormigón, un material normalizado bajo normas IRAM, las cuales luego serían componente de protección del cable subterráneo instalado por la empresa en los tendidos eléctricos. La práctica se sitúa en un sector del barrio Las Dalias considerado por su situación de segregación socio urbana como Barrio Popular, los integrantes de la UD asociados a escala familiar forman parte de una red interinstitucional promocionada por el PHyC, que trabaja en barrios populares de la ciudad para el mejoramiento habitacional. Dentro de esta red particular, además de la UD, articulan organismos estatales de diversa escala, Organizaciones de la Sociedad Civil y EDEA.

Producción de loseta tradicional en un barrio popular

A mediados del año 2020 integrantes del PHyC recibieron el pliego de especificaciones técnicas por parte del departamento de compras de EDEA. En ese momento el equipo de trabajo y el PHyC comenzaron a darle forma al proceso productivo. La coproducción de conocimientos circulaba alrededor de diálogos sobre la mezcla del hormigón, el desmolde y el desmoldante, la matriz o molde, el vibrado y cómo sería la producción para poder cumplir con una cierta cantidad de unidades requeridas.

La cosa "loseta" se asemejaba a un paredón de hormigón premoldeado, el molde o matriz sería más pequeño, pero a escala parecía un proceso productivo similar y a priori, para los productores, no traería mayores complicaciones. Las fuentes de información fueron la experiencia en el emprendimiento de pre moldeados, videos de YouTube, información en base a experiencias de uno de los becarios que había trabajado en una cooperativa distribuidora de servicios eléctricos, artículos académicos sobre hormigones, el pliego de especificaciones técnicas dispuesto por la empresa y diálogos, tanto con el equipo del LCT, como con un investigador especialista en hormigones del INTEMA. En una de las reuniones en el emprendimiento el referente fabricante de pilares mostraba cómo había fabricado la primera loseta con merma de hormigón de fabricación de pilares y un marco de madera improvisado sobre el piso (Figura 1).

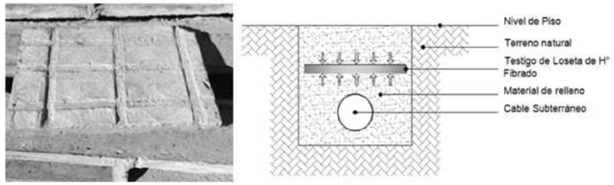


Figura 1. Prototipo de Loseta fabricada en el emprendimiento y esquema de uso.

Fuente: Elaboración propia

El hormigón a probar era con un vibrado semiseco con desmolde al instante. Uno de los productores basaba esta decisión en reducir tiempos de espera en desmoldado, mientras que otro de los productores fundamentaba su decisión en que dicho proceso permitía realizar un lote de ilimitadas unidades con único molde con la restricción marcada por el tiempo de llenado pero sin esperas en el desmoldado, cuestión que por la experiencia de trabajar con la mezcla líquida de los pilares premoldeados hacía el proceso productivo lento e imponía la necesidad de contar con tantos moldes como muestras se quieran producir por día.
A partir de fondos que la empresa aporta a la investigación y promoción social de propuestas presentadas por el PHyC en un mecanismo anual e informal, se fabricaba el primer molde para pre moldeado y la mesa vibradora. Ambos artefactos serían fabricados por un herrero del mismo barrio quien trabajaba frecuentemente con el PHyC y había fabricado también las matrices con las que se fabrican los pilares: el herrero era partícipe del proceso de diseño ya que funcionaba como consultor del equipo.
La validación de la tecnología de vibrado fue posible gracias al aporte de un vibrador manual por parte del LCT. Con la herramienta de vibrado se realizó una prueba en el espacio físico de la UD a la par que se realizaron los ensayos de dosificación. El encuentro sirvió para validar la tecnología de vibrado aún sin tener la mesa vibradora, equipamiento que se diseñaría posteriormente en base a los parámetros de frecuencia y descentrado estimados con el vibrador de mano.
Una vez definido el sistema de producción del elemento y en el marco de las Especificación Técnica para Loseta de Hormigón Armado E.T.E. 3013, Normalización y Gestión de Materiales. EDEA, se exigía un ensayo normalizado de la resistencia del Hormigón. Dicho ensayo, el cual se realiza en el espacio físico del LCT, consiste en ensayar probetas cilíndricas de hormigón, confeccionadas con moldes metálicos en el lugar de producción y con el hormigón utilizado en la producción de las losetas. Estas probetas son llevadas al laboratorio y puestas en cámara de curado por 7 y 28 días. Una vez cumplida la edad del ensayo, se procede a sacar de la cámara de curado, medirla y someterla a un esfuerzo de compresión utilizando una prensa hidráulica. Una vez rota la probeta por esfuerzo de compresión, se mide la cantidad de carga aplicada por la prensa, y se calcula la resistencia del hormigón. Este proceso se llevó adelante por el equipo del LCT siguiendo las especificaciones de las normas del Instituto Argentino de Normalización, en adelante IRAM:

- IRAM 1524 Hormigón de cemento portland. Preparación y curado de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral
- IRAM 1534 Hormigón de cemento portland. Preparación y curado de probetas para ensayos en laboratorio.
- IRAM 1546 Hormigón de cemento portland. Método de ensayo de compresión.

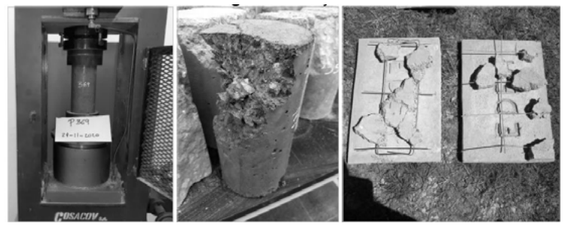


Figura 2. Ensayos de rotura en LCT y en Depto de materiales de EDEA

Fuente: Elaboración propia en base al archivo del PHyC e imágenes cedidas por EDEA.

Luego de establecer vibrado y molde se continuó con la revisión del hormigón. Recuperando como base el pliego de especificaciones técnicas se proba-

ron dos dosificaciones. El ensayo a 7 días dio la posibilidad de proyectar la resistencia que iba a tener la loseta a 28 días cuando termine el proceso de curado del hormigón y así confirmar que la dosificación recomendada en el pliego de especificaciones era adecuada para la producción (tabla 1).

ID Probeta	Edad [Días]	Temperatura de curado ±2° [°C]	Diám 1 [mm]	Diám 2 [mm]	Media Diametral [mm]	Altura [mm]	Carga Máx [Tn]	Resistencia a la compresión [MPa]
P369-20	7	23,00	100,14	99,81	99,98	200,5	18,60	23,24
P370-20	28	23,00	99,65	99,38	99,52	199	32,73	41,27
P371-20	7	23,00	99,02	99,45	99,24	200	5,22	6,62
P372-20	28	23,00	99,83	99,95	99,89	198,5	10,66	13,34

Tabla 1. Resultados de los ensayos de las probetas de hormigón

Fuente: Informe técnico elaborado por el LCT- FAUD

La prueba posterior estuvo orientada a validar la loseta como artefacto compuesto por hormigón y armadura de hierro. Luego de varias pruebas con mallas de distinto diámetro y forma de armarla, entre objeciones del responsable de INTEMA respecto de las primeras pruebas, desajustes de criterios entre los becarios del PHyC y la UD (Figura 2), se logró consensuar y aprobar la fabricación de losetas.

Investigación y ensayos de losetas fibradas.

Cada vez es más frecuente encontrar el agregado de fibras en los hormigones, es así que surgió la idea de probar la sustitución de la malla metálica electro soldada por fibras. El hormigón fibrado es un tema de interés por varias razones: disminuye los costos de los materiales, mejora el material compuesto en ambientes corrosivos, mejora los procesos productivos ya que no requiere de preparación de pisos o armado de estructuras. Pero no es aplicable a todas las situaciones donde se utilizan mallas de acero, al menos por el momento.

Desde la perspectiva de la Economía Circular, es interesante además tener en consideración que los hormigones fibrados reemplazan el acero por fibras textiles tanto de vidrio como poliméricas, generando una importante disminución en su impacto ambiental ya que se logra disminuir un consumo problemático de energía para la producción de acero y también una alta emisión de CO_2, presente en la producción de cemento (Los Verdes, 2016).

El análisis de loseta fibrada se desprendió como una arista innovativa del desarrollo productivo de la loseta y en la actualidad es parte de un proyecto de desarrollo tecnológico social y ambiental, citado en la introducción, enfocado en generar propuestas para reducir el impacto ambiental en la industria de la construcción en este caso enfocada a infraestructura de servicios.

En cuanto al mortero de la loseta podemos decir que la trabajabilidad del material es similar, que no es necesario utilizar fluidificantes, se trata de un hormigón semiseco al cual se le agregan las fibras en la máquina mientras se encuentra en el tramo final de mezclado, es decir, cuando ya fueron agregados la piedra, la arena, el cemento y el agua.

Las fibras seleccionadas luego de investigar algunas alternativas fueron las fibras de vidrio “V12-AM” fabricadas por la empresa FIBRATEC, sustituto de las mallas electro soldadas en pisos. En los ensayos se probaron dos dosificaciones: la mínima de 1kg de fibra por m3 de hormigón y la máxima de 3kg de fibra por m3 de hormigón. Con la dosificación mínima la muestra verificó la resistencia a la compresión solicitada por el pliego y la manipulación del producto exigida por el Departamento de Materiales de EDEA. El reemplazo de la fibra en lugar de la malla electro soldada trae entonces un impacto considerable en los costos de materiales, dicho análisis se puede observar en la comparación de las tablas 2 y 3, donde se detallan los costos variables de materia prima para los dos productos: el primero es para la loseta con malla tal la describe el pliego de especificaciones facilitado por la empresa (tabla 2), y el segundo es para la loseta fibrada desarrollo propuesto por el equipo técnico multidisciplinario (tabla 3).

Las losetas fibradas fueron sometidas a un ensayo de flexión por carga puntual, en base a una adaptación con los recursos disponibles, de la norma IRAM 1547 “Ensayo de tracción por flexión”. Para este ensayo se construyeron losetas del tamaño y forma indicado en el documento de especificaciones técnicas, en adelante ETE 3013, 600*400*40 en mm, luego se recortaron en porciones rectangulares de 400*200mm y se las sometió a un esfuerzo de carga puntual en el centro de su lado más extenso (Imagen 2), con apoyos en los extremos. Luego progresivamente se fue aplicando una carga puntual hasta el punto de rotura. Con este método se probaron 6 losetas de dosificaciones: 1, 2 y 3 kg de fibra de vidrio por metro cúbico de hormigón (2 muestras de cada una) y en todos los casos la carga puntual superó los 380 kg con valores máximos de 570 kg en dos muestras de 1 y 3 kg de fibra. Comparativamente se sometió al mismo ensayo una loseta con armadura de hierro de 4.2mm de diámetro conforme la distribución detallada en el ETE 3013 y el resultado fue primero una fisura en 380 kg y luego una rotura del componente de hierro a 760 kg de carga puntual, fig 3.

Resulta de interés analizar la progresión de fisura y rotura final (figura 3) de la loseta con armadura puesto que si intentamos asegurar la integridad del producto en manipulaciones, las piezas con armadura y sin armadura tienen la misma resistencia a fisuras. Pero en el caso de loseta con hierro ocurre pri-

Loseta con malla electro soldada	Cantidad necesaria para lote de 400 un	Costo de la unidad SISMAT 06/2022 *	CVM	CVM/unidad de loseta
Malla electro soldada (ud 2*3)	16	$5.250,00	$84.000,00	$210,00
Cemento (u 50kg)	40	$1.173,50	$46.940,00	$117,35
Arena (m3)	2	$4.725,00	$9.450,00	$23,63
Piedra (m3)	2,5	$7.560,00	$18.900,00	$47,25
Total			$159.290,00	$398,23

Tabla 2. Costos loseta con malla metálica

Fuente: Informe técnico elaborado por el LCT- FAUD

Loseta fibrada Fibratec V12-AM	Cantidad necesaria para lote de 400 ud	Costo de la unidad SISMAT 06/2022 *	CVM	CVM/unidad de loseta
Fibra (un de 1kg)	4,5	$2.150,00	$9.675	$24,19
Cemento (50kg)	40	$1.173,50	$46.940	$117,35
Arena (m3)	2	$4.725,00	$9.450	$23,63
Piedra (m3)	2,5	$7.560,00	$18.900	$47,25
Total			$84.965	$212,41

Tabla 3. Costos loseta sin malla metálica

Fuente: Elaboración propia.

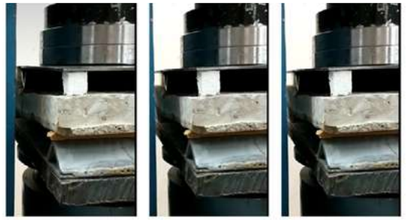


Figura 3. Serie de rotura de loseta con armadura de hierro.

Fuente: producción propia

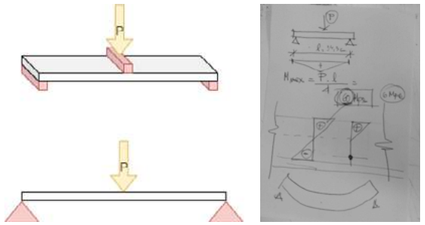


Figura 4. Diagrama de ensayo a flexión y apuntes del ensayo.

Fuente: producción propia

mero fisura y luego rotura del hierro.
Si bien no existe un ensayo solicitado dentro del ETE 3013, lo que se demostró es que una loseta fibrada en su proporción mínima de 1 kg por metro cúbico de hormigón soporta como mínimo 380 kg de carga puntual en el centro lo cual a los efectos de asegurar un traslado sin fisuras es suficiente y como contrapartida, al sustituir malla de hierro por fibra se mejora la resistencia a la compresión del hormigón obteniendo así un material mejores características en cuanto al principal requerimiento del ETE 3013 dato que se explicita en la tabla 1.

CONCLUSIONES

Retomamos las preguntas planteadas como contribución a la discusión del tema ¿Cómo pensar el acceso a la infraestructura en asentamientos como proceso de desarrollo social y productivo? y en forma más precisa, ¿Cuáles han sido los roles y tipos de capacidades cognitivas-técnicas de los actores locales barriales? y finalmente ¿Cuáles fueron sus interacciones con otros saberes y profesiones en estos procesos colaborativos?
Con este trabajo, nos interesa sumar al campo de experiencias donde la misma investigación, entendida también en una dimensión de práctica sociopolítica, forma parte activa de los mismos procesos y transformaciones que investiga (Ispizua y Melian, 2019). Esto significa interpelar creativamente las posibilidades teóricas de las TIS, de desarrollo tecnológico como desarrollo social, para también comprenderlas como parte de procesos de desarrollo territorial. La trayectoria de un artefacto, una forma de organizarse y un proceso productivo, aquí analizados como distintos tipos de tecnologías producidas en el mismo desarrollo productivo con diferentes dinámicas de gestión, permiten una lectura articulada de campos escindidos y que creemos necesario articular: el acceso a la energía eléctrica, la falta de trabajo rentado y la exclusión territorial.
La idea de Sistema Tecnológico Social resulta apropiada para realizar una lectura sobre lo que sucede en la praxis. Con esta ponencia nos situamos dentro de un punto de una trayectoria que comenzó en 2005 con el acceso seguro a conexiones eléctricas y se transforma en un proceso de desarrollo social. No necesariamente la loseta tiene una relación directa con el acceso a electricidad segura de una población excluida, pero desde allí dispara una solución al problema que en principio resultaba impensable.
Para finalizar resulta interesante aportar, a partir de lo expuesto hasta aquí en esta experiencia a ras de suelo, y en el marco de la coproducción de tecnologías de organización, de producto y de proceso, cómo se producen los conocimientos en los procesos de desarrollo tecnológico social. Dentro de los modelos que identifican nuestra praxis (Carenzo y Trentini, 2020; Cacopardo et al, 2013) de circulación del conocimiento, se reconocen los saberes locales y sus potencialidades, haciendo énfasis en los valiosos recursos que tienen los expertos del campo popular para la coproducción. Aquí, desde la perspectiva etnográfica, nos interesa el conocimiento que se genera en el hacer, la construcción que parte desde la vinculación entre actores de trayectorias diversas y una dinámica problema-solución ya sea la organizativa, la de proceso productivo o de análisis normativo.
A modo de cierre, pero dejando abierta la reflexión nos interesa indagar qué nuevos conocimientos creados en esa frontera de saberes a partir de prácticas cotidianas no visibles, de encuentros, de tensiones y conflictos constitutivos de la gestión para la construcción del funcionamiento de desarrollos productivos y en especial en en contextos de expoliación contribuyen a encontrar nuevas formas de pensar soluciones a problemas de desarrollo productivo y social más innovativos.
Respecto a la puesta en práctica de la alternativa que se desarrolló, por el momento se siguen produciendo 800 losetas por mes, pero aun no se implementó la versión fibrada, en cuanto a esta alternativa, se está a la espera de la aprobación por parte del Departamento de Materiales de EDEA.

NOTAS

1 El Proyecto N° 03372 “Innovación y Economía Circular para el Desarrollo Inclusivo y Sustentable. Diseño de tecnologías de proceso y organización para la gestión integrada de residuos entre cooperativas, empresas privadas y municipios en Buenos Aires, Córdoba y Mar del Plata” resultó seleccionado en la convocatoria 2018 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
2 El Proyecto N° 111 “Fabricación de losetas en un barrio popular de mar del plata: incorporación de un grupo productor como proveedor de EDEA SA” resultó seleccionado en la convocatoria 2021 de Proyectos de Tecnologías de Inclusión Social (PTIS)del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Bianchino, A., Casamitjana, S., & Quiriti, G. (2020). Informe Técnico del Proyecto Monitoreo y seguimiento de las estrategias para minimizar la circulación del COVID_19 en el Municipio de General Pueyrredón CONICET, UNMdP. Disponible en https://www.observatoriopolitico.com.ar/wp-content/uploads/2020/09/Primer-Informe-Tecnico-COVID_19-General-Pueyrredon-2020-1-1.pdf
· Cacopardo, F. A., Cusán, M. I., & Rotondaro, R. (2013). Tecnologías sociales como un emergente territorial: aportes para un modelo de gestión del hábitat popular. Experiencia matriz para pilares de conexión eléctrica, Mar del Plata, Argentina. Mar del Plata: Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad. Disponible en https://revistas.unne.edu.ar/index.php/crn/article/view/523
· Cacopardo, F., Rotondaro, R., Blanco Pepi, M., Cacopardo, G., Freire, P., Ispizúa, J., Melián, I., & Mitidieri, A. (2018). “Tecnologías sociales en territorios urbanos pobres. Barrio Nuevo Golf, Mar del Plata, Argentina (2010-2018)”. Redes. 24(47), pp 227-pp 262. Recuperado de: https://revistaredes.unq.edu.ar/index.php/redes/article/view/37
· Carenzo, S. y Trentini, F. (2020). Diálogo de saberes e (in)justicia epistémica en la construcción colaborativa de conocimientos y tecnologías: interpelando dicotomías desde las prácticas. Revista Ucronias, (2), 11-129. Disponible https://ucronias.unpaz.edu.ar
· Coraggio, J.L. (2018). “Potenciar la Economía Popular Solidaria: una respuesta al neoliberalismo”, Otra Economía, 11(20). Disponible en https://www.revistaotraeconomia.org/index.php/otraeconomia/article/view/14771/9360
· Dagnino, R. (2004) A tecnología social e seus desafios. Tecnología Social. Uma estrategia para o desenvolvimento. CIP Brasil. Rio de Janeiro.
· Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (2013). Construcción y Tecnología en Concreto. Ensayo a la compresión: medida del desempeño real del concreto. Recuperado de: http://imcyc.com/revistacyt/septiembre2013/pdfs/ingenieria.pdf.
· Ispizua, J., Melián, I. (2019). URBANIZACIÓN POPULAR: Aportes al diseño de tecnologías de gestión desde el análisis de redes barriales en el Barrio Monte Terrabusi, Mar del Plata (2004-2019) en XI Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura (CRETA) (Mar del Plata, 28, 29 y 30 de agosto de 2019). Disponible en https://librosfaud.mdp.edu.ar/EbooksFaud/catalog/view/66/47/469-2
· Martínez, A. D. (2011). Pavimentos prefabricados de hormigón. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica, Valencia. Dispoible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12080/PFCTER.pdf;jsessionid=80168AF3E20660AACEF2648673C22F05?sequence=1
· Los Verdes (2016). ECONOMÍA CIRCULAR. Cómo mantenerse en equidad y satisfacción de derechos. Los Verdes. Disponible en http://www.losverdes.org.ar/wp-content/
· Thomas, H. (2012). “Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas”. En H. Thomas (Org.), G. Santos, & M. Fressoli (Eds.). Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas sociotécnicas de exclusión/inclusión social. Buenos Aires: MINCyT, pp. 25-78.

PENSAMIENTO MATERIAL COMO TÉCNICA PROYECTUAL

MATERIAL THOUGHT AS DESIGN TECHNIQUE

Margarita Trlin
Andres G. Milos Sucksdorf

Taller de Proyecto Arquitectónico II
Cabrera-Trlin
Proyecto de Investigación y Desarrollo
CAI+D 2020

FADU — UNL, Santa Fe, Argentina

—
milosandres@gmail.com

RESUMEN

El presente escrito se desarrolla en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo CAI+D 2020 titulado “Procesos proyectuales en la producción arquitectónica reciente en América Latina en clave multidisciplinar desde un pensar técnico”. El ensayo construye un cuerpo teórico de antecedentes disciplinares relevantes y teoriza sobre la incidencia que tiene el pensamiento material en la práctica proyectual. Elude la concepción de la materialidad como mera construcción de un proyecto arquitectónico, y aborda su rol potencial y experimental para considerarse ella misma como una técnica proyectual. En este contexto se explora la capacidad proyectual embebida en los materiales, haciendo énfasis en el rol de los dispositivos de control geométrico como articuladores de las relaciones entre las piezas. Estos dispositivos, se valen de la matemática, el álgebra y la geometría para administrar los encuentros entre los materiales y evaluar las posibilidades morfológicas y espaciales potenciales en cada sistema material.

PALABRAS CLAVES: dispositivos—control geométrico—potenciales—sistema material

ABSTRACT

This paper is developed within the framework of the CAI+D 2020 Research and Development Project entitled "Design processes in recent architectural production in Latin America in a multidisciplinary key from a technical thinking". The essay builds a theoretical body of relevant disciplinary reference and theorizes about the impact that material thought has on design practice. It avoids the conception of materiality as a mere construction of an architectural project, and addresses its potential and experimental role to consider itself as a design technique. In this context, the design capacity embedded in the materials is explored, emphasizing the role of geometric control devices as articulators of the relationships between material pieces. These devices use mathematics, algebra and geometry to manage the encounters between materials and evaluate the potential morphological and spatial possibilities on each material system.

KEY WORDS: devices—geometric control—potentials—material system

DESARROLLO

EJERCICIO POST-CRÍTICO

En el seminario dictado por Bernard Tschumi "La Arquitectura como Concepto" se toma como hipótesis de partida que no hay arquitectura sin concepto, y que son los conceptos los que diferencian la arquitectura del mero edificio. Intenta demostrar que las obras de arquitectura más importantes son las que tienen el concepto o la idea más fuerte y no simplemente las que tienen la forma más llamativa. (Tchumi, 2019)

En el seminario se exploran 9 conceptos, siendo el último de ellos "De los blobs pos-críticos al retorno al discurso autónomo (De los Blobs a Blogs). En la sesión que se desarrolla dicho concepto se explora la fluctuación conceptual en la arquitectura entre aquellas prácticas que encuentran sus argumentos fuera de la disciplina arquitectónica (pos-críticas) y aquellas que trabajan desde conceptos y problemas históricamente disciplinares (autónomas). Bernar Tschumi plantea un pequeño ejercicio en el que los maestrandos en el seminario deben pensar en los conceptos que distintas oficinas de arquitectura trabajarían al proyectar algo tan sencillo como una puerta. Los estudiantes imaginaban a Steven Holl, Juhani Pallasmaa, y Peter Zumthor pensando en la materialidad de la puerta en términos de sensaciones, el picaporte en contacto con la mano, su calidez, forma, reflexión, opacidad, la sonoridad de la puerta al ser desplazada, la forma de la puerta como objeto escultórico, y demás exploraciones fenomenológicas. Norman Foster, Renzo Piano y Richard Rogers pensarían en el peso de la puerta, su liviandad, la tecnología en sus bisagras o pívots, los mecanismos de operación del dispositivo y la pulcritud de su aspecto. Neri Oxman, David Benjamin y Jenny Sabin trabajarían sobre la huella de carbono necesaria para realizar esa puerta, los agentes biológicos que residen en el material, su capacidad de almacenar carbono o de liberarlo, cómo estos agentes informan a la forma de la puerta y qué pasará con la puerta luego de su vida útil. Andres Jaque, Nerea Cavillo e Izaskun Chinchilla cuestionarían la necesidad de la puerta, qué encuentros permite o prohíbe la existencia de la puerta, en su materialidad pensarían en qué ecosistemas daña o mejora, su aspecto sería colorido cuestionando el machismo del monocromatismo. Richard Serra, Rafael Iglesias y Alejandro Aravena, pensarían en las acciones involucradas: abrir, cerrar, separar, unir, traspasar, recorrer; los materiales no se trabajarían tanto desde una perspectiva semiótica sino desde sus posibilidades tecnológicas.

El ejercicio condensa en una puerta la complejidad conceptual de nuestra disciplina y despierta indefectiblemente el interrogante sobre el origen conceptual de nuestras ideas. Dado que son infinitos los aspectos a tener en cuenta al diseñar el más mínimo artefacto, es medular entender en primer lugar la existencia de la vasta cantidad de variables y luego tomar decisiones consientes de seleccionar solo algunas de estas variables en función del concepto que nos interese trabajar. Esta decisión consiente de limitar las variables, sean conceptuales o procedimentales, es lo que llamaremos restricciones autoimpuestas.

LO SUPERFLUO, LO SIMPLE Y LO COMPLEJO

Dentro de los variados paradigmas arquitectónicos desde lo que trabajan las oficinas antes mencionadas, y muchas otras, es menester propender hacia concepciones que calen hondo en los problemas contemporáneos evitando la superficialidad de la imagen o la búsqueda por la novedad per-se. Juan Herreros nos habla en principio de rechazar lo superfluo y abogar por la simplicidad.

> La dificultad está hoy en identificar qué es lo superfluo cuando hemos superado el trauma contra la decoración o entendemos el poder de la forma y la imagen sin los prejuicios de los modernos ni la militancia por el significado de los posmodernos. La búsqueda de la simplicidad –el más contemporáneo de los esfuerzos y su mejor conquista- no renuncia a una complejidad interesante, pero asocia la intensidad del esfuerzo al establecimiento de sistemas con los que obtenerla a través de operaciones tan elementales como sea posible. (Herreros, 2019)

El diseño de sistemas conformados por operaciones elementales y simples puede generar complejidades interesantes, sin ser la búsqueda de la complejidad el motor del proyecto. Cuando el objetivo del proyecto es la diferencia mediante la superficialidad de la imagen no se genera nuevo conocimiento y cada nuevo proyecto es una isla en la construcción del saber disciplinar. Por el contrario, si pensamos al proyecto como la construcción de sistemas en lugar de decisiones aisladas, el proyecto se vuelve una instancia de investigación. Nos basamos en sistemas conceptuales, funcionales y constructivos de los que nos anteceden y sobre ellos podemos incorporar algún grado de novedad. De ese modo, la construcción del conocimiento disciplinar avanza como un acto colectivo.

Los sistemas que más interesan para este trabajo son los sistemas constructivos. La materia prima de dichos sistemas, sus componentes más elementales, son los materiales. Todo sistema constructivo debiera partir desde el estudio pormenorizado del o de los materiales que lo componen, pensar en su origen, impacto ambiental, características físicas, químicas, mecánicas y morfológicas. Esta primera instancia está avocada a pensar en el menor eslabón en la construcción, la parte que conformará un todo. El diseño de la parte tendrá embebida las consideraciones logísticas de su manipulación humana, mecanizada o robotizada, así como también su forma resultante.

La forma resultante es de gran interés proyectual, es una variable dentro del sistema constructivo que posibilitará determinado tipo de relaciones y prohibirá otras. La acción de relacionar dos materiales prefabricados, o dos encofrados en materiales confeccionados in-situ constituye una gran complejidad técnica y al mismo tiempo es un ámbito muy fértil para el diseño. Gottfried Semper nos hablaba de la importancia de las juntas como el primordial elemento arquitectónico, como el nexo fundamental alrededor del que el edificio viene a ser articulado, como una presencia en sí mismo. Según Alberto Campos Baeza las juntas genéricas llegan a convertirse en puntos de condensación ontológica más que en una simple conexión (Campos Baeza, 2020). Tanto Semper como Campos Baeza otorgan gran trascendencia a la junta como la articuladora de relaciones que hace posible la resultante final. Al respecto Kenneth Frampton afirma que:

> La arquitectura es un arte porque no sólo se interesa en la necesidad primaria de abrigo sino por su capacidad de unir de manera significativa materiales y espacios. Esto ocurre a través de articulaciones formales y concretas. La articulación, ese detalle fértil, es el lugar donde la construcción y la capacidad constructiva de la arquitectura tienen lugar. Es útil recordar que en significado original de la raíz indo-europea de la palabra arte es junta. (Frampton,1990)

Podemos identificar un recorrido disciplinar de la mano de estos autores y reconocer la relevancia de la junta como problema técnico, artístico y ontológico dentro de la historia de la arquitectura. El estudio de la junta nos lleva a preguntarnos qué regula a la junta, o para ser más precisos,
¿qué estructuras subyacen en los sistemas constructivos que evalúen y regulen las relaciones entre las partes?

ESTRUCTURAS SUBYACENTES

Es de interés en este punto pensar que en los proyectos arquitectónicos siempre hay relaciones subyacentes entre las partes, hay estructuras invisibles que organizan los espacios en general y el posicionamiento de los materiales en particular. Generalmente, aquellos proyectos que trabajan sólo desde la idea de *partido*, tienen a pensar más en las estructuras generales como gestoras de los espacios, sublevando, y a veces forzando, a los sistemas constructivos a adaptarse a estructuras morfológicas que no les son propias. Esta manera de accionar suprime el fértil ámbito de posibilidades de generación de nuevos espacios, formas y efectos que están embebidos en la exploración de las estructuras subyacentes de los sistemas constructivos.

En este sentido, Mies Van der Rohe afirmaba que:

> Las ideas sociológicas e inclusive las ideas tecnológicas, pueden influenciar a la arquitectura. Pero no son arquitectura por sí mismas. Lo que realmente necesitamos es saber cómo construir con cualquier material, y eso es lo que está faltando hoy en día. No estoy trabajando en arquitectura, estoy trabajando en la arquitectura como lenguaje, y creo que hay que tener gramática para tener un lenguaje. Tiene que ser un lenguaje vivo, pero al final siempre vuelves a la gramática. Es una disciplina. Luego la puedes utilizar para objetivos normales y hablas en prosa. Y si eres bueno en eso, hablas una maravillosa prosa, y si eres realmente bueno, puedes ser un poeta (…) Un poeta no produce un lenguaje diferente para cada poema. Lo que busco es el desarrollo de un lenguaje común, no particularmente ideas individuales. (Puente, 2006)

CONTRICCIONES

La recurrencia a la gramática del lenguaje por Mies Van der Rohe nos introduce en la analogía literaria, un campo de trabajo que ayuda a develar el funcionamiento de las estructuras subyacentes y encontrar sus potencialidades.

La utilización de ciertas estructuras literarias de manera sistemática con el fin de generar producciones artísticas innovadoras ha sido el propósito de Oulipo (acrónimo de «Ouvroir de littérature potentielle», en castellano «Taller de literatura potencial»). El Oulipo consiste en una tentativa de exploración metódica, sistemática, de las potencialidades de la literatura o, mejor dicho, de la lengua. Los fundadores de dicho Taller (R. Queneau, G. Perec, F. Le Lionnais, I. Calvino, H. Mathews M. Métail y otros) rechazan la concepción romántica de que los resultados creativos provienen de la "inspiración" por parte de un "genio creador". Por el contrario, desarrollan de manera colectiva reglas, ataduras, imposiciones y restricciones con el fin de obligar al sistema del lenguaje a salir de su funcionamiento rutinario. Se fuerza al lenguaje a revelar sus recursos ocultos. El conjunto de prohibiciones y obstáculos auto-impuestos de manera voluntaria son la exploración de diversas potencialidades. "Así surge la paradoja, tantas veces señalada, de la restricción lingüística. En lugar de bloquear la imaginación, estas exigencias arbitrarias la despiertan, la estimulan, le permiten ignorar todas esas otras restricciones que no liberan al lenguaje." (Alemian y Rey, 2016, p.13)

Los ejercicios reconocen que hay un sinnúmero de restricciones en cualquier acto creativo. Pero trabajar con todas ellas es por un lado imposible, y por otro poco fértil como exploración creativa. Por este motivo, deciden adoptar contriciones o restricciones autoimpuestas como palíndromos, lipogramas, monovocalismos, heterogramas, poemas oligogramáticos, textos bivocálicos, anagramas, textos fractales, videopoemas, sextinas, queninas, y muchas más estructuras restrictivas como un conjunto de reglas para luego no ser mencionadas y desaparecer en los textos.

El trabajo de Oulipo es de gran interés para la arquitectura y los actos creativos en general. Enric Miralles reivindicaba y trabajaba con reglas Oulipieanas, transformaba las condiciones en las que se desarrolla un proyecto en contricciones. Sumaba contricciones propias como potenciadoras de la creatividad en búsqueda de un lenguaje específico (Muro, 2016). Enrique Walker, entrevistador de Enric Miralles en dicho libro, ha desarrollado un extenso trabajo sobre la relación de la literatura potencial como instrumento proyectual en la arquitectura, comenzando desde su tesis doctoral en la Architectural Association School of Architecture para luego dictar talleres durante su dirección del MSAAD en la universidad de Columbia durante diez años. Enrique Walker trabaja sobre restricciones del paseo desarrolladas por el escritor Georges Peréc con el fin de elaborar lecturas en ciudades conocidas y encontrar ciudades otras. Utilizar la sistematicidad de las reglas no para generar interpretaciones más eficientes y organizadas, sino para explorar aquello oculto. (Walker, 2017)
Estos autores nos llevan a pensar en cómo la implementación de sistemas, reglas, estructuras y restricciones autoimpuestas pueden configurar un medio fértil para explorar arquitecturas otras.

DISPOSITIVOS DE CONTROL GEOMÉTRICO

En este contexto, entendemos que un pensamiento material como herramienta proyectual debe hacer un ejercicio oulipeano y olvidar por un momento todas las otras variables con las que trabaja la arquitectura. Debe trabajar con pocas variables de manera intensiva, en lugar de muchas variables con escaza profundidad en cada una de ellas. Sacar el máximo partido a lo mínimo en lugar del mínimo partido a lo máximo.

Para tal fin, se deben seleccionar algunas variables mientras que el resto se determinarán como constantes, quedando a la espera de ser activadas. Esta restricción autoimpuesta tiene el objetivo de obligar al sistema constructivo a salir de su funcionamiento rutinario para arribar a otros resultados. Luego de realizadas las exploraciones de las variables seleccionadas se obtendrán resultados, éstos deben evaluarse para determinar si tienen algún valor proyectual o si deberán modificarse las restricciones y generar otras nuevas hasta encontrar, de manera intuitiva, *emergentes* interesantes para el proyecto. Una vez hallados es menester entender cómo fueron generados, cómo operaron las variables para llegar a tal resultado. Al comprender este proceso el emergente se vuelve un instrumento proyectual más.

Dado el grado de abstracción de los procesos descriptos anteriormente podemos trabajar con ejemplos para entender las potencialidades embebidas en algunos sistemas constructivos para desarrollar arquitecturas otras. Partiremos del sistema constructivo compuesto por el ladrillo como material principal. El ladrillo es un material con 12.000 años de tradición en la construcción humana siendo utilizado por diversas culturas a lo largo de la historia. Su composición ha cambiado, al igual que la manera de implementarse, pero su forma se ha mantenido prácticamente invariable a lo largo de la historia. Hoy en día podemos encontrar ladrillos de la más variada composición material, sin embargo, sus dimensiones se mantienen inalteradas. Su ligereza, caras planas, ángulos ortogonales y morfología sencilla permite un elevado número de maneras de relacionarse ladrillo a ladrillo, siendo reguladas todas ellas mediante *Dispositivos de Control Geométrico*.

El dispositivo más utilizado en la construcción ladrillera argentina es el hilo, de allí inclusive deriva el nombre hilada para definir al conjunto horizontal de ladrillos en un muro. El hilo tiene su propia limitación material dado que siempre requiere de algún caballete para ser tensado en ambos extremos,

esto genera que el hilo sea un regulador estático. Si pensamos en la vara de compas como DCG las posibilidades serán otras, la vara no necesita ser tensada por lo que permite que el instrumento se desplace con mayor libertad. Si fijamos la vara desde un punto y gira 360° podemos generar domos y si desplazamos ambos laterales de la vara con una guía recta debajo y una guía curva arriba podemos generar muros con dobles curvaturas como los muros construidos por Eladio Dieste en la Iglesia del Cristo Obrero.

Fracisco Cadau menciona que usualmente, en la práctica arquitectónica tradicional, los DCG:

> Operan en su mayoría como instrumentos donde el problema del control está allí para verificar la ejecución ajustada de una forma previa, orientándose de ese modo como tecnología de optimización, revisión, comprobación y calibración, y no como arma proyectual dirigida al manejo del proceso mismo de su generación, orientada como tecnología para la experimentación, diferenciación, complejización y transformación. Es en el contexto de este segundo estatuto donde dicho medio funciona de manera activa, abriendo todo un territorio donde la tecnología trasciende su función como mecanismo de confirmación y repetición y se vuelve dispositivo de novedad y divergencia, operando como medio dúctil de trabajo y como mediador para el cambio. (Najle y Cadau, 2015)

Un gran aporte teórico-práctico sobre estos dispositivos realiza Francisco Cadau en el posgrado de Arquitectura y Tecnología en la UTDT, donde explora las posibilidades de diversos dispositivos giratorios que condensan una fecunda técnica formal: compás simple, compás biartictulado simple, con guía desplazable y con guía giratoria, el compás triarticulado simple, con guía desplazable y con guía giratoria, y el spliner cuadrático. Todos estos dispositivos de control geométrico actúan como mediadores entre el proyecto y la construcción de la organización. En los talleres dictados en el posgrado se limitan la mayor parte de variables en el sistema quedando como constantes, y se explora la variabilidad sólo de algunos aspectos. En particular se explora todo el rango de variabilidad del dispositivo de control geométrico adoptado con el fin de encontrar emergentes inesperadas. El proyecto final, entonces, es la adopción de un momento seleccionado del sistema.

La obra de Eladio Dieste es un gran ejemplo de exploración y dominio de estos dispositivos como herramienta proyectual de especulación formal y espacial. Su pensamiento formal no es independiente de la materialidad, sino que emana de entender qué regula la organización de los materiales y qué capacidad tienen de combinarse. En los muros de doble curvatura Eladio Dieste no parte de las formas para luego ver cómo se construyen, sino que comprende el rol de los dispositivos de control geométrico como punto de partida y los utiliza como instrumentos de diseño. La metodología utilizada nos permite comprender el origen de dichos muros, permitiéndonos replicarlos, o si quisiéramos, alterar el grado de las variables adoptadas para genera muros otros con el mismo sistema. Es decir, las estructuras subyacentes que regulan las organizaciones materiales son utilizadas como instrumentos de especulación formal y espacial.

En este proceso la intuición juega un papel trascendente. En primer lugar, porque es necesario tener la capacidad de anticiparse a los resultados, avizorar qué variables arrojarán las derivaciones más interesantes para la propuesta. Y, por otra parte, es necesario y fundamental tener la sensibilidad suficiente para reconocer qué tiene valor dentro de tantos efectos que los sistemas generan.

Un proceso abierto entendido en los términos de investigación proyectual, que parte de la idea que cada proyecto es en sí mismo una investigación, y lo es sobre todo si la lógica en la que se desarrolla la experimentación promueve la emergencia de la innovación.

> La investigación que se desarrolla a partir del proyecto es una investigación aplicada. Entonces, el proyecto adquiere el estatus de objetivo pero también de medio. Es decir, el medio para investigar es el proyecto. Por lo tanto, entiendo proyecto e investigación de manera integrada. (Cadau, 2021)

En este sentido es clave el registro de cada paso, de cada etapa a los fines de plantear la experiencia en clave de investigación. La definición de un protocolo, en el que consten los objetivos, el diseño, la metodología, resulta necesaria, a lo que se suma la determinación de los procedimientos de observación, análisis, evaluación e interpretación de los resultados. Todo lo cual termina de dar forma a ese registro documental de manera que la experimentación se inscriba dentro de los requisitos de una investigación científica.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

En estos modos de pensar y trabajar se opera computacionalmente, aunque para ello no se empleen ordenadores. Sin embargo, el giro digital ha ampliado la capacidad de generación de protocolos de organización y sistematización de contricciones, con el objetivo de explorar las potencialidades del pensamiento material. La implementación de sistemas paramétricos aumenta de manera significativa el procesamiento de variables y facilita la evaluación performativa de los sistemas.

Cabe aclarar que reconocemos tres tipos de “parametrisismos”. En primer lugar, se encuentra aquel que tiene por objetivo optimizar los procesos constructivos en busca de la eficiencia. En segundo lugar, aquellos que utilizan los sistemas paramétricos como medio de exploración formal. Según Stan Allen (1996) “La forma importa, pero no tanto las formas de las cosas como las formas entre las cosas.” Y, por último, “quienes utilizan la lógica paramétrica como mediación performativa. Esta última es la más fructífera, porque utilizan su potencia para constituir una plataforma de desarrollo de sensibilidades, problemas y juegos.” (Ortega, 2017, p. 31)

Luego de haber discutido la noción dinámica del proyecto, entendiendo a esta como la capacidad evolutiva de los sistemas abiertos de restricciones liberadoras; y la noción sensible, como aquella que intuye las oportunidades y reconoce el valor en los emergentes. Luis Ortega, introduce una tercera dimensión, a veces olvidada, que es la noción lúdica. El juego, no visto como un divertimento superficial, sino como un agente cultural de cambio.

> El giro digital ha provocado un cambio en la cultura visual del arquitecto. (…) Por ejemplo, se produce un empleo de materiales alejado del lenguaje de la eficiencia de la modernidad y que enfatiza la búsqueda de un afecto no ligado a la mediación racional moderna, sino vinculado directamente al impacto en los sentidos de las organizaciones formales abstractas. No se trataría de recuperar un discurso fenomenológico de la arquitectura, sino de utilizar todo el potencial de la digitalización para explorar articulaciones formales complejas (…) que expanden la experiencia espacial moderna más austera con experiencia mucho más ricas y diversas. (Ortega, 2017)

CONCLUSIONES

El proceso proyectual, entonces, ya no es aquel proceso de pensamiento lineal que media entre la idea mental y la forma final, sino que se vuelve un ámbito de investigación y retroalimentaciones interativas entre las contricciones seleccionadas, los protocolos implementados y los emergentes de di-

cho sistema. Se sortea el binomio obra y autor, para incorporarse el sistema. El proyectista prioriza lógicas circulares volviéndose autor de un sistema que se puede ajustar y actualizar de manera dinámica para ser implementado de diversos modos en distintas obras. El autor media entre su subjetividad personal, la colectiva actualizada y el devenir propio del sistema propuesto para un determinado proceso proyectual.

Un pensamiento material que reconoce las contricciones de cada sistema constructivo, que comprende sus variables, sus constantes, que suma nuevas restricciones autoimpuestas de manera sistemática con el objetivo de desandar los modos tradicionales de desarrollarse y que tiene la sensibilidad suficiente como para reconocer la potencialidad en los emergentes encontrados, eleva el numero de variables con las que suele trabajar, por lo que crece la complejidad y dota al proceso de diseño de un carácter constituyente como construcción teórica a través de la práctica proyectual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Ábalos, I. (Ed.). (2009). *Naturaleza y artificio, el ideal pintoresco en la arquitectura y el paisajismo contemporáneos.* Gustavo Gili.

· Alemian, E. & Rey, M. (Eds.). (2016). *Oulipo: Ejercicios de literature potencial*. Caja Negra.

· Campos Baeza, A. (2020). Estereotómico vs Tectónico. *Trece trucos de arquitectura* (pp. 35-44). Diseño Editorial.

· Cabrera, R., Aguirre León, E. & Cardenal, S. (2021). *Tres_arquitectura. Diversas miradas a través de prácticas, experiencias y obras.* Ediciones UNL.

· Herreros, J. (2019). Transferencias por un pensar técnico. *Textos críticos* (pp. 88-97). Asimétricas.

· Frampton, K. (1990). En defensa de la tectónica, *Architectural Design 60, 3-4*.
Muro, C. (Ed.). (2016). *Conversaciones con Enric Miralles*. Gustavo Gili.

· Najle, C. & Cadau, F. (Eds.). (2016). *Tecnologías del Ladrillo: Dispositivos, Aparejos, Organizaciones.* Universidad Torcuato Di Tella.

· Ortega, L. (2017). *El diseñador total: Autoría en la arquitectura de la época posdigital*. Puente. Puente, M. (Ed.). (2006). *Conversaciones con Mies van der Rohe.* Gustavo Gili.

· Tschumi, B. (mayo de 2019). Session 9: From post-critical blobs to the return to the autonomy, discourse (From Blobs to Blogs). *Architecture (+Cities) as Concept (from 1968 to the present)* (pp. 15-16)

· Walker, E. (2017). *Bajo contricción / Under Constraint.* Ediciones ARQ.

COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE TIPOLOGÍAS FRECUENTES EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA: UN CASO DE ESTUDIO

EARTHQUAKE-RESISTANT PERFORMANCE OF FREQUENT TYPOLOGIES IN THE CITY OF CÓRDOBA: A CASE STUDY

Eduardo Rodriguez Cimino
Gustavo Gonzalez
Gabriela Asis Ferri
Julieta Mansilla
Eduardo Wuthrich
Raquel Fabre
Daniela Gilabert
Leonel Ghiglione
Horacio Altamirano

Estructuras III

FAUD — UNC, Cordoba, Argentina

—
eduardo.rodriguez@unc.edu.ar

RESUMEN

El desempeño de una estructura frente a las acciones sísmicas está en gran medida caracterizado por la configuración de la construcción, definida en las primeras etapas del proceso de diseño. Es aquí, cuando se definen las características geométricas y la composición, tanto de los elementos estructurales como de los no estructurales, que determinarán cómo será el comportamiento de la construcción durante un sismo.
El estudio de casos nos permitirá extraer criterios generales, conceptos o hipótesis que surjan a partir de la evaluación cualitativa de la composición estructural del proyecto. En este trabajo presentamos el análisis de las características geométricas de la estructura para un caso de estudio, y su impacto en el desempeño y vulnerabilidad frente a las acciones sísmicas.

PALABRAS CLAVES: criterios de diseño — estructuras — sismo

ABSTRACT

The performance of a structure against seismic actions is largely characterized by the configuration of the construction, defined in the early stages of the design process. It is here, when the geometric characteristics and composition of both the structural and non-structural elements are defined, which will determine how the construction will behave during an earthquake.
The case study will allow us to extract general criteria, concepts or hypotheses that arise from the qualitative evaluation of the structural composition of the project. In this paper we present the analysis of the geometric characteristics of the structure for a case study, and its impact on performance and vulnerability to seismic actions.

KEY WORDS: design criteria — structures — earthquake

INTRODUCCIÓN

El estudio cualitativo de la configuración estructural y sus componentes es de gran utilidad e importancia dentro del proceso de diseño estructural, ya que permite interpretar el posible comportamiento de la estructura en etapas iniciales de proyecto y realizar sucesivos ajustes previos a un análisis numérico detallado y el dimensionado final.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación denominado "Estudio del comportamiento sismorresistente de tipologías de edificación frecuentes en la ciudad de Córdoba", que cuenta con aval y financiamiento de la SECYT, UNC, en el cual se desarrolla una metodología de análisis y evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica estructural de edificios en altura a partir principalmente de su composición geométrica. Presentamos en esta oportunidad, uno de los casos de estudio evaluados en dicho proyecto.

CASO DE ESTUDIO: TORRE DUOMO

Se trata de una de las torres de viviendas más altas de la ciudad, cuya ejecución demandó una logística particular debido a la ubicación estratégica del mismo frente a la terminal de Ómnibus de la ciudad de Córdoba. Esta torre cuenta con 31 niveles, y 260 departamentos. Todas las unidades son externas, lo que permite iluminación natural y ventilación a todas las unidades.

Cuenta con un basamento comercial y de estacionamiento donde además se encuentra la pileta con terraza solárium. La torre de departamentos está comprendida entre el nivel 3 y el 27. Cada planta del edificio es simétrica en ambos sentidos y está compuesta por 10 unidades funcionales, 6 de 1 dormitorio y 4 de dos dormitorios. El núcleo de circulaciones que contiene a la escalera de emergencia y ascensores se ubica exactamente en el centro de la planta y se corona con la sala de máquinas y tanques de agua en la cubierta del edificio. En el piso 28 se encuentran las amenities y SUM de uso común, donde predominan los cerramientos vidriados para favorecer las visuales en 360°.

USO: Residencial en altura
UBICACIÓN: Transito Cáceres y Bv. Illia - Barrio Nva. Córdoba, Córdoba
PROYECTO: Grupo Betania y EDISUR
SUPERFICIE PLANTA TIPO: 600 m²
SUPERFICIE TOTAL: 23000 m²
NIVELES: 31 niveles
ALTURA TOTAL: 90 m
AÑO DE PROYECTO: 2015

Fig. 1: Torre Duomo

Fuente: https://www.grupoedisur.com.ar/web/es/emprendimientos/torre-duomo/

Fig. 2: Planta, corte y fachadas

ESTRUCTURA

El edificio se resuelve por medio de una estructura independiente de hormigón armado. Los planos horizontales están conformados por losas nervuradas armadas en una dirección, de 40 cm de espesor en interiores, y de 15 cm en núcleos húmedos, a fin de obtener un desnivel de para albergar el recorrido de las instalaciones sanitarias hasta las montantes.

En cuanto a la estructura vertical, en dirección X posee dos planos resistentes conformados por tabiques en L vinculados con pórticos a mediante vigas incorporadas en el espesor de las losas. El núcleo de circulación vertical se encuentra en el centro geométrico de la planta, y está conformado por dos tabiques en C cuya dirección predominante es la X. En dirección Y los planos resistentes están principalmente conformados por pórticos. En el caso de las vigas se ha optado por una altura constante de 40 cm y ancho variable, que quedan incluidas dentro del espesor de la losa, obteniendo un cielorraso continuo, con encofrados de ejecución rápida y económica, pero con vigas de muy escasa rigidez.

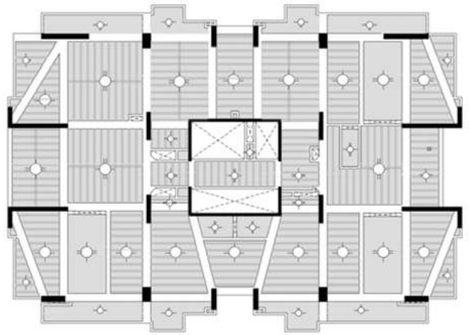


Fig. 3: Esquema estructural de planta tipo

CONFIGURACIÓN EN PLANTA

· Control de regularidad

Se controla el cumplimiento del requisito indicado en el apartado 4a de las condiciones de regularidad en planta indicadas en la tabla 2.3 del reglamento CIRSOC 103:2013 – Parte I:

"Son estructuras regulares de esquinas entrantes cuando la proyección de la planta se extiende más allá de la esquina entrante una longitud menor al 15% de las dimensiones de la planta en las direcciones de análisis".

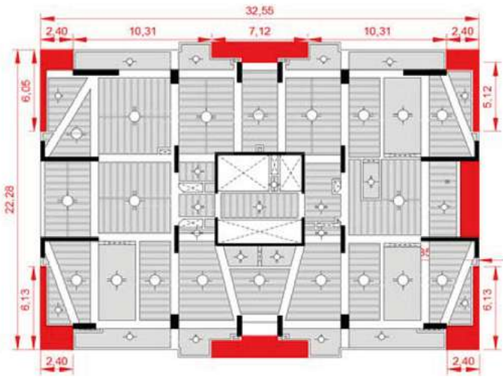


Fig. 4: Control de entrantes en planta

Control de longitud entrante en sentido transversal:

$$\frac{6{,}13\ m}{22{,}28\ m} = 0{,}275 > 0{,}15$$

$$\frac{2{,}40\ m}{32{,}55\ m} = 0{,}07 < 0{,}15$$

· Magnitud de la irregularidad

Para el caso de presentarse figuras irregulares, en forma de L,T,H, o C, se evalúa además de la condición anterior, la magnitud de la irregularidad, midiendo cuánto se reduce la diagonal del rectángulo que circunscribe la planta.

$$\frac{39{,}45 - 33{,}32}{39{,}45} \cdot 100 = 15.53\%$$

El estrechamiento de la diagonal del rectángulo regular que circunscribe la planta es de apenas un 15.53%.

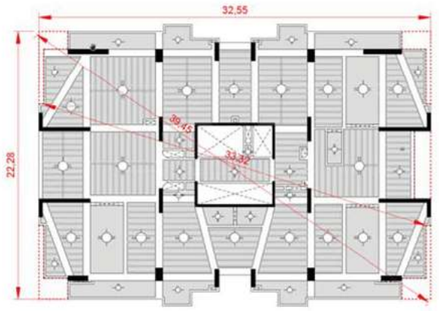


Fig. 5: Control de estrechamiento de la planta

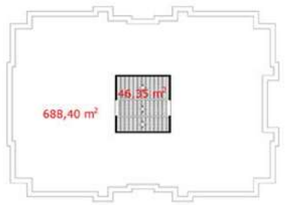
CONFIGURACIÓN EN ALTURA

· Control de regularidad de variación de masas en altura

Se controla el cumplimiento del requisito indicado en el apartado 2 de las condiciones de regularidad en altura indicadas en la tabla 2.4 del reglamento CIRSOC 103:2013 – Parte I:

"Son estructuras con regularidad de masas cuando las masas de cada nivel varían menos de 30% respecto de los niveles adyacentes"

Se considera que la masa de cada nivel es proporcional a su superficie, por lo cual se compara este valor. El único nivel que presenta una superficie diferente es el de la sala de máquinas.

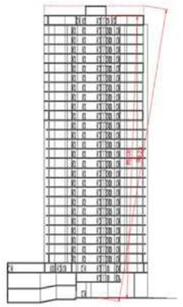


$$\frac{688{,}40\ m^2}{46{,}35\ m^2} = 14{,}85 > 1{,}3$$

Fig. 6: Control de variación de masa

· Magnitud de la irregularidad

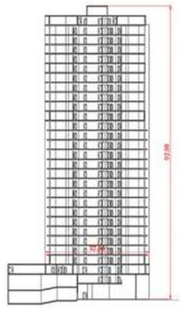
Se evalúa la magnitud de la irregularidad, comparando la diagonal del rectángulo que inscribe el alzado con la diagonal que mide el estrechamiento de la figura.



$$\frac{93{,}23\ m - 89{,}06\ m}{93{,}23\ m} \cdot 100 = 4{,}49\%$$

Fig. 7: Magnitud del retranqueo

· Esbeltez global



$$Esbeltez = \frac{92{,}00m}{32{,}50\ m} = 2{,}83$$

Fig. 8: Esbeltez

· Concentración de masa en altura

Se evalúa la relación entre la posición en altura del centro de gravedad del edificio y su altura total, considerando que la masa de cada nivel es proporcional a su tamaño.

$$ubicacion\ del\ CM = \frac{46{,}00\ m}{92{,}00\ m} = 0{,}5$$

El centro de masa se ubica a la mitad de la altura del edificio por tratarse de una estructura simétrica y regular.

DIAFRAGMA HORIZONTAL

· Continuidad

El plano horizontal mantiene continuo un mismo nivel en todo su desarrollo, sin quiebres ni escalonamientos que lo interrumpan.

· Proporcion

Se controlan las condiciones que debe cumplir el plano horizontal para ser considerado como un diafragma rígido, indicadas por el reglamento CIRSOC 103:2013 – Parte I, en su apartado 8.2.1.1:

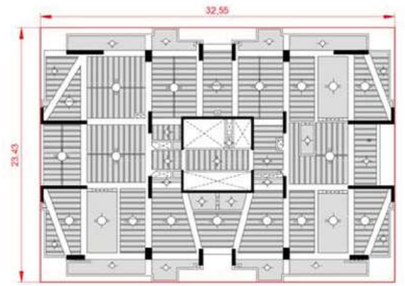


Fig. 10: Proporcion

$$\frac{32{,}55\ m}{23{,}43,\ m} = 1{,}39 \leq 3$$

La relación largo / ancho no supera el valor máximo de referencia.

· Tamaño de perforaciones

El área de la suma de todos los huecos del diafragma no debe superar el 10% de la superficie total de la planta.

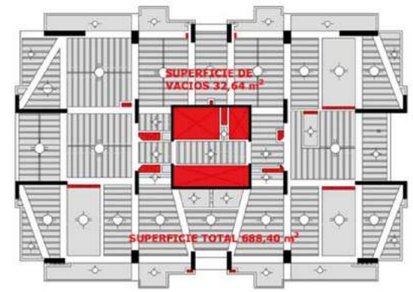


Fig. 11: Perforaciones

$$\frac{32{,}64\ m^2}{688{,}40\ m^2} = 0{,}05 \leq 0{,}1$$

La superficie de perforaciones en el diafragma no supera el máximo de referencia.

· Ancho máximo de perforaciones sobre el diafragma

La suma de la dimensión máxima de todos los huecos en una dirección, no debe superar 1/3 de la dimensión de la planta paralela a esa dirección.

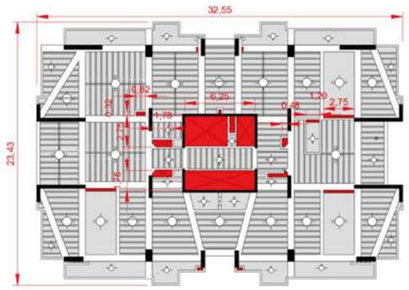


Fig. 12 Ancho máximo de perforaciones

$$\frac{6,25 + 0,82 + 1,78 + 0,48 + 1,20 + 2,75\ m}{32,55\ m} = 0,40 > 0,33$$

$$\frac{1,75\ m + 2,75\ m + 0,32\ m}{23,43\ m} = 0,20 < 0,33$$

En la dirección transversal, las dimensiones de las perforaciones del diafragma están dentro de los valores de referencia, mientras que en la dirección longitudinal los superan.

· Separación de las perforaciones

Cualquier hueco debe estar separado de los bordes de la planta o de otros huecos como mínimo 1/4 de la dimensión de la planta en esa dirección.

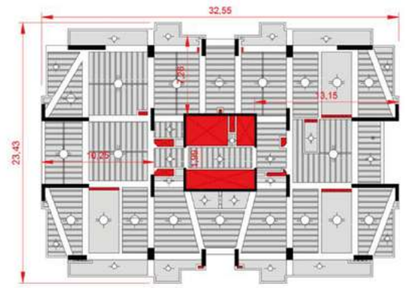


Fig. 13 Separacion de las perforaciones

$$\frac{10,25\ m}{32,55\ m} = 0,32 \geq 0,25 \qquad \frac{7,26m}{23,43\ m} = 0,30 \geq 0,25 \qquad \frac{1,89\ m}{23,43\ m} = 0,08 \leq 0,25$$

Es muy escasa la separación entre perforaciones en la dirección transversal de la planta.

PLANOS RESISTENTES VERTICALES

· Cantidad

Se mide mediante la relación entre la cantidad de planos resistentes verticales y la longitud de la planta, para cada una de las direcciones principales de análisis.

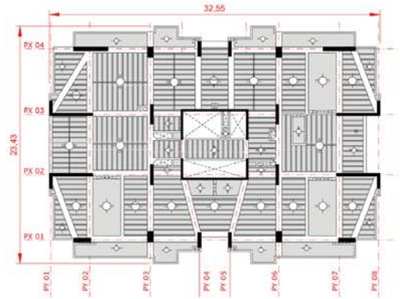


Fig. 14 Planos resistentes verticales

$$Densidad\ Y = \frac{8}{32,55} = 0,245 \qquad Densidad\ X = \frac{4}{23,43} = 0,17$$

En dirección Y, se considera el aporte de 2 planos resistentes compuestos por tabiques vinculados a pórticos, a pesar de no estar en el mismo eje, ya que se considera el comportamiento espacial y no solo en el plano.

· Distribucion

Se evalúa la separación excesiva de planos resistentes verticales (pórticos, tabiques o muros portantes), mediante la relación entre la máxima separación entre planos resistentes (o entre el primer plano resistente y el borde de losa) y la separación promedio en la dirección evaluada.

$$Distribucion\ X = \frac{6,45\ m}{23,43\ m/4 - 1} = 0,83$$

$$Distribucion\ Y = \frac{5,95\ m}{32,55\ m/8 - 1} = 1,28$$

· Continuidad de elementos verticales

Se controla el cumplimiento del requisito indicado en el apartado 4a de las condiciones de regularidad en altura indicadas en la tabla 2.4 del reglamento CIRSOC 103:2013 – Parte I:

"Son estructuras regulares cuando los elementos verticales son continuos en altura o los retranqueos en su plano son inferiores a la longitud del elemento. Las dimensiones de los componentes son constantes o crecientes hacia abajo"

Si bien se cumple la condición, existen reducciones bruscas de sección y geometría de los elementos verticales pisos consecutivos.

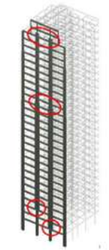


Fig. 15 Continuidad de elementos verticales

· Nudos

Se realiza una ponderación de la cantidad de nudos irregulares existentes en los planos resistentes verticales, en relación al total de nudos de la estructura

Se observa la existencia de numerosas uniones viga/columna en donde los elementos que llegan al nudo no comparten el mismo eje.

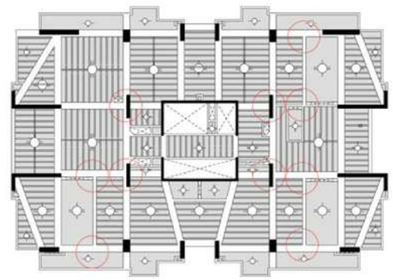


Fig. 16 Nudos irregulares

VULNERABILIDAD SÍSMICA

Parámetro	Puntaje
Configuración en planta	90
Configuración en altura	90
Continuidad de diafragma	100
Rigidez de diafragma	60
Cantidad de PRV	60
Distribución de PRV	100
Continuidad de PRV	70
Irregularidad en nudos de PRV	60
Resistencia convencional	80
Variación de rigidez en altura	60
Regularidad torsional	100
Distorsión	100
Desplome	100
TOTAL	82
INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA	18

Tabla 1: Evaluacion de vulnerabilidad sísmica

CONCLUSION

El análisis cualitativo del edificio en estudio da como resultado un bajo índice de vulnerabilidad sísmica, sustentado principalmente en su regularidad geométrica.

Una distribución homogénea y simétrica de los planos resistentes verticales, y buenas proporciones de la figura de la planta, con escasas entrantes, aunque con numerosas perforaciones, da como resultado una gran regularidad en planta, muy beneficiosa para el comportamiento sísmico.

Por otro lado, los puntos bajos del diseño son las variaciones bruscas de secciones de columnas en pisos consecutivos, forzadas por situaciones funcionales, al igual que la falta de coincidencia de los ejes de columnas y vigas en algunos nudos. Tambien tiene su incidencia negativa el tamaño de las perforaciones producidas por las circulaciones verticales concentradas en el medio de la planta.

Los puntos mas majos se dan en ítems que poseen una menor incidencia en el resultado final, por lo cual se obtiene un índice de vulnerabilidad muy bajo.

Este análisis cualitativo corresponde a uno de los casos de estudio evaluados en una primer etapa del trabajo de investigación llevado a cabo por los autores, el cual prevé una segunda instancia en donde los resultados serán contrastados con un análisis estructural de tipo cuantitativo llevado a cabo mediante programas de calculo, que permitirá validar o recalibrar la metodología utilizada.

XII Creta

Área B - Investigación

Eje 2

IMPACTO DEL USO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS DEL NORDESTE ARGENTINO

IMPACT OF USE ON THE ENERGY EFFICIENCY OF HOUSES IN NORTHEAST ARGENTINA

Herminia M. Alías
Guillermo J. Jacobo

Grupo de Investigación de Eficiencia Energética en la Edificación

FAU — UNNE, Resistencia, Argentina

—

heralias@arq.unne.edu.ar

RESUMEN

El objetivo fue analizar el impacto del uso en la necesidad de energía para climatización de viviendas de producción estatal de cuatro ciudades del Nordeste argentino. Se definieron casos de viviendas y mediante indagaciones sobre usos y preferencias de los habitantes (encuestas y monitoreos ocupacionales), sumadas a monitoreos higrotérmicos y evaluaciones estacionarias y dinámicas, se definió una *referencia* que representa a la vivienda habitual y su desempeño en la zona cálida- húmeda, así como a pautas frecuentes de uso. Se plantearon grupos de variables asociadas a dichas pautas: *Uso de la ventilación selectiva* (apertura de vanos); *Gestión de la climatización electromecánica* (disponibilidad de equipos, tiempos-regulaciones de uso); *Intensidad del uso cotidiano* (cantidad de personas, actividades) y *Otra gestión* (ampliaciones, etc.). Se ponderaron estados posibles de cada variable y su incidencia en el consumo de electricidad para climatizar las viviendas, según la *referencia* definida. El uso, además de determinar cargas internas, puede determinar cargas externas a través de superficies opacas, vidriadas y de ventilación, siendo el factor de mayor impacto en el consumo energético.

PALABRAS CLAVES: gestión – pautas – climatización – energía – consumo

ABSTRACT

The objective was to analyze the impact of the use on energy consumption for air conditioning of state-managed houses in four cities in the Argentine Northeast. Houses cases were defined and through inquiries about the uses and preferences of the inhabitants (surveys and occupational monitoring), added to hygrothermal monitoring and stationary and dynamic evaluations, a *reference* was defined: it represents the habitual house and its performance in the warm-wet zone, as well as frequent guidelines of use. Groups of variables associated with these guidelines were proposed: *Use of selective ventilation* (opening windows and doors); *Management of air conditioning* (availability of equipment, times-regulations of use); *Intensity of daily use* (number of people, activities) and *Other management* (extensions, etc.). Possible states of each variable and their impact on electricity consumption to air-conditioning homes were weighted, according to the defined *reference*. The use, in addition to determining internal loads, can determine external loads through opaque, glazed and ventilation surfaces, being the factor with the greatest impact on energy consumption.

KEY WORDS: management – guidelines – air conditioning – energy – consumption

INTRODUCCIÓN

Ante el panorama de escasez de recursos energéticos y de cambio climático por calentamiento global (con conocidas consecuencias ambientales), reducir el consumo energético general constituye una alternativa para reducir el consumo de combustibles fósiles y la emisión de gases ligados a tal calentamiento. Según los balances energéticos argentinos, un tercio de la energía se destina al sector vivienda (Ministerio de Hacienda, 2018), por lo que el mismo constituye una oportunidad para lograr una reducción energética significativa. Por otra parte, casi un tercio de la demanda nacional de energía primaria es para climatización de edificios. Las viviendas producidas por el Estado representan aproximadamente el 35% del parque residencial de los principales centros urbanos de la región nordeste de Argentina –NEA- (Alías, 2020). Dicha región, con similitudes socioeconómicas, tiene al clima como factor común: buena parte del NEA pertenece a la zona bioambiental "Ib", muy cálida y húmeda (IRAM, 2012), con períodos estivales rigurosos y prolongados. La región incluye a las provincias de Chaco, Corrientes, Misiones y Formosa, cuyas ciudades capitales son Resistencia, Corrientes, Posadas y Formosa, respectivamente[1] (figura 1). En la demanda de energía de estas viviendas, la refrigeración representa el rubro prioritario (60 % del consumo, que utiliza la electricidad como vector energético único).

El clima determina ciertas características del hábitat y de los comportamientos humanos y viceversa: el hombre, buscando el bienestar en su hábitat, principalmente en la interacción con la envolvente de su vivienda, impacta fuertemente en el desempeño térmico y energético del sector residencial (Andreoni Trentacoste y Ganem Karlen, 2017).

Figura 1: Vistas satelitales de la implantación de las ciudades capitales de las provincias del NEA y de la ubicación de algunos conjuntos habitacionales de producción estatal. Fuente: Google (s.f), con intervenciones propias.

En este contexto, es necesario producir viviendas con menor impacto ambiental negativo durante su ciclo de vida, que garanticen la inclusión social y calidad de vida de sus habitantes, reivindicando el derecho a una vivienda digna y sustentable (política, social, económica y ambientalmente), y logrando un uso más racional y efectivo de los recursos públicos (Ferreyra y Czajkowski, 2019). En función de ello, es importante disponer de modelos integradores y contextualizados de evaluación de la vivienda producida mediante fondos públicos, que consideren tanto los recursos físico- materiales y energético-ambientales como los recursos humanos (sus habitantes).

El impacto del uso determinado por quienes habitan las viviendas usualmente no es considerado suficientemente en la planificación, diseño y producción del hábitat residencial estatal ni en su evaluación de desempeño termoenergético y ambiental, de manera que no resulta posible predecir ni cuantificar suficientemente su incidencia en el consumo de energía. Los habitantes son habitualmente considerados como factor invariante, independientemente de sus costumbres y preferencias en las distintas regiones socio geográficas del país. Pero las gestiones y adaptaciones de estos para adecuar las condiciones ambientales de la vivienda a sus preferencias (influenciados por factores socioeconómicos y culturales) escapan del control y del diseño arquitectónico, determinando que el desempeño del edificio dependa fuertemente del comportamiento humano (Re y Blasco Lucas, 2010; Wagner y O'Brien, 2018; Szokolay y Tenorio, 2002). Un estudio de viviendas del NEA y sus habitantes (Alías, 2020), con el objetivo de definir una primera aproximación a un modelo interpretativo de evaluación de eficiencia energético-ambiental de viviendas regionales de gestión pública, demostró que más allá de ciertas características básicas de la vivienda, su desempeño es resultado principalmente del accionar de sus habitantes.

El objetivo de este artículo es plantear una propuesta de valoración cualicuantitativa de la incidencia del uso en el consumo de energía para climatizar viviendas de gestión estatal en ciudades del NEA.

METODOLOGÍA

Se analizaron cinco casos tipológicos de viviendas individuales de producción habitacional estatal y uso masivo en las ciudades de Resistencia, Corrientes, Posadas y Formosa, en el período 2004 - 2020. Dichas viviendas se implantan en baja densidad en zonas periurbanas, en planta baja, y en muy pocos casos en dúplex, apareadas o bien entre medianeras, y constituyen grupos pequeños de entre 20 y 100 unidades (de 45 a 50 m2 cubiertos, cada una) en los que coexisten dos o tres prototipos similares. Su materialidad está dada por techos metálicos, muros exteriores de ladrillos cerámicos huecos (de 12 a 18 cm.) o de ladrillos comunes macizos (de 12 cm.) y por carpinterías de madera o de perfiles de chapa (con o sin postigos exteriores).

Se realizaron: evaluaciones tradicionales[2] de desempeño higrotérmico y consumo de energía para climatización (refrigeración y calefacción) de las viviendas, que fueron complementadas por 100 encuestas a habitantes de las cinco viviendas – caso y monitoreos (térmicos y ocupacionales). Se configuró así un diagnóstico de situación, se caracterizaron algunas modalidades de uso y se identificaron variables significativas incidentes en el desempeño, así como sus porcentajes generales de impacto en el consumo. Dichas variables se agruparon en tres dimensiones (figura 2): *entorno, diseño arquitectónico* de la vivienda, y *uso y gestión* de sus habitantes. Las variables definidas en cada dimensión, que inciden en las vías a través de las cuales se producen las ganancias y pérdidas de energía (figura 3), son:

a) En la *dimensión del entorno*: 1) *Centro urbano* de la vivienda; 2) *Densidad del área de implantación* (dependiendo de si la vivienda se inserta en un área urbana o suburbana); 3) *Tipo de superficies de veredas, calles adyacentes y espacios libres* (dependiendo del predominio de superficies pavimentadas o de tierra y/o cobertura vegetal); 4) *Presencia de arbolado* en el exterior inmediato (dependiendo de si su presencia es media - alta, o escasa / nula); 5) *Tipo de implantación* de la vivienda en el lote (dependiendo de si se plantea apareada, entre medianeras, etc.).

b) En la *dimensión del diseño arquitectónico*, las variables se refieren a los aspectos físicos, constructivos, espaciales, formales y funcionales de la vivienda: 1) *Orientación* del eje fachada / contrafachada; 2) *Porcentaje* de vidriados; 3) *Protecciones solares* a muros, vidriados y techos; 4) *Aislación térmica*; 5) *Inercia térmica*; 6) *Compacidad del partido*; 7) *Posibilidad de ventilación natural*.

c) En la *dimensión del uso y gestión*, las variables se asocian a pautas de apropiación y control, adaptaciones y preferencias de las personas que habitan la vivienda y su impacto: 1) *Uso de la ventilación selectiva* (según modalidad de apertura de vanos); 2) *Gestión de la climatización electromecánica* (según la disponibilidad y zonas en que se instalan equipos de climatización, y el tiempo diario y modo de uso de los mismos); 3) *Intensidad del uso cotidiano* (según cantidad de habitantes de la vivienda y sus actividades); 4) *Otra gestión y control* (según existencia de ampliaciones a la vivienda, el control de los dispositivos de protección solar, etc.).

Mediante los *métodos tradicionales de evaluación energética*, con un ajuste razonable entre los diferentes procedimientos aplicados, se definió el porcentual relativo de incidencia de cada dimensión en el consumo de energía para climatización: 10% de la dimensión del entorno, 30% del diseño arquitectónico y 60% del uso y gestión, en función de los porcentajes de energía obtenidos (columnas azul y roja de figs. 2 y 3) para cada vía de aporte (teniendo en cuenta qué dimensión/es y sus respectivas variables incide/n en cada tipo de aporte). También se definió la incidencia de cada variable en el sistema total.
Se determinó un *desempeño general de referencia*, asociado un consumo de 270 kWh/m² año para refrigeración y 84 kWh/m² año para calefacción, configurando un diagnóstico de la situación habitual construida.
Mediante las *encuestas* a habitantes de viviendas de producción estatal y los *monitoreos térmicos* y *ocupacionales* (actividades realizadas por los habitantes, durante los mismos períodos de monitoreos térmicos) en dichas viviendas, se obtuvieron datos sobre aspectos psicosocioculturales condicionantes del uso (actividades, preferencias, disponibilidad, adaptaciones) y se definieron las bases para la modelización de los usos en la evaluación tradicional dinámica de las viviendas.
Así se definió la situación de las viviendas – caso según las dimensiones definidas (y sus variables) y se definió una *referencia* (eje del trabajo) que representa a lo habitualmente realizado en materia de vivienda urbana de gestión estatal y sus usos en la zona muy cálida y húmeda del NEA.
Para cada *variable* (de cada una de las tres dimensiones) se definió un conjunto de *indicadores*[3] o *estados* en que cada una de las variables puede encontrarse (figura 4), tanto en la *situación de referencia* como en otras *situaciones posibles*. Cada estado posible de cada variable se ponderó, según su grado de acercamiento al estado de *referencia* (o habitual), mediante simulaciones dinámicas de las viviendas-caso en cada uno de dichos estados, obteniéndose los desempeños y consumos de energía para climatizar en cada uno. Así, el valor del *estado* de cada variable se expresó como un porcentual de aumento (valor positivo) o disminución (valor negativo) del consumo de energía para climatización respecto al valor de dicho estado en la *referencia* (el 100%). Mediante esta ponderación quedó definida la importancia proporcional de cada variable dentro de su dimensión (filas inferiores de figura 4), según su impacto en el consumo total de energía para climatizar las viviendas. Se priorizó la comprensión general del aporte e interacción de cada variable en el contexto de la dimensión a la que pertenece, más que la precisión cuantitativa, para analizar su incidencia en la demanda de energía para acondicionamiento térmico.

Figura 2: Incidencia de cada tipo de aporte y de cada dimensión en el consumo de energía para climatización. Fuente: Elaboración propia.

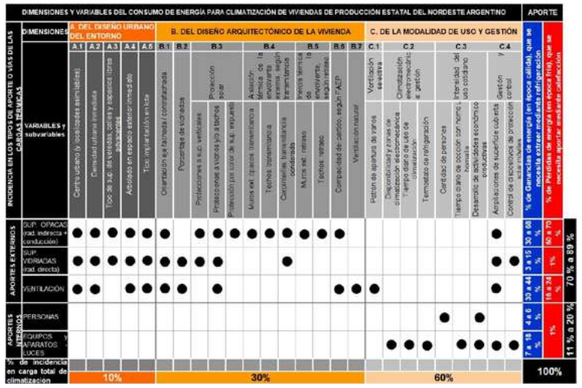


Figura 3: Dimensiones y variables incidentes en el consumo de energía para climatización. Porcentuales generales de incidencia de cada tipo de aporte y de cada dimensión. Fuente: Elaboración propia.

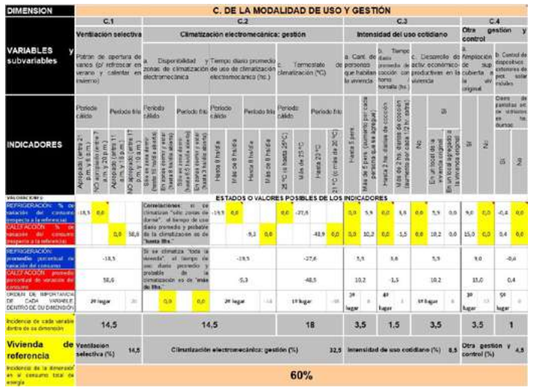


Figura 4: Variables de la dimensión del uso y estados en que ellas pueden encontrarse en una vivienda de producción estatal, tanto en la vivienda de referencia (amarillo), como en otras situaciones posibles. Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A mayor diferencia porcentual de los posibles estados de una variable con respecto al estado de referencia para esa misma variable, mayor fue la importancia proporcional que se otorgó a dicha variable dentro de su dimensión. Así, y considerando las tres dimensiones, se definieron como variables principales, en orden de importancia decreciente (figura 5, barras en color naranja): *Gestión de la climatización electromecánica* (zonas que abarca, tiempo de uso, preferencias de termostato) y *Ventilación selectiva* (según apertura de vanos), de la dimensión del uso y gestión, seguidas por *Protección solar y Aislación térmica* de la envolvente (de la dimensión del diseño arquitectónico), e *Intensidad del uso cotidiano* (cantidad de habitantes, tiempo de cocción, actividades económico- productivas), nuevamente de la dimensión del uso.

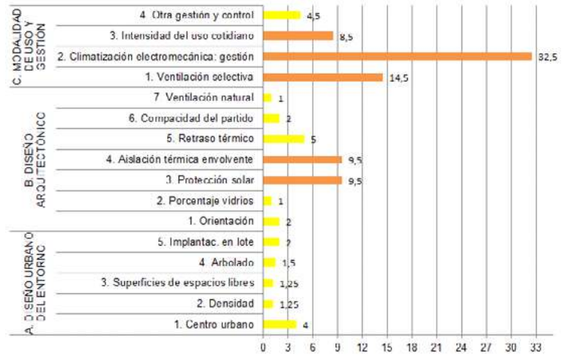


Figura 5: Puntajes de importancia proporcional de cada variable en el consumo de energía para climatización, en la "situación de referencia" (en color naranja, las de mayores puntajes). Fuente: Elaboración propia.

Se expone a continuación el proceso de asignación de valor a los indicadores de las variables de mayor impacto (*Ventilación selectiva y Gestión de la climatización*) y sus resultados principales:

Uso de la ventilación selectiva: Se refiere a la ventilación natural al exterior, en tanto ella es determinada por el accionamiento y operación de las aberturas que hacen quienes habitan la vivienda. El diseño arquitectónico puede haber estudiado las orientaciones, posiciones, dimensiones y protecciones de las carpinterías para lograr adecuada ventilación natural y renovación del aire interior, pero será el uso lo que determinará que tal ventilación se realice el modo en que lo haga.

Mediante los monitoreos ocupacionales de las viviendas-caso y las encuestas a sus habitantes se definió un *uso mixto* de las viviendas, que puede asumir dos modalidades: modo *abierto dominante* y modo *cerrado dominante*[4], según predomine el tiempo de uso de la vivienda abierta al exterior o cerrada. Ello guarda relación con lo que se detectó respecto a la disponibilidad y uso de equipos de climatización electromecánica y al tiempo de uso de dichos equipos. Las viviendas que funcionan en modo abierto dominante permanecen más horas diarias abiertas al exterior, encontrándose que disponen de menos equipos de climatización (o menos zonas climatizadas en su vivienda: por lo general, solamente las de dormir), e incluso que usan durante menos tiempo diario dichos equipos (Alías y Jacobo, 2021). Ello no pretende establecer un patrón invariable de comportamiento[5], sino manifestar ciertas relaciones generales detectadas, que se aplicaron en la definición de modos de uso para modelizar las viviendas en las evaluaciones dinámicas mediante Energy Plus (DOE, 2016).

La variable de la ventilación selectiva se definió según la *modalidad (o patrón) de apertura de vanos* (de al menos la mitad de los locales principales), que según el horario predominante de apertura al exterior podrá ser *apropiada* o *no apropiada*[6]. Se consideró como *referencia* del consumo de energía (total anual por unidad de superficie) a la vivienda cuya apertura es no apropiada en período cálido y apropiada en período frío (situación mayoritaria detectada y simulada). En función de esta referencia se obtuvieron y ponderaron los consumos de energía, en período cálido y en período frío.

La valoración de la ventilación selectiva *apropiada* y *no apropiada* (tabla 1 y figura 4) se hizo según la tendencia porcentual obtenida (disminución o aumento del consumo de energía promedio simulado) respecto a la *referencia* (o el 100% considerado: no apropiada en período cálido y apropiada en período frío), según los resultados de las simulaciones de las viviendas - caso en diferentes situaciones de apertura de vanos.

VENTILACIÓN SELECTIVA, según modalidad apertura de vanos	Período cálido		Período frío	
	Apropiada (entre 21 pm y 6 am)	**No apropiada** (entre 7 am y 20 pm) **REFERENCIA**	**Apropiada** (entre 11 am y 16 pm) **REFERENCIA**	**No apropiada** (entre 17 pm y 10 am)
Refrigeración	81,5 % (-18,5 %)	100%	-	
Calefacción	-		100%	158,6 % (58,6 %)

Tabla 1. Tendencias porcentuales promedio de las cargas de climatización (anuales por unidad de superficie) de las viviendas - caso, según modalidad de apertura de vanos en los locales de las viviendas.

Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones con Energy Plus.

Gestión de la climatización electromecánica: Su evaluación se basó en considerar y ponderar dos sub-variables: a) la disponibilidad de equipos de climatización (y en relación con ella, las zonas que resultan climatizadas en la vivienda y el tiempo diario promedio de uso de los equipos de climatización) y b) la temperatura habitual de regulación del termostato de refrigeración.

DISPONIBILIDAD / ZONAS CLIMATIZADAS / HS. DE CLIMATIZACIÓN	Período cálido		Período frío	
	Refrigeración total Más de 8 h / día REFERENCIA	**Refrigeración zonas dormir Hasta 8 h / día**	**Calefacción total Más de 8 h / día REFERENCIA**	**Calefacción zonas dormir Hasta 8 h / día**
Climatización	100%	80,5 % (-19,5 %)	100%	90,7 % (-9,3 %)

Tabla 2. Tendencias porcentuales promedio de las cargas de climatización (anuales por unidad de superficie) de las viviendas - caso, según disponibilidad de climatización electromecánica y tiempo promedio de uso de climatización. Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones con Energy Plus.

a) Las simulaciones en las viviendas-caso se realizaron tanto en situación de *climatización total*[7], como en situación de *climatización restringida a las zonas de dormir*[8] (las más habituales), y también *sin climatización* (en cuanto a la refrigeración, sólo 1 vivienda encuestada correspondió al caso sin refrigeración, en tanto que 87 correspondieron al caso sin calefacción). Se consideró como *referencia* del consumo de energía (total anual por unidad de superficie) a la vivienda con climatización total. Dicha situación fue evaluada mediante simulaciones dinámicas de las viviendas – caso (y asimismo mediante las otras evaluaciones tradicionales de desempeño y consumo, para facilitar la comparación entre resultados). Se valoraron los consumos simulados de energía según la tendencia porcentual obtenida (tabla 2 y figura 4) respecto a la *referencia*, obteniéndose gran diferencia entre la situación de climatización total y la de climatización sólo de zonas de dormir.

b) Se determinó, mediante simulaciones de las viviendas-caso, el efecto de la temperatura en que se regula el *termostato de refrigeración* (en período cálido) y *de calefacción* (en período frío).

Se consideró como *referencia* del consumo de energía (total anual por unidad de superficie) a la vivienda que usa un *termostato de refrigeración de 25 ºC* (situación mayoritaria detectada en época cálida en las viviendas - caso) y un *termostato de calefacción de 21 ºC* (situación mayoritaria en las viviendas que cuentan con calefacción: un 13% de las 100 viviendas encuestadas). Según esta referencia se ponderaron los consumos de energía para otros rangos del termostato: más de 25 ºC (en época cálida) y hasta 20 ºC (en época fría). La valoración se hizo según la tendencia porcentual obtenida respecto a la *referencia* (tabla 3 y figura 4), a partir de los resultados de las simulaciones de las viviendas - caso en distintas situaciones de regulación del termostato.

TERMOSTATO DE CLIMATIZACIÓN (ºC)	Período cálido		Período frío	
	25 ºC REFERENCIA	**Más de 25 ºC**	**Hasta 20 ºC**	**21 ºC REFERENCIA**
Refrigeración	100%	72,4 % (-27,6 %)	-	-
Calefacción	-	-	51,1 % (-48,9 %)	100%

Tabla 3. Tendencias porcentuales promedio de las cargas de climatización (anuales por unidad de superficie) de las viviendas - caso, según temperatura del termostato de refrigeración y de calefacción. Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones con Energy Plus.

CONCLUSIONES

Se detectó que la gestión de la climatización electromecánica y la ventilación selectiva son las variables de uso de mayor impacto en la demanda de energía para climatizar viviendas regionales de gestión pública. Más allá de ciertas cualidades básicas de la vivienda, su desempeño depende principalmente del accionar de sus habitantes, lo que define una primera aproximación a un modelo interpretativo regional de evaluación de eficiencia energético-ambiental de viviendas, que podría tener impacto conceptual para mejorar variables de diseño y de uso. Un diseño urbano y arquitectónico que tenga en cuenta sólo las estrategias edilicias y materiales no garantiza un uso eficiente de la energía para climatización. En el uso y gestión, naturalmente tienen incidencia directa aspectos sociales y culturales, que condicionan el comportamiento de los habitantes de las viviendas: partir de su consideración, representaría la posibilidad de un mayor acercamiento al mejoramiento de la calidad de vida en el hábitat.

La generalización de los resultados obtenidos a otras situaciones y entornos geográficos climáticamente similares está supeditada a la verificación de las ponderaciones de las variables de la dimensión del uso. Cambios importantes en las condiciones de referencia definidas, determinarían la necesidad de ajustar las ponderaciones de las distintas variables respecto a dicha referencia. En este marco, resulta implícita la importancia de la concientización ciudadana respecto a un uso mejorado de sus viviendas en el NEA.

NOTAS

1 Corrientes y Posadas se ubican en las costas del río Paraná, y Resistencia en su valle aluvional, mientras que Formosa se ubica sobre el río Paraguay.

2 La evaluación comprendió: a) *Métodos estacionarios*: balances térmicos de las cinco viviendas-caso según norma IRAM 11659-2 (IRAM, 2007), para determinar la carga térmica de refrigeración; b) *Métodos cuasiestacionarios:* determinación de las *Prestaciones Energéticas* de las cinco viviendas-caso, según

norma IRAM 11900 (IRAM, 2017), mediante un Aplicativo Informático (Ministerio de Hacienda, 2019); c) *Métodos dinámicos*: simulaciones de las cinco viviendas-caso mediante el programa *Energy Plus*, versión 8.4 (Department of Energy, 2016), realizando el diseño de cada modelo a simular mediante *Google Sketch Up y Open Studio*. El ajuste de los modelos se realizó a partir de los resultados de los monitoreos realizados, obteniéndose un ajuste aceptable entre temperaturas medidas y simuladas. A modo comparativo, se obtuvieron datos de consumos de electricidad reales de un período anual completo de dos viviendas-caso.

3 Cada indicador fue propuesto por considerarse la vía más significativa, simple y pertinente para la caracterización y ponderación de la variable a la que corresponde, considerando la experiencia acumulada y la revisión del estado del arte.

4 El *uso mixto* se refiere a la alternancia del tiempo de uso abierto (con ventilación natural) con el uso cerrado (con equipos de climatización en funcionamiento). El *modo abierto dominante* se caracteriza por una apertura de carpinterías que en período cálido puede llegar hasta 16 h /día y en período frío hasta 6,5 h /día. El *modo cerrado dominante* se caracteriza por una apertura de carpinterías que en período cálido puede llegar hasta 8 h /día y en período frío hasta 3 h /día. La situación mayoritaria en las viviendas correspondió al *modo abierto dominante* en período cálido y *cerrado dominante* en período frío.

5 Otros hábitos respecto a la ventilación selectiva, diferentes a los identificados como más frecuentes, pueden introducir un factor de variabilidad de gran impacto en la carga térmica total de refrigeración estimada.

6 La *apertura apropiada* es aquella que en período cálido ocurre en horario de mínima temperatura exterior (entre 21 pm y 6 am, para favorecer el refrescamiento de la vivienda), y que en período frío se realiza en horario de máxima temperatura exterior (entre 11 am y 16 pm). Fuera de dichos horarios, la apertura se considera inapropiada.

7 *Climatización total*, en coincidencia con el modo cerrado dominante: hasta 8 h / día de vivienda abierta (época cálida) y hasta 3 h / día abierta (época fría), y con un tiempo de uso diario promedio de climatización de más de 8 h.
8 *Climatización sólo de zonas de dormir*, en coincidencia con el *modo abierto dominante*: hasta 16 h / día de vivienda abierta (época cálida) y hasta 6,5 h / día abierta (época fría), y con un tiempo de uso diario promedio de climatización de hasta 8 h.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Alías, H. M. (2020). *Eficiencia energética para climatización de viviendas de producción estatal del nordeste argentino: modelo metodológico para su evaluación integral y calificación en el clima muy cálido – húmedo.* Tesis Doctoral inédita. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
· Alías, H. M. y Jacobo, G. J. (2021). Preferencias y adaptaciones térmicas de habitantes de viviendas de producción estatal del clima cálido–húmedo del Nordeste Argentino. *ARQUISUR Revista*, *11*(19), 52-67. https://doi.org/10.14409/ar.v11i19.10180
· Andreoni Trentacoste, S. E. y Ganem Karlen, C. (2017). Influencia del uso y gestión de la envolvente en el comportamiento térmico de verano de una vivienda en la ciudad de Mendoza, Argentina. *Revista Hábitat Sustentable, 7*(2), 64–75. https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.02.06
· Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación. *Balances Energéticos Nacionales y Provinciales* (2018). Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/balances-energeticos-0
· Ferreyra, M. y Czajkowski, J. (2019). Propuesta de análisis de eficiencia energética e impacto ambiental de la vivienda pública. *Acta de la XLII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente, 7*, 01.69–01.74. Disponible en: http://www.exporenovables.com.ar/2019/descargas/actas/tema1/2574.pdf
· Google. (s.f). [Imágenes satelitales del nordeste argentino en Google Earth]. Disponible en: https://earth.google.com/web/@-26.39999452,-57.14370892,675637.55395805a,0d,35y,359.1518h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine &hl=es-419
· Department of Energy [DOE] (2016). *EnergyPlus Energy Simulation Software* (Version 8.4). U.S. Disponible en: https://energyplus.net/downloads
· Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2007). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Viviendas.* (Nº de publicación IRAM 11659-2). Argentina: autor.
· IRAM (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.* (Nº de publicación IRAM 11603). Argentina: autor.
· IRAM (2017). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo.* (Nº de publicación IRAM 11900. Segunda edición, reemplaza a la primera, del año 2010). Argentina: autor.
· Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación, Secretaría de Energía (2019). *Etiquetado de Viviendas. Aplicativo informático.* Disponible en: http://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/inicio
· Re, M. G. y Blasco Lucas, I. (2010). Comportamiento higrotérmico, lumínico y energético de edificios residenciales ubicados en la ciudad de San Juan. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, *14*, 181 - 188.
· Szokolay, S. V. y Tenorio, R. (2002). Energy saving in tropical climates and house design for dual mode of operation. En *PLEA 2002 - The 19º Conference on Passive and Low Energy Architecture.* Toulouse, Francia. Disponible en: ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/PLEA_2002/5_DESIGN_STRATEGIES/ SZOKOLAY.PDF
· Wagner, A. y O'Brien, W. (2018). *Exploring Occupant Behavior in Buildings* (A. Wagner, W. O´Brien y B. Dong, Eds.). Switzerland: Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3- 319-61464-9

MORTEROS CEMENTICIOS CON AGREGADOS DE CENIZA DE ORIGEN VEGETAL

CEMENTITIOUS MORTARS WITH VEGETABLE CINDER AGGREGATE

Fernando F. Arana Sema
Angel Marcelo Costilla
Hilda Kanan

Instituto de Tecnología
Tecnología

FAU — UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—
fas_342@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo, desarrollado en la Cátedra de Tecnología de la FAU-UNT presenta una experiencia de reciclado de desechos industriales en nuevos materiales de construcción, mediante el reemplazo del cemento de la mezcla de morteros tradicionales, por una parte de cenizas de origen vegetal. Se usaron dos diferentes dosificaciones de mortero. Muestras TIPO A (1:3):1 (una) parte de cemento puzolánico tipo Portland por cada 3 (tres) partes de arena común, pasta de humedad media. Muestras TIPO B (0,8:0,2:3): cuatro quintas (0,8) partes de cemento puzolánico, una quinta (0,2) parte de ceniza de origen vegetal de la producción azucarera, y 3 (tres) partes de arena común. Luego de 28 días de fraguado, los resultados de resistencia a la compresión, según la normativa argentina INTI para hormigones y morteros, indican que la resistencia obtenida en muestras TIPO B, habilitan su uso en bloques de cerramiento no-portantes, juntas-uniones de bloques, contra-pisos y pavimentos.

PALABRAS CLAVES: reciclado – desechos industriales – construcción

ABSTRACT

In this article, as part of a current Research Project of The Technology Chair at the Faculty of Architecture and Urban planning- UNT, we present an experience in the recycling of industrial waste into innovative construction materials. More precisely: cementitious mortars with vegetable cinder aggregate. Two tipes of mix dosage were used in the test tubes.Type A (1:3): 1(one) part of puzolanic concrete for every 3 (three) parts of common construction sand. And Type B (0.8:0.2:3):0.8 (four fifths) of a part of puzolanic concrete and 0.2 (one fifth) part of vegetable cinder for every 3 (three) parts of common construction sand. After 28 days of setting, compression resistance tests were conducted in the Laboratory. Type B results, according to argentine regulations, are suited for use in non-structural blocks, union joints and pavements.

KEY WORDS: recycling – Industrial waste – construction

INTRODUCCIÓN

En el Proyecto de Investigación que está desarrollando la cátedra Tecnología de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán se aborda la problemática de la basura generada en la producción industrial y su disposición final.

Lo anterior en contexto de la definición más amplia de hábitat y en ella, poniendo especial atención en el aspecto social, más específicamente, el déficit habitacional de las poblaciones de menores recursos. Se parte de una concepción de arquitectura sostenible que contempla el cuidado del medioambiente en la medida de una acción de investigación y proyecto que brinde soluciones tecnológicas, constructivas y habitacionales a los sectores de bajos ingresos, considerados vulnerables por su marginalidad económica.

Tomando como base las experiencias realizadas con anterioridad por este grupo de trabajo, en esta etapa se aborda el tema de la producción de materiales de construcción a partir del reciclado de desecho de origen industrial. En la anterior experiencia se había abordado el reciclado de materiales de origen artificial producidos por la industria, por caso la fabricación de bloques de cemento con adición de poliestireno expandido.

En la presente experiencia complementamos con el estudio de reciclado de materiales de desecho producido por la industria, esta vez de origen primigenio natural. En este caso se estudia el reciclado de la ceniza producida en los ingenios azucareros, así como la viruta y aserrín de madera de los aserraderos de la Provincia de Tucumán (R.A.).

El reciclado de materiales de desecho industrial de origen natural, se produce mediante el reemplazo de una parte del cemento tipo portland en la mezcla de morteros tradicionales de uso en la construcción, por una proporción de cenizas de origen vegetal, proveniente de los ingenios azucareros de la región. (1)

Con el procedimiento se han obtenido una serie de morteros de varida dosificación cemento-ceniza. Los mismos fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión en laboratorio.

En principio los resultados obtenidos indican que los morteros con agregados de material reciclado son aptos para uso en la construcción de bloques o mampuestos, también para cerramientos no- portante y para su uso como material de unión en mamposterías (2).

Lo anterior resulta no sólo en el beneficio del reciclado de un material de desecho, también en la economía de la obra mediante la reducción de uso de cemento portland en usos no estrucutrales, pero sobre todo en la posibilidad de incorporar mano de obra de baja especialización, por ello susceptible de programas de capacitación de implementación rápida y simple por medio de Instituciones de proximidad, gubernamentales como son los Municipios e incluso otras de igual cercanía como es el caso de ONGs, cooperativas, asociaciones diversas, etc. (1)

METODOLOGÍA

Se delineó una metodología consistente en la creación de dos tipos de muestras, una de ellas la de control, llamada Tipo A, consistente en una probeta de mortero realizada al uso tradicional.
Luego una segunda muestra de probetas con el agregado de cenizas de origen vegetal, denominada Tipo B.
Luego de su correspondiente fraguado, las muestras se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (L.E.M.E.) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Provincia de Tucumán, República Argentina.
Finalmente se compararon, se evaluaron y discutieron los resultados obtenidos.

DESARROLLO

Se trabajó con dos diferentes dosificaciones de morteros:

· Tipo A. Muestra de control. Dosificación (1:3) conteniendo 1(una) parte de cemento puzolánico tipo Portland por cada 3 (tres) partes de arena común, con una adición de agua limpia que permitiera una mezcla de humedad media, de manera de prever que la evaporación y su consecuente rastro de porosidad en las muestras, no redujera la resistencia mecánica en los ensayos.
La cantidad de muestras TIPO A fue de 5 (cinco) probetas. La forma elegida para las probetas ha sido la cilíndrica, de un área aproximada de 36 cm2 y de espesor aproximado de 6,9 cm. (Fig.1)

· Tipo B. Muestra experimental. Dosificación (0,8:0,2:3), conteniendo 1 (una) parte de ligante compuesta de cuatro quintas (0,8) partes de cemento puzolánico tipo Portland con una quinta (0,2) parte de ceniza de origen vegetal, y 3 (tres) partes de arena común, con una dotación de agua similar a la anterior muestra. (Fig.2)

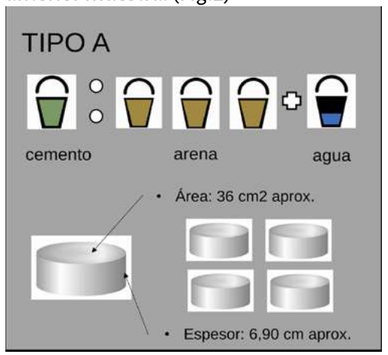


Fig.1

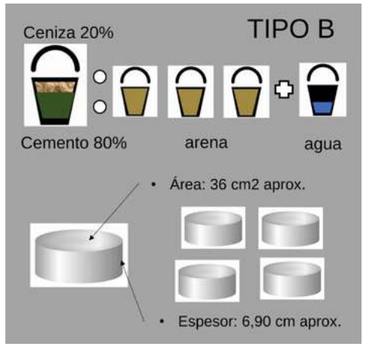


Fig.2

La cantidad de muestras TIPO B, también de 5 (cinco) unidades, de la misma forma y del mismo tamaño aproximado que las TIPO A.
Debe aclararse que el desecho de origen vegetal utilizado en esta primera parte de la experimentación fue específicamente el proveniente de la industria azucarera, no así el proveniente de los aserraderos y madereras.

El desecho viene en forma de ceniza, la cual se incorporó prácticamente “en bruto”. Esto quiere decir que no se pulverizó ni molió para reducir su tamaño, ni tampoco se realizó un cernido de ninguna medida en particular. Sólo se retiraron elementos como tallos y escorias mayores a 1 cm. de longitud en cualquier dirección.

Lo anterior en razón de estudiar el comportamiento de la mezcla, luego de un agregado claramente rústico, como primera etapa, básica, de mínima sofisticación y de procedimiento constructivo elemental.

En etapas sucesivas de la experimentación, se trabajará y se complementará con diferentes procedimientos de cernido y molienda del material de ceniza, e incluso en combinación con otros materiales de origen vegetal como el aserrín. Luego de 28 días de fraguado, se desmoldaron las muestras y se procedió a realizar los correspondientes ensayos mecánicos de resistencia a la compresión en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (L.E.M.E.) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, Provincia de Tucumán, República Argentina.

RESULTADOS

Los resultados de resistencia a la compresión obtenidos en el laboratorio, para las muestras Tipo A y B, se muestran en la figura 3.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE MUESTRAS DE HORMIGÓN Y ADITIVOS (LEME-FAU-UNT)

TIPO*	Nº	ESPESOR (cm)	AREA (cm^2)	LECT	CARGA (Kg)	TENSIÓN Kg/cm^2	TENSIÓN MPa
A	1	6,74	35,7	125	1916,2	53,7	5,27
A	2	6,85	36,8	123	1885,6	51,2	5,02
A	3	6,97	38,1	122	1870,3	49,1	4,81
A	4	6,69	35,1	120	1831,6	52,4	5,14
A	5	6,94	37,8	135	2069,5	54,7	5,36
B	1	6,84	36,7	76	1165,1	31,7	3,11
B	2	6,83	36,6	82	1257,1	34,3	3,36
B	3	6,69	35,1	75	1149,7	32,7	3,21
B	4	6,6	34,2	79	1211,2	35,4	3,47
B	5	7,01	38,6	67	1027,1	26,6	2,61

*TIPO A: Dosificación 1:3

*TIPO B: Dosificación 0,8 :0,2 :3

Fig.3

DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se evalúa la posibilidad de reciclar parte de la ceniza de origen vegetal procedente del desecho de la industria del azúcar, usándola como reemplazo de hasta una quinta parte del cemento puzolánico tipo portland en la mezcla de morteros y hormigones de uso en la construcción de viviendas. (1)

La normativa de referencia y contraste para el caso argentino, es el Reglamento del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), en el Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC) 501-E (2). Emitido por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaría de Obras públicas.

Para bloques portantes, el reglamento establece que además de cumplir con la norma IRAM 12561, deberá tener una resistencia característica a la compresión bruta de *f(u)= 5 MPa*, o su equivalencia de 50,99 Kg/cm2. Adicionalmente, establece un ancho mínimo para el bloque (espesor sin revoques) de 120 mm. (2)

Para bloques no-portantes de mortero cementicio, el mismo reglamento establece como requisito una resistencia característica a la compresión bruta de *f(u)* entre 0,30 MPa y 0,40 MPa o su equivalente entre 3,06 Kg/cm2 a 4,08 Kg/cm2. (2)

Al contrastar los resultados de las muestras Tipo A (Fig. 3), esto es, las muestras de dosificación tradicional sin agregados de cenizas de origen vegetal, lo que encontramos es que las muestras así obtenidas, cumplen con la resistencia característica a la compresión bruta, ya que sus valores f(u) están en en un rango que va desde desde los 48,15 MPa a 53,64 MPa o bien entre 49,1 Kg/cm2 a 54,7Kg/com2 equivalentes (Fig.4). (2)

Luego se procedió a contrastar los resultados de las muestras Tipo B con las exigencias de la normativa INTI-CIRSOC (2), o sea aquellas cuya dosificación tiene agregados de cenizas de origen natural en una proporción de 20% del ligante (Fig. 5). Los resultados de los ensayos a la compresión, indican que las muestras Tipo B no cumplen con la resistencia característica a la compresión bruta. Dichos resultados de f(u) están en un rango que va desde 26,06 MPa hasta 34,7MPa o bien desde 26,6 Kg/cm2 hasta 35,4 Kg/cm2. (Fig. 5)

Para bloques no-portantes de mortero cementicio el mismo reglamento establece como requisito una resistencia característica a la compresión bruta de f(u) entre 0,30 MPa y 0,40 MPa o su equivalente entre 3,06 Kg/cm2 a 4,08 Kg/cm2. (Fig. 5) (2)

La evaluación de resultados de las muestras Tipo B en relación con los requisitos para bloques de hormigón o mortero para elementos no-portantes indica que dichas muestras cumplen con los requisitos de resistencia característica a la compresión del reglamento INTI-CIRSOC.(Fig.5) (2)

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia mecánica a la compresión de las muestras TIPO B en referencia con la normativa argentina INTI-CIRSOC (2), arrojan resultados que se encuentran levemente por debajo de los requerimientos estructurales y muy por encima de los requerimientos de resistencia mecánica para elementos no estructurales. (Fig.5) (2)

Fig. 4

Fig.5

CONCLUSIONES.

La evaluación de los resultados de resistencia a la compresión, en función de lo previsto por la normativa argentina INTI-CIRSOC (2) para hormigones y morteros de bajo compromiso estructural, indica:

- Que la resistencia característica a la compresión obtenida en los ensayos por las muestras TIPO B (Fig. 2), esto es, las muestras de probetas de morte-

ros con agregados de cenizas de origen vegetal, no alcanzan el requerimiento de la normativa para la construcción de ladrillos y/o bloques portantes. (Fig. 5) (2)

• Que debido a que los agregados de ceniza en los morteros, no han sido cernidos especialmente con arreglo a una graduación de tamaño de partículas, ni tampoco han sido sometidos a ningún procedimiento de molienda, la experiencia debe considerarse como un primer paso, en este caso de mezcla rústica para el reciclado de desechos industriales de origen vegetal en morteros para la construcción.

• Que los ensayos de resisitencia a la compresión de las muestras Tipo B (Fig. 2), sí las habilitan para su uso en bloques y ladrillos de mampostería de cerramientos no-portantes. también para juntas y uniones de bloques, así como para contrapisos y pavimentos simples. (Fig. 5) (2)

• Lo anterior implica un beneficio en la reducción de costos de construcción mediante la reducción del empleo del cemento para todos los ítems de obra húmeda que no sean estructurales

• Por supuesto se suma a los beneficios ambientales de reducir y reutilizar un desecho industrial y se presenta como una tecnología de fácil implementación.

• Se consideran valores agregados a este proyecto de investigación, la posibilidad de capacitar recursos humanos en organismos gubernamentales y no-gubernamentales. Asimismo, incluir en la capacitación a los individuos de las poblaciones consideradas en situación de riesgo, para que utilicen y pongan en práctica estos nuevos materiales, en tanto que agentes concientizadores de la comunidad a la que pertenecen, para de esa manera aumentar la conciencia de previsión, de solidaridad y cuidado del medioambiente.

Se hace evidente que es necesario continuar y complementar la experiencia por medio de varios procedimientos.
Los resultados que aquí se consignan y analizan, proceden como ya se ha mencionado, del reciclado de ceniza de origen vegetal prácticamente sin procesamiento, sea este el cernido con arreglo a una serie de tamaños de partícula o bien en la molienda de los desechos previo a la incorporación a la mezcla.
Tampoco se ha experimentado aún con la humectación previa de los deschos, o bien la inclusión de aditivos, que permitan una adherencia mayor y mejor de las mezclas y la posterior evaluación de las resistencias a la compresión, obtenidas en dichas probetas.Lo antedicho plantea varias de las direcciones en las que puede continuar el presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· CARRERA MONTENEGRO, Manuel. “Viabilidad de aplicación de materiales reciclados y cenizas de biomasa em la fabricación de materiales tratados com cemento”. Tesis doctoral.– Universidad de Córdoba, Córdoba, Esp. 2016
· INTI-CIRSOC. “Reglamento empírico para construcciones de mampostería de bajo compromiso estructural”. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Arg. 2007

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO E HIGROTÉRMICO DE LOS MUROS DE ÁRIDO VERTIDO IMPLEMENTADOS EN LA AUTO-CONSTRUCCIÓN DE MAR DEL PLATA

ANALYSIS OF THERMAL AND HYGROTHERMAL BEHAVIOR OF THE POURED CONCRETE WALLS IMPLEMENTED IN THE SELF-CONSTRUCTION OF MAR DEL PLATA

Kristina Atanasoska

Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda (IIDUTyV)

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

kristina.atanasoska@gmail.com

RESUMEN

En el marco del Programa Hábitat y Ciudadanía (FAUD - UNMDP) desde una idea integral de “Soporte para el habitar” (Cacopardo et al. 2016), se desarrollan distintas técnicas para el cerramiento del hábitat autoconstruido en Mar del Plata.
Una de ellas es la de los muros de árido vertido. Con la provisión de polvo de piedra por la cantera Yaraví SA se generan diferentes mezclas agregando cemento. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento térmico e higrotérmico de estos muros y proponer mejoras.
Para verificar la transmitancia térmica y el riesgo de condensación se utiliza la normativa vigente, las normas IRAM y a su vez, se implementa la metodología cuantitativa y comparativa en el estudio de los resultados.
Teniendo en cuenta la norma IRAM 11.605, estos muros no alcanzaron la recomendada categoría B, sin embargo hubo una mejora significativa al agregar un material aislante.

PALABRAS CLAVES: eficiencia energética – cerramiento murario – hábitat popular – hábitat sustentable

ABSTRACT

Within the framework of the Habitat and Citizenship Program (FAUD - UNMDP) from a comprehensive idea of "Support for living" (Cacopardo et al. 2016), different techniques are developed for the enclosure of the self-constructed habitat in Mar del Plata.
One of them is that of the poured aggregate walls. With the provision of stone powder by the Yaraví SA quarry, different mixtures are generated by adding cement. The objective of this work is to analyze the thermal and hygrothermal behavior of these walls and to propose improvements.
To verify the thermal transmittance and the risk of condensation, the current regulations, the IRAM standards, are used and, in turn, the quantitative and comparative methodology is implemented in the study of the results.
Taking into account the IRAM 11,605 standard, these walls did not reach the recommended category B, however there was a significant improvement by adding an insulating material.

KEY WORDS: energy efficiency – wall enclosure – popular habitat – sustainable habitat

INTRODUCCIÓN

Mar del Plata es la cabecera del partido General Pueyrredón, de la provincia de Buenos Aires. Se ubica sobre la costa Atlántica y tiene una población de alrededor de 650.000 habitantes (Municipalidad de General Pueyrredón, 2022). Según los datos del Registro Nacional de Barrios Populares en Proceso de Integración Urbana (RENABAP), en 2022 en la ciudad se registraron 58 barrios populares que comprenden aproximadamente 8.797 familias.

Este trabajo surge como apoyo en la búsqueda de calidad y confort habitacional dentro de una investigación mayor en el campo de la gestión del hábitat popular a partir de Tecnologías de Inclusión Social, formalizada por el Arq. Fernando Cacopardo en el Programa Hábitat y Ciudadanía (Programa HyC), en la Universidad Nacional de Mar del Plata y en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (UNMdP-CONICET).

La vivienda progresiva nacida de una idea integral de "Soporte para el habitar" (Cacopardo et al. 2016) genera interacciones entre los habitantes, su hábitat y con la ciudad. Los componentes básicos del "Soporte" son: el pilar (conexión de electricidad domiciliaria), la platea (superficie 32 m2 con conexiones sanitarias), la estructura (columnas metálicas con techo) y el cerramiento vertical. A partir de esta idea, se aplican distintos componentes y materiales, de acuerdo a la disponibilidad en el territorio.

Desde el Programa HyC se han formado colaboraciones con distintos organismos estatales, empresas privadas y organizaciones civiles que aportan materiales, infraestructura y logística, entre ellos están: el Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público (EMVIAL), la Empresa Distribuidora de Energía Atlántica (EDEA), el Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires distrito IX, sociedades de fomento, ONGs, etc. Un ejemplo de estas vinculaciones es el convenio con la cantera Yaraví SA, la cual dona el descarte de la explotación minera en forma de árido.

De ahí surge la implementación del muro de árido vertido como cerramiento vertical para el "Soporte" (Cacopardo et al. 2018). Esta tecnología comprende la construcción de grandes bloques a partir de vertido de mezclas con distintas dosificaciones. Las mezclas utilizadas se conforman por árido de piedra de grano fino y polvo de piedra con una granulación de 0,6 a 0,1 mm y cemento portland. El único costo del árido es el transporte y el mismo se utiliza en un volumen mayor con respecto al aglomerado, logrando un cerramiento muy económico.

La primera experiencia se hizo en el barrio Nuevo Golf en 2018, en la vivienda de Jesica Suárez donde se debatió el diseño de la matriz del encofrado con los participantes de la construcción. La familia expresó su opinión, pidiendo que sea de tamaño grande para acortar el tiempo de ejecución (Cacopardo et al. 2018). Se logró plantear un molde de 1,22 m de alto y 2,44 de ancho, dado por las placas de fenólico que lo conforman, con posibilidad de generar distintos espesores (Figura 1). Así se consiguió que la martiz además de grande sea fácil de transportar y manipular.

En la construcción de los primeros tres bloques participó la familia Suárez, mientras que en los siguientes siete se sumaron algunos vecinos en una colaboración autogestionada. El trabajo se llevó a cabo con el aporte del cemento, las herramientas y maquinaria por el Programa HyC. El ritmo de construcción fue rápido, un bloque se terminaba en media jornada laboral.

En una entrevista informal con Jesy Suárez (28 de enero de 2021), contaba que en invierno a la mañana hace mucho frío en la vivienda y algunas veces hay humedad en algunas paredes. Debido a estas declaraciones surgió la necesidad de verificar el comportamiento térmico e higrotérmico de los muros de árido vertido.

Fig. 1. El molde utilizado para los muros de árido vertido.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la norma IRAM 11.603, Mar del Plata está en la zona bioambiental IV d, con clima templado frío marítimo. Es una ciudad donde durante ocho meses las temperaturas son menores que la de confort, con alta humedad relativa que ronda entre 70% en verano y arriba de 80% en invierno. Este tipo de clima sugiere que es necesario el uso de las aislaciones térmicas en las edificaciones (Atanasoska, 2021).

De acuerdo a la norma IRAM 11.605, se establecen dos niveles de condiciones de confort higrotérmico, nivel A y B. Para obtener los valores máximos admisibles de transmitancia térmica K (W/m2K) para la vivienda en invierno en Mar del Plata, se considera la temperatura exterior de -4,4°C. En cuanto a la temperatura de verano, la norma IRAM 11.605 recomienda valores máximos de acuerdo a la zona bioambiental (Tabla 1).

NIVEL A		NIVEL B	
Invierno	Verano	Invierno	Verano
0.32	0.50	0.85	1.25

Tabla 1. Transmitancia térmica (K) admisible de muros para Mar del Plata

Fuente: Elaboración propia a base de datos de la norma IRAM 11.601 y 11.605

Teniendo en cuenta el clima de Mar del Plata y la normativa vigente, se proponen mejoras para los muros de árido vertido a partir del agregado de materiales aislantes granulados o en plancha a la mezcla. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento térmico e higrotérmico de los distintos muros a partir de la aplicación de las normas IRAM correspondientes y averiguar la posibilidad de generar mejora en el confort habitacional del hábitat autoconstruido.

METODOLOGÍA

En el marco normativo en la provincia de Buenos Aires rige la ley provincial 13.059/03, con el decreto reglamentario de 2010, que establece las condiciones de acondicionamiento exigibles en la construcción de edificios para contribuir a la mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a partir del uso racional de la energía.

Las normas IRAM consideradas en el trabajo y aplicadas específicamente a los muros de árido vertido son de la serie "aislamiento térmico de edificios", en particular los siguientes: 11.601 (Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total); 11.603 (Clasificación bioambiental de la República Argentina); 11.605 (Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K"), 11.625 (Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales) y 11.630 (Verificación riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares).

De acuerdo a la norma IRAM 11.601, los materiales para una determinada densidad, deben considerarse genéricos, ya que existen variaciones de conductividad térmica de acuerdo con la composición del material y también según sea la tecnología de producción utilizada. Para obtener la conductividad térmica se hizo una aproximación a los materiales ya ensayados

a partir de la densidad y la composición del material.
Se analizó el tipo de materiales y tecnologías implementadas y se tuvieron en cuenta las características que podrían llegar a dar una buena respuesta a las solicitaciones térmica, higrotérmica y de confort y finalmente se hizo una comparación de los resultados.

DESARROLLO

COMPORTAMIENTO TÉRMICO E HIGROTÉRMICO DEL MURO DE ÁRIDO VERTIDO

Para obtener la conductividad térmica λ (W/mK) se realizó una probeta con la mezcla utilizada en la vivienda de Jesica Suérez, con relación cemento y árido 1:8. Las dimensiones de la misma son 0,145 x 0,145 x 0,04 m, con volumen de 0,000841 m3 y masa 1.472 gr (Figura 2). La densidad del material se consiguió a través de la relación del volumen y de la masa de la probeta.

Fig. 2. Masa de la mezcla del muro de árido vertido.

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo:
ρ1 = 1.472gr / 0,000841m³ = 1.750 kg/m³
De acuerdo a la norma IRAM 11.601, este material se aproxima a un hormigón normal con agregados pétreos con una densidad de 1.800 kg/m³ y que a su vez, tiene la conductividad térmica de 0,97 W/mK.
Utilizando la norma IRAM 11.605, se calculó la transmitancia térmica K para el muro de árido vertido sin ningún agregado de material aislante, con un ancho de 30 cm- "Muro 1", y se obtuvo que es de 2,09 W/m2K. Se verificó que la transmitancia térmica es más alta que la admisible para un nivel B para Mar del Plata (0,85 W/m2K).
De acuerdo a la norma IRAM 11.625 y 11.630, se estipulan varios datos para proceder al cálculo de riesgo de condensación. La temperatura exterior es de -4,4°C, la interior de diseño para una vivienda se considera de 18°C y la de punto de rocío para la ciudad costera es de 10,7°C.
En cuanto al muro 1, se observa en la tabla 2 que la temperatura superficial está menor que la del punto de rocío de la ciudad y presenta riesgo de condensación superficial en todos los puntos considerados.

Puntos de verificación del riesgo de condensación superficial	Paño central	Aristas y rincones superiores y verticales a altura media	Aristas y rincones inferiores	Interior de placares y/o detrás de muebles
MURO 1 Θ (°C)	10,67	7,22	3,33	-3,57

Tabla 2. Riesgo de condensación superficial en el muro 1.

Fuente: Elaboración propia a base de la norma IRAM 11.625.

En cuanto al riesgo de condensación intersticial se utilizó la Tabla 3 propuesta por la norma IRAM 11.625 (2000, p. 15), donde se considera la húmedad relativa exterior a 90%, mientras que, la interior para Mar del Plata es de 62,5%. En la figura 3 se verifica que el muro 1 no presenta riesgo de condensación intersticial.

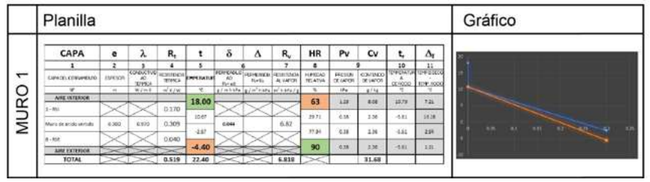


Fig. 3. Riesgo de condensación intersticial del muro 1.

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados confirmaron la sospecha que el muro de árido vertido de 30cm no tiene un buen comportamiento térmico e higrotérmico para la ciudad. A raíz de eso, se propuso introducir materiales aislantes al cerramiento utilizado y verificar las mejoras.

LA EXPERIENCIA CONSTRUCTIVA DE LOS MUROS DE ÁRIDO VERTIDO MEJORADOS

Se plantearon dos muros mejorados, el primero, "Muro 2" es de 30 cm de espesor, con la misma dosificación que el muro 1, a cual se le agrega una plancha de poliestireno expandido (EPS, del inglés *expanded polystyrene*) de 2 cm en el medio. El segundo, "Muro 3" es del mismo espesor, con agregado de EPS de descarte en copos, con una dosificación cemento, árido y poliestireno expandido 1:6:4.

La experiencia con el agregado de aislación térmica se hizo en el barrio Nuevo Golf, en el espacio de la organización política "La Trinchera" (Figura 4). De los cuatro muros se ejecutaron dos con las mejoras propuestas y los otros dos sin agregado de aislante térmico.

Fig. 3. Riesgo de condensación intersticial del muro 1.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la práctica constructiva, el muro 2 perdió un poco de agilidad ya que la plancha de EPS se tenía que acomodar de vez en cuando y se tenía que verter la mezcla con más cuidado en porciones iguales de ambos lados de la plancha (Figura 5). Aun así, en media jornada se había terminado el trabajo.
Con la construcción del muro 3 nos encontramos con el problema de la mano de obra. La complicación principal fue el agua, ya que, para hacer el trabajo más rápido y la mezcla más fluida, se había agregado agua en proporción que generaba que el EPS flote (Figura 5). El error se corrigió, sin embargo, con la mezcla más seca la ejecución del muro llevó más tiempo en comparación con los otros muros.

Fig. 5. Construcción del Muro 2 (izquierda) y la mezcla del Muro 3 (derecha).

Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO TÉRMICO E HIGROTÉRMICO DE LOS MUROS DE ÁRIDO VERTIDO MEJORADOS

Para obtener la transmitancia térmica λ (W/mK) de la mezcla del muro 3 se procedió de la misma manera que con la primera mezcla. De la probeta con dimensiones 0,15 x 0,15 x 0,025 m, volumen de 0,0005625 m³ y masa de 682 gr (Figura 5) se obtuvo la densidad ρ2 de 1.212 kg/m³ (Figura 6). Esta densidad, de acuerdo a la norma IRAM 11.601, está cercana a un hormigón con poliestireno expandido de 1.300 kg/m³, el cual posee una conductividad térmica de 0,35 W/mK.

Fig. 6. Masa de la mezcla del "Muro 3".

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la norma IRAM 11.605, la transmitancia térmica K del muro 2 y 3 es la misma, y es de 0,97 W/m²K. Al agregar el poliestireno expandido hay una mejora significativa en comparación con el muro 1, sin embargo no es suficiente para la categoría B de acuerdo a la misma norma.

A continuación, se observa en la tabla 3 que también hay una mejora en el comportamiento higrotérmico. Los muros 2 y 3 presentan riesgo de condensación superficial solamente en un punto de los verificados, en el interior de placares y detrás de muebles.

Puntos de verificación del riesgo de condensación superficial	Paño central	Aristas y rincones superiores y verticales a altura media	Aristas y rincones inferiores	Interior de placares y/o detrás de muebles
MURO 2 Θ (°C)	14,44	12,77	10,88	7,53
MURO 3 Θ (°C)	14,43	12,75	10,86	7,50

Tabla 3. Riesgo de condensación superficial en los tres muros.

Fuente: Elaboración propia a base de la norma IRAM 11.625.

En cuanto a la condensación intersticial, se verifica que el muro 2 presenta riesgo de condensación en dos puntos en el interior del muro, en el lugar donde se ubica la ailsación térmica y también en la mezcla del vertido en la parte exterior del mismo. El muro 3 no presenta riesgo de condensación intersticial (Figura 7).

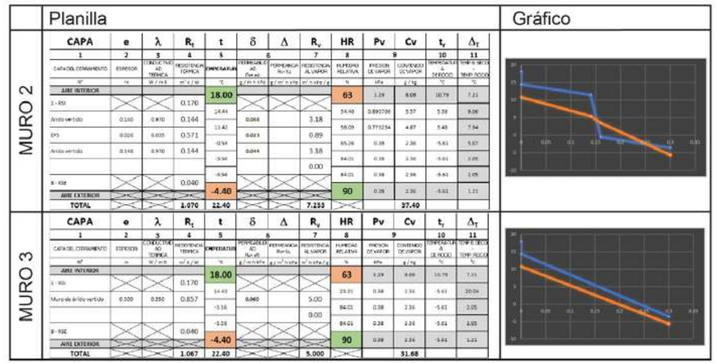


Fig. 7. Riesgo de condensación intersticial de los muros mejorados.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la comparación de los tres muros se verifica que los muros de árido vertido con agregado de EPS en plancha o en copos de descarte, tienen un comportamiento térmico mucho mejor que el muro 1. Incluso de acuerdo a la norma IRAM 11.605, ambos muros verifican para la condición de verano para una categoría B (Figura 8). En el muro 1 se presenta el valor más alto de transmitancia térmica. Este muro, sin ninguna aislación térmica, en invierno cede rápidamente el calor generado en el interior de la vivienda hacia afuera.

	Invierno	Verano	IRAM 11605
K admisible categoría A	0.32	0.50	
K admisible categoría B	0.85	1.25	
MURO 1	2.09	2.09	no verifica
MURO 2	0.97	0.97	no verifica
MURO 3	0.97	0.97	no verifica

Fig. 8. Comparación de la transmitancia térmica K (W/m2K) de los tres muros de árido vertido.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al comportamiento higrotérmico, en la figura 9 se puede verificar que el muro 3 presenta menor riesgo de condensación, solamente en el punto particular detrás de muebles o dentro de placares. El muro 1 es el que presenta mayores problemas en cuanto a la condensación, siendo que existe la posibilidad que condense superficialmente en el paño central y en todos los puntos críticos. El muro 2, aunque tiene la misma resistencia térmica R (m²K/W) que el muro 3, por su composición y lugar de ubicación de la plancha de EPS es el único que podría condensar intersticialmente.

En cuanto a la experiencia de la construcción, el muro 1 se construye relativamente rápido, en un par de horas se completa un bloque de 2 x 1 m, a los dos días se puede desmontar y seguir con uno nuevo. En la ejecución del muro 2, uno tiene que tener mayor cuidado con el volcado del material, sin embargo en tiempo, no era significativa la diferencia con respecto al muro 1. Finalmente, el muro 3 lleva más tiempo hacerlo, ya que la mezcla tiene que ser con menor contenido de agua.

	RIESGO DE CONDENSACIÓN				
	Superficial				Intersticial
	Paño central	Aristas superiores y verticales	Aristas inferiores	Detrás de muebles	
MURO 1	riesgo	riesgo	riesgo	riesgo	sin riesgo
MURO 2	sin riesgo	sin riesgo	sin riesgo	riesgo	riesgo
MURO 3	sin riesgo	sin riesgo	sin riesgo	riesgo	sin riesgo

Fig. 9. Comparación del riesgo de condensación de los tres muros.

Fuente: Elaboración propia.

Otra ventaja importante del muro 1 es la economía, como se mencionó anteriormente, su único costo es el transporte del árido y el cemento. En este sentido, al muro 2 y 3 se les agrega el costo de la plancha de EPS y los copos que vienen de descarte, que aumenta el costo en el primer caso por 350,00 pesos y en segundo, 200,00 pesos por bloque (La Casa del Telgo, Mar del Plata 05/07/2022).

CONCLUSIONES

La vivienda autoconstruida gestionada a partir del "Soporte para el habitar" toma en consideración la factibilidad socio-económica, los recursos y la participación de la familia en las decisiones y articula el saber de la familia con el conocimiento técnico y científico del equipo de apoyo. El control de los

procesos es fundamental para que se pueda producir vivienda con calidad constructiva aceptada universalmente.
Es de particular interés el comportamiento térmico e higrotérmico de la vivienda que se autoconstruye, ya que el confort ambiental es fundamental para la calidad del hábitat. En este caso se analizó el comportamiento térmico e higrotérmico de tres distintos muros de árido vertido.
Al tener en cuenta el clima de Mar del Plata y la normativa vigente, se llegó a la conclusión que el muro de árido vertido, sin ningún agregado de aislación térmica, tiene un comportamiento deficitario para la zona y no sería recomendable su uso en la vivienda. Este tipo de cerramientos fríos provocan disconfort constante en los habitantes, en especial en invierno, ya que ceden el calor generado hacia el exterior muy rápido. A continuación, pueden producir condensación superficial que lleva a la apariencia de moho y hongos, que repercute directamente en la salud de los habitantes. También, se genera un consumo energético elevado que influye en la economía del hogar y provoca un uso no racional de las energías.
Los otros dos tipos de muros de árido vertido, con adicional de EPS (en plancha o copos), presentan una mejora significativa en el comportamiento térmico e higrotérmico en comparación con el primero. Se logra que, la transmitancia térmica se verifique para nivel B en verano, de acuerdo a la norma IRAM 11.605, y se reduzca considerablemente el riesgo de condensación superficial.
A futuro, se debería seguir optimizando estos muros. Se debería ensayar el muro 3 con mayor contenido de aislante hasta lograr que alcance el nivel B para invierno de la misma norma, mientras que el muro 2, además de agregarle espesor a la plancha de EPS, se debería verificar su ubicación, para evitar el riesgo de condensación intersticial.
En cuanto a la experiencia en el territorio, el equipo de trabajo del grupo de investigación notó que el muro 1 era más fácil y rápido de construir. Sin embargo, el comportamiento térmico e higrotérmico es de mucha importancia si se quiere lograr confort en el hábitat, y se debería insistir con la implementación de las mejoras, siempre y cuando sea posible, teniendo en cuenta que estamos en presencia de autoconstrucción.
Más aun, si consideramos que este tipo de autoconstrucción tiene un componente educativo-participativo importante, ya que muchos de los participantes aprenden un oficio y las familias involucradas desarrollan lazos comunitarios, se podría pensar en mejorar la transferencia del conocimiento, por ejemplo a través de cursos, en cuanto a la importancia de los aislantes térmicos en la construcción para esta ciudad y atender también a las técnicas constructivas.
Finalmente, surgen nuevas cuestiones relacionadas con la mejora en el comportamiento térmico e higrotérmico del hábitat autoconstruido. En particular, teniendo en cuenta la construcción en seco con madera, como material económico y fácil de manipular y los bioaislantes que se podrían obtener en la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Atanasoska, K. (2021). Caracterización bioclimática de Mar del Plata. Recomendaciones para el Diseño Arquitectónico. *Investigación + Acción*, (24). Recuperado a partir de https://revistasfaud.mdp.edu.ar/ia/article/view/560
· Cacopardo, F., Rotondaro, R., Blanco Pepi, M., Cacopardo, G., Freire, P., Ispizúa, J., Melián, I., & Mitidieri, A. (2018). Tecnologías sociales en territorios urbanos pobres. Barrio Nuevo Golf, Mar del Plata, Argentina (2010-2018). Redes. Revista De Estudios Sociales De La Ciencia Y La Tecnología, 24(47), 227–262. Recuperado a partir de https://revistaredes.unq.edu.ar/index.php/redes/article/view/37
· Cacopardo, F., Cusán, M., Blanco Pepi, M., Cacopardo, G., & Freire, P. (2016). Desarrollo tecnológico como desarrollo humano en contextos de extrema pobreza: Soportes para el habitar. *Journal De Ciencias Sociales*, (7). https://doi.org/10.18682/jcs.v0i7.584
· Municipalidad de General Pueyrredón (2022). Municipalidad de General Pueyrredón web site. Disponible en https://www.mardelplata.gob.ar/
· Norma IRAM 11601 (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.*
· Norma IRAM 11603 (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.*
· Norma IRAM 11605 (2004). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica en cerramientos opacos.*
· Norma IRAM 11.625. (2000). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales.*
· Norma IRAM 11.630. (2000). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares.*
· RENABAP (2022). Renabap web site. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap/informesyestadisticas

EVALUACIÓN DE TRES JARDINES MATERNALES MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE NEUQUEN. SU COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO Y ENERGÉTICO EN VERANO.

EVALUATION OF THREE MUNICIPAL MATERNAL GARDENS IN THE CITY OF NEUQUEN. ITS HYGROTHERMAL AND ENERGY BEHAVIOR IN SUMMER.

María Belén Birche
Jorge D. Czajkowski
Analía F. Gómez
Julián Basualdo

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable / CIC / CONICET

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—

layhs@fau.unlp.edu.ar

RESUMEN

En el verano del año 2020 se auditaron tres jardines maternales de gestión municipal en la ciudad de Neuquén, con financiamiento de un proyecto Euroclima+. Su construcción corresponde a tres períodos históricos de los ´50 al 2000. Se instaló instrumental automático por 7 días para monitorizar el comportamiento higrotérmico interior y exterior y se registraron consumos de energía eléctrica y gas natural. Fue objetivo, el conocimiento del comportamiento y eficiencia energética de edificios de gestión municipal. Se presentan los resultados obtenidos y recomendaciones de diseño con fines de rehabilitación.

PALABRAS CLAVES: edificio – municipios – sustentabilidad – auditorías – eficiencia energética

ABSTRACT

In the summer of the year 2020 three maternal municipal management gardens were audited in the city of Neuquén, with financing of an Euroclima+project. Its construction corresponds to three historical periods of the ´50 to 2000. Automatic instruments were installed for 7 days to monitor the internal and exterior hygrothermal behavior and consumption of electricity and natural gas were recorded. It was objective, the knowledge of the behavior and energy efficiency of municipal management buildings. The results obtained and design recommendations are presented for rehabilitation purposes.

KEY WORDS: building – municipalities – sustainability – audits – energy efficiency

INTRODUCCIÓN

El Proyecto EUROCLIMA + "Edificios Municipales Energéticamente Eficientes y Sustentables" permitió financiar una campaña de auditorías energéticas en varios municipios del pais. En este caso se auditaron 6 edificios en la Ciudad de Neuquén de gestión municipal de los cuales en este trabajo analizaremos tres de ellos. En todos los casos jardines maternales de tres momentos históricos diferentes de las décadas del `60, `70 y `90 que poseen características diversas en imagen, materialidad y similitudes en el uso de la energía.

La ciudad de Neuquén (Lat: 38°57'07"S Long: 68°03'33"O) es una de las de mayor crecimiento en el país (+14,8 ‰) que cuenta con 231198 hab (INDEC 2010) y una densidad de 1807 hab/km². El clima es seco desértico frío,también considerado semiárido BSk según la calificación de Köppen y muy frío VI (IRAM 11603). Al encontrarse en zona patagónica desde siempre cuenta con altos subsidios al consumo de energías (electricidad, gas natural, combustibles líquidos) y económicamente es una capital nacional de los combustibles fósiles.

Así se monitorearon los Jardines maternales "Eva Perón" en calle Candelaria 300, "Mariano Moreno" en calle Dr Pelagatti y Domuyo y "Eluney" en calle Belgrano 1600; localizados en el área urbana de la ciudad.

Jardín Maternal Municipal "Eva Perón"	Jardín Maternal Municipal "Mariano Moreno"	Jardín Maternal Municipal "Eluney"

Tabla 1: Vista de satélite y de una fachada de los edificios. Fuente: Google maps y propia.

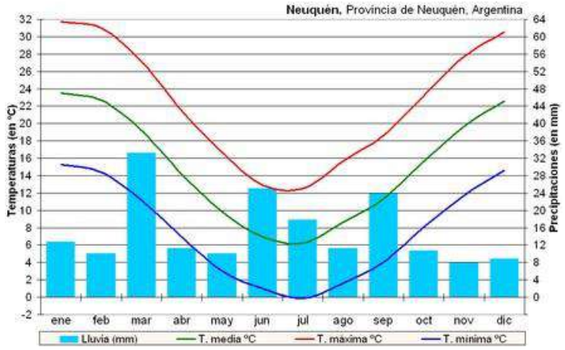


Fig. 1: Climograma de la Ciudad de Neuquén. Fuente: Wikipedia.

METODOLOGÍA

En febrero del 2022 se realiza la primera visita a los edificios y con fecha 8/2/22 se instala el instrumental y el 14/2/22 se lo retira permitiendo monitorear durante 6 días el consumo de energía en verano con los edificios sin operar y registrando cada 15 minutos la variación de temperaturas y humedad en el interior y exterior.

Se utilizaron microadquisidores de datos HOBO U23-001 con resguardo meteorológico; modelo U12-012; modelo U10-003 y modelo UX100-003. Una cámara termográfica marca Testo modelo 815. Un distanciómetro, una cinta métrica de 10m y herramientas varias.

El equipo de dos integrantes recorrió los edificios relevando sus principales características acompañados de un funcionario municipal el Sr. Rubén Vilnes y en cada edificio por sus directoras. Se realizaron encuestas de percepción ambiental y del confort a las docentes y empleadas presentes. Se prevé realizar la visita de invierno en el mes de julio del 2022 para conocer el comportamiento y consumo de energía durante el período de calefacción.

El procedimiento es una evolución de los que se vienen haciendo desde 1986, en lo que era el IDEHAB FAU UNLP para el Proyecto Audibaires de Secretaría de Energía de la Nación y proyectos sucesivos hasta el presente.

Con posterioridad y al contar con documentación gráfica provista por el municipio se realizará un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos de la localidad. Los datos se toman de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m2). Además, se completa la información requerida para las auditorías (Encuestas de percepción, verificación de plani-altimetría, mediciones de consumo, relevamiento de materialidad de la envolvente, relevamiento de equipos de calefacción, refrigeración y cantidad de personas, termografía, etc.).

ALGUNOS RESULTADOS

· Consumo de energía

La Tabla 2 muestra los consumos de energía donde se ve que los edificios vacíos tienen un consumo promedio diario durante el verano en gas natural de 2.38 m3/día y en energía eléctrica de 20.04 kWh/día. El edificio que más consumió fue el Mariano Moreno que cuenta con cuatro salas de infantes, un amplio SUM, cocina comedor y administración y al momento de la visita las docentes preparaban la pronta apertura del establecimiento. En este caso se registró un consumo de 30.5 kWh/día.

EDIFICIO	de	a	EE	GN
Jardín Maternal Eluney	8/2/2022	14/2/2022	54,00	13,54
Jardín Maternal Eva Perón	8/2/2022	14/2/2022	123,70	S/D
Jardin Maternal Mariano Moreno	8/2/2022	14/2/2022	183,00	14,99

Tabla 2: Consumos de energía eléctrica (kWh y gas natural (m3) Fuente: propia

El personal manifestó que el edificio es caluroso en los meses de verano y algo frío en los meses de invierno. A pesar de contar con sistema de climatización. Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo fluorescente de bajo consumo. El sistema de climatización es mediante equipos de calefacción tipo TBU en cada ambiente de potencias entre 6000 y 4000 kcal/h. Estos ubicados en aulas, SUM y sector administrativo.

· Materialidad

El jardín "Eva Perón" inaugurado en 1966 está construido con muros de ladrillos comunes revocados en ambas caras de 30cm, los techos en pendiente de chapa metálica sobre entablonado de madera a la vista en el SUM y con cielorraso suspendido de placas de madera en salones y corredores. Las carpinterías de madera con vidriado sencillo.

El Jardín "Mariano Moreno" inaugurado en 1973 está construido con ladri-

llos comunes de 30cm revocado en ambas caras y los techos son de losas de HºAº planos con contrapisos de pendiente y membrana hidráulica. Las carpinterías son de chapa doblada y vidriado sencillo.
El Jardín "Eluney" inaugurado en 1992 está construido con muros de ladrillos huecos de 18x18x33 revocados en ambas caras y techos en pendiente de tirantería de madera y machihembrado a la vista y terminación de chapa ondulada. Las carpinterías son de aluminio y vidriado sencillo.

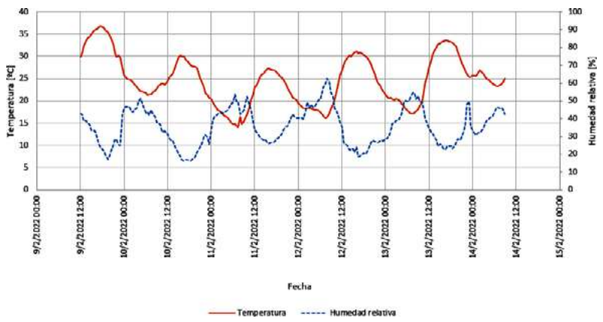


Fig. 2: Comportamiento higrotérmico del período de medición en el exterior en verano.
Fuente: Elaboración propia

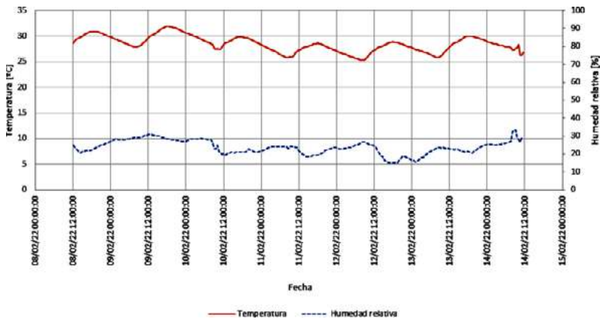


Fig. 3: Comportamiento higrotérmico en Sala de 1 año del Jardín "Eva Peron".
Fuente: Elaboración propia

En Figura 2 vemos la variación de temperaturas y HR en el exterior con máximas de 37º y mínimas de 15ºC típicas de clima desértico. Mientras en la figura 3 un aula en un edificio de construcción pesada responde con baja amplitud térmica variando las temperaturas entre 32ºC y 25ºC para el Jardín construido en 1966. Aula con cortinas de enrollar casi cerradas y baja tasa de ventilación y desde ya vacía de docentes y niños.

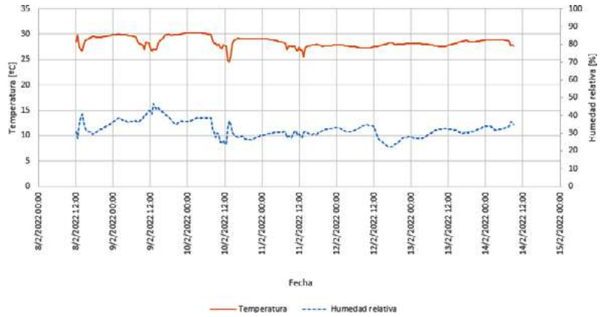


Fig. 4: Comportamiento higrotérmico en sala del Jardín "Mariano Moreno".
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 correspondiente al Jardín "Mariano Moreno" construido en 1973 pero con cubierta de HºAº y mayor masa térmica que el "Eva Perón" la variación de temperaturas es menor aún. Se ve claramente los 4 momentos en que las aulas se abrieron para ventilarse por las mañanas y al apelar a la estrategia de ventilación selectiva hay una constancia los primeros 3 días en mantenerse entre 29 y 30ºC y los días restantes entre 26 y 28ºC. Es un comportamiento característico de ese tipo de edificaciones.

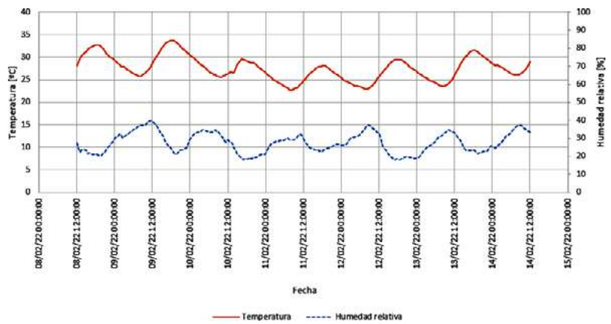


Fig. 5: Comportamiento higrotérmico en sala de 2 años del Jardín "Eluney".
Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 puede notarse la gran diferencia de comportamiento térmico del Jardín "Eluney" construido en 1997 con sistema tradicional similar al usado en la actualidad con mucha menos inercia térmica al tener cubiertas livianas y muros de ladrillos huecos. Las temperaturas varían entre 23ºC y 34ºC y una amplitud térmica media de 8ºC.

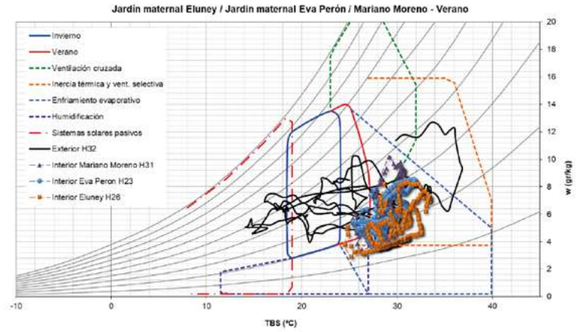


Fig. 6: Comportamiento higrotérmico en verano, de los edificios, sobre un diagrama de confort de B. Givoni usando la App PsiConf1.0. Fuente: Elaboración propia

La figura 6 compara los edificios y el exterior de ellos sobre un diagrama de confort de Baruch Givoni mostrando que estando vacíos con baja ventilación y cargas de ocupación pueden mantenerse en un aceptable nivel de confort los dos primeros casos y fuera de confort el último caso.

· Diagnóstico verano y propuestas de mejora

Previo al diagnóstico energético estos resultados permiten anticipar sugerencias de rehabilitación térmica de la envolvente. En los dos primeros edificios será necesario aplicar la regla de 5+10x2 a fin de aislar los muros con la técnica "EIFS" o External Insulation Finish System con 5 cm de EPS de 20 kg/m3 y terminación con base coat cementicio sobre malla de 90 g/m2 de fibra de vidrio resistente a los álcalis. Para los techos livianos del primer y último edificio agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio y reemplacar los cielorrasos. En el caso de la losa de HºAº usar la técnica de "techo invertido" y colocar 8 cm de EPS de 30 kg/m3 apoyado sobre la membrana hidráulica y proteger con una capa de 5 cm de arcilla expandida suelta a fin de evitar voladura y proteger al EPS de la radiación UV del sol.
En el caso de las aberturas en los tres edificios analizados ver la posibilidad de adaptar un DVH a las aberturas de puertas y ventanas al exterior sumando protección solar exterior o interior sobre los vidrios.

CONCLUSIONES

Los tres edificios educativos se encuentran en buen estado de conservación y la respuesta higrotérmica de estos resultó la esperable de edificios

auditados previamente en el AMBA y la Provincia de Buenos Aires. Las soluciones propuestas mejorarán mucho sus comportamientos y respuesta térmica a lo largo de todo el año. Es prioritario que en climas desérticos los edificios tengan suficiente masa térmica para amortiguar la variación del clima exterior.

Este proyecto solo fue posible gracias a la ayuda de la República de Francia, ya que el costo de movilidad, estadías y viáticos no hubiera sido posible de afrontar por proyectos con financiamiento nacional del sistema de CyT. Otro punto para remarcar es que tampoco podría realizarse sin el instrumental adquirido por el grupo de investigación con fondos de proyectos universitarios, CONICET, ANPCyT y trabajos a terceros.

A la pregunta que ¿cuál es la contribución que hace el proyecto?, es poder brindar información a las direcciones de arquitectura y/o mantenimiento del municipio para rehabilitar sus establecimientos e implementar las recomendaciones en futuros proyectos. Un leve aumento inicial en el costo de construcción se recupera con mejoras significativas en el confort y satisfacción de sus habitantes sean trabajadoras docentes y no docentes como infantes. Y sirve de ejemplo para difundir buenas prácticas bioclimáticas y de sustentabilidad edilicia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Bourges, C., & Gil, S. (2014). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas. *Petrotecnia* , 1 (LV), 72-78. http://www.petrotecnia.com.ar/febrero14/Petro_1- 2014.pdf

· Czajkowski, J., Corredera, C., & Saposnik, M. (2003). Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según "Energocad" y consumos reales en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, 7, 7.13-7.17. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Czajkowski, J., Gómez, A., Vagge, C., Salvetti, B., Marcilese, M., Diulio, M. d., y otros. (2012). Evaluación del confort higrotérmico invernal en viviendas unifamiliares del gran La Plata mediante auditorías. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 5.101-5.106. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Filippín, C., & Follari, J. (2003). Comportamiento termico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *13*, 5.69-5.76. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Gelardi, D., & Esteves, A. (2010). Relación entre la ganancia solar y la calefacción auxiliar para dos tipos de envolvente formal edilicia. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, *14*. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Gil, S. (2013). ¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente. *Petrotecnia*, vol LIV, n°6, Diciembre 2013.

· Gil, S., & Prieto, R. (2013). Categorización racional de usuarios residenciales. Herramientas para promover un uso más eficiente del gas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente,* (págs. 15-24). Tucuman. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., & Martínez, C. (2000). Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *4*. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Olgyay, V. (1963). Design with climate. Princeton: Princeton University Press.

· Salvetti, M. B., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2009). Análisis del comportamiento energético-ambiental en torre de viviendas en La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 13*, 5.127-5.133. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings* (41), 721-731.

· Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazzitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Buenos Aires.

· Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754.

· Yañez, G. (1982). *Energía solar, edificación y clima* (Vol. 1). Madrid: MOPU.

· Norma IRAM 11601 (2002). Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y materiales de construcción en régimen estacionario.

· Norma IRAM 11603. (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina*.

· Norma IRAM 11604 (2001). Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico Gcal de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite.

· Norma IRAM 11605 (1996). Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

· Norma IRAM 11659-1/2 (2004/7). Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. Y Parte 2: edificios para viviendas. Valores admisibles Gref.

· Norma IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.

· Prieto, R., & GIL, S. (2014). Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración. Petrotecnia , 102-109.

· Rosenfeld, E., Discoli, C., & Barbero, D. (2003). El consumo de energía en el área metropolitana de Buenos Aires en la década del ´90: una trayectoria de desarrollo insustentable. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente , 7 (1), 07.01-07.06. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, *13*, 5.127-5.133. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. Energy and Buildings (41), 721-731. doi:10.1016/j.enbuild.2009.02.008 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809000279

· Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Buenos Aires. http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/

· Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? Energy and Buildings (37), 747-754. doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.003 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778804003366.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LOS ADOBES PRODUCIDOS EN EL CENTRO ESTE DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION OF ADOBES PRODUCED IN THE EASTERN CENTER OF SANTA FE PROVINCE

Santiago Cabrera
Santiago Noguera
Ariel González

Grupo de Investigación y desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra

UTN — FRSF, Santa Fe, Argentina

—
spcabrera@outlook.com

RESUMEN

En este trabajo se determinan, comparan y exponen las principales características físicas y mecánicas de 3 series de adobes producidos en ciudades costeras de la provincia de Santa Fe: Arroyo Leyes, Santa Rosa de Calchines y Monte Vera. Para ello, se realizaron ensayos dimensionales sobre las diferentes series de adobes y se determinó su resistencia media a compresión y erosión húmeda por caída de agua, realizándose luego un análisis estadístico de los resultados obtenidos, de manera tal de poder evaluar las diferencias y similitudes en las propiedades evaluadas de cada serie de adobes. Finalmente, se determinó que, desde el punto de vista estadístico, las dimensiones efectivas y resistencias a compresión y erosión húmeda de cada serie son diferentes; sin embargo, los adobes de las 3 series evaluadas son aptos para su empleo en la construcción de muros de carga protegidos de la intemperie por medio de revoques o aleros.

PALABRAS CLAVES: muro – tierra – compresión – erosión húmeda

ABSTRACT

This article compares the main physical and mechanical characteristics of three series of adobes produced in coastal cities of the Santa Fe province: Arroyo Leyes, Santa Rosa de Calchines and Monte Vera. For this, dimensional tests were conducted on the different series of adobes and their average resistance to compression and wet erosion by falling water was determined, then a statistical analysis of the results obtained was performing to be able to evaluate the differences and similarities in the evaluated properties of each adobe's series. Finally, it was determined that, from the statistical point of view, the effective dimensions and resistance to compression and wet erosion of each series are different; however, the adobes from the three series evaluated are suitable for use in the construction of masonry walls protected from the weather, by plaster or eaves.

KEY WORDS: wall – ground – compression – wet erosion

INTRODUCCIÓN

El adobe como tecnología constructiva

La arquitectura y construcción con tierra poseen una larga trayectoria en la historia de la humanidad y, a pesar de que sus primeros antecedentes se remontan a más de 9 mil años de antigüedad, en diversos contextos sigue estando tan vigente como en su origen, tal es así que se estima que más de un tercio de los habitantes del planeta viven en casas de tierra (Houben, 2006). La continuidad histórica de la arquitectura y construcción con tierra se debe en gran medida a la abundancia de su materia prima, la economía de sus procesos constructivos, sus cualidades bioclimáticas y a la armonía de su interrelación con el ambiente natural en que se desenvuelve (Neves et al y Borges Farías, 2011).

Existen numerosas técnicas y sistemas constructivos que emplean tierra como materia prima principal; pero entre ellas, el adobe juega un papel preponderante por ser uno de los sistemas constructivos de tierra más conocido, utilizado y difundido, siendo utilizado en América desde épocas precolombinas, manteniéndose su empleo luego de la llegada de los conquistadores, quienes también lo usaban en sus países de origen.

Este mampuesto de tierra prefabricado puede contener además paja u otro material que mejoren su estabilidad y evite la aparición de fisuras durante su proceso de secado. Se fabrica mediante el moldeo manual o mecanizado de una mezcla plástica de barro dentro de moldes (generalmente de madera) que se retiran de manera inmediata. Luego, se dejan secar a la intemperie durante varios días, protegidos del sol y la lluvia, hasta que pueda ser utilizado. Las dimensiones de los adobes presentan gran variabilidad según la zona en la cual son producidos, presentando sin embargo una relación lógica de lados y un volumen y peso final que les permite ser manipulados, sin romperse, por una sola persona, sin fatigarla.

Marco normativo

En Argentina actualmente no existe una reglamentación nacional referida a construcciones con tierra e incluso, la mayoría de las ordenanzas y códigos de edificación municipales no tienen en cuenta las técnicas de construcción con tierra o directamente, la prohíben. Las primeras acciones que buscan revertir la situación se limitan a la formulación y sanción de ordenanzas en distintos municipios para habilitar la construcción con tierra o declaraciones de interés provinciales que buscan resguardar el patrimonio construido. Estas acciones se inician en 2008, pero es a lo largo de la última década que surgen la casi totalidad de las normas jurídicas y/o técnicas actualmente vigentes (Dubos et al, 2020).

En el año 2020, la comisión de Normativas de la Red Argentina de Construcción con Tierra "Protierra" realizó un detallado informe sobre la situación normativa en el país, analizando 41 documentos entre normas jurídicas y técnicas vigentes de construcción con tierra en el territorio nacional. En dicho informe, se dieron a conocer los siguientes resultados: El 60% no contienen informaciones que pueda ser considerada como anexo técnico, el 30% cuentan con algún tipo de anexo con referencias prácticas más o menos detalladas respecto al uso de las técnicas que se autorizan y tan solo en el 10% de documentos consultados los anexos técnicos tienen un nivel de profundidad superior, considerando incluso elementos de normas técnicas internacionales (Red Protierra, 2020).

En este sentido, debe resaltarse el caso de la ciudad de Santa Fe, en la cual, en abril del 2022 entró en vigor el nuevo Código de Habitabilidad, el cual habilita la construcción con técnicas y materiales "no tradicionales", incluyéndose en esta categoría a las técnicas que emplean tierra como materia prima, entre ellas el adobe (Honorable Concejo Municipal de la Ciudad de Santa Fe, Ordenanza N.º 12783, 2022). De esta manera, los habitantes de la ciudad que deseen construir su vivienda empleando adobes u otros elementos constructivos de tierra, desde ahora pueden hacerlo sin la necesidad de excepciones otorgadas por el Consejo Deliberante, realizando trámites burocráticos "comunes".

Objetivos

Se espera que este nuevo marco normativo en la ciudad de Santa Fe impulse la utilización de elementos constructivos de tierra, entre ellos los adobes. Por ello, el objetivo principal de esta investigación es el de verificar que los adobes comercialmente disponibles en los alrededores de la ciudad de Santa Fe cumplan los requerimientos mínimos para ser utilizados en la construcción de viviendas seguras y duraderas, siendo los objetivos particulares los siguientes:

- Establecer las dimensiones nominales, y su respectiva variabilidad, de los adobes producidos en la región.
- Determinar la resistencia a compresión de estos adobes
- Evaluar su durabilidad ante la exposición prolongada al agua

METODOLOGÍA

Materiales

Para esta investigación se emplearon 3 series de adobes producidas cada una de ellas en diferentes comunas cercanas a la ciudad de Santa Fe. El número de adobes por serie, su procedencia y denominación se indican a continuación:

- 12 adobes producidos en Monte Vera, provincia de Santa Fe. Esta serie de adobes se identificó como "Monte Vera" en función de la localidad donde fueron producidos.
- 8 adobes producidos en Sauce Viejo, provincia de Santa Fe. Esta serie a su vez fue identificada como "Sauce Viejo".
- 12 adobes producidos en Santa Rosa de Calchines, provincia de Santa Fe. Esta serie de adobes se identificó como "Santa Rosa".

Finalmente, en la Figura 1 se exponen algunos adobes de cada serie.

Fig. 1: Series de adobes empleados en esta investigación. De izq. a der.: serie Monte Vera, serie Santa Rosa y serie Sauce Viejo. Fuente: Elaboración propia.

Verificación de las dimensiones efectivas

Con intenciones de verificar la estabilidad dimensional de cada una de las series de adobes se realizó el ensayo de tolerancia dimensional estipulado por la norma brasilera ABNT-NBR 16814 (2021), para el cual se determinó el alto (H), ancho (L) y largo (C) de cada adobe (ver Figura 2), además de su alabeo. Luego se determinaron las dimensiones promedio de cada serie y se compararon con las dimensiones nominales para adobes propuestas por la norma brasilera ya mencionada y, por falta de normativa nacional pertinente, la norma argentina para ladrillos comunes, IRAM12566-1 (2005).

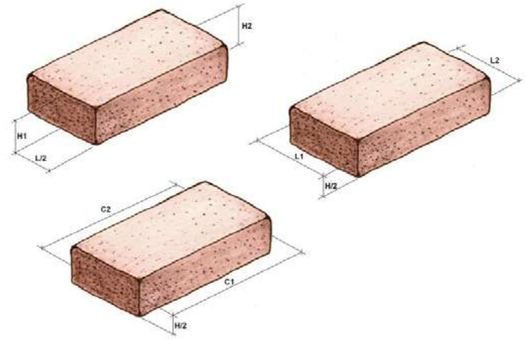


Fig. 2: Determinación del alto, ancho y largo efectivo de los adobes según norma ABNT-NBR 16814.
Fuente: Norma Brasilera ABNT-NBR 16814, 2021.

Resistencia a compresión simple

Preparación de las probetas

Para evaluar la resistencia media a compresión simple de cada serie, se escogieron de manera aleatoria 7 adobes por serie, los cuales se cortaron en 2 mitades con una cierra circular de banco, generando así 14 probetas (medios adobes) por cada serie, apartándose 10 mitades para la realización del ensayo de resistencia a compresión simple y 3 mitades para el ensayo de resistencia a la erosión húmeda por caída de agua.

Para lograr que las caras superiores e inferiores de cada probeta fueran planas y paralelas entre sí, permitiendo así una adecuada distribución de tensiones durante la aplicación de la carga, cada uno de los medios adobes destinado al ensayo de resistencia a compresión simple fue encabezado con un mortero constituido por una parte de arena, una parte de cemento Portland y una parte de yeso. En la Figura 3 se exponen las probetas de la serie Monte Vera ya encabezadas.

Fig. 3: Medios adobes de la serie Monte Vera encabezados para la realización del ensayo de resistencia a compresión. Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento de ensayo

Para evaluar la resistencia media a compresión de los adobes se realizó el ensayo estipulado por la norma ABNT-NBR 16814 (2021) sobre 10 probetas (medios adobes encabezados) de cada serie, aplicando carga a velocidad constante hasta alcanzar la rotura. Luego, dividendo la carga de rotura de cada probeta por su área (ec. 1) se determinó la resistencia a compresión individual de cada probeta y, empleando las ecuaciones 2 y 3, la resistencia a compresión promedio y característica de cada serie.

$$(ec.1)\quad \sigma_i = \frac{F_i}{A_i} \qquad (ec.2)\quad \sigma_{prom} = \frac{\sum \sigma_i}{10} \qquad (ec.3)\quad \sigma_k = \sigma_{prom}\,(1 - 1.4\,\rho)$$

Siendo:

- σ_i = Resistencia a compresión individual de cada probeta (kgf/cm2)
- F_i = Carga máxima soportada por cada probeta (kgf)
- A_i = Área de cada probeta (cm2)
- σ_{prom} = Resistencia promedio a compresión de cada serie (kgf/cm2)
- σ_k = Resistencia característica a compresión de cada serie (kgf/cm2) para un nivel de confianza del 90%
- ρ = Coeficiente de dispersión relativa de la resistencia a compresión de cada serie de probetas.

Para la realización de este ensayo se empleó un gato hidráulico de 20 Tf y una celda de carga con 20 Tf de capacidad y 5 kilogramos (kgf) de apreciación. En la Figura 4 puede apreciarse la realización del ensayo de resistencia a compresión simple sobre una probeta de la serie Santa Rosa y su patrón de rotura luego de la prueba.

Fig. 4: Ensayo de resistencia a compresión sobre una probeta de la serie Santa Rosa.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico

Para evaluar los resultados obtenidos y determinar si la resistencia a compresión de cada serie resulta estadísticamente diferente entre sí, se realizó un análisis de varianzas ANOVA empleando el software MiniTab (M. LLC, 2017). Este análisis permite refutar, con un 95 % de significancia la siguiente hipótesis: "Las resistencias medias a compresión de cada serie son estadísticamente iguales entre sí".

Como ANOVA únicamente posibilita determinar si las resistencias medias a compresión son estadísticamente diferente entre sí, pero no especifica cuáles son las series con resistencia similar, o cuales son las series de mayor y menor resistencia; se efectuó además un "Análisis de parejas de Tukey", empleando también el software MiniTab, el cual posibilita identificar las series de probetas que presentan resistencias medias estadísticamente similares entre sí, y cuáles son las series con mayor y menor resistencia media a compresión asignándoles un factor de grupo; las series que no compartan el factor de grupo, son significativamente diferentes.

Resistencia a erosión húmeda

Para evaluar la resistencia al intemperismo de las diferentes series, se realizó sobre 3 medios adobes de cada una de ellas el ensayo de erosión húmeda por caída de agua, estipulado por la norma UNE-EN 41410 (2008), mediante el cual se expone cada probeta a un "chorro" de agua por un lapso de 10 minutos, evaluando luego la profundidad de la erosión generada sobre la cara expuesta. En la Figura 5 puede apreciarse la realización de este ensayo sobre una muestra de la serie Monte Vera.

Fig. 5: Ensayo de Resistencia a Erosión Húmeda de la serie Monte Vera.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Estabilidad dimensional

En la Tabla 1 se presentan los resultados del ensayo de estabilidad dimensional realizado sobre cada una de las series de adobes.

Serie	Alabeo (mm)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
Monte Vera	0,28	5,15	11,27	23,35
Santa Rosa	5,80	5,27	11,96	23,93
Sauce Viejo	2,50	5,59	11,44	24,57

Tabla 1: Dimensiones promedio de las diferentes series de adobes.

Fuente: elaboración propia.

Resistencia a compresión simple

En la Tabla 2 se resumen los resultados del ensayo de resistencia a compresión simple de cada serie, presentándose la resistencia a compresión promedio (σ_{prom}), el coeficiente de dispersión (ρ), la resistencia característica correspondiente al 90% (σ_k) y el factor de grupo de determinado por el análisis de varianza (ANOVA). Asimismo, en la Figura 6 se presentan de manera gráfica las resistencias medias a compresión de cada serie de adobes.

Serie	ρ (%)	σ_{prom} (Kg/cm²)	σ_k (Kg/cm²)	Factor de Grupo
Monte Vera	11,17	46,65	39,35	A
Santa Rosa	17,84	20,99	15,48	C
Sauce Viejo	9,04	30,34	26,52	B

Tabla 2: Resultados de los ensayos de resistencia a compresión simple de las diferentes series.

Fuente: elaboración propia.

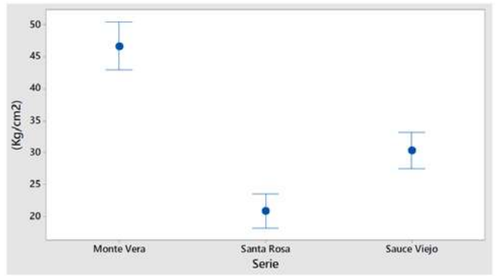


Fig. 6: Grafico de intervalos de la resistencia media a compresión de cada serie de adobes.

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a Erosión Húmeda

En la Tabla 3 se presentan los resultados del ensayo de resistencia a erosión húmeda por caída de agua realizados sobre cada serie de adobes. En ella se muestra una imagen de las probetas luego de la realización del ensayo y la profundidad media de erosión ocurrida sobre cada serie.

Analizando los resultados de la Tabla 3 puede inferirse que todas las series de adobes se degradan por efecto del agua, siendo los de la serie Sauce Viejo los más afectados, y los de la serie Monte vera la menos perjudicada.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Desde el punto de vista dimensional, los adobes de la serie Sauce Viejo presentan la mayor altura y longitud de las series analizadas, mientras que su ancho es estadísticamente similar al del resto de las series evaluadas. Además, el largo y ancho de las 3 series en estudio cumplen con los requerimientos de la norma IRAM 12566-1 para ladrillos comunes. En lo que respecta a la altura, únicamente las series Santa Rosa y Sauce Viejo cumplen lo estipulado por esta norma (H mayor a 5,5 cm), mientras que los de la serie Monte Vera poseen una altura inferior. En este sentido, debe remarcarse que ninguna de las series cumple con las relaciones de lado establecidas por la norma de adobes brasilera, según la cual la altura H debe ser mayor 7 cm. Finalmente se advierte que los adobes de la serie Santa Rosa son los que mayor alabeo presentan, superior al estipulado por la norma IRAM 12566-1, lo cual puede repercutir de manera negativa en su colocación durante la construcción, generando una mala distribución de tensiones una vez construido el muro.

Serie	Sauce Viejo	Santa Rosa	Monte Vera
Vista superior			
Prof. de erosión media (mm)	33	11	3,5

Tabla 3: Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por caída de agua sobre las diferentes series.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del ensayo de resistencia a compresión confirman que, desde el punto de vista estadístico, las resistencias medias a compresión de cada serie de adobes son diferentes entre sí, siendo los de la serie Monte Vera los de mayor resistencia, seguidos por los adobes de la serie Sauce Viejo y, finalmente, los de la serie Santa Rosa. Sin embargo, la resistencia a compresión de todas las series es superior a la requerida tanto por el protocolo de ensayos publicado por la Red Protierra Argentina (donde se establece una resistencia característica a compresión igual o mayor a 12 kg/cm²) y por normativa brasilera para este tipo de elementos, donde se establece que la resistencia individual de cada adobe debe ser igual o mayor a 15 kg/cm². Sin embargo, es de remarcar que la resistencia característica a compresión de la serie Monte Vera es muy cercana a la estipulada por la norma IRAM 12566-1 para ladrillos cerámicos macizos, de 40 kg/cm².

Finalmente, analizando la erosión ocurrida sobre las series de adobes expuestas al ensayo de caída de agua puede concluirse que ninguno de estos elementos es apto para la construcción de muros exteriores desprotegidos de la intemperie, siendo los adobes de la serie Sauce Viejo los que peor comportamiento tienen frente a estas condiciones. Por este motivo se recomienda la utilización de revoques exteriores o galerías perimetrales que protejan los muros de adobe de los efectos adversos del agua.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio permiten afirmar que los adobes de la serie Monte Vera presentan una elevada estabilidad dimensional, bajo alabeo, y una elevada resistencia a compresión, similar a la solicitada a los ladrillos cerámicos macizos. La serie Sauce Viejo la continúa en lo que respecta a resistencia a compresión y bajo alabeo, presentando de todos modos la menor resistencia a erosión húmeda de las 3 series. Finalmente, los adobes de la serie Santa Rosa son los de menor resistencia a compresión y mayor alabeo.

Independientemente de las diferencias en las propiedades físicas y mecánicas de las series evaluadas, puede concluirse que todas ellas son aptas para su utilización en la construcción de muros portantes protegidos de la intemperie en la ciudad de Santa Fe y sus alrededores, siendo, sin embargo, los de la serie Monte Vera los que presentan un mejor desempeño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Dubos, A. et al. (2020). *Relevamiento y análisis de normas jurídicas y técnicas referidas a la construcción con tierra vigentes en la República Argentina*

· Houben, H.; Guillaud, H. (2006). *Traité de construction en terre, Edition Pa, Craterre - Parentèses,*

· Neves, C.; Borges Farias, O. (2011). *Técnicas de Construcción con Tierra*. Bauru: FEB-UNESP / PROTERRA.

· IRAM (2004). IRAM12586-1. *Ladrillos y bloques cerámicos para la construcción de tabiques y muros. Método de ensayo de resistencia a la compresión.* Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, Argentina.

· IRAM (2005). Norma IRAM 12566-1: *Ladrillos y bloques cerámicos para la construcción de tabiques y muros.* Parte 1: Macizos.

· AENOR (2008). Norma UNE-EN 41410. *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.* Asociación Española de Normalización, Madrid, España.

· ABNT (2021). Norma NBR 16814. *Adobe. Requisitos y métodos de ensayo. Associação Brasileira de Normas Técnicas.* San Pablo, Brasil.

· Ordenanza N°12783 (2022). Honorable Consejo Municipal de la Ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz. *Código de Habitabilidad de la ciudad de Santa Fe de la Ver Cruz.*

· Red Protierra Argentina. (2020). *Relevamiento y análisis de normas jurídicas y técnicas referidas a la construcción con tierra vigentes en la República Argentina.*

· Red Protierra Argentina. (2020). *Protocolo de ensayos sobre elementos constructivos para la construcción con tierra*. Disponible en: http://redprotierra.com.ar/2020/10/28/protocolos-de-ensayo-para-la-construccion-con-tierra/

· M. LLC, Minitab Statical Software, (2017).

MEMORIAS DEL AGUA. INTERACCIONES ENTRE LOS CICLOS DE INUNDACIÓN Y EL PROCESO DE CRECIMIENTO URBANO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO VILELAS, CHACO, ARGENTINA

WATER MEMORIES. INTERACTIONS BETWEEN FLOOD CYCLES AND THE URBAN GROWTH PROCESS IN THE TOWN OF PUERTO VILELAS, CHACO, ARGENTINA

Victor Hugo Cabrera
Daniel Edgardo Vedoya

I.T.D.A.Hu. (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano)

FAU — UNNE, Resistencia, Argentina

—

vcab.ar18@gmail.com

RESUMEN

El estudio ambiental de un asentamiento urbano representa una esfera de factores dinámicos, abarcando el complejo de interacciones entre la sociedad y naturaleza; esto determina las configuraciones del hábitat que cada sociedad o (grupo) define como producto de procesos históricos. Entendiendo que los conflictos hídricos en torno a las inundaciones urbanas son de naturaleza multicausal (López, 2013), se considera el caso de la Localidad de Pto. Vilelas (Argentina) para analizar el riesgo de inundación, en función de la vulnerabilidad hídrica, condicionante de su desarrollo y la forma de ocupación del territorio. La metodología se basa en generar información que describa el riesgo hídrico, mediante modelos digitales de la distribución de amenazas y áreas expuestas, utilizando sistema de información geográfica (SIG).
El principal aporte del trabajo es generar de cartografía, que se orienta al análisis espacial de los componentes, a modo de indicador práctico y herramienta expeditiva en la planificación.

PALABRAS CLAVES: inundaciones urbanas—análisis espacial—vulnerabilidad—exposición.

ABSTRACT

The environmental study of an urban settlement represents a sphere of dynamic factors, encompassing the complex of interactions between society and nature; this determines the habitat configurations that each society or (group) defines as a product of historical processes.
Understanding that water conflicts around urban floods are of a multi-causal nature (López, 2013), the case of the Town of Port Vilelas (Argentina) is considered to analyze the risk of flooding, based on water vulnerability, conditioning of its development and the form of occupation of the territory. The methodology is based on generating information that describes the water risk, through digital models of the distribution of threats and exposed areas, using a geographic information system (GIS). The main contribution of the work is to generate cartography, which is oriented to the spatial analysis of the components, as a practical indicator and an expeditious tool in planning.

KEY WORDS: urban floods—spatial analysis—vulnerability—exposure

INTRODUCCIÓN

El estudio de temáticas pertinentes al aspecto ambiental de un asentamiento urbano representa una esfera de factores dinámicos y multidimensionales, abarcando el complejo de interacciones entre la sociedad y el medio, presentes en la construcción de los diferentes "territorios". Estos, se constituyen a partir de las configuraciones del hábitat que cada sociedad o grupo social define en la apropiación del espacio físico, la cual es producto de procesos históricos y a su vez, involucra modificaciones que expresan las formas de relación temporal entre los componentes del sistema, tanto naturales, como antrópicos.

Las inundaciones fluviales son fenómenos hidrológicos que se producen periódicamente y que han sido la causa de la formación de valles fluviales, planicies de inundación y vegas de los ríos, es decir, forman parte de la geodinámica natural del planeta. Sin embargo, pueden transformarse en amenaza[1] cuando el hombre ocupa zonas susceptibles[2] de ser inundadas, lo cual genera impactos socioeconómicos (Garnica y Alcántara, 2004; Morales et al., 2005; Díez-Herrero et al. 2008; Llorente-Isidro et al., 2009; Monteiro et al., 2017; Zúñiga Igarza, 2018).

Tomando en cuenta los efectos sobre la escala local de un problema global, Vulnerabilidades y Riesgo, asociado al cambio climático (C.C.), así como su impacto, están aumentando en todas las áreas urbanas del mundo, y los esfuerzos orientados a modificar los factores subyacentes del riesgo (íntimamente vinculado a paradigmas de desarrollo no sostenibles) han sido insuficientes, los cuales aumentan por acciones relacionadas a la planificación y gestión deficiente del desarrollo urbano, entre otros (UNISDR, 2015).

Desde el punto de vista ambiental, se ha considerado lo enunciado por Ribera Masgrau (2004) y la Teoría Social del Riesgo, en la cual no solo se considera las afectaciones físicas sino también los rasgos sociales de la comunidad afectada para su categorización, definiendo la vulnerabilidad desde una visión centrada en la población, considerando exposición y Susceptibilidad. La vulnerabilidad estaría expresando el desequilibrio o desajuste entre la estructura social, el medio natural y el construido, y no es expresable en términos absolutos sino de manera relativa, en "grados" (Herzer y Gurevich, 1996). La vulnerabilidad es un déficit de desarrollo hacia el cual se deben dirigir los esfuerzos de la planificación.

En torno a esta temática se han realizados numerosos estudios de casos, sin embargo, se puede señalar que, en el país, las metodologías de estudio del riesgo entendido desde la teoría social, solo se han realizado en ciudades de primer rango (capitales), como La Plata o Sta. Fe, y nunca ha sido aplicado a localidades pequeñas (menos de 25.000 habitantes), las cuales exhiben un desarrollo incipiente, factible para establecer planes de ordenamiento de carácter correctivo, presentándose inclusive, como experiencias piloto, que brinden parámetros útiles para ser replicados en ciudades con mayor peso poblacional de la región. La importancia de lo local se vincula con que es a este nivel donde se expresa el riesgo -los daños y las pérdidas son siempre locales- más allá de los múltiples factores y procesos que contribuyen a su construcción. (UNISDR, 2015).

Por ello, la presente investigación viene a indagar sobre la problemática en un caso local, considerando como caso de estudio la Localidad de Pto. Vilelas (Argentina), con el objetivo de analizar el riesgo de inundación asociado a eventos hidro-meteorológicos, en función de la vulnerabilidad hídrica, condicionante de su desarrollo y la forma de ocupación del territorio.

La Localidad de Pto. Vilelas se asienta en la zona más baja de la extensa terraza aluvional perteneciente el Rio Paraná, manteniendo un emplazamiento litoral que restringe de algún modo su expansión. Además, su condición urbana denota un sistema funcional aun en crecimiento, con dependencia del centro urbano central e indicadores sociales por debajo de la media en buena parte de su extensión.

Lo dicho, revela como conveniente el estudio cuantitativo de los factores que conforman el riesgo, junto con la producción de indicadores que exhiban la distribución de la población vulnerable y más expuesta a la manifestación de un evento. Dicha información es clave para el desarrollo de mecanismos de prevención que favorezcan la sustentabilidad de los diferentes asentamientos. Por ello, el principal aporte del trabajo es la generación de cartografía temática, que se orienta al análisis dinámico de los componentes expuestos, como herramienta de análisis en el abordaje de problemáticas ambientales, desde una perspectiva socio-ambiental.

METODOLOGÍA

La metodología se enfoca en generar información que describa y cuantifique las zonas mas expuestas a inundación y su grado de vulnerabilidad. Se considera las inundaciones urbanas como una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciada en términos territoriales y sociales (A. Lavel, 1997); Por ello se trabaja en dos ejes, por un lado se incorpora un enfoque Cualitativo de procesos urbanos, a través de análisis espacial de imágenes satelitales junto con cartografías digitales del ejido, graficando su expansión en el tiempo, para describir procesos de expansión y relación con el contexto ambiental.

Por otro lado, para la construcción de Indicadores se adopta como estrategia de investigación cuantitativa la aplicación de Índice de Vulnerabilidad Social (IVS)[3]. Los procedimientos tendientes a su generación permiten identificar sectores en la ciudad con grados diferenciales de vulnerabilidad para dimensionar el impacto de eventos hidro-meteorologicos. Estas representaciones se realizarán mediante el uso de sistema de información geográfica (SIG).

Como lo indica Buzai (2003), el proceso de construcción de Mapas sociales Urbanos mediante un índice sintético incluye:

a- Selección de Datos. Para la obtención de los datos originales se utilizó información secundaria proveniente de la base de datos REDATAM + SP del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010), con la novedad de utilizar segmentos como unidad espacial, en reemplazo de radios censales, considerando la escala de la unidad de estudio y los matices del tejido social.

b- La matriz consiste en organizar los datos, en filas correspondientes a su unidad espacial, y en una columna por cada variable determinada. Esta es la estructura base del indicador.

c- Para poder comparar e integrar datos es indispensable su normalización. En este caso se considera el puntaje "omega" (W). A cada valor de la variable se le resta el valor mínimo (m) de la serie de datos y el resultado se divide por el rango entre el valor máximo y mínimo (M-m). El resultado multiplicado por 100 brinda un puntaje de fácil interpretación en el cual el valor mínimo original toma valor 0 y el valor máximo original 100. (Buzai, 2014). De esta manera, se establece un rango por cada serie. Siendo: (Omega= xi-m/M-m)

Así, el valor 100 representa la peor situación de cada variable, mientras que el valor 0 corresponde a la mejor situación (Cardoso, 2017).

d- La matriz de datos Estandarizados (MDZ) determina el ordenamiento de variables en datos comparables, los cuales se agrupan en dimensiones, para formar el índice.

e- La integración de datos se realiza en primer lugar, por cada unidad espacial, y luego por cada dimensión o sub-índice, aplicando el método de la media aritmética ponderada (GIZ y EURAC, 2017), realizando el "promedio" de datos.

f- Para su categorización, se ordenan los valores de menor a mayor, estableciendo cortes en intervalos definidos según la variedad o amplitud de la serie, escala del área de estudio, etc. en intervalos de igualdad (según cortes Naturales).

Mediante lo mencionado, se definen las susceptibilidades (social, física y ambiental) como "atributo interno del sistema expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado" (COHIFE, 2017).

DESARROLLO

Area De Estudio

La Localidad de Puerto Vilelas integra la urbanización continua del Gran Resistencia, emplazándose en la zona Sudeste de la misma (figura 1), siendo un núcleo urbano en proceso de desarrollo (de unas 280 ha) acumulando una Población cercana a los 10.000 habitantes (8 278 habitantes según el Censo Nacional del año 2010).

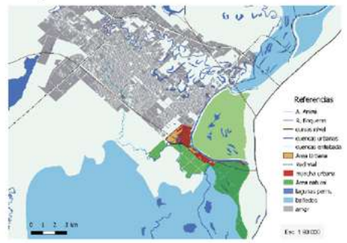


Fig. 1. Ubicación Geográfica. Chaco, Argentina.| Fig. 2. Emplazamiento Pto. Vilelas en AMGR.
Fuente: Elaboración propia en base a Datos IGN.

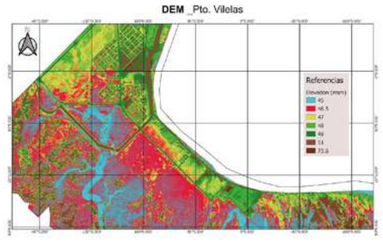
Dimensión Territorial

Puerto Vilelas limita con Barranqueras hacia el Norte y con Resistencia hacia el Oeste, completando su frente Oriental con la presencia del Riacho Barranqueras, el cual define su borde natural más significativo, y hacia el sur, es atravesado por Riacho Arazá. Como se ha descrito, la localidad posee un dominio territorial ubicado entre las desembocaduras de dos cursos de agua (R. Barranqueras y Arazá), ambos afluentes del caudaloso Rio Paraná, por lo que no solo se encuentra en el valle aluvional de este último, sino que también en una planicie de inundación compleja regulada por las fluctuaciones del mismo.

Los ríos son importantes agentes del moldeado terrestre, y en ecosistema de Paisaje Fluvial, el caudal de un río puede variar considerablemente, cuando ocurre una precipitación sostenida (Leopold, 1964). Para entender su comportamiento es importante atender las características de su geomorfología, y la forma de su cuenca sobre el plano terrestre.

Las variedades Morfo- dinámicas de cauces aluviales dependen de factores que escapan a los alcances de este trabajo, pero se recurrirá a unas clasificaciones básicas que permiten categorizar los cursos de agua en el área de estudio.

Uno de ellos es el Patrón de drenaje, el cual indica la configuración de un río o un sistema de drenaje como el que se aparecerá visto desde un avión (Leopold, 1964). Así, es posible clasificar a los ríos por su grado de Sinuosidad. Si contrastamos lo expresado en la figura 2 y en especial el cauce aluvial que conforma el arroyo Arazá (figura 3), es posible catalogarlo de forma "Meandrosa". Uno de los atributos que considera dicha categoría es la capacidad de migración lateral de sus cauces. La rectificación de un meandro por desborde (*chute cutoff*) es un fenómeno que está vinculado al paso de una o varias crecientes importantes, en las que el flujo de inundación modela un nuevo cauce (Ramonell, 2000).



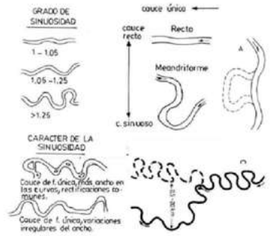


Figura 3: Modelo Digital de elevaciones. Resolución 5 x 5 m. Fuente: Elaboracion propia en base a archivo Raster de IGN. | Figura 4: Clasificacion Rios por Sonuosidad. Fuente: Tomado de: Brice, J.C., 1984. "Planform properties of meandering rivers".

Mediante el DEM, es posible visualizar rasgos geomorfológicos del sitio, donde se expresan variaciones de nivel (depresiones) asociados al comportamiento hídrico (figura 3). Como rasgo principal, se identifica la zona de desborde aluvional del R. Arazá, cuya cota se representa en color rojo (46 Mop). En un 70 % de su territorio los niveles no superan los 49 Mop (umbral de riesgo severo, según Resol. 301/17 APA).

Los gráficos de la Figura 4 identifican patrones de ríos meandroso, ejemplificando formas de rectificación habituales. Con lo expuesto, Ramonell (2000) afirma que este fenómeno explica el origen de cauces abandonados en ambientes aluviales. Esas depresiones así formadas pueden ser ocupadas por lagunas, y experimentar las siguientes transformaciones: lagunas => pantanos (áreas permanentemente anegadas con desarrollo de vegetación => bañados (áreas periódicamente anegadas) => "tierra firme" (áreas casi permanentemente emergidas).

Si consideramos al emplazamiento de Pto. Vilelas como una "porción" de territorio perteneciente al ecosistema de meandros y que se incluye dentro de las categorías descriptas, puede entenderse el perfil aluvional, cambiante e inestable, de sus extensiones territorial.

Dimension Funcional/ Urbana

El nacimiento y evolución de Pto. Vilelas guarda relación con el desarrollo de la ciudad Capital. Luego de la fundación de Resistencia (1878) se inician los primeros procesos de colonización (Bennato, 1997). Durante su génesis urbana, el esquema inicial surgió a raíz de la obtención de tierras rurales y la actividad comercial, por la ventaja logística de la costa como vía navegable (Scornik, 2007). Los rasgos en la configuración de la trama urbana evidencian los diferentes "ciclos" sufridos. "*El esquema original impulsado por las industrias, dependía de ellas*" (fig. 5), y por ende la mayor parte del suelo disponible fue dedicado a dicha actividad, con obediencia del mercado y poca valorización al espacio público, esta condición tuvo dos consecuencias en el tiempo: En primer lugar, el estancamiento de la actividad industrial durante la segunda mitad del S. XX produjo la pérdida total o parcial de varias de las mismas, con la consiguiente dispersión de muchas instalaciones, dando como resultado grandes porciones de tierras desocupadas (vacíos urbanos). Este proceso y la situación actual se ilustran en la figuras 5 y 6.

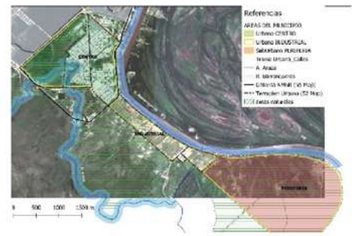


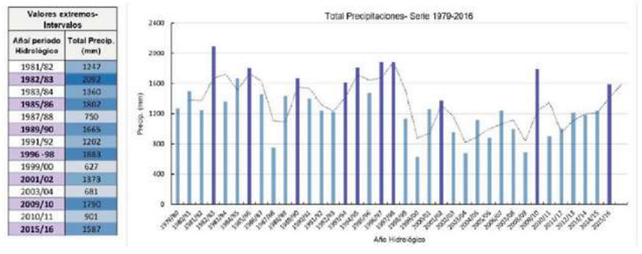
Figura 5. Esquema Fundacional (1930) | Figura 6. Estructura Urbana actual.
Fuente: Elaboracion propia en Base a Catastro Urbano y Bennato, A. (1997).

Por otro lado, sobre el cordón costero se produjo el asentamiento y/o rehabilitación de instalaciones industriales, lo que genera incompatibilidad con actividades residenciales establecidas en el área, ya sea de manera formal o por ocupación espontanea de tierras.

Tratamiento del Riesgo. Evento Hidrometeorologicos

Es conveniente contemplar la variabilidad en los eventos ocasionadas por el cambio climático, tomando en cuenta que, por un lado, si bien pudo no haber realizado manifestaciones en el ámbito local, vale decir que introduce un mayor nivel de "incertidumbre" respecto a los sistemas de protección previamente planteados; y, en segundo lugar, al considerar al ambiente urbano como un ecosistema, se deprende la idea de relación entre sus elementos, los cuales ex-

ceden a la escala urbana y definen su escenario ambiental, como lo son: cuencas/ pendientes, vegetación, tipos de suelo, vegetación, entre otros.
Como afirma Roces (2015), el AMGR, se ve afectada periódicamente por los desbordes del cauce del Río Paraná, estos desbordes se pueden categorizar en: MODERADOS (cada cuatro años), LEVES (cada veinticinco años) y ESPORÁDICOS (cada cuarenta años). Aunque estos eventos pueden estar asociados a factores externos a su ámbito geográfico (cambios a nivel cuenca), si consideramos la variable de precipitación local para identificar en el tiempo la ocurrencia de valores por encima de la media, observaremos los diferentes "picos" y el tiempo entre ellos, exhibiendo la periodicidad de las crecidas de mayor impacto (fig. 7).



Valores extremos- Intervalos	
Año/ periodo Hidrológico	Total Precip. (mm)
1981/82	1247
1982/83	2092
1983/84	1360
1985/86	1602
1987/88	750
1989/90	1665
1991/92	1202
1996 -98	1883
1999/00	627
2001/02	1373
2003/04	681
2009/10	1792
2010/11	901
2015/16	1587

Figura 7. Eventos de precipitación extremos considerando año hidrológico.
Fuente: SMN y Anuario APA.

En Vilelas, por su condición de ribera, nivel de infraestructura y extensa superficie annegable, son frecuentes los eventos de inundación de corta duracion, por lo general asociados a lluvias intensas, lo cual suele no alcanzar dimensión de "desastre" pero si ocaciona evacuaciones y perdidas materiales para la población mas expuesta. En relacion a ello se considera el concepto de "*Riesgo extensivo*", que está asociado a la exposición reiterada de población y bienes a eventos de moderada o baja intensidad, pero recurrentes, lo cual puede llevar a un impacto acumulativo y debilitante muy grande (UNISDR, 2009).

Antecedentes de Gestion

La dinámica de ocupación del territorio argentino, con una relación directa pero poco eficiente con el recurso hídrico, históricamente ha desconocido la dinámica fluvial de sus ríos, en especial con los comportamientos de crecientes (Alberto, 2012). Los ríos o las lluvias constantes han evidenciado los problemas de fondo, como los patrones de asentamiento y el ordenamiento territorial que no ha incluido las amenazas en su justa dimensión, creando así un mayor nivel de exposición y vulnerabilidad. En síntesis, se puede decir que las acciones más importantes para responder a las afectaciones, han sido dos: a) Desarrollo de sistema de protección ante crecidas, y, b) Desarrollo de un sistema de drenaje urbano. En el primer caso, las defensas de protección crean una falsa percepción de seguridad hacia el interior del área "protegida" y el drenaje urbano facilita la salida del agua de lluvias hacia los ríos, con las respectivas complicaciones de mantenimiento.

Tabla 1: Conocimiento del riesgo en las provincias

Provincia	Análisis de amenazas y exposición	Análisis de vulnerabilidad	Sistemas de alerta temprana
El Chaco, con mayores estudios en Resistencia, la capital de El Chaco	APA determina cota mínima de localización viviendas, no obstante su efecto restrictivo en el desarrollo urbano depende de las administraciones municipales, lo que se convierte en un instrumento consultivo, sin obligatorio cumplimiento en la totalidad del territorio de la provincia. Mapas de amenaza por inundación urbana por lluvias intensas	No existen estudios específicos.	Registros históricos de eventos para calibración Instalación de sistemas a lo largo de los ríos Paraná y Paraguay.

Tabla 1: Conocimiento del riesgo en las provincias

Fuente: CEPAL (2018). Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.

APLICACIÓN

Evolución Histórica

El análisis cualitativo contemplo la realización de un registro cartográfico de los eventos hidro-meteorológicos y su relación con el crecimiento urbano en el área de estudio, tomando como referencia temporal, periodos de ciclos húmedos asociado a crecidas.
Mediante la utilización de sistema de información geográfica, se partió de la selección de imágenes Satelitales de fechas donde se suscitaron precipitaciones extremas (en simultaneidad con desbordes fluviales) para contemplar la afectación superficial de los anegamientos en situaciones de inundación.
Al realizar una zonificación de lo descrito, es posible observar las unidades espaciales donde el evento tuvo mayor alcance, manifestado a través de áreas ocupadas por las aguas, así como también las que permanecieron exentas. Con esto se avanzó en la definición de la "zona de impacto", que al basarse en registros observables, posibilita incluir en el análisis factores como, la distancia a Cursos de agua, influencia del paisaje aluvial, capacidad de respuesta del sistema de drenaje urbano y obras de defensa (terraplenes), entre otros. Los resultados de la muestra se exponen en la siguiente composición, con la serie de figuras 8 a 11.

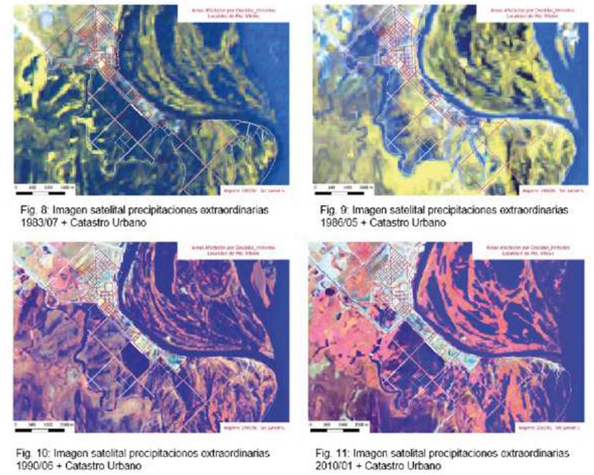


Fig. 8: Imagen satelital precipitaciones extraordinarias 1983/07 + Catastro Urbano

Fig. 9: Imagen satelital precipitaciones extraordinarias 1980/05 + Catastro Urbano

Fig. 10: Imagen satelital precipitaciones extraordinarias 1990/06 + Catastro Urbano

Fig. 11: Imagen satelital precipitaciones extraordinarias 2010/01 + Catastro Urbano

Fuente: Elaboracion propia en base a Imágenes Landsat 5, 7 y Sentinel 2; obtenidas de USGS.

Si pensamos en los procesos de expansión urbana, es posible caer en la idea de tomarlo como un tejido homogéneo, en la categoría de *ambiente antropizado*. Sin embargo, es preciso preguntarse, qué porcentaje de ese crecimiento corresponde al segmento informal, usualmente emplazados en áreas desprotegidas (fuera del cordón de defensa). Este fenómeno se asocia con temporadas "secas", donde porciones de terrenos sub-urbanos son ocupados, constituyendo una expansión de la "periferia" en forma de ciudad difusa (Alcalá, 2016), caracterizado por la baja densidad, la autoconstrucción y una ur-

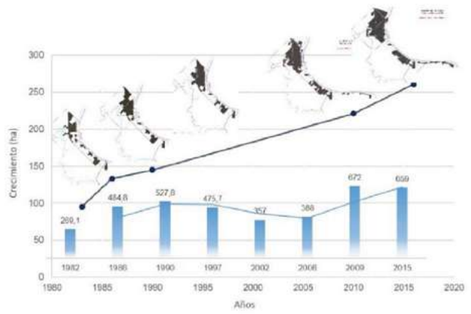


Figura 12. Evolucion ejido urbano y régimen pluviales extraordinarios.Periodo 1982-2015.
Fuente: Elaboracón propia en base a datos SMN y Registros de Imágenes Satelitales Landsat 7 y Sentinel 2.

banización progresiva.
Al realizar el análisis superponiendo superficies inundadas y mancha urbana, es posible evaluar la dinámica del territorio ante crecidas, tanto dentro como fuera del recinto urbanizado y su impacto en zonas habitadas. Respecto al área anegada, la proporción se corresponde con la categoría de eventos dada por su intensidad y frecuencia. La mayor ocupación de la planicie se dio en los casos de 1983 y 2010. Según las categorías propuestas por Basterra (2013), la mayor de la serie (1983), se considera *Muy esporádica* (cada 41 años); la segunda *Poco Frecuente*, (cada 27 años), mientras que el resto se incluyen en la categoría "moderadas/ frecuentes" (cada 4 años). Lo dicho se gráfica en la figura 13.
En cuanto a las áreas habitadas afectadas, se observan anegamientos tanto en el casco urbano central, como en las zonas suburbanas. Esto puede deberse a fallas o saturación del drenaje, en el primero, e inexistencia de instalaciones y extrema exposición, en los segundos.

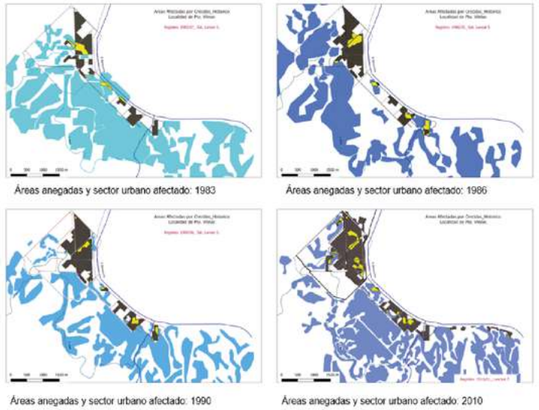


Figura 13. Áreas anegadas y sector urbano afectado. Serie 1983-2010.

Fuente: Elaboracón propia en base a datos SMN y Registros de Imágenes Satelitales Landsat 4,5, 7 y Sentinel 2.

Areas	1983	1986	1990	2010	2016
Sup. Urbana (ha)	98,5	133,2	144,6	221	261
Sup. Afectada (ha)	16,1	21,9	12,8	28,9	52
Porcentaje Afec.	16,4%	16,4%	8,9 %	13,1%	19,6%

Tabla 2: Porcentaje Zonas annegadas por Inundacion. Resumen Ciclo 1983-2016.

Fuente: Elaboración propia.

Al observar los datos de la tabla 2, se identifica que aun con obras estructurales de resguardo, se produce un aumento de la exposición, al incrementarse el número de superficie habitada afectada por anegamientos de orden pluvial. Tomando lo mencionado por Moral (2009) la duración de periodos asociado a eventos cálidos como "El Niño" tuvieron una duración entre 13 a 19 meses, en los años con regímenes de precipitaciones extraordinarias (1982; 1986, 1991, 1997). Si asociamos este tiempo de duración, al fenómeno de ocupación de tierras bajas propias del paisaje aluvional durante ciclos "secos" – como el actual- se denota un aumento de la exposición, como parte de los factores de riesgo, que podrían combinarse con escenarios de crecidas al reingresar a ciclos húmedos.

Metodologia Cuantitativa. IVS

Las variables seleccionadas respondieron a las categorías de personas, hogares y viviendas, dado que el índice de vulnerabilidad expresa una situación desfavorable, se utilizaron las variables de costo que son las que manifiestan situaciones más susceptibles (Cardoso, 2017). Su elección se ilustra en la figura 14.

Procesado por Redatam7
Database F:\BDCNPyH2010\BASE REDATAM BASICO\CPV2010Basico.dic
COD. 22140210101 Prov: 22 Depto: 140

DIMENSION	INDICADOR	VARIABLE	DATO	
	Variable: Social			
EDUCACION	1. Nivel de Analfabetismo	PERS. (Sabe leer y escribir)	NO	VULN. SOCIAL
DEMOGRAFICO	2. Estructura Etaria	PERS. (Edades quinquenales)	ps<15 y 65< ps	
SOCIO-ECONOMICO	3. Desocupación- Hogares con jefes de Hogar s/ empleo	PERS. (Condición de Actividad)	3. INACTIVO	
	4. Índice de NBI.	HOGAR.NBI1 (NBI Vivienda)	SI	
	Variable: Fisica			
HABITACIONAL	5. Pob. en hogares c/ Hacin.	HOGAR.INDHAC (Hac) /	CRITICO	VULN. FISICA
	6. Calidad de las Viv. (CALMAT – INMAT)	VIVIENDA.INCALCONS (Calidad constructiva de viv.)	3. Insuficiente	
	Variable: Ambiental			
SERVICIOS	7. Acceso a Red drenaje Urbano	HOGAR en area de Cobertura	NO	VULN. AMBIENTAL
	8. Acceso a Red de Agua	HOGAR.H (Procedencia del agua para beber y cocinar)	3.Cist./Lluvia/ Arroyo	
	9. Acceso a Red de Cloaca	HOGAR.H1712 (Desagüe del inodoro)	3. Pozo ciego/ excav.	

Figura 14. Tabla de Variables y Datos.

Fuente: Elaboración Propia.

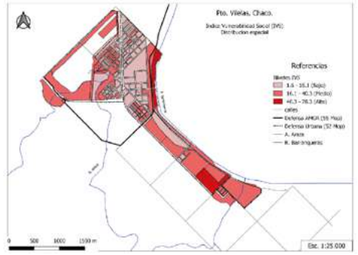


Figura 15. Mapa de IVS. Pto. Vilelas.

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

La constante interacción entre medio natural y elementos antrópicos demuestran un paulatino grado de conflicto, en especial si no se contempla el carácter sistémico del ambiente. Lo urbano no escapa a sus leyes, y por ello, debe encaminar el curso de sus planeamientos a soluciones y abordajes que comprendan el funcionamiento de los ecosistemas. A partir de ello, el proceso de expansión de Pto Vilelas, presenta dos aspectos fundamentales: En primer lugar, contar con un recinto protegido ante crecidas fluviales no destierra la posibilidad de inundaciones por eventos hidrometeorológicos, y, al afectar, en su urbanización al sistema natural de drenaje, lo hace depender cada vez más de obras estructurales (sistema de protección y drenaje). Como segundo punto, se comprueba la utilidad de metodologías mixtas, donde la elaboración de Indicadores Sintéticos de perfil cuantitativo, son un complemento valioso para el análisis urbano cualitativo. La aplicación del IVS, permitió identificar a nivel micro espacial, grados diferenciales de vulnerabilidad, asumiendo un nivel más de conocimiento de la población expuesta, siendo de gran ayuda para la gestión, ya que su realización demuestra, en niveles mensurables y comparables, problemáticas de significativa importancia para la sociedad, como son los temas ambientales.

NOTAS

1 Fenómeno o actividad humana que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, medios de sustento, servicios o daños ambientales (UNISDR, 2009, p. 5).
2 Zonas propensas a ser afectadas o hallarse bajo la influencia de un proceso determinado (Villacorta et al., 2012, p. 396).
3 El Índice (IVS) fue desarrollado en el marco del Proyecto UBACYT-PDTS-PF01 (2013-2015) "Pensando en el futuro, actuando hoy: El uso de información sobre vulnerabilidad social para la gestión de riesgo de desastres". Programa de Investigaciones en Recursos Naturales y Ambiente (PIRNA) de la U.B.A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Alberto, J. (2012). Las fronteras urbanas: escenarios de transición, vulnerabilidad y conflictos en el área metropolitana del Gran Resistencia. En A. M. H. Foschiatti, (Ed.), Escenarios vulnerables del Nordeste Argentino. (pp. 99-128). Resistencia, Chaco. UNNE - CONICET. Encontrado en: http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/503
· Alcalá, L.- Pelli, B- Giró, M.-Cerno, L.- Ledesma, E.- Olmedo, R.- (2016). Patrones Urbano-Ambientales de Configuración Territorial en el Gran Resistencia.

Instituto de Investigación y Desarrollo en Vivienda (IIDVi). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UNNE.
· Buzai, D. (2003). Mapas Sociales Urbano. 1er Edic. Buenos Aires. Editorial Lugar, 384 pag. ISBN: 952-892-157-9.
· Barreto, M. (2002). El crecimiento urbano de las Ciudades Intermedias del N.E. Argentino en el Contexto de las transformaciones Regionales. Chaco, Argentina.
· Bennato, A. (1997). El Casco Urbano de Barranqueras. (Trabajo de adscripción)Desarrollo Urbano II. FAU – UNNE –Resistencia; Chaco, Argentina.
· Bataglia, M- Popolizio, E. (2003). Un aporte al ordenamiento urbano-ambiental de la Ciudad de Puerto Vilelas en los umbrales del siglo XXI. Chaco, Argentina.
· Basterra, N.– Valiente, M.– Glibota, G. (2013). Evaluación del riesgo ambiental por Inundación con SIG del valle fluvial del Río Paraná próximo a los núcleos urbanos de Resistencia y Corrientes. Centro de Gestión Ambiental y Ecología – CEGAE. UNNE.
· Moral, E. (2009). *Precipitaciones en la provincia del chaco: Su relación con Los fenómenos el niño oscilación sur (enos) entre los años 1982 y 1998. Tesis Doctoral*. Facultad de Recursos Naturales. UnaF, Formosa.
· Scornik, M. (2007), Áreas urbanas vulnerables. Algunas consideraciones para un sector de Resistencia, Chaco. Cuaderno 6, Espacio, Cultura-Sociedad. Chaco, Argentina.

Autor institucional:
· Bello, O.- Ballesteros, J.-Buitrago, M.- González, M. – Velasco O. (2018). *Análisis retrospectivo de las inundaciones: lecciones y recomendaciones.* Documentos de Proyectos. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. CEPAL. Impreso en Naciones Unidas, Santiago.
· COHIFE (2017). La Gestión del Riesgo como componente de la Gestión Integrada de Crecidas. III Jornadas Nacionales de Política Hídrica- Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica. Buenos Aires.
· INDEC Instituto Nacional del Estadística y Censo (2010). Censo Nacional de Población,
Hogares y Viviendas 2010, Datos definitivos.

Capítulo de un libro:
· Zebisch, M.- Schneiderbauer, S.- Renner, K.- Below, T.- Brossmann, M.- Ederer, W.- Schwans S. (2017). Suplemento de Riesgo del Libro de la Vulnerabilidad. Guía sobre cómo aplicar el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad con el nuevo concepto de riesgo climático del IE5 del IPCC. Bonn: GIZ. Additiv. Visuelle Kommunikation, Berlin.

Trabajos presentados en reuniones y conferencias:
· Roces, C. (2015). La ciudad de resistencia y las inundaciones. La efectividad del sistema de defensas empleado. Ponencia presentada en el XIX Congreso de ARQUISUR, Facultad de Arqutectura y Urbanismo, UNNE. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/51743

Libro, folleto o serie monográfica en línea:
· Ramonell, C. (2000). *Geomorfologia de Cauces Aluviales*. Cátedra de Geología y Geomorfología- Guía Didáctica - Año 1997 (rev. 2000). Facultad de ingeniería y ciencias hídricas. Entre Rios. Disponible en: nfofich.unl.edu.ar/upload/494513ade4aaa90a561fa4ebba346dbb068e045f.pdf

Artículo de revista en línea:
· Etulain, C.- lopéz, I.- (2017). Inundaciones urbanas. Mapas de riesgo y Lineamientos de Ordenamiento Territorial en la Región del gran La Plata. Aspectos teóricos-metodológicos y propositivos. Estudios del hábitat. Vol. 15, (2). ISSN 2422-6483. La Plata, Argentina.
· Cardoso, M. (2017). Estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental a través de un índice sintético. Caso de distritos bajo riesgo de inundación: Santa Fe, Recreo y Monte Vera, Provincia de Santa Fe, Argentina. Departamento de Geografía de la FHUC-UNL. Caderno de Geografia, v.27, n.48, 2017. ISSN 2318-2962. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2017v27n48p156

Sitio web:
· Puerto Vilelas (2015). Historia del Municipio. Web site. Disponible en www.puertovilelas.gob.ar

CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS ESCOLARES EN TUCUMÁN. ANÁLISIS DE LA ILUMINACIÓN EN AULAS

ENERGY EFFICIENCY CERTIFICATION OF SCHOOL BUILDINGS IN TUCUMÁN. ANALYSIS OF LIGHTING IN CLASSROOMS

Marta Susana Cisterna
Santiago Hernán Tadeo

Centro de Estudios Energía, Habitabilidad y Arquitectura Sustentable (CEEHAS)
Instituto de Acondicionamiento Ambiental (IAA)

FAU — UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—
mcisterna@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

La Eficiencia Energética constituye un importante avance para alcanzar la sustentabilidad edilicia. En este sentido, la certificación brinda una herramienta de evaluación que permite tomar adecuadas decisiones de diseño. El trabajo propone una metodología para la calificación de eficiencia, basada en la evaluación de la iluminación desde el punto de vista del uso racional de la energía eléctrica y el confort visual, en aulas de escuelas proptotípicas de Tucumán. La metodología considera el clima de la localidad, los niveles de iluminación natural, la uniformidad, los sistemas y aportes de iluminación artificial y el uso eficiente de las instalaciones. Los estudios demuestran que, con un diseño adecuado a las condiciones climáticas y la elección de tecnología apropiada, es posible alcanzar la eficiencia energética en iluminación de aulas, lograr el uso racional de la energía, alcanzar estándares normativos y, a la vez, brindar confort visual a los usuarios.

PALABRAS CLAVES: escuelas—diseño bioclimático—confort visual—uso racional de la energía

ABSTRACT

Energy efficiency is an important step towards achieving the sustainability of buildings. In this sense, certification provides an assessment tool that enables appropriate design decisions to be made. The work proposes a methodology for the qualification of efficiency, based on the evaluation of lighting from the point of view of the rational use of electrical energy and visual comfort, in prototype classrooms in Tucumán. The methodology takes into account the local climate, daylighting levels, uniformity, artificial lighting systems and their contributions, and the efficient use of facilities. Studies show that with a design adapted to climatic conditions and the choice of appropriate technology, it is possible to achieve energy efficiency in the lighting of classrooms, to achieve a rational use of energy, to comply with regulatory standards and, at the same time, to ensure user´s visual comfort.

KEY WORDS: schools—bioclimatic design—visual comfort—rational use of energy

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla en el marco del proyecto de investigación "Eficiencia energética en la iluminación artificial e implementación de sistemas de energías renovables en edificios educativos de Tucumán" perteneciente al Programa "Propuestas para el Etiquetado Energético y de Indicadores de calidad ambiental para edificios educativos en Tucumán". La investigación tiene como objetivo proponer lineamientos básicos para el etiquetado energético de edificios del sector terciario, en este caso escuelas, para lograr el uso racional y eficiente de la energía, alcanzar estándares normativos y garantizar adecuadas condiciones de confort. A través del etiquetado se plantea mejorar el diseño de edificios con el fin de optimizar la relación entre cantidad de energía que consumen y la calidad de los servicios, productos y condiciones ambientales que brindan (Heredia et Al, 2017). En el avance que se presenta, se propone una metodología para la calificación de Eficiencia Energética, basada en la iluminación de aulas de edificios escolares prototípicos de Tucumán.

La disminución de las reservas de energía provenientes de fuentes no renovables, la necesidad de prevenir impactos ambientales negativos como el cambio climático y el calentamiento global como así también los incrementos en las tarifas de las energías convencionales determinan la necesidad de avanzar hacia el uso eficiente de la energía logrando también adecuados niveles de confort. En dirección a alcanzar estos objetivos, los sistemas de evaluación y certificación se han convertido en una importante herramienta para promover el uso racional de energía en los edificios con el fin de lograr un comportamiento energético sostenible (Casabianca et Al, 2010).

El Etiquetado cuenta con importantes antecedentes a nivel nacional. El Decreto N°140/2007 declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y ha implementado el programa nacional de uso racional y eficiente de la energia (PRONUREE). A partir de allí se organizó dicho programa a nivel provincial, mediante la Ordenanza Municipal de Rosario N°8757/2011, aplicable en el sector residencial. Plantea considerar los aspectos higrotérmicos y la demanda energética de las construcciones con el fin de brindar una herramienta de decisión a la hora de comprar, alquilar, o construir un inmueble destinado a vivienda, en relación al grado de eficiencia energética de la misma. El Etiquetado permite cuantificar el nivel de eficiencia energética de un inmueble a través del Índice de Prestaciones Energéticas IPE kwh m2 año. Este índice establece un valor que caracteriza un inmueble y representa una estimación de la energía primaria que demandaría la normal utilización de dicho inmueble, durante un año, por metro cuadrado de superficie útil, para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación.

Con el fin de avanzar hacia el etiquetado de edificios escolares, se realizaron estudios de las instalaciones y de las formas de uso que permiten realizar propuestas adaptadas al funcionamiento de las escuelas de nuestro medio. El análisis de edificios escolares correspondientes al Plan Nacional 700 Escuelas en Tucumán, permiten conocer las modificaciones realizadas para adaptar sus instalaciones a las necesidades de docentes y alumnos (Ledesma et Al, 2017). Entre los ajustes que se observan se encuentra la utilización de cortinas para evitar el ingreso de radiación solar directa y el uso permanente de iluminación artificial en las aulas, ambos con incidencia en el consumo de energía eléctrica. En los relevamientos realizados en las escuelas también se detectaron bajos niveles de iluminación natural y artificial, indadecuada distribución de la luz y falencias en las protecciones solares de las aulas. Como respuesta a estos problemas, se han analizado propuestas de modificaciones de los aventanamientos que permiten contar con niveles adecuados de luz natural, mejorar la distribución y proteger del ingreso de radiación solar directa (Cisterna et Al, 2021). Estos estudios constituyen la base para la propuesta actual.

METODOLOGÍA

Para el caso de edificios escolares y específicamente para aulas, la iluminación natural disponible es un importante aspecto a evaluar ya que incide de forma directa en el consumo de energía eléctrica, como así también los sistemas de iluminación artificial y la tecnología utilizada. Para la calificación y certificación de edificios escolares es necesario desarrollar herramientas y métodos que consideren estos aspectos y puedan ser aplicados en la evaluación de proyectos. Con este objetivo se plantea una metodología de certificación basada en la evaluación y mejoramiento de aulas prototípicas. Los aspectos considerados son los siguientes:

- Superficie transparente
- Niveles de luz diurna en la superficie total del aula
- Cantidad de horas con iluminación natural suficiente
- Cantidad de horas con necesidad de complementar con luz artificial
- Niveles de luz artificial en la superficie total del aula
- Ubicación de luminarias
- Zonificación de encendido
- Potencia eléctrica de lámparas
- Rendimiento luminoso de lámparas
- Energía eléctrica necesaria

Los horarios de uso de las aulas considerados para el análisis se muestran en la tabla 1.

Superficie transparente y nivel de iluminación natural en el interior.

Mes	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	
Hs.	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
días	20	20	20	20	10	20	20	20	20	10	
Total	180	180	180	180	90	180	180	180	180	90	1620

Tabla 1: Meses y horas de clases considerados para el análisis. Horarios de uso de las aulas.

La superficie vidriada transparente incide en los niveles de iluminación natural en el interior de los locales. La Norma IRAM AADL J20-06 establece los niveles mínimos necesarios para ser verificados en los puntos más desfavorables de las aulas. Considerando ambos parámetros y la disponibilidad de luz natural de la localidad, se proponen los estándares, óptimo y aceptable, de eficiencia en iluminación natural, los cuales se relacionan con los niveles de iluminación en el interior (en puntos desfavorables), la distribución de la luz en la superficie total del aula, con el sistema de iluminación artificial y la cantidad de horas con posibilidades de prescindir de luz artificial.

Las características de la envolvente y de las ventanas considerados corresponden a los diseños prototípicos. Se han propuesto dos niveles de mejoras de los aventanamientos en función a su superficie. Para el caso que permite mayor eficiencia (caso óptimo) se prevé 37% de superficie transparente en relación al 100% de la superficie del muro que la contiene (para el caso de aulas con ventanas en uno de sus lados). Para la situación de eficiencia aceptable se plantea 20% de superficie transparente en relación a la superficie del muro. Para determinar la superficie transparente se considera el área de ventanas que se encuentra por arriba de 0.80m de altura (respecto al nivel de piso interior del aula) correspondiente al plano de trabajo, tal como se muestra en la Tabla 2.

La situación "óptima" (con puntaje = 1) brinda niveles de luz natural superiores o iguales a 500 Lux, CLD mayores o iguales al 2.5%, con autonomía de iluminación natural en la mayor parte del año lectivo (de marzo a diciembre, de 8 a 16 horas).

La situación "aceptable" (con puntaje = 0.5) brinda niveles de luz natural inferiores a 500 lux y mayores o iguales a 300 lux, CLD menores o iguales al 2.5% y mayores o iguales al 0.5%. En este caso la autonomía de iluminación natural es posible en el 38% de las horas de clases (niveles superiores a 500 lux) y 49% de las horas cuentan con niveles entre 100 y 500 lux, tal como se muestra en la Tabla 3.

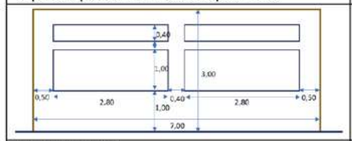
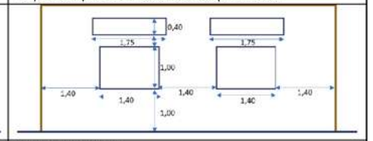
Propuesta de ventanas para aula que corresponde a situación Optima de IN: Sup. Transparente ≥ 37% de la sup de muro.	Propuesta de ventanas para aula que corresponde a situación Aceptable de IN: Sup. Transparente ≥ 20% de la sup de muro.
	
Sup. Muro= 21m² Sup. Ventana= 7,84 m² Por cada m² de muro tiene 0.37 m² de ventana	Sup. Muro= 21m² Sup. Ventana= 4,20 m² Por cada m² de muro tiene 0.20 m² de ventana

Tabla 2: Superficie transparente para las situaciones de eficiencia energética.

Superficie transparente en aulas. Elaboración propia

Calificación Eficiencia IN	Iluminación Natural	% horas anuales de clase con autonomía de luz natural: IN ≥ 500 lux	% horas anuales de clase con necesidad de complementar con luz Artificial: IN ≥100 lux y < 500lux	% horas anuales de clase con necesidad de utilizar luz Artificial: IN <100 lux	Puntaje asignado
Optima	CLD ≥ 2.5 %	79%	16%	5%	1
Aceptable	2.5≥CLD≥0.5	38%	49%	13%	0.5

Tabla 3: Condiciones de IN relacionadas con las situaciones de eficiencia energética.

Eficiencia energética - Iluminación Natural. Elaboración propia

Para determinar los niveles de iluminación natural durante el año se tienen en cuenta las condiciones climáticas de la localidad (Niveles de IN disponibles durante todo el año), además se consideran aulas prototípicas cuyas dimensiones y características son las siguientes:

- Superficie de 7 x 7m de lado, con ventanas en uno de sus lados
- Envolvente interior pintada con colores claros (R≥70%)
- Piso de color oscuro (R≥40%)
- Carpintería metálica y ventanas con sistema de abrir tipo ventiluces (K1≥0.7)
- Vidrio común transparente (T≥0.7)
- Regular estado de limpieza (k2≥0.7)

En ambos casos se ha considerado que los aventanamientos cuentan con protecciones solares que detienen el 100% de la radiación solar directa, durante todo el año, situación que previene el problema de deslumbramiento. Para determinar la eficiencia se analizó la iluminancia en lux en el interior de las aulas, considerando los niveles de iluminación natural para Tucumán durante un año lectivo. La variación de los niveles de luz natural a lo largo del día y durante los meses del año, se analizaron según los rangos propuestos por el esquema de Iluminancia de Luz Diurna Útil (UDI). Si bien se tuvo en cuenta el umbral de iluminación de 500 lux sugerido por las normas vigentes, se propone considerar también aquellas iluminancias diurnas que son inferiores al umbral pero que, no obstante, se sabe que son valoradas positivamente por los usuarios y tienen el potencial de permitir prescindir total o parcialmente de la iluminación artificial (Ledesma, et Al 2014). Este enfoque también considera las situaciones en que se excedió el umbral de iluminancia. Esto es significativo porque sabemos que los altos niveles de iluminación están fuertemente asociados con problemas de deslumbramiento. Por lo tanto, el enfoque propuesto permite incorporar factores que son indicativos de la posible molestia o disconfort visual de los usuarios. El rango considerado "útil" se basa en informes de encuestas sobre preferencias y comportamiento de las personas en oficinas con luz natural y dispositivos de sombra, operados por los usuarios (Mardaljevic, 2000).

Los diseños de aulas que presentan ventanas en uno de sus lados (situación prototípica), con superficie transparente igual o mayor al 37% de la superficie de muro que contiene las ventanas, se consideran en una situación de eficiencia energética óptima. Los diseños que se encuadran en esta situación permitirán contar, la mayor parte del año (79%), con iluminación en el rango de 500 a 2000 lux, es decir que gran parte del año lectivo, aproximadamente 1260 horas, pueden funcionar adecuadamente utilizando la luz natural.

Los diseños de aulas que presentan uno de sus lados con superficie transparente igual o mayor al 20% de la superficie del muro que contiene las ventanas, se consideran en una situación de eficiencia energética aceptable. Los diseños de ventanas que se encuadran en esta situación, permitirán contar con el 38% del año con iluminación natural en el rango de 500 a 2000 lux, y 49% del tiempo contarán con niveles menores a 500 lux y mayores a 100 lux, siendo necesario en este caso complementar con luz artificial.

Evaluación de eficiencia del sistema de iluminación artificial

Para la evaluación del sistema de iluminación artificial se considera la ubicación de los artefactos, la zonificación de encendido y el parámetro Potencia específica de iluminación Pei [W/m² 100lux] que es igual a la densidad de potencia de iluminación por cada 100 lux, o sea, la potencia (Watt) necesaria para producir 100 lux de iluminación horizontal por unidad de superficie. Investigaciones demuestran que los valores típicos de Pei se encuentran entre 7 y 3 W/m² 100lx (Assaf et Al, 2003).

La ubicación y encendido de las luces artificiales corresponde a los artefactos dispuestos de forma paralela a la fachada que contiene las ventanas, con una zonificación que se relaciona con la distancia a las ventanas. Se propone organizar zonas en tres franjas que corresponden a los sectores que disponen de diferentes niveles de luz natural, a lo largo del día y en el transcurso del año. Se recomienda que el encendido se realice por zonas para complementar con luz artificial las situaciones del aula que presentan diferentes niveles de luz natural. También se plantea agregar iluminación artificial sobre la pizarra, en la parte superior, para brindar luz directa y evitar problemas de deslumbramiento por reflejos en esa superficie, Tabla 4.

Zonificación para organizar el encendido de luminarias	Areas para ubicar las luminarias	Flujo Luminoso de lámparas, 3600 lm, y E=500 LUX

Tabla 4: Zonificación de encendido de iluminación artificial de eficiencia energética.

Eficiencia energética - Iluminación Artificial. Elaboración propia

Se considera una instalación con eficiencia óptima cuando presenta las siguientes condiciones:

- Encendido por zonas: zona 1: alejada de la ventana, zona 2: central, zona 3: adyacente a la ventana.
- Distribución uniforme. Para ello se propone ubicar las luminarias de forma paralela a las ventanas, organizadas en 2 filas, con grupos de 3 luminarias cada una. Cada artefacto ilumina una superficie de 7m2, incluida la zona del pizarrón.
- Nivel de iluminación de 500 lux sobre el plano de trabajo. Para ello es necesario contar con lámparas cuyo flujo luminoso total sea 3600 lm (1200*3) y potencia P=36 W. Considerando lámparas con rendimiento luminoso RL igual o mayor a 100 lm/W se obtiene una potencia específica de iluminación Pei=1 [W/m2 100lux] para aulas prototípicas.

Para la situación de eficiencia aceptable, la instalación debe presentar una organización de encendido por zonas, y la ubicación de las luminarias debe ser similar al diseño de eficiencia óptima. También en este caso, cada artefacto ilumina una superficie de 7m2, incluida la zona del pizarrón. Al igual que en la situación óptima, el nivel de iluminación que se debe alcanzar es de 500 lux sobre el plano de trabajo, se plantea contar con lámparas cuyo flujo luminoso total sea 3600 lm (1200*3) y potencia P=60W (como mínimo). Se

consideran lámparas con rendimiento RL igual o mayor a 60 lm/W, así se obtiene una potencia específica de iluminación Pei=2 [W/m2 100lux] para aulas prototípicas. Los parametros de la iluminación artificial se muestran en la Tabla 5.
Los parámetros de diseño planteados para la condición de eficiencia óptima requieren complementar con luz artificial en el 21% del año lectivo. El análisis de los niveles de luz natural en el aula permite estimar que, durante 80 horas anuales, resulta necesario encender el total de las luces debido a que cuentan con niveles inferiores a 100 lux. En un total de 260 horas anuales es necesario encender la mitad de las luces para complementar la luz natural que ingresa al aula, que se presenta en niveles entre 100 lux y 500 lux. El resto del periodo de clases, 1260 horas, es posible prescindir de la luz artificial ya que es posible contar con niveles de luz natural de 500 lux o mayores.

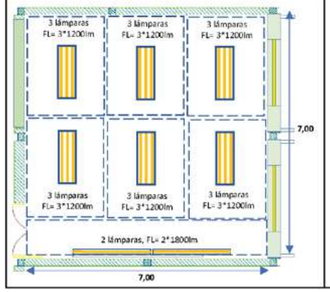
Ubicación de luminarias en las aulas	Parámetros de Iluminación artificial de Eficiencia Óptima	Parámetros de Iluminación artificial de Eficiencia Aceptable
	E= 500 lux Lámparas FL=3600 lm Rendimiento luminoso RL≥100 lm/W P=36W c/u Densidad de Potencia Electrica para Alumbrado DPEA= 5,14 W/m² Pei=1 [W/m2 100lux] Lámparas Fluorescentes Led. Etiqueta A++, A+, A	E= 500 lux Lámparas FL=3600 lm Rendimiento luminoso RL≥60 lm/W P=60W c/u Densidad de Potencia Electrica para Alumbrado DPEA= 8,57 W/m² Pei=2 [W/m2 100lux] Lámparas Fluorescentes Led. Etiqueta A++, A+, A

Tabla 5: Parámetros de iluminación artificial y eficiencia energética.

Parámetros de Iluminación Artificial. Elaboración propia

Energía eléctrica para iluminación

El cálculo de energía eléctrica para iluminación se realizó siguiendo el procedimiento planteado por la Secretaría de Energía de la Nación. Para la certificación energética se tienen en cuenta los artefactos de iluminación artificial instalados, sus correspondientes sistemas de control, y los aspectos constructivos ligados a la disponibilidad y aprovechamiento de la luz natural. El cálculo de energía eléctrica para iluminación considera los siguientes aspectos y parámetros:

· Potencia eléctrica del total de las luminarias instaladas en el ambiente, en W
· Presencia de sistemas de control para el mantenimiento de valores constantes de iluminación
· Tiempo de encendido del sistema de iluminación artificial
· Período de permanencia de los ocupantes
· Disponibilidad de luz natural diurna
· Factor de luz natural

Se considera para el cálculo que no se cuenta con sistema de control de encendido, el tiempo de encendido de las lámparas se relaciona con los niveles de luz natural en el interior de las aulas en función de la superficie transparente y los niveles disponibles en la localidad, tomando como parámetro 500 lux, valor establecido por normas. El periodo de permanencia coincide con la jornada de clases.
El requerimiento anual de energía eléctrica para el caso de mayor eficiencia, da como resultado 27,03 KWh, y un requerimiento promedio de 2,7 KWh por cada mes de clase, por aula prototípica, en Tucumán.
El requerimiento anual de energía eléctrica para el caso de eficiencia aceptable, da como resultado 87,19 KWh, y un requerimiento promedio de 8,7 KWh por cada mes de clase, por aula prototípica, en Tucumán.

Etiqueta de Eficiencia Energética en Ilumnación

Las evaluaciones propuestas dan como resultado los parámetros y su correspondiente valoración, según se muestra a continuación en la Tabla 6.
En las escuelas prototípicas, construidas en Tucumán, el diseño de aulas y su instalación de iluminación artificial determinan un consumo de 79,72 KWh anuales, 7,97 KWh mensuales, por cada aula, con un nivel máximo de 200 lux de iluminación. Para alcanzar los 500 lux, nivel establecido por normas, el consumo anual se incrementaría a 199,29 KWh anuales, 19,9 KWh mensuales, por cada aula.

Parámetro evaluado	Eficiencia Optima			Eficiencia Aceptable		
IN ptos alejados de las ventanas	CLD ≥ 2.5			2.5 ≤ CLD ≥ 0.5		
% horas anuales y rangos de IN (UDI)	IN ≥ 500 lux	500 lux < IN ≥ 100 lux	IN < 100lux	IN ≥ 500 lux	500 lux < IN ≥ 100 lux	IN < 100 lux
	79%	16%	5%	38%	49%	13%
Iluminación Artificial	E (lux)	FL (lm)	RL (lm/W)	E (lux)	FL (lm)	RL (lm/W)
	500	3600	≥100	500	3600	≥60
	P (W)	DPEA (W/m²)	Pei (W/m²100 lux)	P (W)	DPEA (W/m²)	Pei (W/m²100 lux)
	36	5,14	1	60	8,57	2
Energía Eléctrica	KW/H anual		KW/H mes	KW/H anual		KW/H mes
	27,03		2,7	87,19		8,72
Puntaje	1			0.5		

Tabla 6: Parámetros de evaluación de Eficiencia Energética en Iluminación.

Eficiencia Energética en Iluminación. Elaboración propia

CONCLUSIONES

La metodología propuesta tiene como objetivo evaluar la eficiencia energética en iluminación en la etapa de proyecto de aulas. Está basada en pautas de diseño bioclimático y considera responder a las normas vigentes, mejorar el confort visual de los usuarios y disminuir el consumo de energía eléctrica utilizada en iluminación. Plantea parámetros que permiten al diseñador evaluar el proyecto y definir un puntaje, según el cual, se alcanza un nivel de eficiencia óptima o aceptable. Se puede observar que las condiciones definidas por la situación óptima permiten alcanzar niveles de iluminación natural de 500 lux o mayores, durante la mayor parte del año lectivo y determina una importante disminución en las horas de uso de luz artificial. Esto incide positivamente en las condiciones de confort y, si consideramos la disminución de horas de uso de luz artificial, permite un 79% de ahorro de energía eléctrica respecto a la situación actual. El diseño de aulas que se aplica actualmente permite niveles de luz natural inferiores a 200 lux y determina el uso permanente de iluminación artificial. La situación evaluada como aceptable permite alcanzar niveles de iluminación natural entre 100 y 500 lux, durante gran parte del año lectivo, determinando un número de horas de uso de luz artificial 38% menor respecto a la situación actual. Si bien es una disminución menor que la lograda con la situación óptima, el beneficio importante se presenta en el incremento de los niveles de iluminación, tanto natural como artificial, que en este caso son 60% mayor a los niveles registrados en las aulas actuales.

En cuanto al diseño de iluminación artificial, se plantea evaluar su ubicación y zonificación de encendido para que se constituya en un complemento de la luz natural de las aulas. Se considera la utilización de lámparas de alto rendimiento lumínico, potencia y flujo luminoso que permiten alcanzar el nivel de 500 lux en los momentos que no se cuenta con luz natural. Actualmente las aulas requieren mas del doble de energía y se obtiene menos del 50% del nivel de luz establecido como mínimo por las normas vigentes.

La metodología propuesta constituye un aporte para avanzar en la certificación de edificios escolares y se plantea como una herramienta que permitirá al diseñador evaluar la eficiencia energética de sus proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Assaf L., Ruttkay Pereira F. (2003). "Perspectivas de la eficiencia energética en la iluminación: desafíos para el desarrollo" en Anales de ENCAC-COTEDI 2003. Curitiba, 2003. Disponible en: https://www.academia.edu/40896788/Perspectivas_de_la_eficiencia_energetica_en_la_iluminacion_desafios_para_el_desarrollo

· Casabianca, G., Snoj, M., Marusic, J., (2010). Aportes para el desarrollo de un sistema de certificación energética regional para edificios escolares. Revistas Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA). Vol 14. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/100846

· Cisterna, M.S., Tadeo Abate S., (2021). "*Iluminación natural en aulas prototípicas y adaptación a nuevas formas de enseñanza, con distancia social*". Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente – AVERMA. Vol.25 - 2021, Dsiponible en: http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/issue/view/174

· Heredia S., Cabello A., Raitelli M. (2017). "Caracterización de indicadores de eficiencia energética y fotométrica de luminarias led" en Libro de resúmenes de las XIII Jornadas Argentinas de Luminotecnia: LUZ 2017, pp. 45-50. Jimena Lloret-EduTecNe, Buenos Aires, 2017. Archivo digital: http://www.edutecne.utn.edu.ar/pub-institucionales/luminotecnia.pdf

· Ledesma SL, Cisterna MS, Nota V.M., Martínez C.F., Quiñones, G.I., Márquez Vega, S.G., Llabra, C., Gonzalo G.E., Mostajo, M. de los A., Ramos, M., Villa, C., (2016). "Caracterización del sector edilicio educativo de nivel primario de la Provincia de Tucumán y evaluación de consumos energéticos en casos de estudio". Actas Reunión de Trabajo de Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, 2016. Accesible en URL: http://asades.org.ar/biblioteca-revista-averma/

· Ledesma SL, Cisterna MS, Martínez C.F., Nota V.M., Gonzalo G.E., Villa C., Orio S., Nagle Fabio C., Jacobo Villoria A., Bilavcik J.I., (2014). "Análisis cuali-cuantitativo de la iluminación de aulas en escuelas primarias de Tucumán. Propuestas de mejoramiento". Actas XXXVII Reunión de Trabajo de Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente ASADES. Pag. 119 a 129, Vol.2 Edición Digital. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Mardaljevic J. (septiembre 2000) La simulación de perfiles de iluminación natural anual para iluminación interna. Lighting Research and Technology 32(3):111-118. Accesible https://www.researchgate.net/publication/245385241_Simulation_of_annual_daylighting_profiles_for_internal_illuminance

· PRONUREE (2019). Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. ETIQUETADO DE VIVIENDAS. Curso de certificadores. Rosario 2019.

Normas consultadas

· Documento Básico HE Ahorro de energía. 2013. Versión publicada en el BOE 12/09/2013 http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf

· DOSSIER EN 12464-1 Breve descripción de la norma. segunda edición. Junio 2012. ETAP NV. Excellent Lighting. Saving Energy. PDF

· IRAM-AADL J 20-06 (1972). Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación. Buenos Aires, Argentina.

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EDILICIA COMO UN PROBLEMA COMPLEJO. ENFOQUE METODOLÓGICO PARA ABORDAR SU INVESTIGACIÓN – PROYECTO

BUILDING ENERGY EFFICIENCY AS A COMPLEX PROBLEM. METHODOLOGICAL APPROACH FOR ITS RESEARCH – PROJECT

Laura G. Currie
Herminia M. Alias

Cátedra Estructuras II

FAU — UNNE, Resistencia, Argentina

—

currie.laura.gisela@gmail.com

RESUMEN

El abordaje de la problemática del bienestar ambiental en una vivienda individual puede hacerse desde un enfoque integral, ampliado y dinámico. Para ello, a través de la metodología comentada en el siguiente trabajo, se abordan las formas de habitar y la gestión en el tiempo como variables intervinientes en la evolución del comportamiento térmico, lumínico y acústico. Realizando una investigación explicativa, y con un método analítico – deductivo, se determina el confort térmico, lumínico y acústico usando procedimientos de evaluación estacionarios y dinámicos en distintos periodos de tiempo de las viviendas de un conjunto habitacional de producción estatal. A su vez, con entrevistas y encuestas se establecen las condiciones de bienestar y su evolución en el tiempo, teniendo en cuenta las reformas que se fueron realizando en treinta años. Como conclusión, se detecta que las distintas y sucesivas intervenciones (cambios, ampliaciones, etc.) influyeron significativamente en el desempeño energético de las viviendas estudiadas.

PALABRAS CLAVES: vivienda individual – comportamiento térmico – comportamiento lumínico – comportamiento acústico – formas de habitar

ABSTRACT

The problem of environmental comfort in an individual house can be made from an integral, expanded and dynamic approach. The methodology discussed in this paper consider two variables: the living routines and the management of the building in the thermal, lighting and acoustic performance. Developing an explanatory research, and with an analytical-deductive method, the thermal, light and acoustic comfort is determined using stationary and dynamic assesment procedures in different periods of time of a state-produced housing development. At the same time, comfort conditions are established with interviews and surveys, considering the reforms that were made in thirty years. As a conclusion, it is detected that the different and successive interventions (changes, extensions, etc.) significantly influenced the energy performance of the studied houses.

KEY WORDS: dwelling – thermal performance – lighting performance – acoustic performance – routines of living

CONCLUSIONES

De la metodología aplicada y de la matriz final de relaciones, se extrae el análisis de que las personas que harían uso del espacio comedor, por ejemplo, en un 65% del año están disconformes térmicamente si consideramos un rango de confort teórico de 20° a 24°. Cuando incluimos 1 persona realizando una actividad pasiva en el espacio, los consumos se incrementaron en un 10% para mantener el espacio en el rango de confort establecido. Si se climatizaría esa cantidad de horas, se consumiría aproximadamente 2600 kWh, representado el 85% del consumo energético total del espacio. En las facturas de energía no se evidencia este consumo, detectando que los utilizan en determinados horarios. Cuando se realiza una evaluación del consumo de climatización segun las horas de uso del artefacto en el software de simulación, este arroja valores de entre 800 a 1000 Kwh, siendo más aproximado a los valores detectados en las boletas de consumo del vector electricidad. A su vez, en el 72% de las viviendas, el comedor se vio afectado por la incorporación de un espacio destinado a cochera, que colaboro en disminuir la cantidad de horas que el espacio presentaba temperaturas por fuera del rango de confort teórico, sin embargo, se detectó que influyo en un 3% el consumo energético destinado para iluminación. Las primeras conclusiones, muestran que, además de una envolvente vertical inadecuada, el incremento de número de personas, el tiempo que las mismas usan los espacios asociado al cierre de aberturas por disconfort acústico en esos periodos de tiempo y la ampliación de los espacios, incrementa el consumo de energía, debido a que no se alcanzan los niveles de confort definidos por los parámetros empleados. Con el análisis realizado, se hace evidente la necesidad de incorporar la dimensión humana (Alias, 2021) a la problemática, para generar espacios ambientalmente saludables, donde el habitante es la causa y efecto de habitar los espacios, concluyendo que sin su participación activa y comprometida, la incorporación a la reglamentación, los estudios, las pautas y criterios de diseño pasan a un segundo plano.

METODOLOGÍA

A través de una investigación explicativa, y con un método analítico – deductivo, se parte de la información extraída de fuentes especializadas y normas técnicas sobre el comportamiento térmico, lumínico y acústico en viviendas individuales. Se realiza el relevamiento del conjunto de viviendas seleccionadas, entrevistas, encuestas y verificaciones teóricas, in- situ y simuladas. A partir de ello se elabora un diagnóstico, tomando como parámetro el comportamiento térmico, lumínico y acústico, cuyo objetivo posterior es detectar aquellos cambios, acciones o modificaciones que pudieran influir en el aumento del consumo energético. Se estableció un desarrollo en cuatro etapas o fases de trabajo, como se grafica en el diagrama 1:

La Etapa 1, se caracterizó por una revisión de antecedentes, recopilando información relacionada a la temática en publicaciones científicas. Posteriormente, se procedió a seleccionar la normativa pertinente, que establece los parámetros de referencia para el comportamiento térmico, lumínico y acústico de una vivienda individual. Además, se indagó sobre la reglamentación de edificación donde se inserta el conjunto estudiado, para detectar la mención, definición o planteo de criterios en relación a temas térmicos, lumínicos y acústicos en una vivienda.

Posteriormente, se recopiló información acerca de la conformación del área estudiada, noticias relevantes y documentación técnica original y actualizada de las viviendas, para determinar las ampliaciones y/o intervenciones constructivas que se realizaron a lo largo de los años. Además se realizó un relevamiento visual del área y un registro fotográfico actualizado. Para poder identificar el proceso evolutivo de las viviendas, se trabajaron con imágenes satelitales de acceso libre y fotografías históricas. Para finalizar esta etapa, se realizaron las entrevistas a referentes del barrio, definidos como aquellas personas que habitan en las mismas desde su adjudicación. A continuación, se realizaron encuestas para obtener una muestra representativa del conjunto habitacional.

Para conocer el consumo energético, se tomaron dos fuentes de información. Por un lado, se determinó un valor estimativo del consumo energético por m2 de la vivienda, a lo largo de los años, en función al análisis de 20 años de facturas de electricidad, proporcionada por uno de los referentes del conjunto habitacional. Por otro lado, en la encuesta se solicitaba conocer los consumos en kWh en los meses de Enero y Febrero, como referente de los meses estivales y de Julio y Agosto, como referentes de los meses invernarles.

En la Etapa 2, se realizó un análisis de la información y mediante el entrecruzamiento de datos, se establecieron los periodos de tiempo significativos, determinados por alguno o varios eventos (ampliaciones edilicias, modificaciones en el número de personas, recambios y/o incorporaciones de equipos de climatización y luminarias) para realizar posteriormente las evaluaciones y verificaciones de desempeño y consumo de energía.

La Etapa 3, abordó las distintas verificaciones para conocer datos precisos sobre el comportamiento térmico, lumínico y acústico de cada espacio de la vivienda, así como determinar un estimativo de energía que se necesita para generar bienestar en los espacios, tomando como parámetros que la temperatura se encuentre en el rango de la zona de confort, el nivel mínimo de iluminación natural para el espacio y la insonorización del mismo.

En la Etapa 4, se realizó la síntesis y sistematización de la información, que sirvió para elaborar un diagnóstico del conjunto estudiado, detectando cuestiones que determinan cambios en la sensación de bienestar de las personas, provocando un incremento del consumo energético para restablecerla. En función de ello se armó una matriz de variables, que constituirá la base para proponer criterios de diseño y de uso tendientes a la racionalización del uso de la energía en soluciones habitacionales impulsadas por emprendimientos y programas oficiales, factibles de ser incorporados a los reglamentos de construcción y códigos de edificación locales y regionales de centros urbanos de la región NEA.

DESARROLLO

La metodología descripta se aplicó al estudio de un conjunto de 120 viviendas del Barrio Apipe, en la ciudad de Corrientes (provincia de Corrientes, Argentina). La elección del caso de estudio responde a la búsqueda de la representación de un conjunto de viviendas realizadas por programas estatales con cierta antigüedad en el ejido urbano. Se detectó una importante presencia y ejecución de dichos programas en la década del 80, distribuidos en distintos puntos de la ciudad, en zonas no urbanizadas (Campos, 2017). Fue necesario realizar un estudio previo para decidir aquél conjunto sobre el cual profundizar el análisis, para lo cual se indagó sobre las características de las viviendas en general, la homogeneidad del barrio a lo largo de 30 años, su situación actual y la factibilidad de realizar entrevistas y encuestas a habitantes que vivieran allí desde la entrega de las viviendas.

Las viviendas son representativas de la tipología tecnológico - constructiva de los conjuntos habitacionales urbanos regionales utilizada en la década del 80 y ejecutadas a través de las diversas gestiones provinciales. La vivienda responde a una tipología de construcciones apareadas, que comparten una medianera, como se puede observar en la figura 1. La distribución de los espacios se da de la siguiente manera: espacio destinado al uso del comedor y living, de 21 m2, 3 dormitorios de 10 m2 aproximadamente cada uno, un espacio con mobiliario destinado a la cocción de alimentos de 9 m2, un sector de baño y antebaño de 6 m2 y un lavadero semicubierto. Cuenta con un patio interno de ventilación del baño, que colabora tanto en la ventilación como en la iluminación de otros sectores.

Presentan las siguientes características técnico-constructivas: aberturas metálicas (realizadas según pliego en obrador, con marco a cajón y persianas);

envolvente vertical perimetral de paredes de ladrillo hueco (con espesor de 20 cm, con refuerzos verticales y horizontales de hormigón armado) y revoques tanto interiores como exteriores; y envolvente horizontal superior con cielorraso de placas desmontables, con aislante térmico de lana de vidrio y cubierta es de chapa sinusoidal sobre estructura.

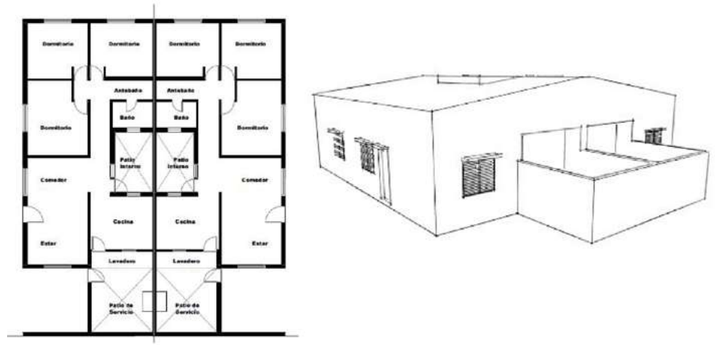


Fig.1: Esquema de planta y volumetría de las viviendas del conjunto estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

Entrevistas y Encuestas

Se realizaron entrevistas a 5 referentes, personas que son propietarias de las viviendas desde su adjudicación, y posteriormente se realizó una encuesta para llegar a tener una muestra representativa de los habitantes de las 120 viviendas. La encuesta abordo aspectos como cantidad de personas que habitan en la vivienda, periodos de uso de espacios y equipamientos, variación del número de integrantes en la vivienda a lo largo de la vida útil transcurrida, modificaciones o ampliaciones de superficie cubierta, cambios significativos en las envolventes y eventuales cambios de equipamiento de la vivienda, que hayan repercutido en la forma de habitar los espacios (por ejemplo, el uso de equipos de refrigeración). También se realizó un relevamiento sobre aspectos sensibles y sensoriales de los habitantes, consultando su opinión acerca de la calidad térmica, lumínica y acústica de los espacios.

De las encuestas, se obtiene la información que, alrededor del 64% de los habitantes del conjunto de estudiado, están en el barrio desde la entrega de las viviendas, evidenciando un periodo de uso de 30 años. A su vez, se consultó cuanto tiempo pasan dentro de los espacios interiores actualmente, y alrededor del 50% contesto entre 12 a 16 horas, y un 25% permanece en los espacios interiores más de 16 horas en la vivienda.

Con respecto al incremento o disminución de la cantidad de personas que han habitado estas viviendas a lo largo de 30 años, se detecta un incremento de la cantidad de habitantes por vivienda en los 10 primeros años, alcanzando su ocupación máxima alrededor de la década del 90. Una disminución en la década del 2000, y mostrando actualmente un descenso abrupto en la cantidad de personas por vivienda, en el último periodo contemplado (2016 a 2020).

Cuando se consulta sobre las intervenciones realizadas a las viviendas, en la figura 2, se evidencia que más del 55% a incorporado un espacio destinado a comedor semicubierto, conocido como Quincho, y más de un 70% a incorporado el espacio Cochera. De los espacios existentes, más del 70% intervino el patio de aire y luz.

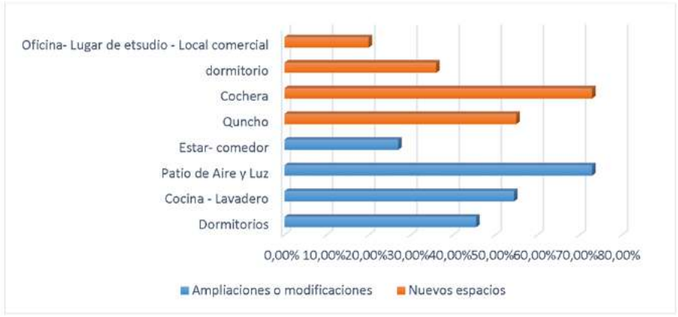


Fig. 2: Porcentaje de cantidad de viviendas que han sido modificadas o ampliadas.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la calidad acústica de los espacios, el 82% de los encuestados, detectó que la acústica de su vivienda es inadecuada, siendo los dormitorios los más afectados por esta cuestión (67%). Para atenuar el problema y no escuchar ruidos, el 50% cierra las hojas con vidrios de las ventanas, y un 37,5 % cierra tanto las persianas como las hojas con vidrios de las ventanas.

Con respecto a la iluminación natural, un 37% de los encuestados expresa que no es suficiente en ningunos de los espacios, y recurre a los artefactos de iluminación artificial durante todo el día. Dentro de este porcentaje, también se detectaron personas que hicieron modificaciones en la vivienda para mejorar esta cuestión.

La encuesta consulto si los habitantes de las viviendas sentían frio o calor en los distintos espacios. En el verano, todos los encuestados manifestaron sentir calor y utilizar el aire acondicionado para remediar esa sensación, y un 82% dijo que alterna el uso del aire acondicionado con ventiladores. El tiempo de uso es entre 8 a 12 horas para casi la mitad de los encuestados, y entre 2 a 4 horas para el 35%. En invierno, un 36% de los encuestados, manifestaron sentirse a gusto en los espacios. Sin embargo, el 64% detecto que usa artefactos para calefaccionar porque siente frio en algún espacio de la vivienda. Aquellos, que manifestaron esta disconformidad, mencionaron que usan Aire Acondicionado frio-calor en promedio de 2 a 4 horas.

Consumos

Como parte del análisis, se necesitó conocer los consumos de energía eléctrica de las viviendas estudiadas. Por un lado, se obtuvo la información a través de las encuestas, donde se solicitó el consumo bimestral en dos periodos determinados, el bimestre Enero – Febrero para conocer el consumo promedio en el periodo estival, y el bimestre Julio – Agosto para conocer el promedio de consumo en un periodo invernal.

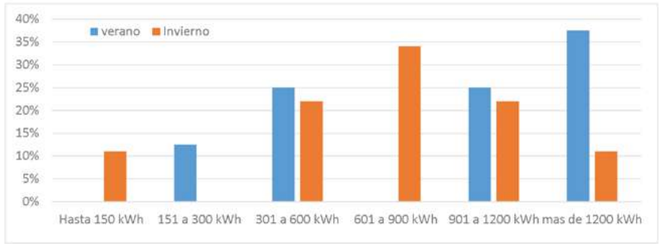


Fig.3: Rango de consumo de energía eléctrica de las viviendas encuestadas en 2 bimestres representativos. Fuente: Elaboración propia.

Con la información volcada en la Figura 3, se detecta que más del 35% de los encuestados, en verano, consume más de 1200 kWh, a diferencia que en invierno, solo un 10% alcanza este valor. Al considerar los consumos del 100% de los encuestados, además, se detecta que hay mayores consumos en el periodo estival, que en el periodo invernal.

Para poder comparar con verificaciones teóricas posteriormente, se recopilaron facturas bimestrales del servicio de provisión de energía, de una vivienda de un referente barrial, con un consumo promedio, recabando el consumo (en kWh). Por un lado se analizaron datos de periodo facturado (bimestral) y consumo (en kWh), modificaciones o ampliaciones de superficie cubierta y la función de dichos espacios, incorporaciones o cambios significativos en el equipamiento. Dichos datos se obtuvieron mediante la documentación gráfica, el relevamiento, las entrevistas, la superposición de imágenes satelitales y las facturas del servicio de provisión de energía.

Verificaciones

Método de verificación teórica: usando el método de cálculo en régimen estacionario de la Norma IRAM 11659-2 (IRAM, 2007) y en régimen cuasiestacionario previsto en la Norma IRAM 11900 de habitabilidad y acondicionamiento térmico de edificios en la cual el intervalo de tiempo considerado coincidió con la temporada de uso de equipos de acondicionamiento de aire. Desde el punto de vista lumínico se analizaron las actividades realizadas en cada espacio, los porcentajes de iluminación estipulados en el código de edificación de la ciudad, y el cálculo de requerimiento de energía eléctrica para iluminación, según Norma IRAM 11900. Para estudiar el desempeño acústico se tuvieron en cuenta los niveles mínimos y máximos recomendados (Norma IRAM 4044), las prestaciones de la envolvente y el entorno.

Simulaciones con software de código abierto OPENSTUDIO (National Laboratory of the U.S. Department of Energy, 2015) con motor de cálculo de ENERGY PLUS (Department of Energy, 2016): se realizaron las verificaciones de desempeño térmico y lumínico.

Matriz de estudio

En función a la información obtenida y analizada, se elabora una matriz de estudio para comprender las variables que afecta a cada espacio, su consumo energético y cómo influye en el consumo final para los periodos considerados. Por un lado se determinan valores invariables a considerar para el análisis como ser: Envolvente, cantidad de horas que una persona pasa en el interior de los espacios: 16 horas. Se establecen que los espacios que cuentan con Aire acondicionado frio – calor son el estar-comedor, los dormitorios y los espacios destinados a oficinas, lugar de estudio o comercio. Uso de aire acondicionado en verano: 12 horas. Uso de aire acondicionado frio – calor: 4 horas. Se contemplan los siguientes elementos, con distintos valores para el análisis en la matriz:

1. Definición del periodo a estudiar: la Tabla 1, agrupa según cada periodo de tiempo, la cantidad de personas en cada vivienda, los metros cuadrados de superficie cubierta que se incorporaron cada periodo. Por último, se cuenta con valores de referencia del consumo de energía eléctrica por metro cuadrado obtenido a través de las facturas de energía y valores de Prestaciones Energéticas (PE) según la Norma 11900.
2. Elección del espacio a estudiar: En este caso, el estudio de los espacios contemplara aquellos donde se registra la mayor permanencia por parte de las personas y que han sido modificados en las viviendas.
3. Definir el bimestre a estudiar: Se determinaron dos bimestres a estudiar, que corresponden a los meses de Enero y Febrero, como meses representativos del periodo estival, donde las personas en uno u otro mes se encuentran la mayor cantidad de tiempo en las viviendas (Periodo de Vacaciones escolares - laborales) y los meses de Julio y Agosto, coincidiendo con los periodos de menores temperaturas y mayor permanencia de las personas en las viviendas.
4. Definir apertura de hojas de vidrio para considerar el rango de Confort Térmico (Tabla 2)
5. Matriz de análisis propositiva para cada espacio: (Tabla 3). Se aplica como ejemplo, el espacio Comedor.

Periodos a estudiar	1985 a 1990	1991 a 1995	1996 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2015	2016 a 2020
N° de personas	2	4	6	3	3	5	2
Superficie cubierta (m2)	70	90	115	115	140	180	180
Ampliaciones			Dormitorio		Estar – Comedor - Cocina		
Nuevos espacios		Cochera	Quincho			Dormitorio – Lugar de estudio	
Consumo de energía eléctrica por m2. (kWh /m2)				5,65		6,40	3
Prestaciones Energéticas (PE)	En estudio						

Tabla 1: Periodos de estudio según análisis de las viviendas. Fuente: Elaboración propia.

Sin apertura de ventanas	1	Rango de confort Norma IRAM 11659-1 (2004)	Invernal			Estival		
			A	B	C	A	B	C
			21°C	20°C	18°C	24	26	27
Con apertura de ventanas	2	Modelo de confort adaptativo en ASHRAE 55(2010)	Mínimo	19,8°C				
			Máximo	28.7°C				
			Cantidad de horas	16 horas	Verano			
				8 horas	Verano			
				4 horas	Invierno			

Tabla 2: Parámetros de temperaturas de confort en los espacios interiores. Fuente: Elaboración propia.

Periodo estudiado	Número de habitantes	Consumo medio anual	Periodo
2016 a 2020	**2**	**3 kWh/m2**	**Estival**

Caracterís ticas del espacio:	Denomina ción	Caras expuestas al exterior	Orientació n cara expuesta	Ampliació n	Influenciad o por:	Entorno (Ruidos)
	Comedor	**1**	**Este**	**9 m2**	**Cochera**	**Colectivo y vecinos.**

Comportamiento térmico	Régimen estacionario	Régimen cuasiestacionario	Régimen dinámico	Factura de Luz	Sensaciones
Comportamiento lumínico	Régimen estacionario	Régimen cuasiestacionario	Régimen dinámico	Factura de Luz	Sensaciones
Comportamiento acústico	Régimen estacionario	Medición in-situ.			

Tabla 3: Matriz de análisis de datos. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

De la metodología aplicada y de la matriz final de relaciones, se extrae el análisis de que las personas que harían uso del espacio comedor, por ejemplo, en un 65% del año están disconformes térmicamente si consideramos un rango de confort teórico de 20° a 24°. Cuando incluimos 1 persona realizando una actividad pasiva en el espacio, los consumos se incrementaron en un 10% para mantener el espacio en el rango de confort establecido. Si se climatizaría esa cantidad de horas, se consumiría aproximadamente 2600 kWh, representado el 85% del consumo energético total del espacio. En las facturas de energía no se evidencia este consumo, detectando que los utilizan en determinados horarios. Cuando se realiza una evaluación del consumo de climatización segun las horas de uso del artefacto en el software de simulación, este arroja valores de entre 800 a 1000 Kwh, siendo más aproximado a los valores detectados en las boletas de consumo del vector electricidad. A su vez, en el 72% de las viviendas, el comedor se vio afectado por la incorporación de un espacio destinado a cochera, que colaboro en disminuir la cantidad de horas que el espacio presentaba temperaturas por fuera del rango de confort teórico, sin embargo, se detectó que influyo en un 3% el consumo energético destinado para iluminación. Las primeras conclusiones, muestran que, además de una envolvente vertical inadecuada, el incremento de número de personas, el tiempo que las mismas usan los espacios asociado al cierre de aberturas por disconfort acústico en esos periodos de tiempo y la ampliación de los espacios, incrementa el consumo de energía, debido a que no se alcanzan los niveles de confort definidos por los parámetros empleados. Con el análisis realizado, se hace evidente la necesidad de incorporar la dimensión humana (Alias, 2021) a la problemática, para generar espacios ambientalmente saludables, donde el habitante es la causa y efecto de habitar los espacios, concluyendo que sin su participación activa y comprometida, la incorporación a la reglamentación, los estudios, las pautas y criterios de diseño pasan a un segundo plano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Alias, H; Jacobo, G. (2021) *La dimensión humana en el acondicionamiento térmico de viviendas de producción estatal de ciudades del nordeste argentino.* Articulo presentado en Jornadas de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2021. Resistencia, 28 Y 29 DE Octubre del 2021. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UNNE. Recuperado de: https://drive.google.com/file/d/1YbvstQd53FNTIz_6Bnrf_ZnRBOm2RCBr/view

· ANSI/ASHRAE, (2010). ANSI/ASHRAE 55:2010 Thermal Environmental Con-

ditions for Human Occupancy. Ashrae Standard.
· Argentina. Ministerio de Energía y Minería. (2020). Recuperado de: http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energéticos
· Campos, F (2017). *Los grandes barrios capitalinos comenzaron a desarrollarse y expandirse a partir de 1979.* Diario El Litoral. Recuperado de: https://www.ellitoral.com.ar/corrientes/2017-5-2-1-0-0-los-grandes-barrios-capitalinos-comenzaron-a-desarrollarse-y-expandirse-a-partir-de-1979
· Castellanos Garzón, G. (2015). *La arquitectura: una visión desde la complejidad. El pensamiento del espacio, un espacio para el pensamiento.* Revista Nodo, 9(19), pp. 58-72.
· Department Of Energy [DOE] (2016). *EnergyPlus Energy Simulation Software* (Versión 8.4). U.S.
· Footprintnetwork. (2022). Recuperado de: https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/
· Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2007). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración.* (N° de publicación IRAM 11659-1). Argentina: autor.
· Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2007). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Viviendas.* (N° de publicación IRAM 11659-2). Argentina: autor.
· Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2015). *Acústica. Protección contra el ruido en edificios. Requisitos de aislamiento acústico mínimo. Método de medición y clasificación.* (Nº de publicación IRAM 4044).
Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2017). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo.* (Nº de publicación IRAM 11900).
· Morin, E. (2000) Introducción al pensamiento complejo. (3a edición ed.). (M. Pakman, Ed.) Gedisa S.A.
· National Laboratory of the U.S. Department of Energy [NREL] (2015). *Open Studio* (Version 1.10). U.S.

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO AMBIENTAL DEL CENTRO DE INFANCIA DE LA FAMILIA CDIF “SANTA BRÍGIDA”, EN EL PARTIDO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

ENVIRONMENTAL ENERGY PERFORMANCE OF THE CDIF FAMILY CHILDHOOD CENTER "SANTA BRÍGIDA" IN THE DISTRICT OF SAN MIGUEL, PROVINCE OF BUENOS AIRE

Jorge D. Czajkowski
Analía F. Gómez
Belén Birche
Roberto Berardi
David Basualdo
Julián Basualdo

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS) / CIC / CONICET

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—
jdczajko@gmail.com

RESUMEN

Con financiamiento de un proyecto Euroclima+ se realizó una auditoría en invierno y verano de un edificio de alto impacto social en un área vulnerable del AMBA. El edificio de 336 m2 es parte de una red de centros de infancia construidos en los últimos años en varios municipios. Se instaló instrumental para el monitoreo del comportamiento higrotérmico en el interior y una estación meteorológica en el exterior, se realizaron encuestas de percepción ambiental a empleados, se registraron consumos de energía junto al relevamiento del equipamiento y materialización de su envolvente, se analizaron los consumos históricos y termografías. Esto con el objetivo de obtener un conocimiento cabal de su comportamiento para proponer medidas posibles de rehabilitación a fin de mejorar su eficiencia energética. Se exponen resultados, junto a recomendaciones de intervención para su sustentabilización.

PALABRAS CLAVES: edificio—municipios—sustentabilidad—auditorías—eficiencia energética

ABSTRACT

With funding from a Euroclima+ project, an audit was carried out in winter and summer of a building with a high social impact in a vulnerable area of the AMBA. The 336 m2 building is part of a network of children's centres built in recent years in several municipalities. Instruments were installed for the monitoring of hygrothermal behavior inside and a weather station outside, environmental perception surveys were carried out to employees, energy consumption was recorded along with the survey of the equipment and materialization of its envelope, historical consumption and thermography were analyzed. This with the aim of obtaining a thorough knowledge of their behavior to propose possible rehabilitation measures in order to improve their energy efficiency. Results are presented, along with intervention recommendations for its support.

KEY WORDS: building—municipalities—sustainability—audits—energy efficiency

INTRODUCCIÓN

Como parte del Proyecto EUROCLIMA + "Edificios Municipales Energéticamente Eficientes y Sustentables" se realizaron auditorías energéticas. Los intendentes de cada municipio definieron los edificios a auditar para luego sean propuestas medidas de mejora para su rehabilitación energética. En la Provincia de Buenos Aires se auditaron edificios en los municipios de San Miguel, San Antonio de Areco, Chacabuco, Tapalque y Rauch.

En este trabajo se exponen resultados de un Centro de Desarrollo Infantil en el municipio de San Miguel en el segundo cinturón del Area Metropolitana de Buenos Aires. El edificio se encuentra localizado en calle Intendente Arricau 5400 de San Miguel (Lat -36.56; Long -58.76) en clima templado cálido en Zona IIIb (IRAM 11603). El partido tiene una superficie de 8,78 km² y una población de 276.190 hab. (INDEC, 2010) con una densidad de 31453 hab/km². Está casi en su totalidad urbanizado. Posee un centro urbano histórico, varios núcleos de barrios cerrados y grandes sectores de población vulnerable. El CDIF se localiza en el barrio de Santa Brígida y cumple una gran función social en una zona vulnerable de población de bajo nivel de ingresos. Su construcción se finalizó en 2018. Está implantado en un lote de 22.50 m de frente por 30 m de fondo ocupando el 50% del lote en una planta. Tiene una superficie habitable de 336.5m2 y un volumen a climatizar de 874.9m3 con una altura media de locales de 2,60m.

Está materializado con muros de ladrillos huecos revocados en ambas caras (R= 0.54 m2K/W y K= 1.84 W/m2K), el techo es de chapa zincada prepintada negro apoyado sobre una capa de 0.05m de espuma de polietileno sobre cabreada de perfiles de steel framing dejando un espacio de aire no ventilado y terminado con un cielorraso modular de placas de 2cm de lana de vidrio y PVC blanco sobre grilla metálica (R= 0.92 m²K/W y K= 1.09 W/m²K). Las carpinterías de ventanas y puertas son amplias de perfiles de aluminio con un vidrio de seguridad de 3+3mmmm de espesor sin protección adicional (R= 0.17 m²K/W y K= 5.86 W/m²K). Los solados son de cerámicas esmaltadas sobre contrapiso de hormigón pobre (R= 0.83 m²K/W y K= 1.20 W/m²K).

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es mediante equipos de aire acondicionado frío/calor, ubicados en los ambientes principales, a saber: 3 salas de 5,50x6,00 m; un salón de usos múltiples de 9,50x6,05m; dos oficinas administrativas de 2,80x3,00m. Hay 5016W de potencia en equipos de refrigeración, 900W de placas calefacción Ecosol, 340W de luminarias LED, 440W de conservación de alimentos, 1400 de calentador de agua con acumulación, 1HP de bombeo de agua, 1600 de lavadora de ropa y 1600 W de lavavajillas.

A pesar de la fecha de proyecto y construcción este edificio no cumple lo establecido en la Ley Provincial 13059/03 y su Decreto Reglamentario 1030/10.

METODOLOGÍA

El método de auditoría se basa en el desarrollado a mediados de los `80 por el IDEHAB FAU UNLP, para el Proyecto Audibaires de Secretaría de Energía de la Nación, y que fue evolucionando en el tiempo (Rosenfeld, et Al; 1986, 1988, 2003) (Czajkowski, et Al; 2019).

Luego de recabada la información en campo (edificio, materialidad, consumos de energía, equipamiento, comportamiento higrotérmico, etc), se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada para el proyecto en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos de la localidad más próxima que resulta ser la Estación del SMN en Ezeiza distante 61 km entre si. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²).

Se realizaron cuatro visitas; dos en invierno y dos en verano. En la primera visita se coloca el instrumental de medición (dataloggers para medir temperatura y humedad en el interior y exterior) y en la segunda visita se retira. Además, se completa la información requerida para las auditorías (Encuestas de percepción, verificación de plani-altimetría, mediciones de consumo, relevamiento de materialidad de la envolvente, relevamiento de equipos de calefacción, refrigeración y cantidad de personas, termografía, etc.).

DESARROLLO

· Descripción

Fig. 1: Plano del edificio con ubicación de Hobos. Fuente: Elaboración propia

Fig. 2: Fachada del edificio. Fuente: Elaboración propia

Fig. 3: Reseña constructiva. Fuente: Elaboración propia

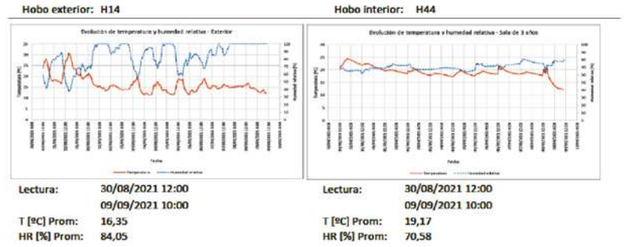


Fig. 4: Comportamiento higrotérmico entre exterior e interior del edificio en invierno. Fuente: Elaboración propia

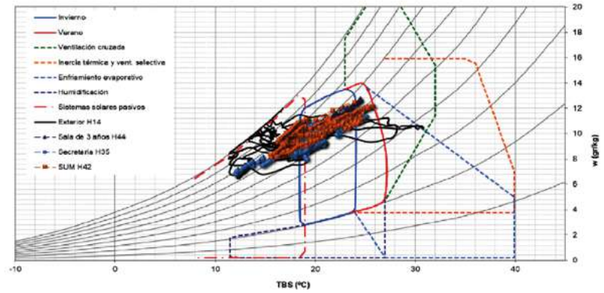


Fig. 5: Comportamiento higrotérmico en invierno, del edificio, sobre un diagrama de confort de B. Givoni usando la App PsiConf 1.0. Fuente: Elaboración propia

El CDIF se encuentra parcialmente dentro del área de confort de invierno (Fig. 5) en relación con el clima exterior, con su sistema de calefacción a gas y eléctrico funcionando. Y con casi un 35% del tiempo fuera del área de confort.

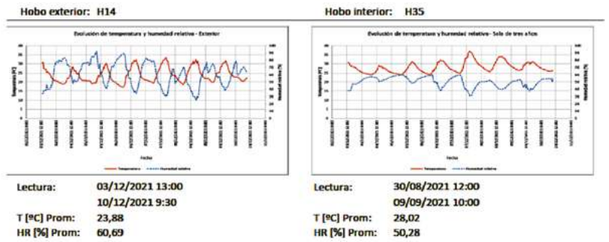


Fig. 6: Comportamiento higrotérmico entre exterior e interior del edificio en verano.

Fuente: Elaboración propia

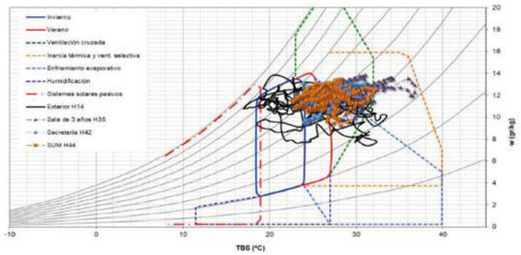


Fig. 7: Comportamiento higrotérmico en verano, del edificio, sobre un diagrama de confort de B. Givoni usando la App PsiConf 1.0. Fuente: Elaboración propia

El edificio se encuentra en un 80% del tiempo fuera del área de confort de verano y en algunos momentos su temperatura interior supera la temperatura exterior en verano. Mostrando un claro sobrecalentamiento. dentro del área de confort de verano (Fig. 7) en relación con el clima exterior, con su sistema de refrigeración tipo split funcionando.

Luego de contar con toda la información en invierno y verano junto a la documentación del edificio y sus características constructivas se realiza un análisis en estado estacionario basado en una adaptación de la Norma IRAM 11900/17 que nos permita conocer no solo las pérdidas de energía en ambos períodos y mensualmente sino la demanda de energía en climatización considerando una agenda de ocupación. Esto permite encontrar donde realizar las mejoras prioritarias en rehabilitación energética. Mejoras que en una muestra de 10 casos serán financiadas por el proyecto Euroclima+.

Fig. 8: Pérdidas térmicas en invierno por la envolvente, situación original. Fuente: Elaboración propia

· Diagnóstico Invierno y propuestas de mejora

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 2,27 W/m3K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4,07 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 21682,34 kWh/año y 69,01 kWh/m²año. A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (27%), muros (22%), puertas (4%), pisos (7%), RA (31%) y vidriados (6%), según Figura 8, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía. Se proponen como mejoras:

a. Aislamiento en muros tipo EIFS (External Insulation Finish System) con 5 cm de EPS de 30kg/m³ y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10x10 de 110g/m² hasta 1,5 m de altura y K= 0.54 W/m²K.
b. En techo desmontar el cielorraso y colocar 8cm de lana de vidrio Rolac Plata 80. einstalar el cielorraso de paneles de lana de vidrio tipo Andina de 20mm. Re instalar luminarias LED en cada ambiente. K= 0.35 W/m²K.
c. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. K= 2,86 W/m²K.
d. Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 51,31%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.10 W/m3K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 1.78 W/m2 que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de 10556,33 kWh/año y 33.60 kWh/m2año, para una temperatura base de calefacción de 20ºC.

La Figura 9 muestra el efecto de la rehabilitación en la reducción de pérdidas en muros, ventanas y techos principalmente.

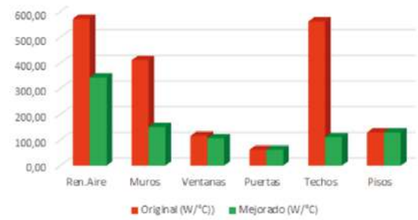


Fig. 9: Comparación de pérdidas térmicas discriminadas, entre versión original y mejorada – Invierno.

Fuente: Elaboración propia

La Figura 10 muestra la baja en la demanda de energía en calefacción en caso de implementarse las mejoras propuestas en el aislamiento térmico de la envolvente opaca y transparente. Cabe remarcar que es un diagnóstico simplificado en régimen estacionario que no contempla ocupación (personas, iluminación y equipos) y el aporte solar, que reducirían la demanda de energía. Se supone una temperatura de termostato de 20ºC en el interior. La iluminación existente es LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 51.3%. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización instalados que son todos eléctricos tipo Split.

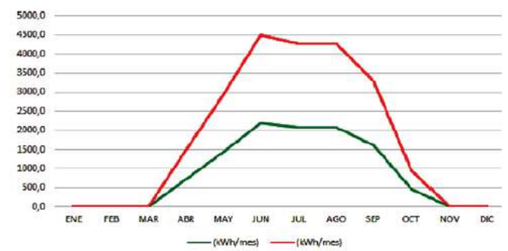


Fig. 10: Comparación de demanda de energía a termostato (20°C), entre versión original y mejorada a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia

· Diagnóstico verano y propuestas de mejora

La figura 11 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 57%, los techos con el 3%, los muros con un 10%, las puertas 9% y las ventanas con un 3%. En la condición de invierno se

propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio de apoyo a niños.

Del diagnóstico al edificio original, muestra que tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 64,6 W/m3 que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 22978,43 kWh/año y 73.1 kWh/m2año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

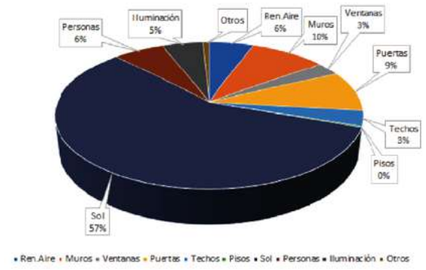


Fig. 11: Aportes térmicos discriminados por envolvente y ocupación. Situación original para verano. Fuente: Elaboración propia.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 27,18 W/m³ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 21394,34 kWh/año y 68,1 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre el techo con dos medidas prioritarias: a. agregar 10 cm de lana de vidrio con foil de aluminio inferior sea levantando las chapas o desmontando el cielorraso y b. pintando de blanco refractante la chapa negra a fin de reducir un 80% la absorción de la radiación solar. Una segunda medida es agregar un EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior. La tercera medida y probablemente la más costosa cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH.

De pensarse en energías renovables la mejor opción es un calentador de agua solar de 120litros para minimizar el encendido del termotanque eléctrico. De agregarse un generador fotovoltaico debiera ser un equipo de no más de 1000 W de potencia pico para alimentar la iluminación LED (340W) y las computadoras del sector administrativo.

La figura 12 compara las demandas de energía entre el edificio original y el mejorado. Las reducciones más importantes se dan en asoleamiento, muros y vidriados. seguido de ventanas por conducción e iluminación.

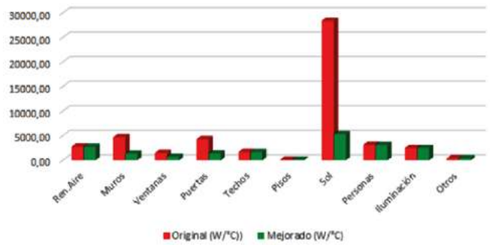


Fig. 12: Comparación de aportes de térmicos del edificio original y mejorado. Situación verano. Fuente: Elaboración propia.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 44,07 W/m³ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 9407,58 kWh/año y 64,7 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

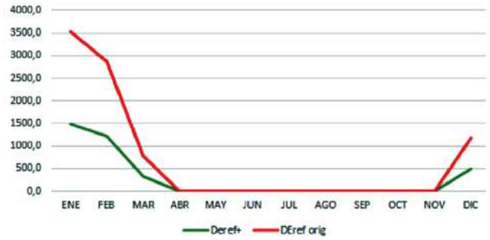


Fig. 13: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La figura 14 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de unos 46,95% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 95,65 kWh/m²año a 44,91 kWh/m²año.

El proyecto permitió implementar y mejorar el procedimiento adaptado de la bibliografía a partir de auditar el edificio en dos períodos sea invierno y verano. El protocolo es claro para definir donde realizar las inversiones en rehabilitación y el impacto que tendrá en la reducción de la demanda de energía. Resta concretar las obras de rehabilitación con recursos donados por la Unión Europea y luego de un año en una nueva auditoría comprobar los resultados sea en energía como en el confort higrotérmico. Es extraño que al ser un edificio reciente construido con financiamiento del estado nacional no haya cumplido con la Ley 13059 y quizá su comportamiento sería mejor.

Mes	0 DMEcal (Wh/mes)	DAEcal+ (kWh/mes)	DEcal orig (kWh/mes)	DMEref (Wh/mes)	Deref+ (kWh/mes)	DEref orig (kWh/mes)
ENE	0,0	0,0	0,0	1498663,0	1498,7	3530,1
FEB	0,0	0,0	0,0	1221132,8	1221,1	2876,4
MAR	0,0	0,0	0,0	333036,2	333,0	784,5
ABR	713801,4	713,8	1466,1	0,0	0,0	0,0
MAY	1430486,8	1430,5	2938,2	0,0	0,0	0,0
JUN	2184664,8	2184,7	4487,2	0,0	0,0	0,0
JUL	2078676,1	2078,7	4269,5	0,0	0,0	0,0
AGO	2078676,1	2078,7	4269,5	0,0	0,0	0,0
SEP	1600645,5	1600,6	3287,7	0,0	0,0	0,0
OCT	469378,5	469,4	964,1	0,0	0,0	0,0
NOV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIC	0,0	0,0	0,0	499554,3	499,6	1176,7
ANUAL	10556329,0	10556,3	21682,3	3552386,4	3552,4	8367,7
Reducción demanda EE		51,31	%		57,55	%
Total climatización anual sin mejoras			30050,00	kWh/año	95,65	kWh/m2año
Total climatización anual con mejoras			14108,72	kWh/año	44,91	kWh/m2año
			46,95	%		

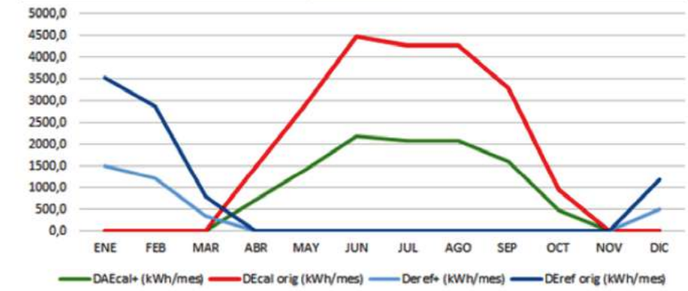


Fig. 14: Comparación de la demanda de energía anual mes a mes en calefacción y refrigeración del edificio original y mejorado. Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Bourges, C., & Gil, S. (2014). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas. *Petrotecnia*, 1 (LV), 72-78. http://www.petrotecnia.com.ar/febrero14/Petro_1-2014.pdf

· Czajkowski, J. (1999). Programa AuditCad para el análisis del comportamiento energético edilicio basado en auditorías energéticas y de confort. *Anais do V Encontro de Conforto no Ambiente Construido.* Gramado: ANTAC.

· Czajkowski, J., Corredera, C., & Saposnik, M. (2003). Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según "Energocad" y consumos reales en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. *Avances en energías renovables y medio ambiente* , *7*, 7.13-7.17. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Czajkowski, J., Gómez, A., Vagge, C., Salvetti, B., Marcilese, M., Diulio, M. d., y otros. (2012). Evaluación del confort higrotérmico invernal en viviendas unifamiliares del gran La Plata mediante auditorías. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *16*, 5.101-5.106. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Czajkowski, J, Basualdo, D., Coronel, A. y Gómez, A. (2019) Evaluación del comportamiento térmico de vivienda social mediante termografía. *Condición de verano*. XXIII Congreso y XXXVIII Encontro Arquisur Belo Horizonte, Brasil. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/82959

· Filippín, C., & Follari, J. (2003). Comportamiento termico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *13*, 5.69-5.76. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Gil, S. (2013). ¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente. *Petrotecnia*, vol LIV, n°6, Diciembre 2013.

· Gil, S., & Prieto, R. (2013). Categorización racional de usuarios residenciales. Herramientas para promover un uso más eficiente del gas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente,* (págs. 15-24). Tucuman. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., & Martínez, C. (2000). Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores. *Avances en Energías Revables y Medio Ambiente* , 4. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Olgyay, V. (1963). Design with climate. Princeton: Princeton University Press.

· Salvetti, M. B., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2009). Análisis del comportamiento energético-ambiental en torre de viviendas en La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *13*, 5.127-5.133. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php

· Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings* (41), 721-731.

· Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazzitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Buenos Aires.

· Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754.

· Normas: IRAM 11601 (2002). Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y materiales de construcción en régimen estacionario. Norma IRAM 11603. (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina*. Norma IRAM 11604 (2001). Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico Gcal de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite. Norma IRAM 11605 (1996). Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Norma IRAM 11659-1/2 (2004/7). Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. Y Parte 2: edificios para viviendas. Valores admisibles G_{ref}. Norma IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.

· Prieto, R., & GIL, S. (2014). Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración. *Petrotecnia* , 102-109.

· Rosenfeld, Elías; Ravella, Olga Rosa; Fabris, Aldo; Discoli, Carlos Alberto; Pasimanik, Gustavo; Lozano, Susana; Martínez, Sara; Czajkowski, Jorge Daniel (1986). Plan piloto de evaluación energética en viviendas del área metropolitana. XXI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES) Buenos Aires. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/77985

· Rosenfeld, Elías; Ravella, Olga Rosa; Fabris, Aldo; Discoli, Carlos Alberto; Di Constanzo, Nelly; Lozano, Susana; Martínez, Sara; Ferreyro, Carlos; Czajkowski, Jorge Daniel; Sagasti, Carlos; Fontana, Marisa; Gómez, Analía Fernanda (1988). El consumo de energía en el sector del área metropolitana argentina. Potencial de URE. XXIII Reunión de Trabajo de la ASADES. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/77990

· Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. Energy and Buildings (41), 721-731. doi:10.1016/j.enbuild.2009.02.008 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809000279

· Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Buenos Aires. http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/

· Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? Energy and Buildings (37), 747-754. doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.003 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778804003366.

APLICACIÓN DE RESIDUOS TEXTILES EN LA PRODUCCIÓN DE PLACAS DE FIBRO-CEMENTO. ESTUDIOS PRELIMINARES

APPLICATION OF TEXTILE WASTE IN THE PRODUCTION OF FIBER-CEMENT PLATES. PRELIMINARY STUDIES

Ma. Esther Fernández
Camila De Los Santos
Fernando Petrone
Ma. Eugenia Pereira
Holmer Savastano Júnior

Laboratorio de ensayos, Instituto de tecnologías / Centro de investigación en materiales para biosistemas, NAP BioSMat

FADU — UDELAR, Montevideo, Uruguay /
USP, Pirassununga, São Paulo, Brasil

—
mefernandez@fadu.edu.uy

RESUMEN

El objetivo del trabajo es evaluar el desempeño de fibras obtenidas de residuos textiles como refuerzo de matrices cementicias para su uso en placas de fibrocemento. Para la matriz se utilizó una proporción 1:1 agregado:conglomerante y relación a/c variable entre 0,35 y 0,48. Las fibras utilizadas fueron tres: dos obtenidas en la trituración de neumáticos fuera de uso (GP y NP) y una tercera correspondiente a los residuos de una empresa textil (TLP). Los porcentajes utilizados variaron entre el 1% y el 2,5% del volumen del material.
Se presentan los resultados preliminares obtenidos en la investigación financiada por CSIC–Udelar los cuales muestran que las fibras TLP presentan las mayores resistencias ante el esfuerzo de flexión, cumpliendo con los requisitos de la norma de producto utilizada, mientras que las de NFU presentan mejor comportamiento post-fisura. Estos datos permiten concluir que es viable la utilización de estas fibras para este fin.

PALABRAS CLAVES: valorización de residuos – reutilización – nuevos materiales

ABSTRACT

The objective of the work is to evaluate the performance of fibers obtained from textile waste as reinforcement of cementitious matrices for use in fiber cement plates. For the matrix, a 1:1 aggregate:binder ratio was used, with a variable w/c ratio between 0.35 and 0.48. The fibers used were three: two obtained in the crushing of tires out of use (GP and NP) and a third corresponding to the waste of a textile company (TLP). The percentages used varied between 1% and 2.5% of the volume of the material.
The preliminary results obtained in the research financed by CSIC-Udelar are presented which show that TLP fibers have the highest resistance to bending stress, meeting the requirements of the product standard used, while NFU fibers have better post-cracking behavior. These data allow us to conclude that the use of these fibers for this purpose is feasible.

KEY WORDS: recovery of waste – reuse – new materials

INTRODUCCIÓN

La Ley de gestión integral de residuos sancionada en setiembre de 2019 (*Ley No 19.829 - Aprobación de Normas Para La Gestión Integral de Residuos*, 2019), al penalizar a las empresas que envíen los que generan al vertedero con el pago de un canon, da un nuevo impulso a la búsqueda de un destino final de estos que sea ambientalmente amigable. A su vez, esta ley retoma los conceptos de "promover la inclusión social y laboral de los clasificadores de residuos" establecida en el Decreto Nro. 260/007 (*Decreto No 260/007 - Reglamentación de La Ley 17.849 Sobre Reciclaje de Envases.*, 2007).

Dentro de los residuos que en Uruguay no cuentan con procedimientos de valorización, se encuentran los textiles, en particular aquellos procedentes de la trituración de neumáticos fuera de uso (NFU) que constituyen entre el 5% y el 25% del material triturado (Grammelis et al., 2021; Ministerio de Fomento - CEDEX, 2013). Según los informes elevados por las empresas uruguayas que realizan esta labor, GURPIL y NATURPLUS, en los últimos años se ha generado en nuestro país una media de 13500 t de NFU por año, lo que implica que podrían existir entre 400 y 700 t del residuo textil que se obtiene de su molienda y es depositada en vertederos en forma anual, lo que consitituye un volumen importante de material de difícil degradación al estar compuestas principalmente por poliéster.

Por otra parte, la industria textil vinculada a la moda también produce residuos que muchas veces son reutilizados o reciclados por empresas de menor porte, pero también se encuentran aquellas cuyo volumen de residuo es mayor que la demanda necesitando conseguir emprendimientos que puedan absorber el remanente. En esta situación se encuentra la empresa Textiles La Paz, dedicada a la industria de los tejidos de pelo conocidos como high-pile fabrics o sliver knitting, que producen entre 4 y 6 toneladas por mes de fibras sintétitcas cortas, producto del emparejamiento de la altura del pelo de los tejidos. Si bien esta empresa dona sus residuos a emprendimientos de distinta índole, el excedente sigue siendo voluminoso y posible de tener como destino final el vertedero.

Para dar una respuesta a estas tres empresas, del análisis de la experiencia internacional resultan un gran número de trabajos que utilizan textiles como refuerzo de matrices cementicias. Desde finales del SXX y principios del actual, existen publicaciones de resultados sobre el uso de estos residuos como fibras dispersas para la elaboración de materiales compuestos de matriz cementicia (Pereira-De-Oliveira et al., 2012; Wang et al., 2003), así como en la producción de elementos constructivos (Algin & Turgut, 2008; Aspiras & Manalo, 1995; Binici et al., 2014; Echeverria et al., 2019; Rajput et al., 2012).

Por otra parte, en cuanto al uso de los residuos textiles provenientes de neumáticos fuera de uso, se ha investigado en forma de microfibras en distintos usos (Landi et al., 2018; Wong et al., 2018), y en particular se ha visto su potencial como refuerzo de matrices cementicias (Figueiredo et al., 2017; Flores Medina & Barbero-Barrera, 2017; Li et al., 2004). Destacan entre ellos los trabajos realizados por Ana Baričević et al (Baricevic et al., 2018; Jelcic Rukavina et al., 2021; Serdar et al., 2014) y por el equipo formado por Onuaguluchi y Banthia (Onuaguluchi & Banthia, 2019)

Analizando estos antecedentes y los requerimientos de las empresas mencionadas, surgió este proyecto de investigación financiado por CSIC-Udelar en la convocatoria I+D 2020, cuyo objetivo es evaluar técnicamente la aplicación de residuos textiles uruguayos, provenientes de ropa de vestir y neumáticos fuera de uso, para la producción de placas cementicias planas utilizadas en la industria de la construcción, de forma de sustituir las fibras que actualmente se utilizan (de PPL y PVA importadas) aportando una solución a los problemas ambientales generados: el uso de materias vírgenes de estas y el destino final en el vertedero de los residuos textiles.

Para la evaluación de producto de estas placas, en ausencia de normativa nacional, se sigue lo establecido en la norma UNE-EN 12467 (AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2018)

METODOLOGÍA

Materiales

Los materiales empleados fueron:

· Cemento Pórtland Normal (CPN40) de producción local, cuya composición química se presenta en la Tabla 1, obteniendo una resistencia a los 28 días de 44,1 MPa

CaO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	P.P.C.
61,76	2,70	19,60	4,33	3,52	2,99	1,46	0,24	4,38

Tabla 1: Composición química del cemento (%)

Fuente: Cemento Ancap – Laboratorio Fábrica Minas.

· Árido fino natural sílico/calcáreo, procedente de río, con un módulo de finura igual a 2,00, tamaño máximo de partícula 2,38 mm y densidad 2,55 g/cm3

· Agua potable, proveniente de la red de abastecimiento nacional

· Aditivo hiperfluidificante, Sika® Viscocrete® - 6

· Fibras textiles, de poliéster, las cuales correspondieron a tres tipos: GP y NP, obtenidas de la molienda de neumáticos fuera de uso por las empresas Gurpil y Naturplus respectivamente, y TLP residuo de la empresa Textiles La Paz, obtenidas del emparejamiento del largo de pelo de las telas. La determinación de la longitud y diámetro se realizó en base a una muestra de 100 fibras de cada tipo, y la densidad se determinó por el método del picnómetro. Asimismo, mediante limpieza de muestras de fibras y tamizado posterior se determinó la cantidad y el tamaño de las partículas de caucho incluídas en el residuo de NFU. Las características obtenidas de estos materiales se pueden observar en las Tabla 2 y Tabla 3

	GP	NP	TLP
Rango de longitudes (mm)	2 a 10	2 a 10	10 a 40
Rango de longitudes que se presentan con mayor frecuencia (mm)	4 a 6	4 a 6	20 a 30
Rango de diámetros equivalentes (micras)	20 a 50	20 a 50	20 a 50
Rango de diámetros que se presentan con mayor frecuencia (µm)	25 a 45	20 a 35	25 a 35
Densidad de las fibras (g/cm^3)	1,16	1,19	1,26
Porcentaje en peso de textil incluido en el residuo (%)	13,5	23,5	100

Tabla 2 - Características de las fibras utilizadas.

Fuente: Elaboración propia.

	GP	NP	TLP
Tamaño máximo de partículas de caucho incluido en el residuo (mm)	< 4,76	< 4,76	----
Porcentaje en peso de partículas con tamaño menor a 297 µm (%)	55	47	----
Densidad del caucho incluido en el residuo textil (g/cm^3)	1,16	1,19	----
Porcentaje en peso de partículas inlcuidas en el residuo (%)	86,5	76,5	

Tabla 3 - Características del caucho incluído en el residuo textil.

Fuente: Elaboración propia.

Dosificaciones

Para la producción de las placas se elaboró una matriz con una relación en peso 1:1 agregado/conglomerante y relaciones agua cemento comprendidas entre 0,35 y 0,48. Para disminuir la cantidad de agua, manteniendo una consistencia plástica, determinada por la mesa de sacudidas (18 ± 2) cm, se adicionó fluidificante en porcentajes comprendidos entre 0,4% y 1,0% en peso de cemento. Las fibras se utilizaron con porcentajes comprendidos entre el 1% y el 2,5% del volumen del material producido. Por otra parte, se determinó el volumen del caucho incluido en el residuo textil, retirando el mismo valor del correspondiente a los agregados utilizados. Las dosificaciones resultantes se pueden observar en la Tabla 4.

ID dosificación	Cemento (kg/m³)	Agregado (kg/m³)	a/c	Aditivo (% C)	Fibra (kg/m³)	Caucho incorporado en el residuo NFU (kg/m³)
GP 1%	918	810	0,40	0,6	11,7	75,3
GP 1,5%		740	0,40	0,6	17,6	112,4
GP 2%		670	0,45	0,7	23,4	149,6
GP 2,5%		600	0,48	0,9	29,0	186,0
NP 1%		837	0,40	0,6	11,5	37,5
NP 1,5%		797	0,40	0,6	17,4	56,6
NP 2%		756	0,42	0,7	23,3	75,7
NP 2,5%		710	0,43	1,0	28,9	94,1
TLP 1%		918	0,35	0,4	12,7	----
TLP 1,5%		918	0,35	0,4	18,9	----
TLP 2%		918	0,38	0,6	25,3	----
TLP 2,5%		918	0,40	0,8	31,6	----

Tabla 4 – Dosificaciones utilizadas

Fuente: elaboración propia

Elaboración de muestras

El material fue elaborado en una amasadora planetaria, marca Controls, con una capacidad de 5 L. La dispersión de las fibras se realizó con el agua de amasado durante 3 min a velocidad de giro de 62 rpm. Posteriormente, durante 1 min sin detener el movimiento, se incorporaron los áridos y el cemento, pasando a mezclar todos los componentes a una velocidad de 125 rpm. durante 4 min con una detención de 1 min intermedio a los efectos de comprobar la homogeneidad de la muestra.

Para producir las formas laminares el material se vertió en moldes de acrílico que permiten obtener ejemplares de 30 cm x 30 cm x espesores de 7 mm, aproximadamente, los cuales se compactaron mediante mesa vibradora. El acondicionamiento de estas placas se realizó según lo indiciado en la Norma UNE-EN 12467 (AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2018) para el ensayo a flexión: las primeras 24 h hasta el desmolde, y luego hasta los 7 días, en condiciones ambientales de laboratorio (23 ± 5)°C y con una humedad relativa de (50 ± 20)%, seguidos de 24 horas de inmersión antes del momento del ensayo. Previo a la inmersión en agua, de cada placa, se obtuvieron mediante una cortadora de cerámica manual, 4 probetas de (50 ± 1) mm de ancho, (300 ± 1) mm de largo y espesores de (7 ± 0,5) mm, como se puede observar en la Figura 1.

Determinación de las características mecánicas

Para determinar las características mecánicas se realizó el ensayo a flexión en tres puntos indicado en la norma de referencia antes mencionada, con una velocidad de ensayo de 1 mm/min. (AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 1998). El equipo utilizado fué un comprobador universal ZPM, con célula de carga de 1000 N, precisión 0,03%, resolución de fuerza de 0,1 N, velocidad regulable entre 1 y 700 mm/min y medición de desplazamiento de 0,0001 mm. A este equipo se le incorporó un accesorio para flexión el cual se puede ver en la Figura 1.

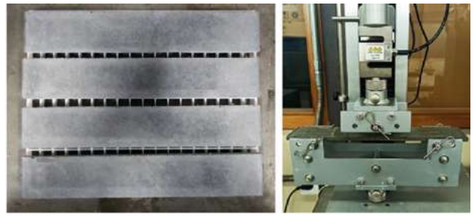


Figura 1 – Probetas extraídas de una placa (izquierda y accesorio para ensayo a flexión en 3 puntos (derecha) Fuente: Elaboración propia

Con el procesado de los registros de los ensayos de flexión realizados se determinó la tensión de rotura a flexión (MOR), en MPa, aplicando la ecuación establecida en la norma de referencia, para ensayos a flexión realizados a 3 puntos. Asimismo, analizando las curvas carga-deformación obtenidas, se determinó el módulo de elasticidad a flexión (MOE) identificando la pendiente del tramo lineal mediante la aplicación de la ecuación también indicada en esta norma. Si bien no se encuentra ahí establecida, para analizar el comportamiento post-fisura de los materiales compuestos obtenidos, se determinó la tenacidad (T, en J) definida como la energía necesaria que se debe comunicar a la probeta en el ensayo de flexión para que ésta alcance una flecha igual a 1/150 de la distancia entre ejes de apoyos. Posteriormente, para poder analizar comparativamente los resultados de las distintas muestras, se realizó la homogeneización de estos determinando la tenacidad específica (TE, en J/m2) a través del cociente entre la tenacidad y la sección transversal de cada probeta.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tensión en rotura a flexión (σ_{MOR})

A los resultados descritos en el punto anterior, se les determinó la desviación estándar (SD) y el coeficiente de variación (CV) de forma de verificar la variabilida y confiabilidad de estos. Los valores obtenidos, con sus correspondientes barras de error que permiten apreciar desviación estándar de estos, se indican en la Figura 2.

Del análisis de estos resultados se puede ver que, con todos los tipos de fibras, al aumentar el porcentaje de estas, la tensión de rotura disminuye, excepto con las TLP en un 1,5%, aunque el coeficiente de variación de esa muestra supera el 10% así como con las NP de igual porcentaje. Por otra parte, se observa que las muestras que presenta mayores resistencias de rotura son las elaboradas con las fibras TLP, lo cual se explica por la ausencia en estas de partículas de caucho y porque su longitud es mucho mayor que las longitudes de las fibras provenientes del triturado de NFU. A su vez, de las dos fibras procedentes de neumático, las tensiones obtenidas con las NP superan a las obtenidas GP en porcentajes entre el 17% y el 46%, dependiendo del porcentaje de fibra. Estas diferencias pueden explicarse en tanto las fibras NP contienen menor cantidad de residuo de caucho incorporado, lo cual lleva a que, en la sustitución del árido por este, la matriz contenga una mayor cantidad de agregado silíceo.

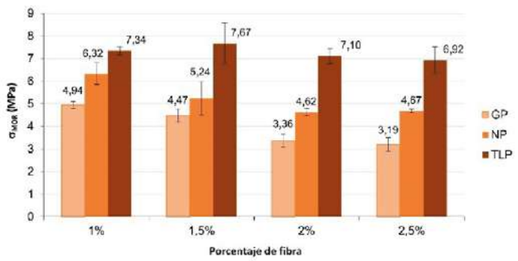


Figura 2 - Tensión de rotura (σ_{MOR})

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los valores establecidos en la norma para indicar la clase de una placa, el valor mínimo establecido es de 4 MPa, lo que hace que, dosificaciones realizadas con fibra GP en cantidades mayores a 1,5%, no cumplen con los requisitos de los ensayos de tipo establecidos. Según la norma de referencia utilizada, con valores menores o iguales a 1,5%, las realizadas con fibras NP y las que se le adicionó 2,5% de fibras TLP, se considerarían clase I, y las realizadas con fibras TLP porcentajes menores o iguales al 2%, estarían comprendidas en la clase II por superar los 7 MPa.

Módulo de elasticidad a flexión (MOE)

Los resultados obtenidos, con sus correspondientes barras de error correspondientes a la desviación estándar, se pueden observar en la Figura 3. Del

análisis de estos se aprecia que los materiales obtenidos con fibras de la industria textil, TLP, son más rígidos en tanto presentan mayor módulo de elasticidad, que los materiales obtenidos con fibras de residuos neumáticos. Por otra parte, de los materiales compuestos obtenidos con estas últimas, si bien sus módulos de elasticidad presentan mayor similitud, se puede apreciar una tendencia a tener una mayor rigidez del material con fibras GP cuando los porcentajes utilizados son del 1,5 y 2 %, alcanzando valores de MOE de un 12% y un 10% mayores que con fibras NP, respectivamente.

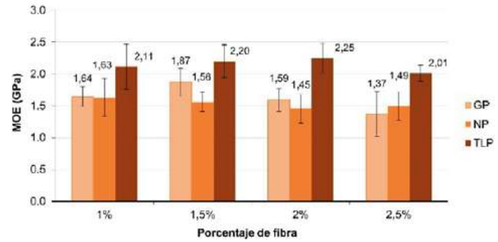


Figura 3 - Módulo de elasticidad a flexión (MOE)

Fuente: Elaboración propia

Si analizamos la dispersión de resultados se puede ver que, excepto en dos casos, el coeficiente de variación supera el 10%, alcanzando incluso el 25% en las muestras con fibras GP adicionadas en 2,5% del volumen total del material.
Estas diferencias y similitudes entre fibras se pueden vincular a la longitud de cada una de ellas, ya que, como se vió anteriormente, las fibras TLP son mucho más esbeltas que las provenientes de NFU, y logran mayor adherencia fibra-matríz por tener una mayor superficie de contacto. Asimismo, la presencia de caucho en las fibras de NFU, hace que los materiales compuestos con ellas obtenidos, sean más elásticos.

Tenacidad específica (TE)

Al igual que en las anteriores características, los resultados obtenidos para cada dosificación, junto con sus barras de error, se pueden observar en la Figura 4.
Estos resultados indican que las muestras elaboradas con las fibras TLP presentan mayor tenacidad específica que las que llevan fibras NP, y estas mayores que las que se refuerzan con GP. En tanto la tenacidad está relacionada con la energía que se le aplica a la muestra para flexarse, esta diferencia de valores en el comportamiento post-fisuración, donde la fibra es quien resiste las tracciones producidas por la flexión, explicarían estos valores las diferentes longitudes de cada tipo y la mayor resistencia máxima que se alcanza con el uso de fibras TLP.

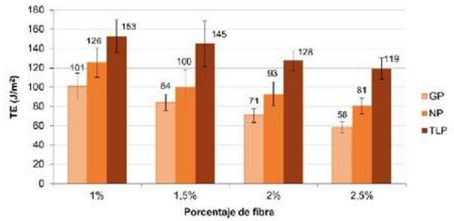


Figura 4- Tenacidad específica (TE)

Fuente: Elaboración propia

En tanto análisis post-fisuración, este se complementó con la comparación de las curvas tensión-deformación de cada muestra, las cuales se pueden observar en las Figura 5, 6 y 7.

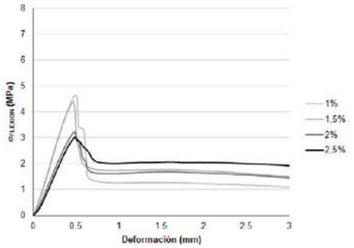


Figura 5 - Cuvas tensión-deformación muestras con fibras GP

Fuente: Elaboración propia

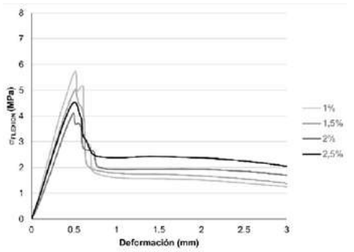


Figura 6 - Curvas tensión-deformación de las muestras con fibras NP

Fuente: Elaboración propia

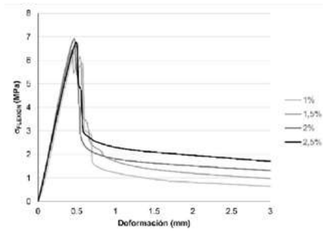


Figura 7 - Curvas tensión-deformación de las muestras con fibras TLP

Fuente: Elaboración propia

En estas curvas se observa que el comportamiento post-fisura no muestra iguales tendencias que los valores de tenacidad específica. En el caso de las fibras TLP, la capacidad de las fibras de resistir tensiones una vez fisurada la matriz, desciende hasta el 30% de la tensión máxima, cuando en las muestras con fibras GP y NP, esos valores para porcentajes de fibras superiores al 2%, permanecen resistiendo entre el 50% y 65% del su valor máximo.
Este comportamiento se puede comprender en tanto las fibras TLP, al superar en longitud a las provenientes de NFU entre 4 a 5 veces, se encuentran en un menor número por sección ante el mismo porcentaje en volumen utilizado. Por otra parte, la presencia de caucho en las fibras de residuos NFU, producen un menor valor de tensión máxima, pero las fibras tienen la capacidad resistente necesaria para seguir trabajando por adherencia después de la fisuración, alcanzando valores de tensiones residuales incluso mayores que los obtenidos con fibras TLP en los porcentajes de 1% y 1,5%, tendiendo a igualarse en al aumentar la cantidad de fibra, como se puede apreciar en la Figura 8.

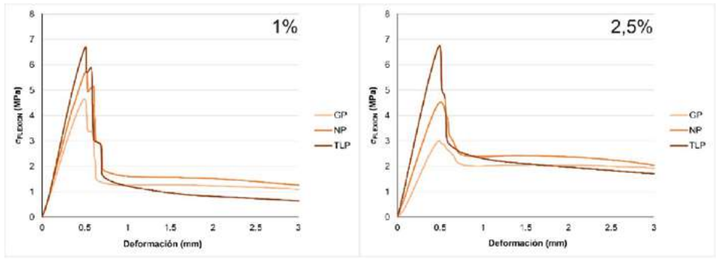


Figura 8 - Curvas tensión-deformación correspondientes a la incoroporación del 1% (izquierda) y del 2,5% (derecha) Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los resultados experimentales permiten concluir que:

· Los tres tipos de fibras utilizados, con una matriz 1:1 agregado:conglomerante, en porcentajes de hasta el 2%, permiten obtener un material compuesto para producir placas que cumplan con el módulo de rotura mínimo establecido en la norma de productos de estos elementos. En el caso de las fibras NP y TLP ese porcentaje podría alcanzar hasta el 2,5%.

· La resistencia post-fisura de las placas fabricadas con fibras obtenidas de residuos de neumático fuera de uso, GP y NP, presentan mayores tensiones en proporción a la tensión máxima alcanzada por estas.

· La presencia de residuos de caucho en las fibras GP y NP, si bien disminuyen su resistencia máxima y limita su trabajabilidad, aportan mayor elasticidad al material compuesto resultante.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se puede concluir que el fibrocemento elaborado con estas fibras textiles presenta un buen desempeño mecánico a corto plazo, para su uso como placas en sistemas constructivos livianos, posicionándose como una alternativa al fibrocemento realizado con fibras sintéticas vírgenes. Para poder verificar su desempeño a largo plazo, está previsto analizar la durabilidad a través de la realización de ensayos cíclicos de envejecimiento acelerado que permitan confirmar la viabilidad de aplicación de estas fibras textiles residuales en el material compuesto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). (1998). UNE-EN 1170-5:1998 *Productos prefabricados de hormigón. Método de ensayo para hormigón armado con fibra de vidrio. Parte 5: Medida de la resistencia a flexión, denominado método "ensayo completo a flexión."*

· AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). (2018). UNE-EN 12467:2013+A2:2018. *Placas planas de cemento reforzado con fibras. Especificaciones del producto y métodos de ensayo.*

· Algin, H. M., & Turgut, P. (2008). Cotton and limestone powder wastes as brick material. *Construction and Building Materials*, *22*(6), 1074–1080.

· Aspiras, F. F., & Manalo, J. R. I. (1995). Utilization of textile waste cuttings as building material. *Journal of Materials Processing Technology*, *48* (1), 379–384.

· Baricevic, A., Pezer, M., Jelcic Rukavina, M., Serdar, M., & Stirmer, N. (2018). Effect of polymer fibers recycled from waste tires on properties of wet-sprayed concrete. *Construction and Building Materials*, *176*, 135–144.

· Binici, H., Eken, M., Dolaz, M., Aksogan, O., & Kara, M. (2014). An environmentally friendly thermal insulation material from sunflower stalk, textile waste and stubble fibres. *Construction and Building Materials*, *51*, 24–33.

· *Decreto No 260/007 - Reglamentación de la Ley 17.849 sobre reciclaje de envases.* (p. 157). (2007).

· Echeverria, C. A., Handoko, W., Pahlevani, F., & Sahajwalla, V. (2019). Cascading use of textile waste for the advancement of fibre reinforced composites for building applications. Journal of Cleaner Production, 208, 1524–1536.

· Figueiredo, F. P., Shah, A. H., Huang, S.-S., Angelakopoulos, H., Pilakoutas, K., & Burgess, I. (2017). Fire Protection of Concrete Tunnel Linings with Waste Tyre Fibres. *Procedia Engineering*, 210, 472–478.

· Flores Medina, N., & Barbero-Barrera, M. M. (2017). Mechanical and physical enhancement of gypsum composites through a synergic work of polypropylene fiber and recycled isostatic graphite filler. *Construction and Building Materials*, *131*, 165–177.

· Grammelis, P., Margaritis, N., Dallas, P., Rakopoulos, D., & Mavrias, G. (2021). A review on management of end of life tires (Elts) and alternative uses of textile fibers. *Energies*, *14*(3), 1–20.

· Jelcic Rukavina, M., Baricevic, A., Serdar, M., & Grubor, M. (2021). Study on the post-fire properties of concrete with recycled tyre polymer fibres. *Cement and Concrete Composites*, *123*, 104184.

· Landi, D., Gigli, S., Germani, M., & Marconi, M. (2018). Investigating the feasibility of a reuse scenario for textile fibres recovered from end-of-life tyres. *Waste Management*, *75*, 187–204.

· Ley No 19.829 - *Aprobación de normas para la gestión integral de residuos.* (2019).

· Li, G., Garrick, G., Eggers, J., Abadie, C., Stubblefield, M. A., & Pang, S.-S. (2004). Waste tire fiber modified concrete. *Composites Part B: Engineering*, *35* (4), 305–312.

· Ministerio de Fomento - CEDEX. (2013). *Catálogo de residuos utilizables en construcción - Neumáticos fuera de uso.* Disponible en http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/32/neumaticos-fuera-de-uso/

· Onuaguluchi, O., & Banthia, N. (2019). Value-added reuse of scrap tire polymeric fibers in cement-based structural applications. *Journal of Cleaner Production*, *231*, 543–555.

· Pereira-De-Oliveira, L. A., Castro-Gomes, J. P., & Nepomuceno, M. C. S. (2012). Effect of acrylic fibres geometry on physical, mechanical and durability properties of cement mortars. *Construction and Building Materials*, *27* (1), 189–196.

· Rajput, D., Bhagade, S. S., Raut, S. P., Ralegaonkar, R. V., & Mandavgane, S. A. (2012). Reuse of cotton and recycle paper mill waste as building material. *Construction and Building Materials*, *34*, 470–475.

· Serdar, M., Baričević, A., Bjegović, D., & Lakušć, S. (2014). Possibilities of use of products from waste tyre recycling in concrete industry. *Journal of Applied Engineering Science*, *12*(1), 89–93.

· Wang, Y., Zhang, Y., Polk, M. B., Kumar, S., & Muzzy, J. (2003). Recycling of Carpet and Textile Fibers. *Plastics and the Environment: A Handbook*, 697–725.

· Wong, Y. C., Al-Obaidi, K. M., & Mahyuddin, N. (2018). Recycling of end-of-life vehicles (ELVs) for building products: Concept of processing framework from automotive to construction industries in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, *190*, 285–302.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO EN CENTROS DE SALUD EN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

BIOCLIMATIC DESIGN STRATEGIES ANALYSIS IN HEALTH CENTERS IN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.

Amalita Fernandez
David Elsinger
Beatriz Garzón

GHABSS

FUA — UNT, Tucumán, Argentina

—
amalitaf93@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo aborda un estudio sobre la verificación de estrategias de diseño bioclimáticas en Centros de Atención Primaria de Salud (CAPS). Los casos analizados se encuentran en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Argentina. El objetivo, es evaluar el cumplimiento de estrategias bioclimáticas para el sitio donde se emplazan los cuatro casos de estudio. En una primera instancia, se realiza un análisis climático de la ciudad de San Miguel de Tucumán y se determinan las estrategias de diseño bioclimático para la región. En segunda instancia, con base a las estrategias definidas, se comprueba cuales son las que presentan mayor incidencia a nivel anual y para las estaciones más críticas, invierno y verano. Los resultados obtenidos demuestran que los CAPS no fueron proyectados con criterios para adaptarse al clima de la región. Se evidencia la necesidad de proponer nuevas soluciones que permitan mejorar el confort térmico de los usuarios de estos edificios.

PALABRAS CLAVES: arquitectura sanitaria – eficiencia energética – confort térmico

ABSTRACT

This paper addresses a study on the verification of bioclimatic design strategies in Primary Health Care Centers (CAPS). The cases analyzed are found in the city of San Miguel de Tucumán, Argentina. The objective of the research is to evaluate said compliance with bioclimatic strategies for the site where the four case studies are located. In the first instance, a climatic analysis of the city of San Miguel de Tucumán is carried out and bioclimatic design strategies for the region are determined. Based on the defined strategies, it is verified which are the ones that present the greatest incidence at an annual level and for the most critical seasons, winter and summer. The results obtained show that the CAPS were not designed with criteria to adapt to the climate of the region. The need to propose alternatives of new solutions that allow improving the thermal comfort of the users of these buildings is evident.

KEY WORDS: sanitary architecture – energy efficiency – thermal comfort

INTRODUCCIÓN

Se considera a la Arquitectura Bioclimática como la práctica de construir coherentemente y en concordancia a las condiciones climáticas o naturales propias del sitio en el cual se emplaza para disminuir los impactos ambientales y reducir consumos energéticos (Conforme-Zambrano y Castro-Mero, 2020).
En la provincia de Tucumán existen 348 establecimientos para la salud administrados por el Sistema Provincial de Salud (Si.Pro.Sa.), de los cuales 298 corresponden a Centros de Atención Primaria de Salud, CAPS (Ministerio de Salud Pública, Gobierno de Tucumán, s.f.). El área de Recursos Físicos del Si.Pro.Sa. se encarga de la remodelación, mantenimiento y construcción de obras nuevas. Se rigen por los decretos expuestos en las "Normas de Organización y funcionamiento" del Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica (2004), los cuales contemplan exigencias mínimas de equipamientos y superficies, como así también los tipos de tratamiento de las superficies, materiales (por cuestiones de higiene), instalaciones, etc.
En los últimos 15 años se evidencia un proceso de construcción, remodelación y mejoras de edificios destinados a la salud. Entre construcciones nuevas y reformas se realizaron más de 270 obras de CAPS. Si bien, por un lado, es indudable el énfasis puesto en los aspectos funcionales e higiénicos, por otro, es visible la escasa consideración de la eficiencia energética y bioclimatismo.
Actualmente, en la ciudad de San Miguel de Tucumán existen 35 CAPS que fueron construidos y remodelados en diferentes períodos. A cada período de construcción le corresponde una técnica diferente. Los procesos de remodelación y rehabilitación que sufrieron a lo largo de los años fueron con fines funcionales debido a los nuevos requerimientos en los centros de salud (medidas mínimas, acceso para personas con discapacidad, materiales más higiénicos, etc.) y de confort térmico por medios mecánicos (instalación de equipos de aire acondicionado frío- calor); pero no fue contemplada la eficiencia energética ni el confort desde el punto de vista de las estrategias pasivas de diseño.
Sobre lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento bioclimático en cuatro casos de estudio ubicados en la ciudad de San Miguel de Tucumán.

METODOLOGÍA

La metodología consitse en un estudio de casos, para el cual se seleccionan cuatro prototipos de CAPS en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Posteriormente de realiza un análisis climático de la ciudad de San Miguel de Tucumán, a través del software de cálculo y graficación Climate Consultant 6.0. A partir del mismo, se obtienen las estrategias de diseño para alcanzar el confort térmico para edificios no residenciales ubicados en la ciudad de San Miguel de Tucumán, entre las 7.00 hs y 19.00 hs, horario de funcionamiento de los CAPS. Dichas estrategias se basan en elestándar ASHRRAE 55.
Una vez conocidas las estrategias de diseño para la localidad, se seleccionan aquellas pasivas de mayor incidencia y se verifica su cumplimiento en cada uno de los cuatro casos a analizar.

DESARROLLO

Definición de los casos de estudio

Los casos a analizar consisten en cuatro edificios destinados a la atención primaria de salud. Todos ellos ubicados en distintos puntos de la ciudad de San Miguel de Tucumán (SMT) (Figura 1). Cada uno de los casos es representativo de una técnica constructiva de paredes, a su vez, el tamaño de los mismos (entre 200 y 300 m2), representa al 67 % de los CAPS presentes en SMT.
A su vez dos de los cuatro casos se encuentran en terreno en esquina, representando al 40 % de los casos.

Fig. 1. Geolocalización de los casos de análisis.

En la Tabla 1, se pueden observar las características generales de los mismos, morfológicas y constructivas.

Nº de caso	Denominación	Disposición en el terreno	Sup. construida	Técnica constructiva en techos	Técnica constructiva en muros
1	CAPS Villa Luján	En esquina	≈300 m2	Chapa con cielorraso suspendido	Ladrillo macizo 30
2	CAPS 25 de mayo	Entre medianeras	≈200 m2	Chapa con cielorraso suspendido	Ladrillo hueco 18
3	CAPS 11 de marzo	En esquina	≈300 m2	Chapa con cielorraso suspendido	Ladrillo macizo 15
4	CAPS Villa Amalia	Perímetro libre	≈200 m2	Chapa con cielorraso suspendido	Ladrillo hueco 18

Tabla 1: Características generales de los casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

Los CAPS están constituidos esencialmente por servicio de enfermería, control de crecimiento, farmacia, consultorios médicos de clínica, pediatría y ginecología, principalmente y en algunos casos se suman otras especialidades.

Fig. 2: Emplazamiento y planimetría casos 1,2,3 y 4.

Características climáticas

La ciudad de San Miguel de Tucumán, presenta un clima mixto subtropical. Verano cálido- húmedo con temperatura media máxima superior a 32°C y humedad relativa media de 85%, vientos S-SO de baja frecuencia y velocidad. Invierno seco y poco riguroso con temperatura media mínima de 6°C y humedad relativa media de 65%, vientos S-SO de baja frecuencia y velocidad (Márquez Vega y Martínez, 2021).
Se obtienen, por un lado, los datos climáticos procesados a partir del software de cálculo y graficación Climate Consultant 6.0 y datos climáticos en EPW (Energy Plus Weather) obtenidos a partir de Climate.Onebuilding.
Se registran, durante el período estival, temperaturas que superan los 30 °C llegando hasta los 38 °C. Durante el período invernal se observan temperaturas inferiores a los 10 °C. Se registran mayores amplitudes térmicas para el invierno que para el verano.
Puede observarse en la figura 3, que, durante los meses de septiembre hasta marzo, en promedio, la temperatura cercana a las 12 h del mediodía está siempre por encima de la zona de confort. En los meses restantes es al revés y en horarios cercanos al mediodía la temperatura media se encuentra dentro de la zona de confort mientras que el resto del día está por debajo. Estos gráficos ponen en evidencia el clima mixto de San Miguel de Tucumán, donde deberán aplicarse tanto estrategias para refrigerar como para calefaccionar.
En cuanto a la radiación solar, se observa en la figura 4, la posición aparente del sol en las distintas horas todos los meses del año. Se observa que la mayor cantidad de horas de radiación solar se da entre diciembre y marzo y simétricamente, entre septiembre y diciembre. En este período, la temperatura es caliente y es necesario disponer de protecciones solares. En el período

que va desde marzo a junio y simétricamente de junio a septiembre, es cuando se cuenta con la menor cantidad de horas de sol, la temperatura es baja y hay una necesidad de asoleamiento.
Con respecto a los vientos, se analiza la frecuencia de los mismos anualmente. Se toman por un lado los datos de invierno y de verano y se comparan con el promedio anual el sud-oeste es la dirección de vientos dominante durante todo el año, tanto en el período frío como en el cálido.

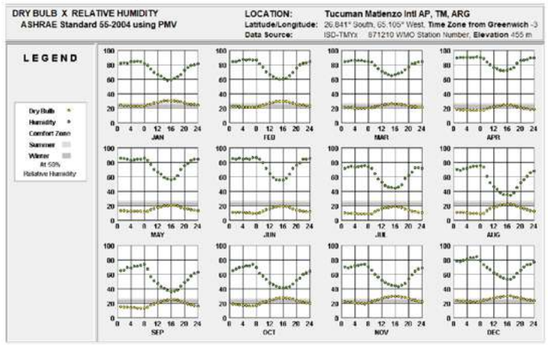


Fig.3: Promedio de humedad relativa (%) y temperatura del bulo seco (°C) por hora para los distintos meses del año en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Fuente: Climate Consultant 6.0

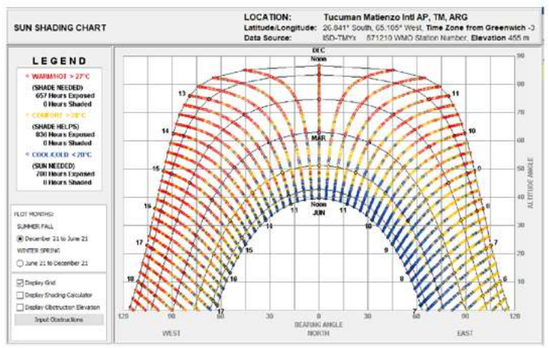


Fig.4: Posición aparente del sol y temperatura para San Miguel de Tucumán.
Fuente: Climate Consultant 6.0

Con respecto a los vientos, se analiza la frecuencia de los mismos anualmente. Se toman por un lado los datos de invierno y de verano y se comparan con el promedio anual el sud-oeste es la dirección de vientos dominante durante todo el año, tanto en el período frío como en el cálido.

Determinación de estrategias de diseño para la localidad

Para determinar las estrategias de diseño se emplea el software de cálculo y graficación Climate Consultant 6.0.
Para determinar el confort térmico y las estrategias de diseño, se utiliza el estándar ASHRRAE55. Este se basa en la temperatura del bulbo seco, nivel de vestimenta (clo), actividad metabólica (met), velocidad del aire, humedad y temperatura media radiante. En el interior se asume que la temperatura media radiante se encuentra próxima a la del bulbo seco. La zona en la que la mayoría de las personas se sienten confortables se calcula a través del modelo PMV (voto medio predicho).
Se decide no utilizar el modelo adaptativo, ya que la función de los edificios a analizar es salud, y no se puede regular ni la ventilación ni la vestimenta del personal, debido a que por protocolo sanitario deben utilizar equipo de protección.
Para determinar las estrategias de diseño, se utiliza un rango horario entre 7.00 hs y 19.00 hs, ya que este es el horario en que funcionan los CAPS en San Miguel de Tucumán. Fuera de este horario, no hay personas en los mismos.
Se determinan las estrategias de diseño anuales, para el verano y el invierno (Figura 5) por tratarse de un clima mixto.

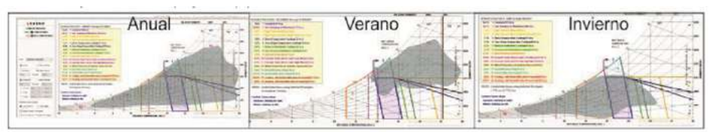


Fig. 5: Determinación de estrategias de diseño para las estaciones críticas en San Miguel de Tucumán.
Fuente: elaboración propia a partir del software Climate Consultant 6.0.

Las estrategias determinadas para los tres casos, anual, invierno y verano se expresan en la Tabla 2, con las horas y sus correspondientes incidencias porcentuales.
A partir de las estrategias propuestas por el programa, se seleccionan las que presentan mayor incidencia porcentual y se descartan aquellas que, por su escasa incidencia, resultan despreciables. A su vez, se discriminan las estrategias pasivas.

- Sombreado de ventanas
- Ventilación natural
- Ganancia térmica interna
- Calefacción solar pasiva de baja masa

Estrategias de diseño	Anual		Invierno		Verano	
	Porcentaje de incidencia	Horas	Porcentaje de incidencia	Horas	Porcentaje de incidencia	Horas
Confort	12.6%	598	**16.1%**	**193**	3.6%	42
Sombreado de ventanas	**40.8%**	**1935**	**16.7%**	**200**	**60.9%**	**713**
Masa térmica	8.9%	421	7.4%	88	0.4%	5
Desc. nocturna de alta masa térm.	10.7%	507	7.4%	88	0.9%	11
Enfriamiento evaporativo directo	7.9%	374	7.3%	87	1%	12
Enfriamiento evap. en dos etapas	8.8%	416	7.4%	88	1.2%	14
Enfriamiento por ventilación natural	4%	192	4.2%	50	0.9%	10
Enfriamiento por ventilación forzada	2.6	121	2.7%	32	0.7%	8
Ganancia térmica interna	**26.9%**	**1276**	**44%**	**526**	3.2%	37
Calef. solar pas. para baja masa	6.4%	306	**19%**	**227**	0.1%	1
Calef. solar pas. masas elevadas	0.8%	36	0%	0	0.7%	8
Deshumidificación	11.3%	536	0%	0	**22.2%**	**260**
Enfriamiento y deshumidificación	**27.5%**	**1303**	0%	0	**69.3%**	**811**
Calentamiento y humidificación	10.4%	429	**29.9%**	**350**	**0%**	**0**

Tabla 2. Estrategias de diseño para edificios no residenciales en San Miguel de Tucumán entre 7.00 h y 19.00 h. Fuente: elaboración propia a partir del software Climate Consultant 6.0.

Cumplimiento de estrategias bioclimáticas

Una vez definidas las estrategias a ser aplicadas en edificios no residenciales emplazados en la localidad de estudio, se analiza el cumplimiento de las mismas en los cuatro casos de estudio. En cuanto al *sombreado de ventanas*, los casos 1,3 y4 cuentan con protección solar móvil, celosías. A través de su apertura y cierre se puede regular el ingreso de la radiación solar. La principal desventaja de este sistema es que impide la iluminación natural, ya que oscurece casi por completo el espacio interior. El caso 4, cuenta además con pequeños aleros en los ventiluces orientados hacia el norte, los cuales se constituyen como protección solar fija. El caso 2, no cuenta con protecciones solares móviles.

Fig. 5: Determinación de estrategias de diseño para las estaciones críticas en San Miguel de Tucumán.
Fuente: elaboración propia a partir del software Climate Consultant 6.0.

Se analiza la ventilación natural en los cuatro casos, considerando la dirección dominante de vientos para San Miguel de Tucumán, sud-oeste. En la figura 7, pueden observarse los distintos locales de los cuatro casos de estudios que pueden ser ventilados naturalmente, en color gris, se representan aquellos que no cuentan con dicha posibilidad debido a la orientación de sus aberturas. En el caso 1, se cuenta con ventanas orientadas hacia el oeste, sobre la fachada, donde se favorece la captación de vientos. Estas ventanas se ubican en el centro de las paredes, favoreciendo la circulación del aire a la altura de los ocupantes.

En el caso 2, solo un consultorio médico cuenta con una ventana que linda con patio interno orientada hacia el sur. EL resto de las caras sur y oeste son ciegas, debido a que son ejes medianeros.
El caso 3 presenta casi la totalidad de sus locales ventilados. El ingreso del viento se da a la altura de los ocupantes y el egreso, en algunos casos a través de ventiluces ubicados en la parte alta y en otros también a la altura de los ocupantes. Para los consultorios ubicados en la parte central, el viento circula por la parte alta.
Para el caso 4, los vientos ingresan solo por la ventana ubicada en la sala de espera hacia el oeste. El resto de las caras orientadas hacia el sur y oeste, se encuentran obstruidas por un muro perimetral que delimita un pequeño patio técnico. EL ingreso de los vientos se da a la altura de los ocupantes y el egreso por ventiluces ubicados en la parte alta de los consultorios.

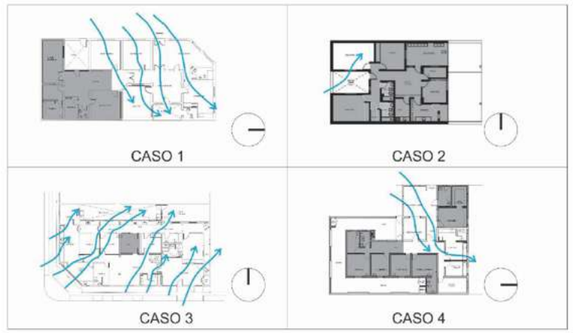


Fig. 7: Ventilación en los cuatro casos de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Para la calefacción solar pasiva, la captación de radiación solar a través de ventanas, es posible en el caso 1, 3 y 4 debido a la orientación de las aberturas. Sin embargo, para 1 y 2 estas se encuentran sobre la línea municipal y a nivel de las personas, por lo que, por cuestiones de privacidad permanecen cerradas las celosías todo el tiempo.
En el caso 1, hay grandes aventamientos en las fachadas norte y oeste, por donde podría haber un buen asoleamiento durante el invierno, si sus ventanas se dispusieran de manera tal que no necesiten protegerse por temas de privacidad.
Para el caso 3, hay unos pocos locales que podrían recibir ingreso de la radiación en invierno si sus ventanas se dispusieran de otra manera, y solo un local en el que, si se permite dicho ingreso, el cuál consiste en un pasillo técnico y cumple una función accesoria.
En el caso 4, hay ingreso de radiación solar en la sala de espera, durante la tarde y en consultorios y enfermería orientados hacia el norte a través de unos ventiluces dispuestos en lo alto.

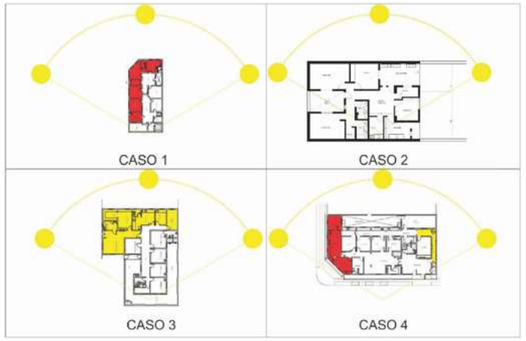


Fig. 8: Asoleamiento en invierno para los casos de estudio.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GEOSOL.

DISCUSIONES

1. En este trabajo se abordaron las estrategias de diseño obtenidas a través de un software específico. Estas son a nivel del diseño arquitectónico en general y no considera el diseño tecnológico ya que se deja de lado la materialidad de los edificios. No se contempla la capacidad de aislación térmica de su envolvente, lo cuál es un ítem muy relevante en el diseño bioclimático de edificios. En un trabajo previo, (Fernández y Garzón, 2021) se realizó dicho estudio, arribando a la conclusión de que, ninguno de los casos cumple con el nivel de aislación necesario para el clima de la zona. Está demostrado estadísticamente que el 50% de la energía empleada para la climatización de edificios es ganada o perdida a través de los cerramientos del edificio (Venhaus- Held, Alías y Jacobo, 2017). El parámetro de diseño más importante para regular y controlar el confort térmico de una edificación en clima cálido húmedo es la envolvente de la edificación, y resulta indispensable, ya que, su adecuado diseño reduce de manera considerable los consumos energéticos (González Vásquez y Molina-Prieto,2017).

2. Por otro lado, cuando se habla de ventilación, solo se considera la situación del confort térmico y se dejan de lado los criterios de ventilación sanitaria. Cuando se diseñan centros de salud ventilados naturalmente, debe prestarse atención a que el flujo de aire general lleve el aire de la fuente de patógenos a zonas donde la dilución sea suficiente, y preferiblemente al exterior (Atkinson, J., Chartier, Pessoa-Silva, Jensen, y Li, 2010).

CONCLUSIONES

En este trabajo Se estudian las condiciones climáticas de la ciudad de San Miguel de Tucumán y las estrategias de diseño bioclimático adecuadas para la región. A partir de ello analiza el comportamiento bioclimático de cuatro edificios existentes de CAPS en la ciudad. Este análisis efectuado pone en evidencia que los CAPS estudiados no fueron proyectados con criterios bioclimáticos. Si se parte de la premisa que la muestra analizada representa a la totalidad de CAPS presentes en la ciudad de San Miguel de Tucumán, se puede concluir que los CAPS de SMT no cuentan con estrategias de diseño para adaptarse al clima de la región.
Se evidencia la necesidad de proponer alterativas de nuevas soluciones, que permitan mejorar el confort térmico de las personas que se encontraran en el edificio: pacientes y profesionales de la salud. Estas alternativas pueden ir orientadas tanto a la rehabilitación de edificios existentes como para la proyección de nuevos edificios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Atkinson, J., Chartier, Y., Pessoa-Silva, C. L., Jensen, P., & Li, Y. (2010). Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud. Organización Panamericana de la Salud.
· Clima one building (2021). Disponible en https://climate.onebuilding.org/
· Conforme-Zambrano, G. D. C., & Castro-Mero, J. L. (2020). Arquitectura bioclimática. Polo del Conocimiento, 5(3), 751-779.
· EEAOC
· Fong-Silva, W., Severiche-Sierra, C., & Fong-Amarís, W. (2020). Sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación como foco infeccioso de SARS CoV-2 en hospitales, clínicas e instituciones de salud. IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria, 5(1), 28-35.
· UCLA Energy Design Tools Group. (2018). Climate Consultant® Software v. 6.0 software program© Regents of the University of California.
· Vásquez, M. R. G., y Molina-Prieto, L. F. (2018). Envolvente arquitectónica: un espacio para la sostenibilidad. Arkitekturax Visión FUA, 1(1), 49-61.
· Vega, S. G. M., & Martinez, C. F. (2021). Análisis de condiciones ambiental en nuevas escuelas de clima cálido-húmedo, Tucumán, Argentina. Arquitecno, (17), 63-72.
· Venhaus-Held, M., Alías, H. M., & Jacobo, G. J. (2017). Las envolventes constructivas en la construcción no convencional de edificios del nordeste argentino y el problema de los puentes térmicos. Hábitat Sustentable, 24-31.

CONSTRUCCIÓN DEL AÑO BASE PARA EL SUBSECTOR SALUD

CONSTRUCTION OF THE BASELINE FOR THE HEALTH SUBSECTOR

Santiago Tomás Fondoso Ossola
Pedro Joaquín Chévez
Irene Martini

IIPAC

CONICET – UNLP, La Plata, Argentina

—
santiagofondoso@iipac.laplata-conicet.gov.ar

RESUMEN

Los establecimientos hospitalarios consumen importantes cantidades de energía de origen fósil, contribuyendo en las emisiones de gases de efecto invernadero en forma considerable. Asimismo, proponer medidas de eficiencia energética sobre la edilicia existente del subsector salud resulta complejo desde el punto de vista operacional, ya que existen múltiples factores que afectan al diseño de alternativas. En consecuencia, el objetivo de este trabajo consiste en establecer la situación actual de una determinada red sanitaria respecto a su impacto energético-ambiental para la posterior construcción de escenarios. Como caso de estudio se adoptó la red de hospitales provinciales de la Micro Región del Gran La Plata. A partir de la introducción de valores en el software LEAP y el procesamiento de la información obtenida en una hoja de cálculo, se determinó el consumo total de la red hospitalaria analizada, distinguiendo una mayor participación del gas natural y el área hospitalaria "internación".

PALABRAS CLAVES: hospitales – sector salud – escenarios energéticos

ABSTRACT

Hospital buildings consume significant amounts of fossil energy, contributing significantly to greenhouse gas emissions. Furthermore, proposing energy efficiency measures for existing buildings in the health sub-sector is complex from an operational point of view, as there are multiple factors that affect the design of alternatives. Consequently, the objective of this work is to establish the current situation of a given health network with respect to its energy-environmental impact for the subsequent construction of scenarios. The provincial hospital network of the Micro Region of Gran La Plata was adopted as a case study. By entering values in the LEAP software and processing the information obtained in a spreadsheet, the total consumption of the hospital network analysed was determined, identifying a greater participation of natural gas and the "inpatient" hospital area.

KEY WORDS: hospitals – health sector – energy scenarios

INTRODUCCIÓN

Ante la emergente situación energético-ambiental a nivel global, distintos Estados del mundo se han comprometido a reducir el impacto ambiental en cuanto a niveles de contaminación y degradación de recursos. A partir de distitnas reuniones internacionales bajo el lema “desarrollo sustentable” y “transición energética”, países, tanto de ingresos altos como de ingresos bajos, llevan a cabo lineamientos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el consumo de energías provenientes de hidrocarburos.

En este sentido, los edificios representan, aproximadamente, una tercera parte del consumo total de la energía. En Argentina dicho valor representa un 33% (Czajkowski, 2019), mientras que en pasíses como EEUU y China este valor corresponde a un 39% y un 35% respectivamente (Li et al., 2017). Teniendo en cuenta que los conglomerados urbanos se consolidan y crecen anualmente junto con la huella ecológica (Lin et al., 2018), resulta necesario contar con estrategias para disminuir la demanda enenergética en edificios, manteniendo niveles adecuados de confort según la actividad a desarrollar en cada espacio.

Entre los distintos tipos de edificios, los establecimientos hospitalarios constituyen uno de los grupos con mayor consumo por unidad de superficie construida (EIA, 2016), mantienendo un comportamiento energo-intensivo (Buonomano et al., 2014) y brindando un servicio social (Discoli et al., 2021). Unos de los factores que contribuye al comportamiento energo-intensivo de los establecimientos hospitalarios es su funcionamiento constante (24 hs del día durante todo el año), las exigencias asépticas en áreas limpias, los estrictos niveles de confort (lumínicos, térmicos y acústicos); tanto en áreas de internación como en cirugía, y el uso de equipamiento intensivo en el área de diagnóstico y tratamiento.

En adhesión, la gestión energética en redes de salud resulta compleja debido a las particularidades técnico-consrtuctivas, morfológicas y administrativas del sector. Los establecimientos hospitalarios se componenen por construcciones erigidas desde finales del siglo XIX (Czajkowski, 1993). De este modo, se encuetran en funcionamiento edificios que no han contemplado, desde lo proyectual, aspectos energético-ambientales. En cuanto a la estructura organizacional, las redes de salud pueden dividirse según su origen de financiamiento y, en caso de pertenecer al sistema público, según su dependencia (nacional, provincial o municipal). Tener en cuenta esta dimensión resulta útil para la formulación de planes y lineamientos, ya que los establecimientos privados mantienen distintas dinámicas para la concreción de proyectos.

Ante este hecho, resulta necesario adoptar herramientas que permitan determinar la viablilidad de estrategias para el mejoramiento de niveles de eficiencia energética y de aprovechamiento de energías renovables. Al mismo tiempo que permitan visibilizar los efectos (energético-ambientales, económicos y sociales) en el corto, mediano, y largo plazo; en una escala regional.

En ese aspecto, la planificación, como conjunto de técnicas basadas en la prospectiva, resulta una herramienta útil para el diseño de estrategias. Para ello, se utiliza la técnica de escenarios, donde se busca “explorar el futuro” bajo la modalidad de “qué pasaría si”. Esta técnica constituye un instrumento que permite reducir el grado de incertidumbre en la toma dedecisiones. Los escenarios constituyen una imagen coherente del estado de un determinado sistema en ciertos puntos del futuro; y la construcción de los mismos debe basarse en un esquema teórico-explicativo referido al funcionamiento del sistema a escenificar (OLADE; CEPAL; GTZ, 2003).

Teniendo en cuenta esta definición, diversos trabajos han abordado el estudio de la prospectiva en distitnos temas y escalas. En el libro titulado “Los límites del crecimiento” (Meadows et al., 2012), se analizaron las primeras tendencias de las variables correspondientes al sistema Tierra en un contexto donde la energía utilizada y los recursos naturales empezaban a reconocerse como finitos. Si bien el mencionado trabajo no construye escenarios alternativos, desarrolla uno tendencial con el objetivo de advertir sobre el consumo y degradación exponencial de los mencionados recursos.

En este sentido, el estudio de Gallopin et al. (1997) propone 3 escenarios enfocados al comportamiento de la sociedad en general y su relación con el ambiente: “Mundos Convencionales”, “Barbarización” y “Grandes Transiciones”. A partir del estudio y análisis de 3 esferas generales (sociedad, ambiente y economía), los autores definen un estado actual global y describen las características de comportamiento que conducen a cada uno de los escenarios. En el campo de la arquitectura, la tesis de Chévez (2017) ofrece un escenario tendencial y alternativos para el sector residencial de la Micro Región del Gran La Plata (MRGLP). El autor, expone los efectos de distintas estrategias de eficiencia energética y de aprovechamiento de energías renovables en el corto, mediano y largo plazo, impulsadas por políticas que favorezcan la aplicación de las mismas.

El presente trabajo se propone abordar la primera instancia del estudio prospectivo orientado al mejoramiento de nivel de eficiencia energética y el posible aprovechamiento de energías renvoables en el subsector salud. Este consiste en definir el estado actual de una red de salud, en cuanto al comportamiento energético-ambiental para la posterior construcción de escenarios (tendencial y alternativos).

METODOLOGÍA

Para la obtención de datos que permitan informar sobre el consumo energético y sobre el impacto ambiental de una determinada red sanitaria se propone realizar una serie de pasos en donde se debe descender y ascender en las unidades de análisis identificadas dentro del mencionado sistema. De esta manera, a partir de la reintegración de datos en forma ascendente, se otorga un nuevo significado a las unidades de análisis situadas en niveles superiores (Fig. 1).

Finalmente, los datos obtenidos se introducen en el software LEAP, el cual permitirá realizar los cálculos para la exploración de escenarios, tanto el tendencial como los alternativos. LEAP (por sus siglas en inglés, Low Emissions Analysis Platform) es una herramienta informática muy utilizada para el análisis de la política energética y la evaluación de la mitigación del cambio climático (Stockholm Environment Institute, 2020). Este programa, además, permite representar las etapas por las cuales la energía se produce, se transforma y se consume, considerando todas las fuentes energéticas que utiliza el sistema en estudio.

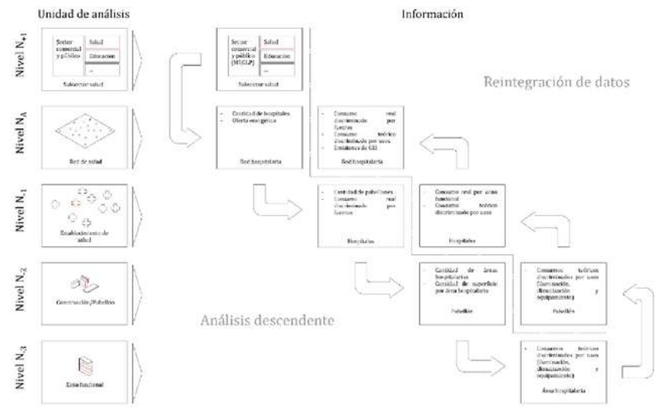


Fig. 1: Esquema del flujo de la información para la construcción del año base en el subsector salud.
Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO

En primer lugar, debe iniciarse en el nivel de análisis N+1 denominado “subsector salud”, definido por las actividades que generan el consumo energético en el servicio de salud en una determinada área geo-política (regional, provincial o nacional). En esta instancia, debe identificarse una determinada

red de salud (NA), donde es necesario considerar atributos productivo-sanitarios y administrativos. Los primeros informan si los establecimientos cuentan con servicio de internación o no, y si los mismos presentan alguna especialidad. Mientras que, los atributos económicos permiten dar cuenta sobre el origen de financiamiento y dependencia jurisdiccional en caso de tratarse de establecimientos pertenecientes al sector público.

Una vez identificada la red de salud (NA), se procede a la identificación de los establecimientos que integran la misma, los cuales deben georreferenciarse mediante un Sistema de Información Geográfico (SIG) para determinar su localización. Además, en esta instancia debe reconocerse la oferta energética, es decir, las fuentes con las que cuenta la red de establecimientos seleccionada.

En el nivel N-1, correspondiente al establecimiento de salud, se obtienen los consumos reales discriminados por fuentes y la identificación de construcciones o pabellones. Los primeros varían según la oferta energética del sitio donde se implanta la red de salud. Para acceder a estos valores, resulta necesario recurrir a la lectura de medidores de las fuentes a analizar. En cuanto a las construcciones o pabellones que componen los distintos establecimientos, los mismos deben ser diferenciados mediante características técnico-constructivas y morfológicas. En general, responden a distintos cortes históricos, ofreciendo diferentes composiciones de materiales en techos y fachadas.

Luego, en el nivel pabellón (N-2) se deben detectar la cantidad de zonas funcionales y cuantificar su superficie construida. Esta última operación se orienta a realizar un proceso práctico para estimar el consumo total de las primeras. En consecuencia, en primer lugar, es necesario normalizar las zonas funcionales que se incluyen en cada pabellón. Este trabajo adopta la zonificación realizada en el estudio de Martini et al. (1999), el cual reconoce a las zonas funcionales como “áreas hospitalarias”. Éstas son: Internación, Diagnóstico y tratamiento, Atención ambulatoria, Administración, Servicios auxiliares y de apoyo, Circulaciones y baños, y Cirugía. Una vez realizada la normalización de zonas funcionales, las mismas deben ser cuantificadas, determinando su superficie total a partir del análisis de la documentación gráfica de cada establecimiento.

En el nivel zona funcional (N-3), se establece un consumo teórico específico, de modo que este valor pueda llevarse a la totalidad de las distintas zonas funcionales. Para ello, se utilizan los resultados obtenidos en el estudio de Martini (2010) (Tabla 1). Asimismo, el consumo teórico total por área hospitalaria mantiene una participación en los usos iluminación + equipamiento y climatización. De este modo se presentan distintas criticidades respecto a los usos mencionados para las áreas hospitalarias (Tabla 2).

Área hospitalaria	Consumo teórico específico [kWh/día*m^2]	Consumo teórico específico anual [kWh/año*m^2]	Consumo teórico específico anual [TEP/año*m^2]
Administración	0,29	108,44	0,009
Servicios auxiliares y de apoyo	0,45	165,86	0,014
Atención ambularoria	0,65	240,72	0,021
Internación	0,57	209,81	0,018
Cirugía	0,77	281,19	0,024
Diagnóstico y tratamiento	1,31	481,72	0,041
Circulaciones y baños	0,47	173,84	0,014

Tabla 1: Consumo teórico específico por área hospitalaria.

Fuente: elaboración propia en base a los datos obtenidos en Martini (2010).

Área hospitalaria	Iluminación + equipamiento (participación [%])	Climatización (participación [%])
Administración	22,3	77,7
Servicios auxiliares y de apoyo	58,6	41,4
Atención ambularoria	3,8	96,2
Internación	14,9	85,1
Cirugía	28	72
Diagnóstico y tratamiento	57,3	42,7
Circulaciones y baños	4,7	95,3

Tabla 2: Participación del consumo teórico en áreas hospitalarias según usos (iluminación + equipamito y climatización).

Fuente: elaboración propia en base a los datos obtenidos en Martini (2010).

Ingresando en la etapa de reintegración de datos, en primer lugar, debe multiplicarse la superficie de cada zona funcional (N-3) por el consumo específico teórico correspondiente, expresado en [kWh/m²*año]. De esta forma se obtiene, por pabellón (N-2), el consumo total teórico discriminado por zonas funcionales.

Llevando los consumos teóricos de cada pabellón a la totalidad del establecimiento de salud (N-1) se obtiene, además del consumo real discriminado por fuentes, el consumo teórico discriminado por zonas funcionales. Así también, se establece el consumo real de estas últimas. Para ello, se utiliza la participación que las zonas funcionales mantienen respecto al consumo teórico. Por ejemplo, si un establecimiento posee un consumo real de 300 TEP/año y el área de atención ambulatoria ocupa el 15% del total del consumo teórico, esta área hospitalaria mantendrá un consumo real de 45 TEP/año.

Finalmente, reintegrando los valores obtenidos de cada establecimiento de salud (N-1) al nivel red de salud (NA) se obtiene el consumo energético, tanto real (discriminado por fuentes) como teóricos (discriminados por zonas funcionales). Asimismo, mediante el uso de indicadores se calculan las emisiones de GEI equivalentes a CO_2 según la fuente utilizada.

La metodología desarrollada se llevó a cabo en la red provincial de hospitales situada en la MRGLP, provincia de Buenos Aires. En la Tabla 3 puede observarse la caracterización de los establecimientos en estudio, producto de la obtención de variables productivo-sanitarias, morfológias y energéticas. En cuanto a los valores correspondientes al nivel de análisis red de salud (NA), las Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4 exponen resultados energético-ambientales generados por el software LEAP.

Hospitales	Productivo-sanitaria	Morfológica	Energéticas	
	Camas disponibles	Superficie construida [m^2]	Consumo real [TEP/año]	Consumo teórico [TEP/año]
HIGA “Dr. Prof. Rodolfo Rossi”	104	11.863,33	254,09	217,29
HIGA “Gral. San Martín”	324	39.225,62	867,03	731,79
HIAC “Dr. Alejandro Korn”	644	42.943,41	862,74	497.89
HZE "Dr. Noel H. Sbarra"	83	4.687,88	42,30	72,43
HZGA “Dr. Larrain”	78	5.301,13	103,46	102,82
HZGA “Dr. Cestino”	41	3.764,58	72,40	61,51
HIGA “San Roque”	148	11.126,51	236,58	206,57
HZGA “Dr. Ricardo Gutiérrez”	95	6.776,88	102,70	147.75
HIAEP "Sor María Ludovica"	264	30.123,5	603.00	499,88
HIEAC “San Juan de Dios”	110	19.988,95	184,83	366,44

Tabla 3: Caracterización de hospitales de la red provincial de la MRGLP.

Fuente: elaboración propia en base a los datos del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires.

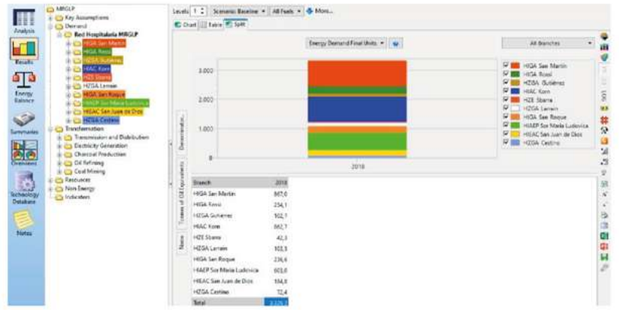


Fig. 2: Consumos totales de la red hospitalaria de la MRGLP discriminados por establecimiento hospitalario. Fuente: Elaboración propia.

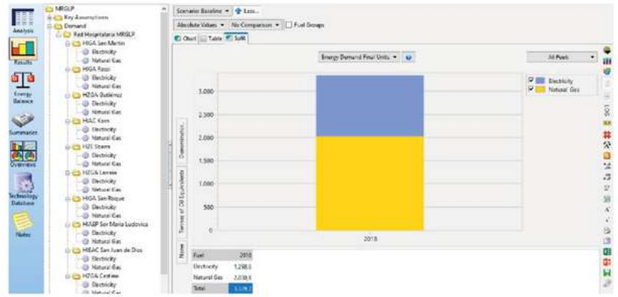


Fig. 3: Consumos totales de la red hospitalaria de la MRGLP discriminados por fuentes energéticas.
Fuente: Elaboración propia.

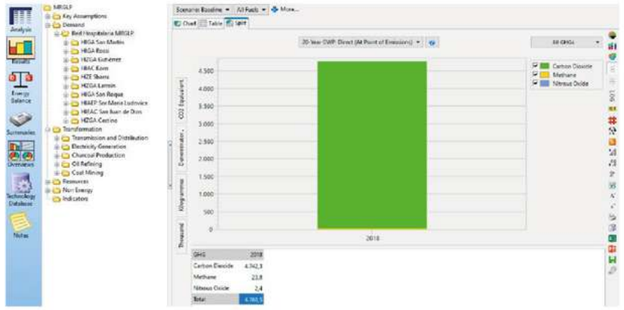


Fig. 4: Emisiones de GEI de la red hospitalaria de la MRGLP.
Fuente: Elaboración propia.

Para exponer la participación de las zonas funcionales en la red de salud analizada se utilizó una hoja de cálculo, donde se sumaron todos los consumos y superficies de cada establecimiento (Fig. 5).

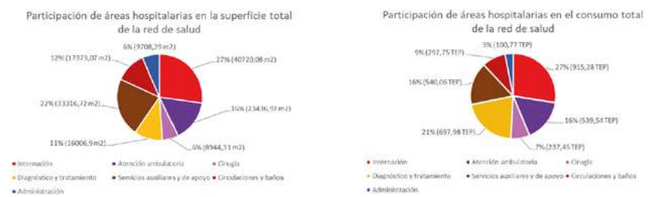


Fig. 5: Participación de las superficies y consumos de las zonas funcionales en la red hospitalaria de la MRGLP. Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Observando las variables energéticas, el consumo teórico, en ciertos casos, expuso similitudes significativas respecto al consumo real. La misma puede explicarse entendiendo que el consumo teórico considera la demanda en climatización, iluminación y el generado por el equipamiento; mientras que el real tiene en cuenta el consumo total de todo el establecimiento, incluyendo otros consumos, como el generado por los motores para el funcionamiento de unidades de tratamiento de aire (UTA) y ascensores; y el de otros equipos, como calderas y termotanques. Así también, es posible que el consumo teórico supere al real, ya sea por la cuantificación de superficies en desuso o inhabilitadas, o que el consumo real supere ampliamente al teórico, lo cual puede explicarse por la realización de actividades inusuales por parte de ciertos establecimientos. En este sentido, establecimientos que pueden representar el primer caso pueden ser el Hospital Zonal Especializado (HZE) “Dr. Noel H. Sbarra” o el Hospital Interzonal Especializados de Agudos y Crónicos (HIEAC) “San Juan de Dios”. Mientras que el Hospital Interzonal de Agudos y Crónicos (HIEAC) “Dr. Alejandro Korn” representa el segundo, ya que la cocina de dicho hospital sirve a otros establecimientos situados en la misma región.

En cuanto a los resultados visualizados en el software LEAP, se expone que la red de salud analizada presenta una mayor utilización de gas natural, aproximadamente un 61% del total, lo cual genera una contaminación por parte de la demanda igual a 4.768,5 x 10^3 kg de emisiones equivalentes a CO_2 al año. Si bien el equipamiento eléctrico no genera emisiones de GEI en esta parte de la matríz energética, sí lo hace en la generación de energía eléctrica, la cual no es considerada en este trabajo. Así también, pudo observarse una mayor incidencia en el consumo energético total de la red por parte de 3 establecimientos hospitalarios: el Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) “Gral. San Martín”, el HIEAC “Dr. Alejandro Korn” y el Hospital Interzonal de Agudos Especializado en Pediatría (HIAEP) “Sor María Ludovica”, con consumos anuales de 867 TEP, 862,7 TEP y 603 TEP respectivamente. Estos se presentan como los establecimientos con mayor cantidad de camas y mayor superficie construida, lo cual resulta coherente si se observan los consumos energéticos.

Finalmente, los valores obtenidos en la participación de las áreas hospitalarias, en el consumo total de la red analizada, manifestaron que internación ocupa la mayor parte con un 27% seguido por diagnóstico y tratamiento (21%). Mientras que las áreas de administración y cirugía representan la menor participación (3% y 7%). Si bien el área de cirugía presenta uno de los valores de consumo teórico específico más elevados (0,77 kWh/m²), su superficie es baja en relación a otras, y en casos como el HZE “Dr. Noel Sbarra”, directamente no presenta áreas con esta actividad. En caso contrario, el área de internación ocupa gran parte del consumo total de la red por su extensa superficie (40.720 m², un 27% del total de la superficie de la red), manteniendo un valor teórico específico igual a 0,57 kWh/m².

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los establecimientos hospitalarios resultan edificios energo-intensivos, se propone aplicar la técnica de escenarios energéticos en el subsector salud, la cual posibilita explorar el futuro a partir de la implementación o no implementación de distintas estrategias, en este caso, orientadas al mejoramiento del nivel de eficiencia energética y al aprovechamiento de energías renovables. En este sentido, el presente trabajo mantuvo como objetivo realizar la primera etapa de dicha técnica de planificación: la construcción del año base en el subsector salud, la cual consiste en exponer el estado energético-ambiental actual de una determinada red de salud.

Para la construcción de la información resutó necesario desarrollar una metodología que permitiera identificar el consumo total de una determinada red de salud, discriminando el uso de fuentes. El uso de dicha metodología permitó, además, obtener valores netos y de participación, a nivel de red, de las distintas zonas funcionales (áreas hospitalarias). En este sentido, con la utilización del software LEAP y el procesamiento de la información mediante una hoja de cálculo, se obtuvieron los establecimientos más consumidores, la fuente energética más utilizada y las áreas hospitalarias con mayor ocupación de superficie y mayor consumo energético.

Los resultados de este estudio manifestaron una mayor participación del gas natural como energía consumida, al mismo tiempo que una mayor participación del consumo en el área hospitalaria internación. De este modo, la climatización se expresa como uso crítico en la red de salud analizada, sobre todo en el período invernal, lo cual puede explicarse por las envolventes edilicias con elevados valores de transmitancia térmica y el escaso o nulo mantenimiento en el sector público (Urteneche et al., 2022).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, y continuando con la construcción de escenarios, se considera necesario formular estrategias que influyan en el mejoramiento del nivel de aislamiento térmico en la envolvente edilicia, mejorar la eficiencia en equipos y luminarias, y aplicar sistemas para la transformación de energía solar en térmica y en eléctrica. Asimismo, se reconoce la necesidad de encontrar nuevas variables en los distintos niveles

de análisis relacionados a las estrategias a formular, con el objeto de realizar cálculos o simulaciones en un nivel de establecimiento para luego llevarlos a una escala de red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Buonomano, A., Calise, F., Ferruzzi, G., & Palombo, A. (2014). Dynamic energy performance analysis: Case study for energy efficiency retrofits of hospital buildings. *Energy*, *78*, 555–572. https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.10.042
· Chévez, P. J. (2017). *Construcción de escenarios urbanos-energéticos a partir de la implementación de estrategias de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial*. Universidad Nacional de Salta.
· Czajkowski, J. D. (1993). Evolución de los edificios hospitalarios. Aproximación a una vision tipólogica. *IV Congreso Latiniamericano y 7° Jornadas Interdisciplinarias de La Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria*.
· Czajkowski, J. D. (2019). *Construcciones Sustentables y ley N°13059* (LAyHS-FAU-UNLP; CIC; MCTI (ed.); 1° edición).
· Discoli, C. A., Martini, I., & Barbero, D. A. (2021). *Quality of Life in Relation to Urban Areas and Sustainability. Application Case: City of La Plata, Buenos Aires, Argentina* (pp. 353–370). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50540-0_18
· EIA. (2016). *Comercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS). Table C1. Total energy consumption by major fuel, 2012*. EIA Web Page. https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/c&e/cfm/c1.php
· Gallopin, G. C., Hammond, A., Raskin, P., & Swart, R. J. (1997). *Branch Points: Global Scenarios and Human Choice.*
· Li, C., Ding, Z., Zhao, D., Yi, J., & Zhang, G. (2017). Building energy consumption prediction: An extreme deep learning approach. *Energies*, *10*(10), 1–20. https://doi.org/10.3390/en10101525
· Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M. S., Martindill, J., Medouar, F. Z., Huang, S., & Wackernagel, M. (2018). Ecological footprint accounting for countries: Updates and results of the national footprint accounts, 2012-2018. *Resources*, *7*(3), 2012–2018. https://doi.org/10.3390/resources7030058
· Martini, I. (2010). *Diagnóstico y mejoramiento de los procesos de gestión edilicia energética productiva en la red de salud*. Universidad Nacional de Salta.
· Martini, I., Rosenfeld, Y., & Discoli, C. A. (1999). Metodología De Cálculo De Las Demandas Edilicias- Educación, Utilizando Diferentes Niveles De Integración. *V Encontro Nacional de Conforto No Ambiente Construido e II Encontro Latino-Americano de Conforto No Ambiente Construido*, 8.
· Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2012). *The limits to growth: The 30-Year Update* (Prisa Ediciones (ed.); Edición 20). Aguilar, Altea, Taurus, Afaguara S.A. de Ediciones, 2012.
· OLADE; CEPAL; GTZ. (2003). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Guía para la formulación de políticas energéticas.*
· Stockholm Environment Institute. (2020). *LEAP: Introduction*. LEAP Website. https://leap.sei.org/default.asp?action=introduction
· Urteneche, E., Fondoso Ossola, S. T., Martini, I., Barbero, D. A., & Discoli, C. A. (2022). Metodología para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia en el sector salud. *Estoa*, *11*(21), 141–153. https://doi.org/10.18537/est.v011.n021.a12

REHABILITACIÓN BIOCLIMATICA. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONFORT BAJO LAS CONDICIONANTES DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO EL CUBO

BIOCLIMATIC REHABILITATION. ANALYSIS OF COMFORT LEVELS UNDER THE CONDITIONS OF ENERGY EFFICIENCY IN THE EL CUBO BUILDING

Miguel Bossi
Leandro Fontanetto
Maria Victoria Tate

FADU—UNL, Santa Fe, Argentina

—
leandrodavidfontanetto@hotmail.com

RESUMEN

Cuando los niveles de confort térmicos no se encuentran dentro de los rangos admisibles en un aula educativa, estos influyen negativamente en la capacidad de concentración de las personas y en el desempeño de los profesores. En el marco de Tesis de grado de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UNL, se realizo un estudio referente a la rehabilitación bioclimática, analizando los niveles de confort, bajo las condicionantes de la eficiencia energética, utilizando como caso de estudio el edificio El Cubo de la ciudad universitaria. Dicho estudio sirvió como insumo para diseñar un sistema de acondicionamiento ambiental de aire acondicionado combinado con una bomba de calor geotérmica. Generando un antecedente a nivel proyectual, de dicho sistema de acondicionamiento ambiental, para la rehabilitación de un edificio ya construido y no cómo se ha observado, en la implementación de construcciones nuevas.

PALABRAS CLAVES: geotérmia – mediciones – temperatura

ABSTRACT

We conceive that when comfort levels are not within the admissible ranges in an educational classroom, they negatively influence people's ability to concentrate and teachers' performance. Within the framework of the degree thesis of the Architecture career of the Faculty of Architecture, Design and Urbanism of the UNL, a study was carried out regarding bioclimatic rehabilitation, analyzing comfort levels, under the conditions of energy efficiency, using as a case study the El Cubo building of the university city. This study served as input to design an air conditioning environmental conditioning system combined with a geothermal heat pump. Generating an antecedent at the project level, of said environmental conditioning system, for the rehabilitation of an already built building and not how it has been observed, in the implementation of new constructions.

KEY WORDS: geothermal – measurements – temperature

INTRODUCCIÓN

Estamos presentando los resultados de la Tesis de grado emprendida en el mes febrero del año 2020 en el marco de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral, de Santa Fe. Fue un estudio referente a la rehabilitación edilicia bioclimática, se analizaron los niveles de confort, bajo las condicionantes de la eficiencia energética, utilizando como caso de estudio el edificio denominado El Cubo, que se encuentra ubicado en la Ciudad Universitaria de la UNL.

La presente investigacion se concibió como aplicada de carácter empírico proyectual, orientada a una intervención concreta en el edificio El Cubo. Cuya hipótesis central fue que, mediante un diseño proyectual de rehabilitación edilicia bioclimática, centrado en las variables higrotérmicas, bajo las condicionantes de la eficiencia energética, se puede mejorar los niveles de confort en el aulario común, El Cubo de la UNL de Santa Fe.

Dicho estudio además de haber aportado conocimientos respecto del estado de hecho térmico del edificio, nos ha permitido identificar que con las intervenciones pasivas implementadas, a lo largo del trabajo realizado no ha resultado suficiente para lograr los niveles de confort ideales.

El trabajo sirvió como insumo para el diseño de un sistema de acondicionamiento ambiental de aire acondicionado combinado con una bomba de calor geotérmica, estableciendo un antecedente para quienes en un futuro quisieran resolver el problema térmico formulado. Y por otro lado nos otorgó la posibilidad de generar un antecedente a nivel proyectual, de este sistema de acondicionamiento ambiental, para la rehabilitación de un edificio ya construido y no cómo se ha observado, en la implementación de construcciones nuevas.

Partimos por entender que cuando los niveles de confort no se encuentran dentro de los rangos admisibles, en un aula educativa, influyen en la capacidad de concentración de las personas, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, como también en el desempeño de los profesores. Es por ello que el eje problematizador de la investigación estuvo vinculado con la posibilidad de proyectar una rehabilitación edilicia bioclimática del edificio “El Cubo” de la UNL de Santa Fe. Dicho edificio es una construcción arquitectónica que se encuentra en funcionamiento desde el 19 de mayo de 2016 y cumple la función de aulario común, con una superficie de tres mil quinientos metros cuadrado y tiene la capacidad de albergar hasta mil doscientos alumnos.

Como usuarios del edifico fuimos testigos a través de las vivencias personales dentro de la ciudad universitaria, y principalmente dentro del aulario común “El Cubo” inaugurado el diecinueve de mayo del 2016 en la Ciudad Universitaria y partimos del hecho de reconocer su estado de disconfort respecto de las condiciones higrotérmicas.

Es importante denotar la contribución que dicho estudio podría brindar a la institución educativa de la Universidad Nacional del Litoral, al plantear una posible solución real a la temática abordada.

METODOLOGÍA

Se planteó un estudio de tipo sincrónico de acuerdo a sus características temporales, ya que el proceso de investigación abordo el problema investigado en un tiempo determinado, período 2018-2021. Según su profundidad fue de carácter descriptivo – explicativo - proyectual, ya que el objetivo fue indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan las variables, proporcionando su descripción, explicación y planteamiento resolutivo superador.

Se buscó comprender, holísticamente el problema investigado, en un sentido de totalidad. Se operó en un proceso en espiral, de combinación de obtención de información empírica certera y análisis categórico. Donde tanto la teoría previa, como los datos obtenidos, permitirán orientar y focalizar el objeto de estudio, construyéndose teoría de base a partir de sumergirse en el terreno empírico y proyectual.

Dado que el estudio se enmarco en una investigación de campo, cuyo contexto corresponde a la Ciudad de Santa Fe y ésta baso su accionar en la recopilación de datos primarios obtenidos directamente de la realidad, se utilizaron como técnica la medición los resultados medibles obtenidos por “las verificaciones de las condiciones de confort referidas a la temperatura en el edificio El Cubo” de la Ciudad Universitaria”, realizadas oportunamente por Fontanetto Leandro (2016)

El método empleado fue a la vez inductivo y deductivo. Inductivo en cuanto procedió mediante la clasificación sistemática de los datos obtenidos durante la observación, con el fin de haber determinado las regularidades que presentan las variables del objeto de estudio. Respondiendo a un diseño no experimental, ya que se basó en la obtención de la información, tal como se nos mostraron las variables, sin nuestra manipulación. Se triangularon la información obtenida por esta doble vía, cotejando las distintas fuentes de información a través de un análisis reflexivo y crítico para llegar al planteamiento proyectual de una rehabilitación bioclimática del edificio “El Cubo” de la UNL de Santa Fe, para mejorar los niveles de confort, bajo las condicionantes de la eficiencia energética.

Hipótesis:

Mediante un diseño proyectual de rehabilitación edilicia bioclimática, centrado en las variables higrotérmicas, bajo las condicionantes de la eficiencia energética, se mejorarán los niveles de confort en el aulario común, “El Cubo” de la UNL de Santa Fe.

DESARROLLO

Para el análisis del estado actual de temperatura y humedad del edificio, se utilizaron dos estrategias. Por un lado se tomó como referencia el trabajo de cientibeca realizado por uno de los integrantes de la presente tesis en el año 2018, titulado: Verificación de las condiciones de confort referidas a iluminación y temperatura en el edificio “El cubo”, de la Ciudad Universitaria, donde durante el periodo de un año se tomaron mediciones de temperatura y humedad dentro de una de las aulas del edificio el cubo. Y como segunda estrategia, se evaluó el edificio utilizando el software Ecotect Analysis.

<u>Estrategia uno:</u>

Se estudió el taller 4 del piso 2, del ala norte del edificio. Las dimensiones del taller son de 16.00 x 10.00 mts aproximadamente y una altura de 3.50 mts, su envolventes norte es vidriada con un DVH (doble vidriado hermético), mientras que su otra envolvente exterior, la oeste, se conforma por un emplacado de roca de yeso, con una aislación interior de lana de vidrio. El aula posee una capacidad aproximada de 120 personas y su sistema de acondicionamiento térmico actual son ventiladores de techo. La altura del plano de trabajo promedio se encuentra a los 0.80mts del nivel del piso, la cual está determinada por la altura de los pupitres.

Dispositivos de medición utilizados.

Para poder realizar las verificaciones de las condiciones de confort térmico dentro del aula, fue necesario contar con dispositivos específicos que permitieran cuantificar y registrar dicha cuestión.

Se pudo acceder a estos dispositivos de medición gracias al Laboratorio de Técnicas y Materiales (LATMAT) donde se encuentran disponibles los dispositivos utilizados en la investigación, y otros modelos que también son útiles a la hora de medir o querer cuantificar otros parámetros de confort.

Dicho laboratorio trabaja de forma articulada con dos de los institutos de investigación de la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral (FADU UNL), el Instituto Regional de Estudios del Hábitat (IREH) y el Instituto de Teoría e Historia Urbano Arquitectónica (INTHUAR). Sus fines se vinculan a acciones de investigación y desarrollo, transferencia al medio y formación de recursos humanos, en relación a los campos

temáticos que lo integran: Patrimonio construido, patologías de la construcción, seguridad e Higiene laboral, auditoría y confort ambiental.

Fig. 1: Testo Data Logeer 174 H y ubicación dentro del aula. Fuente: Elaboración propia

Se propuso la siguiente metodología de medición, la cual puede servir como insumo para otras investigaciones que pretendan realizar este tipo de mediciones dentro de un espacio arquitectónico. En primera instancia se configuró el dispositivo con el software Testo Comsoft. Se programó el dispositivo para que realizara un registro de temperatura y humedad cada un intervalo de tiempo determinado, en este caso una hora.
Una vez colocado el dispositivo, se realizaron las mediciones de forma constante desde el 14/04/2018 hasta 21/07/2018. Por último, se descargaron los registros de las 2642 mediciones que tomó el dispositivo en el periodo de tiempo mencionado.

Resultados:
Con los resultados obtenidos y la determinación del rango de confort térmico aceptables se elaboró el gráfico mencionado anteriormente, el cual resulta fundamental a la hora de poder extraer las conclusiones finales respecto del confort térmico del aula de estudio. La línea roja representa el valor promedio del día de la temperatura interior. La línea verde representa el valor promedio de la temperatura exterior (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional). La zona sombreada representa la zona de confort ideal.

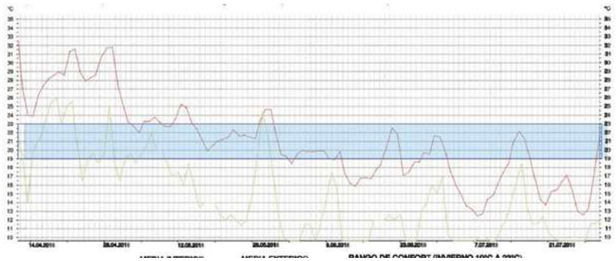


Fig. 2: Temperatura interior y exterior y zona ideal de confort. Fuente: Elaboración propia.

Estrategia dos:
Para realizar el diagnóstico del edificio “El Cubo” se utilizó un software de análisis para el diseño sustentable, con el objetivo de realizar diferentes simulaciones y análisis precisos e integrales del aulario común en cuanto a su funcionamiento energético y bioclimático. De esta forma, gracias a las simulaciones, se logra verificar la calidad de las intervenciones.
Este programa es conocido como Ecotect Analysis, un programa desarrollado por la ya conocida firma Autodesk. El software permite visualizar y simular el rendimiento y comportamiento del edificio teniendo en cuenta su entorno, clima y localización específica. A su vez, proporciona información sobre la eficiencia y la sostenibilidad de diversas alternativas de diseño.

Intervenciones:
A: Pasivas
Para dar solución a la problemática de confort térmico del caso de estudio, se proponen las siguientes intervenciones las cuales se pueden encasillar en el concepto de intervenciones pasivas.

01: Se propone la idea de pintar la malla metálica existente de color blanco como método pasivo. De éste modo se podrá controlar el flujo térmico considerando que los valores de absorción del material disminuirían considerablemente. De éste modo se estaría respetando la esencia del edificio sin mOdificar en grandes rasgos su aspecto exterior.

Fig. 3: Malla metálica. Fuente: Elaboración propia

02: Para las ventanas de las aulas y el hall, se plantea la colocación de films de control solar. Estas películas se aplican a las superficies vidriadas, con el objetivo de reducir la cantidad de radiación solar que atraviesa el vidrio. Entre sus principales beneficios, además del control solar, se destacan:
• La reducción de la radiación y del calor, lo que genera un ahorro de energía y una mejora del confort interior.
• El bloqueo de los rayos UV y la disminución del descoloramiento de objetos.
• La filtración del exceso de brillo y resplandor.
• El control de la radiación solar sin obstruir la vista.

03: Aisalción térmica en techos y paredes orientadas al este y oeste. Se propone intervenir constructivamente las paredes orientadas al oeste y a este, y del mismo modo el techo. La solución propone mejorar el comportamiento térmico de los componentes mediante el proyectado de celulosa sobre el muro exterior, mas cámara de aire en todos los sentidos, como se observa en el siguiente detalle constructivo.

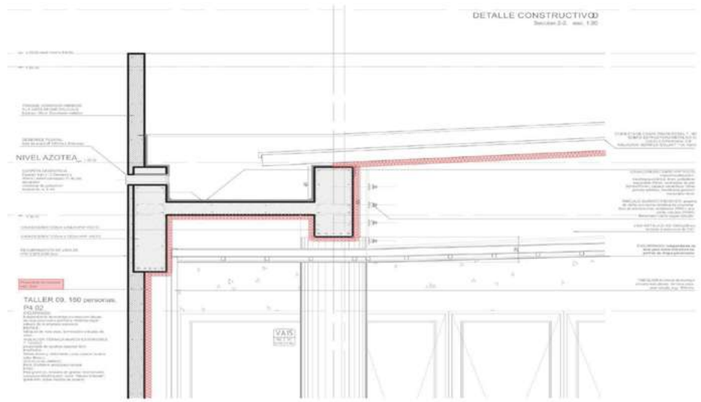


Fig. 4: Detalle constructivo fachada oeste con intervenciones. Fuente: Elaboración propia

04: Para la malla metálica se propone colocar maceteros con vegetación para generar una pared verde que contribuya al confort térmico dentro del edificio. Para el mantenimiento de estas plantas se propone un sistema de riego automático por goteo.

Resultados:
En los siguientes gráficos se observa una comparación de todas las propuestas de intervenciones pasivas. Para obtener estos resultados se utilizó el software Ecotec Analysis, y su objetivo es verificar si dichas intervenciones son suficientes para alcanzar los parámetros de confort deseados. Se propone el segundo piso del edificio como parámetro de comparación, ya que se considera como uno de los pisos más afectado y más utilizado.
Escenario invierno:
La fecha que se propone es el 11 de Julio.

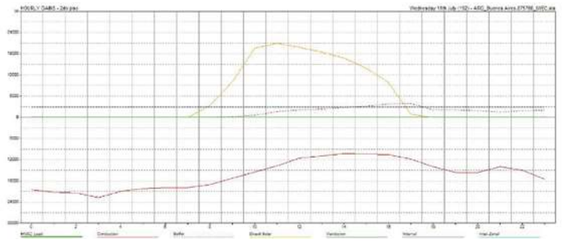


Fig. 5: Ganancias y perdidas de calor horarias segundo piso sin intervenciones.

Fuente: Elaboración propia

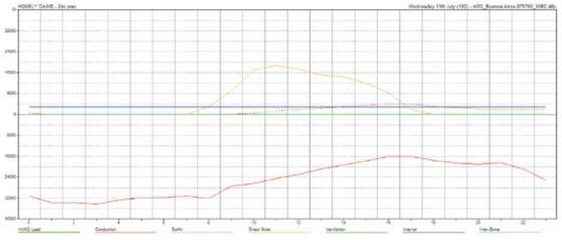


Fig. 6: Ganancias y perdidas de calor horarias segundo piso con intervenciones.

Fuente: Elaboración propia

B: Activas

Para dar respuesta a la problemática de confort térmico, y observando que las intervenciones pasivas propuestas no son suficientes, se propone la utilización de sistemas activos, específicamente de aire acondicionado.

De todos los sistemas activos de aire acondicionado expuesto anteriormente, se utilizó un sistema toda agua con bomba de calor geotérmica. Sus ventajas son que nos permite utilizar cañerías de pequeña sección, para llevar el líquido refrigerado hasta los equipos terminales, siendo el sistema con los ductos menos destructivos en invasivos, además de ser uno de los sistemas más eficientes, y su nivel de ruido dentro de las aulas es mínimo.

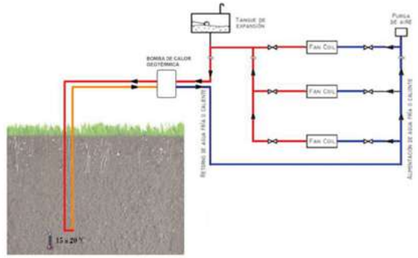


Fig. 7: c

CONCLUSIONES

El diagnóstico del edificio universitario, por ambos caminos y triangulando la información obtenida, se llegó a determinar que el recinto no cumplía con los parámetros mínimos de confort.

Respecto del diagnóstico del edificio se pudo concluir que, los resultados medidos de forma emperican, precisos e irrefutables distan considerablemente de los valores simulados en el Autodesk Ecotect Analysis. Lo cual abre un interrogante respecto de la precisión y fiabilidad de este tipo de programas.

Se propusieron distintas intervenciones pasivas, que se valoraron desde la perspectiva de generar el menor esfuerzo posible, es decir, intervenciones que proponen un cambio mínimo en la estructura del edificio, su composición, como también respetar la estética y el diseño del mismo. También cabe destacar que estas propuestas fueron pensadas desde el concepto de sustentabilidad, con el fin de incidir lo menos posible en la obra sin requerir de grandes intervenciones que demandan un gasto elevado de inversión en materiales, transporte y energía.

Como los resultados de las intervenciones pasivas no alcanzaron las condiciones mínimas de confort interiores, se optó por proponer un sistema de acondicionamiento artificial (activo) que cumpliera con las condicionantes de la eficiencia energética. Para esto se estudiaron diferentes sistemas de aire acondicionado de los cuales se eligió el más eficiente. Este es un sistema todo agua, el cual se combinó con una bomba de calor geotérmica permitiendo así mejorar la eficiencia energética del edificio hasta en un 60%. Este sistema se diseñó y se pre-calculó en pos de cubrir la demanda calórica edilicia, y de este modo alcanzar los niveles de confort térmicos ideales durante todo el año.

Con dicho sistema se logró cumplir con la hipótesis planteada. Llevando los niveles de confort térmicos dentro del edificio a los valores óptimos deseados.

La presente investigacion se establece como un demostrador de dicha tecnología en una rehabilitación edilicia de un edificio público, ya que los antecedentes en nuestro país se concentran en obras nuevas.

Resulta de vital importancia tanto económica, como social y ambientalmente hablando, que las estrategias y los criterios de construcción y diseño bioclimático sean evaluados desde el momento que se realiza el primer trazo en una hoja en blanco para encarar un nuevo proyecto. De este modo no solo se generaría un alto ahorro energético y se garantizaría los niveles adecuados de confort para sus habitantes, sino que, se evitarían posibles modificaciones en los edificios, evitando gastos y modificaciones a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· De Schiller, S., Evans, J. M (2010).Desarrollo y sustentabilidad del hábitat construido. SUMMA+108, Buenos Aires.

· Edwards, B. (2004) Guía Básica de la Sostenibilidad, ed. Gustavo Gili, Barcelona.

· Evans, M., & De Schiller, S. (1991) Diseño bioambiental y arquitectura solar. Buenos Aires: EUDEBA / SEU-FADU-UBA.

· Evans, J. (2010) Sustentabilidad en arquitectura 1. Buenos Aires: Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo.

· Fontanetto Leandro (2018) Verificaciones de las condiciones de confort referidas a iluminación y temperatura en el edificio “El Cubo” de la Ciudad Universitaria. Curso de Acción para la Investigación y Desarrollo de la UNL, convocatoria 2016. Cientibecas Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo Universidad Nacional del Litoral.

· Garzón, B. (2007). Arquitectura bioclimática. Trabajo Fin de Grado Leonila

· Marcelina Mekuy-Nguema. ETS de Ingeniería de Edificación Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

· Givoni B, A. (1969) Man, Climate and Architecture. Elsevier Architectural

· Science Series. Editor Henry J. Cowan. University of Sydney. 444-20039-8. Library of Congress Catalog Card 69-15822

· Gonzalo, G. E. (2015) Manual de Arquitectura Bioclimática y Sustentable. 5ta Edición Nobuko, Buenos Aires.

· Higueras H. (2009). El reto de la ciudad habitable y sostenible, Editorial dapp.

· Izard Eanl L. y Guyot Alain (1983) Arquitectura bioclimática 2ª Edición. México: Editorial Gustavo Gili.

· IDEA. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2012) Guía Técnica. Diseño de sistema de intercambio geotérmico de circuito cerrado. Ahorro de Eficiencia energética en Climatización 14. España, Madrid. Recuperado de https://www.hiberatlas.com/de/willkommen- bei-uns-1.html

· Lúxan Margarita, García de Diego (2004). Arquitectura integrada en el Medio Ambiente. Cuadernos de investigación urbanísticas. ISSN 1886-6454, Nº 41

· Norma IRAM 11603 (2013) Acondicionamiento Térmico de Edificios. Clasificación

PROTOTIPO DE PIEL VERDE MODULAR APLICADO A VIVIENDAS PROCREAR II DE LA CIUDAD DE RESISTENCIA, CHACO

MODULAR GREEN SKIN PROTOTYPE APPLIED TO PROCREAR II HOMES IN THE CITY OF RESISTENCIA, CHACO

Florencia Belén Galizzi
Claudia Pilar
Daniel Vedoya

ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano)

FAU—UNNE, Resistencia, Argentina

—
florenciagalizzi@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo aborda la precaria calidad energética edilicia de los últimos años, generando condiciones de habitabilidad higrotérmica escasas, que no cumplen con los niveles de confort requeridos.
Para demostrar la factibilidad de aplicación de pieles verdes modulares para control solar, mejora ambiental y rehabilitaciones energéticas, se desarrolla un prototipo de piel verde modular, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste, en el ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) y se lo aplica a viviendas sociales del Procrear II.
Se calcula la transmitancia térmica según las Normas IRAM 11.601 y 11.605, y se verifica el incremento en el aislamiento acústico de los cerramientos en los cuales se aplica el prototipo. Los resultados hallados no solo demuestran la eficacia del prototipo, sino que contribuyen al aporte de la sustentabilidad visual en la conformación del espacio urbano.

PALABRAS CLAVES: aislamiento higro-térmico-acústico — producción masiva — sustentabilidad visual — prefabricación

ABSTRACT

This paper addresses the precarious building energy quality of recent years, generating poor hygrothermal habitability conditions that do not meet the required comfort levels.
To demonstrate the feasibility of applying modular green skins for solar control, environmental improvement and energy rehabilitation, a modular green skin prototype is developed, with its own author design by the interdisciplinary team of the Universidad Nacional del Nordeste, at the ITDAHu (Institute of Technological Research for the Environmental Design of the Human Habitat) and applies it to social housing of Procrear II.
The thermal transmittance is calculated according to the IRAM 11,601 and 11,605 Standards, and the increase in the acoustic insulation of the enclosures in which the prototype is applied is verified. The results found not only demonstrate the effectiveness of the prototype, but also contribute to the contribution of visual sustainability in the conformation of urban space.

KEY WORDS: hygro-thermal-acoustic insulation — mass production — visual sustainability — prefabrication

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo aborda la precaria calidad energética edilicia de los últimos años, generando condiciones de habitabilidad higrotérmica escasas, que no cumplen con los niveles de confort requeridos.

A nivel mundial el sector de la construcción consume el 36% de la energía y genera el 39% de las emisiones (IEA, 2018). Por ello resulta un sector sensible para incorporar prácticas sustentables a partir de un mayor compromiso ambiental con fundamentos científicos. La construcción habitualmente se concibe como un proceso "lineal" en el que la materia va de la "cuna a la tumba", lo que resulta insustentable. El enfoque teórico de la construcción sustentable plantea la posibilidad de concebirla desde una perspectiva "circular", intentando un ciclo virtuoso de la "cuna a la cuna" (Braungart y Mcdonough, 2005). Para ello resulta necesario un rediseño holístico en el que se minimice el consumo energético, se haga un uso racional de la materia y se disminuya la generación de residuos a partir de principios como la durabilidad, la reutilización, el reciclaje y la rehabilitación energética.

Para demostrar la factibilidad de aplicación de pieles verdes modulares para control solar, mejora ambiental y rehabilitaciones energéticas, se desarrolla un prototipo de piel verde modular, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste, en el ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) y se lo aplica a viviendas sociales del Procrear II, para luego realizar cálculos aplicados de transmitancia térmica y aislamiento acústico.

La demanda energética residencial

A partir de la revolución industrial el acceso masivo a las fuentes de energía (en su gran mayoría de origen no renovable) ha traído como consecuencia positiva un aumento en las condiciones de confort de grandes franjas poblacionales, pero en contrapartida ha generado un gran impacto ambiental, a partir de la emisión indiscriminada de CO_2 (Dióxido de Carbono) considerado uno de los principales gases de efecto invernadero y el consecuente calentamiento global y cambio climático a escala planetaria.

La toma de conciencia de este proceso negativo y de la construcción como sector clave, ha catalizado en el mundo acciones por rehabilitar el parque edilicio construido.

En la Argentina aún este proceso solo se evidencia en acciones aisladas, pero se considera que en un futuro no muy lejano se hará presente como exigencia normativa. Por ello resulta relevante investigar mecanismos de rehabilitación energética de la construcción considerando la posibilidad de "corregir" los aspectos que hacen que la construcción regional sea altamente ineficiente.

En cuanto a la vivienda social, numerosos estudios demuestran que sus condiciones higrotérmicas en la Región son inadecuadas, lo que genera una demanda permanente de energía auxiliar para sostener niveles mínimos de habitabilidad, con el objetivo de visibilizar la fundamental necesidad de intervención del Estado, en la gestión del acceso a la vivienda, para fomentar al sector privado el empleo de prácticas sustentables y concientizar acerca de la eficiencia energética como responsabilidad y beneficio conjunto en el sector residencial.

Viviendas Procrear II

Figura 1: Viviendas residenciales particulares, Barrio San Expedito y Caraguatá de la Ciudad de Resistencia, Chaco. Fuente: Elaboración propia (2021).

Existe un gran parque edilicio construido (ver figura 1) en la Ciudad de Resistencia, Chaco, referente al sector residencial, que no cumple con la normativa actual correspondiente a los niveles de confort higrotérmico. El mismo fue desarrollado bajo normativas y lineamientos de PROCREAR II (Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Única Familiar), que al contexto actual, quedaron obsoletos y ocasionan en determinados casos, una significativa superficie implicando un elevado consumo energético. A raíz de esto, la rehabilitación energética de estas viviendas sociales se plantea como una estrategia factible, en especial en aquellos casos donde se presente una larga vida útil a aprovecharse, amortizando la inversión inicial realizada (que efectivamente sería más accesible que comenzar un proyecto eficiente desde cero).

Por otro lado, es fundamental destacar que la rehabilitación busca aumentar la vida útil de las viviendas que se encuentren en un estadio inicial o intermedio, para aprovechar la inversión inicial y poder recuperarla en un horizonte a mediano plazo. Esto aseguraría que los usuarios experimenten los beneficios que aportarían las estrategias pasivas y activas aplicadas, continuando con el uso del objeto arquitectónico.

Pieles verdes modulares

Dada la necesidad de brindar soluciones integrales y efectivas a las problemáticas urbanas existentes y con el desafio de cumplir el "Objetivo N° 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles" (ONU, 2015), se propone tratar la estrategia de las Infraestructuras Verdes en la ciudad.

Las Infraestructuras Verdes toman como eje de diseño e implementación a los sistemas de vegetación para incorporarlos a los elementos urbanísticos y paisajísticos. Se definen como el conjunto de sistemas vegetativos naturales y tecnologías verdes que colectivamente proveen una multitud de beneficios ambientales, sociales y económicos (Friends of the Greenbelt, 2017). Permiten el diseño y gestión de una red en el territorio que proporciona un amplio abanico de servicios, mejorando asi la salud y resiliciencia del ecosistema (Naumann y Coronel, 2008).

Este tipo de estrategia de planificación, esta basado en soluciones que toman como base, elementos y principios a los mecanismos de la naturaleza, produciendo un capital natural lo que permite generar soluciones más económicas, duraderas, innovadoras y sostenibles. Esto demuestra la estrecha relación con la Arquitectura Bio-inspirada, haciendo referencia a la manera en la cual los recursos brindados por el entorno le permiten al profesional (en este caso los arquitectos urbanistas), resolver las necesidades de cobijo y protección complejizándolas con los requerimientos del confort. El enfoque biomimético puede ser un camino inexplorado hacia una nueva forma de diseño arquitectónico, tanto para edificios existentes como para nuevas construcciones, basado en el aprendizaje de la naturaleza por sobre la imitación (Benyus, 2012).

Como estrategia de aprovechamiento pasivo y formando parte de las infraestructuras verdes, se plantea la incorporación de envolventes naturadas como revestimientos verticales y horizontales, dado que constituyen la piel a través de la cual los edificios realizan su intercambio energético entre el ambiente interior y exterior.

Las pieles verdes modulares, son sistemas tridimensionales, formados por contenedores, enrejados o paneles con su respectiva estructura portante, permitiendo que se acoplen a las tipologías de las fachadas, pudiendo sus maceteros encontrarse de manera horizontal, vertical o bien inclinados. Su producción industrial es interesante, ya que se minimizan los costos, se reducen los plazos al

concebirse a sus partes de manera inteligente, con el propósito de que al final de la vida útil, reingrese a la naturaleza como nutriente biológico, o se reinserte en la tecnosfera como nutriente técnico, en el paradigma circular "De la cuna a la cuna" (Braungart y Mcdonough, 2005) y optimizan la calidad del producto al tener que pasar por procesos de verificación y control.

METODOLOGÍA

Para demostrar la factibilidad de aplicación de pieles verdes modulares para control solar, mejora ambiental y rehabilitaciones energéticas, se desarrolla un prototipo de piel verde modular, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste, en el ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) y se lo aplica a viviendas sociales del Procrear II.

Se calcula la transmitancia térmica según las Normas IRAM 11.601 y 11.605, y se verifica el incremento en el aislamiento acústico de los cerramientos en los cuales se aplica el prototipo.

Los prototipos de viviendas Procrear seleccionados corresponden a dos modelos de viviendas distintos, los cuales son los siguientes:

· JUANA: (ver figura 2, a la izquierda), vivienda individual para lote de 10 metros de ancho, con dos dormitorios. Este modelo se encuentra localizado en los Jazmines 3930, zona norte de la Ciudad de Resistencia, Chaco. Corresponde a una construcción por administración, en la cual el propietario realizo ampliaciones al modelo original, logrando un partido de 110 m2 de superficie útil.

· MILAGRO: (ver figura 2, a la derecha), vivienda individual para lote de 7,50 metros de ancho, con dos dormitorios. En este caso, la vivienda se encuentra localizada en General San Martín, el interior de la Provincia del Chaco. Corresponde también a una construcción por administración, con un partido de 65 m2 de superficie útil.

Ambos modelos de viviendas, se encuentran en construcción actualmente, por lo que resulta interesante aplicar estrategias de aprovechamiento pasivo para visibilizar la mejora implícita, que llevaría a una mejor calidad edilicia constructiva y por ende un consumo energético razonable, responsable y amigable con el medio ambiente. Por otro lado, se destaca la particular complejidad presentada en cada vivienda, lo que las convierte en modelos sumamente diferentes. El modelo Juana cuenta con un cerramiento horizontal de chapa trapezoidal, mientras que el modelo Milagro posee losa de vigueta pretensada.

Figura 2: A la izquierda, modelo Juana de 110 m2. A la derecha, modelo Milagro de 65 m2. Plantas de arquitectura y modelado 3D de sus fachadas. Fuente: Elaboración propia en base a Modelos de Viviendas, Ministerio de Desarrollo Territorial y Hábitat (2022).

DESARROLLO

Sistema plantAR

El prototipo "plantAR", constituye una piel verde modular de diseño propio de autor, factible de ser empleado como revestimiento vertical (paredes) y horizontal (cubiertas), recomendado especialmente para exteriores con asoleamiento medido (ver figura 3). Su denominación parte de la idea de identificarse intuitivamente, con un vocablo fácil de comprender y que refiera inmediatamente a la vegetación. Por otro lado, se enfatiza el sufijo "AR" para reforzar el patrimonio nacional de los ciudadanos.

Figura 3: Sistema plantAR y su coordinación modular. Fuente: Elaboración propia.

Su paquete constructivo posee lo siguiente:

· Bastidor modular: listones de 1x1" de madera virgen, tratada y curada en autoclave, vinculados mediante clavos de 1". El mismo adopta la medida del módulo verde de 0,30 x 0,40 m, admitiendo la replica del mismo en ambos sentidos. En este caso, se presenta al módulo replicado tres veces en sentido vertical, por lo que toma una medida de 0,53 x 1,30 m.

· Modulo verde: de 0,30 x 0,40 m con tablas de ½", el cual contiene la capa impermeable (policlorulo de vinilo, PVC de 10 mm), seguido de la capa de separación (membrana asfáltica), capa de plantación con sustrato (bandejas de plástico P5 recuperadas de fiambrerías y carnicerías), especies vegetales y contención del sustrato (fieltro de 3 mm). Este modulo se encastra en el bastidor mediante clavos de 2".

· Especies vegetales: se opta por utilizar crasas, también conocidas como suculentas. Sus raíces, tallo u hojas se han engrosado para permitir el almacenamiento de agua en cantidades mayores. Esta adaptación les permite mantener reservas de líquido durante períodos prolongados, prescindiendo del riego y tolerando el mínimo espesor de sustrato presente en las bandejas de plantación.

Todos sus componentes implican traslados mínimos de poco volumen y bajo peso (ver figura 4), conformando un proceso de prefabricación liviana ya que de la fábrica fija son distribuidos directamente a los puntos de montaje. Son materiales de construcción de fabricación local (500 km), ya que se encuentran dentro de la Ciudad de Resistencia y la distancia de traslado es mínima por lo que se disminuye también la huella de carbono, incentivando la economía local de los viveros, ferreterías y corralones. A partir de la organización y racionalización del sistema, como afirma Vedoya (2019) se logra un balance de los recursos para una óptima realización y un eficaz rendimiento.

El diseño innovador del sistema permite adaptarlo a obras nuevas como asi también en remodelaciones y rehabilitaciones energéticas de edificios existentes, otorgándole versatilidad y flexibilidad funcional.

Figura 4: Componentes del Sistema plantAR. Fuente: Elaboración propia.

Aplicación del sistema plantAR

Para verificar el significativo aumento con respecto al aislamiento térmico y acústico que aporta el sistema plantAR, se procede a ubicar el prototipo de acuerdo a estrategias de diseño bioclimáticas en los modelos de vivienda (ver figura 5).

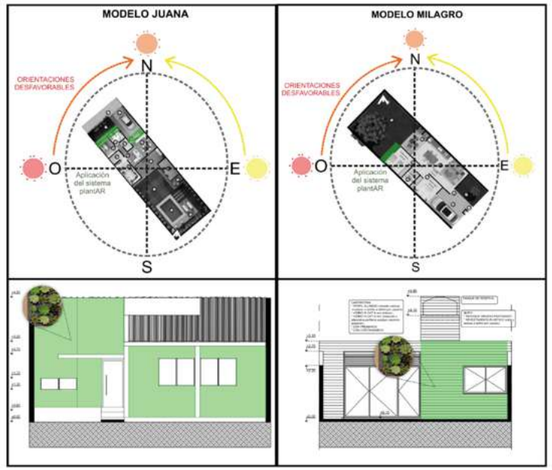


Figura 5: Esquemas bioclimáticos de los modelos de vivienda. Fuente: Elaboración propia (2022).

Para ambas viviendas, se aplica el sistema plantAR en los paramentos que reciben las orientaciones más desfavorables (noroeste). En el caso del modelo Juana, se coloca al prototipo en el cerramiento vertical correspondiente al dormitorio, oficina-estudio y en aquel donde se ubica el acceso y la cocina.
En el modelo Milagro, la envolvente modular verde se posiciona en el cerramiento vertical del dormitorio, ubicado en el contrafondo de la vivienda.

Verificación del aislamiento térmico y acústico

La aplicación del verde en paredes y techos constituye una estrategia de diseño utilizada para combatir gran parte de los problemas actuales que enfrentan las ciudades, producto de su densificación urbana, crecimiento desmedido y cada vez más condiciones adversas que afectan al hábitat y a la calidad de vida.
Para verificar el significativo aumento con respecto al aislamiento térmico que aportan, se procede al cálculo de la transmitancia térmica según las Normas IRAM 11.601 y 11.605 de lo siguiente, para luego compararlos y establecer conclusiones:

· Cerramiento vertical de mampostería con ladrillo cerámico hueco y luego con el sistema plantAR de ambos modelos de viviendas.

Además, se realizo la verificación del incremento en el aislamiento acústico para las dos viviendas.

Cálculo 1 y 2: Cerramiento vertical con mampostería de ladrillo cerámico hueco y luego con el sistema plantAR (ver figura 6)

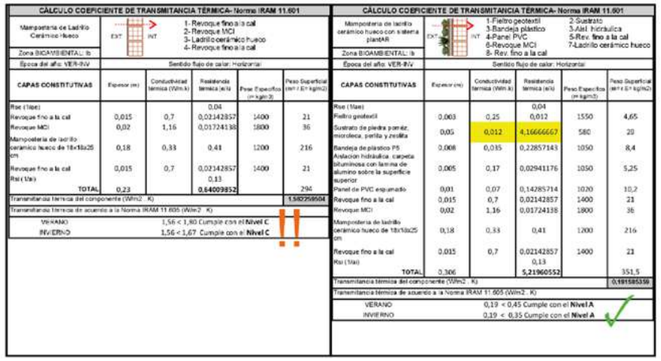


Figura 6: Cálculos coeficientes de transmitancia térmica en cerramiento vertical con mampostería de ladrillo cerámico hueco y posterior con el sistema plantAR. Elaboración propia en base a Normas IRAM 11.601, 11.605.

Cálculo 3 y 4: Aislación acústica de cerramiento vertical con mampostería de ladrillo cerámico hueco y luego con el sistema plantAR (ver figura 7)

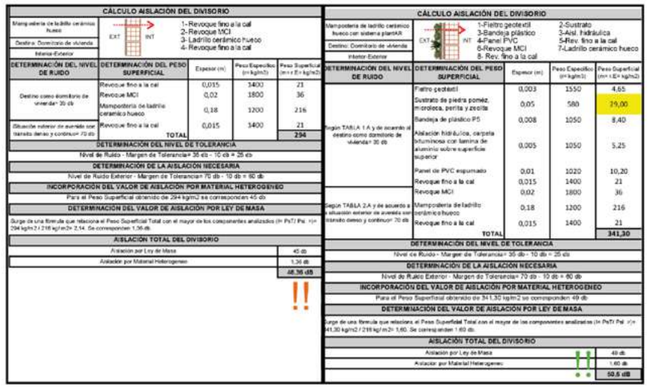


Figura 7: Cálculo aislación acústica cerramiento vertical con mampostería de ladrillo cerámico hueco y posterior con el sistema plantAR. Elaboración propia en base a Normas IRAM 11.601, 11.605 y Guía Práctica de Instalaciones II (2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cálculos 1 y 2: En el primer caso, el valor hallado correspondiente para ambos modelos de viviendas al tener el mismo paquete constructivo, cumple con el Nivel C de las condiciones de confort higrotérmico en ambas estaciones, y si bien no excede este parámetro, se esta trabajando con lo mínimo referente al confort.
En el segundo caso, al aplicar el sistema plantAR, se corrobora la eficacia de su aislamiento térmico al obtener un valor que cumple con el Nivel A de las condiciones de confort higrotérmico, siendo el mismo incluso mucho menor que el valor de referencia.
El elemento encargado de hacer la diferencia es la capa de sustrato y vegetación, que por su baja conductividad térmica aumentan la Resistencia Total del cerramiento, obteniendo de esta manera un menor Coeficiente K. El valor de la conductividad térmica (λ= 0.012 W/m.k) que se toma para los cálculos de la transmitancia térmica del sustrato, ha sido obtenida de un estudio sobre el cálculo de la conductividad térmica equivalente en la cubierta ecológica, realizado por María V. Machado, Calina Britto y Javier Neila en 2004 (Iñigo, 2017). Cable aclarar, que el bastidor modular del sistema plantAR no se encuentra considerada en el cálculo, debido a que el mismo se coloca cada cierta distancia, no siendo una capa continua en todo el paramento.

Cálculos 3 y 4: En el primer caso, el valor hallado como aislación total del divisorio representa el 76% de la aislación acústica necesaria, y si bien son parámetros aceptables, se comprueba que al incorporar el sistema plantAR se mejora el aislamiento acústico cubriendo el 84% de la aislación necesaria, lo cual se traduce en un aumento de 5,24 dB. El elemento encargado de marcar la diferencia es la capa sustrato, la cual incrementa de manera considerable el peso superficial total.

CONCLUSIONES

A partir de los lineamientos establecidos por la Eficiencia Energética, que acorde con Hawken, Lovins y Lovins (1999) la misma resulta el balance entre los recursos involucrados y los obtenidos, con el objetivo de hacer más con menos o igual recursos; la rehabilitación energética se presenta como otra alternativa a utilizarse en el sector residencial.
Desde ampliar la vida útil de las edificaciones y disminuir los consumos energéticos, la rehabilitación implica mejorar holísticamente, contemplando factores ambientales y con miras a “corregir” problemáticas existentes.
El espacio público pasara a ser un lujo, por lo que es menester comenzar a re-

habilitar el patrimonio edilicio existente por medio de estrategias de diseño y planificación, donde la infraestructura verde se presenta como uno de los ejes primordiales a incorporar. Dentro de esta herramienta, las envolventes naturadas constituyen la piel a través de la cual los edificios realizan su intercambio energético entre el ambiente interior y exterior.
Mediante los cálculos realizados, se verificó que el uso de envolventes verdes sobre obras existentes y nuevas aumenta el aislamiento térmico y acústico de los mismos. Este aporte permite sistematizar las mismas para implementarlas ya desde la etapa proyectual y de diseño, considerando que son estrategias pasivas con amplias ventajas a la hora de mejorar los niveles de confort higrotérmicos. De esta manera se obtiene que cuanto mayor sea el espesor y densidad del sustrato, mayor será el colchón de aire encerrado que cumple el efecto de un aislante térmico- acústico. En consecuencia, al aumentar el aislamiento térmico se disminuye por ende el consumo energético por parte de sistemas de refrigeración y calefacción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Benyus, Janine M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores S.A.
· Braungart, M. y Mcdonough, W. (2005). *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas.* Madrid: McGraw Hill.
· Evans, J. (2010). Sustentabilidad en Arquitectura. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo.
· Friends of the Greenbelt, F. (2017). *A Green Infrastructure Guide for Small Cities, Towns and Rural Communities.* Ontario.
· Guía Práctica de Instalaciones II (2019). Aplicación de herramientas de cálculo. Ciclo 2019.
· Hawken, P; Lovins, A y Lovins, H (1999). *Una ruta hacía el capitalismo natural*. ISSN 0717- 9952, Vol. 86, Nº. 6, 2008, págs. 68-82.
· IEA (2018). *IEA Energy Efficiency 2018 and World Energy Outlook 2018*. Recuperado de: https://www.eceee.org/static/media/uploads/site2/Events/181127PolicySeminar/kevin_lane_se minar_27nov.pdf
· Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM): Normas 11601, 11603, 11605.
· Iñigo Cruz Alba (2017). La cubierta verde como mejora del comportamiento energético en Alicante.
· Naumann, C., & Coronel, M. (2008). *Atlas Ambiental del Paraguay.*
· ONU, Organización de las Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* https://documents-dds- ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement
· Vedoya, D (2019). *Unidad temática 1: Antecedentes y condicionantes de la industrialización de la construcción*. Construcciones II, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste.

ETNOGRAFÍA Y PRÁCTICAS ENERGÉTICAS EN CULTURAS CONSTRUCTIVAS NÓMADES DESERTÍCAS. CASOS DE VIVIENDA SOCIAL DE ADOBE EN LAVALLE Y VALLE DEL DRAA.

ETHNOGRAPHY AND ENERGETIC PRACTICES IN DESERT NOMADIC CONSTRUCTION CULTURES. CASES OF ADOBE SOCIAL HOUSING IN LAVALLE AND DRAA VALLEY.

Maria Laura Giovino
Leticia Katzer

Instituto de Ciencias de la Tierra – ICES

CONICET— UNCUYO, Mendoza, Argentina

—
mlgiovino@gmail.com

RESUMEN

¿Cómo las prácticas energéticas están atravesadas por las prácticas constructivas y culturales? Este trabajo se propone reflexionar sobre las relaciones entre cultura, técnicas constructivas y prácticas energéticas comparando dos contextos culturales desérticos: el secano de Lavalle (Argentina) y la región del desierto del Dráa (Marruecos). Si bien estos dos contextos agrupan poblaciones étnicas distintas –los Huarpes y los Berebere- hay ciertos patrones comunes como la manifestación del modo desértico/nómade de vida. El modo de abordaje del trabajo de campo integra diversas metodologías: la observación directa participativa, la representación gráfica, y las etnografías colaborativas. La arquitectura vernácula en ambos casos demuestra cómo en los modos de construir sus viviendas se optimizan las posibilidades y recursos locales en función de configuraciones epistémicas particulares propios de las espacialidades desérticas y nómades. Concluimos que la instrumentalización de tecnologías sociales identificadas en los contextos abordados, presentan bajos consumos energéticos y resultan eficientes en un sentido tanto ambiental como cultural.

PALABRAS CLAVES: arquitectura vernácula – energía – bioconstrucción – hábitat – etnografía

ABSTRACT

How are energetic practices crossed by constructive and cultural practices? This paper aims to reflect on the relationships between culture, construction techniques and energetic practices by comparing two desert cultural contexts: the drylands of Lavalle (Argentina) and the Dráa desert region (Morocco). Although these two contexts group different ethnic populations - the Huarpes and the Berbers - there are certain common patterns such as the manifestation of the desert/nomadic way of life. The fieldwork approach integrates different methodologies: direct observation and collaborative ethnographies. The vernacular architecture in both cases demonstrates how the ways of building their dwellings optimize local possibilities and resources according to epistemic configurations typical of desert and nomadic spatialities. We conclude that the instrumentalization of social technologies identified in the contexts approached, provide low energy consumption and are efficient in both an environmental and cultural sense.

KEY WORDS: vernacular architecture – energy – bio-construction – habitat – ethnography

INTRODUCCIÓN

El habitar y la espacialidad son tema que se han abordado y reflexionado principalmente en el campo de la arquitectura la cual entiende generalmente la espacialidad en el sentido euclidiano[1] (Abásolo Llaría, J.; 2021). La transdisciplinaridad reflexiona en el habitar y en el espacio desde otras disciplinas, enfoques, y perspectivas. José Abásolo Llaría refiere a el espacio como una construcción social la cual es determinada por sus habitantes, prácticas, modos de existir propios de cada cultura. Desde este enfoque surge un puente entre la etnografía y arquitectura. Uno de los antecedentes relevantes son los estudios del arquitecto japonés Kon Wajirō quien pone en discusión los cruces entre etnografía y arquitectura desde "los enfoques metodológicos asociados al campo emergente denominado Architectural Ethnography" y José Abásolo Llaría reflexiona acerca del rol del arquitecto como etnógrafo (2021). La arquitecta Momoyo Kaijima estudia, reflexiona y proyecta desde las formas de la arquitectura cotidiana y vernacular nuevas propuestas arquitectónicas y teorías desde el enfoque interdisciplinario y en la arquitectura etnográfica (Colombano, 2015). Poner en relación la arquitectura y la etnografía implica observar las materialidades que componen las espacialidades, las relaciones con el entorno y significados para "aprender a ver" el mundo habitado y construido (Acosta Paez et all; 2021). Observar las practicas energéticas que suceden dentro de una cultura constructiva determinada implica de acuerdo con Simonnet; Potié (1992 en Tomasi et al 2020) "la compresión de la arquitectura desde sus procesos de producción, considerando el universo de saberes y prácticas (…) involucra las concepciones sobre el ambiente y los recursos disponibles, hasta las técnicas (…) pero también los modos de habitar, las significaciones, valores y ritualidades".

En los contextos rurales y desérticos, donde existen modos culturales híbridos entre las formas pre-industrializadas y los estilos de vida actual es que toma importancia observar las prácticas energéticas a modo de indagar sobre los consumos y el balance energéticos de la vivienda de acuerdo con una arquitectura vernácula, una cultura constructiva adaptada a las condiciones del desierto, la vida nómada y materialidades constructivas especificas como la tierra. Es entonces que la cultura influencia los modos de vida y con ella sus prácticas constructivas y practicas energéticas. Tanto para el caso de los bereberes como de los Huarpes, las viviendas estudiadas responden a una forma de arquitectura tradicional, heredada y vernácula. Se construyen las viviendas con los materiales del lugar, en este caso la tierra, ejecutándose adobes.

La tierra es un material abundante en el lugar, de bajo costo y ecológico en tanto "no se fabrica ni se transporta y una vez destruida la vivienda, la tierra retorna a la tierra y puede reciclarse de manera indefinida" (CRAterre, 2016). Esta ultima propiedad permite la ciclicidad del hábitat y del material, incluso es parte de la episteme nómada del desierto. El habitar nómade ligado a lo cicliclo, el no sentirse propietarios de la tierra sino sus moradores, cuidadores. Las viviendas construidas en tierra permiten brindar un hábitat de sombra y refugio de clima inhóspito como sucede las altas temperaturas del clima desértico. Así también contribuye a brindar soluciones a los problemas de crisis energética por los grandes consumos de energía por refrigeración para poder alcanzar las temperaturas entre los rangos de confort térmico y que además serían opciones costosas en términos económicos. Los modos de existir propios del desierto, para los casos de estudio seleccionados, habitan la penumbra. Según Ruiz (2015) es importante considerar las nociones del hábitat en la penumbra como una medida de enfriarse de la temperatura exterior. (…) "vivir en la penumbra de las viviendas permite reposar la vista y refrescar el cuerpo, haciendo más soportable el exceso de la temperatura reinante". Es decir, se busca refugiarse del extremo sol.

En el desierto habitado por las culturas Huarpes y Berberes el modo de vida es nomade. Existe cierta unanimidad en definir el nomadismo como un modo de vida (Schweitzer et al., 2000, Gilbert, 2007, 2012; Marchi, 2010). El modo de vida o estilo de vida nómade "refiere a la vida organizada alrededor de un patrón cíclico o estacional" (Gilbert, 2007: 682) y "lo que conecta las diferentes formas de nomadismo es la idea del movimiento de un lugar a otro por fuera de la existencia de un territorio fijo o permanente (ídem: 684). El nomadismo se encuentra absolutamente estereotipado, estigmatizado y negado de igual modo que los están los
«desiertos». Un prejuicio instalado es considerar el territorio nómade como «desierto» entendiendo por este, en un sentido jurídico y político, a un espacio «nulo», vacío de gente y de productividad (Katzer, 2021, p.163). Históricamente las espacialidades desérticas y nómades han sido cualificadas negativamente, atribuyéndoseles significados de inferioridad, atraso, miseria y primitividad (Katzer, 2018). Las culturas construtivas en tierra no solo se disponen como una tradición que pudo afrontas las influencias los materiales industrializados y el hábitat que este configura, sino que como señala Tomasi et al (2020) "la tradición no es un hecho estático, sino la actualización en el presente de las prácticas históricas".

De aquí la arquitectura y etnografía se cruzan para poder abordar los estudios de las prácticas energéticas y constructivas que caracterizan entonces no solo a la vivienda en sí misma sino a una práctica energética, una cultura constructiva y una determinada manera de producción del hábitat nomade.

A su vez, la selección de los casos de estudio responde a la importancia de haber realizado experiencia de campo y vivenciar el ser y estar en el área y cultura de estudio. A partir de compartir con el otro, (y no de extraer un dato) sino de vivienciar los modos de habitar encarnado las practicas culturales es que se comprender de manera más profundas las dinámicas entre el ser y construir la espacialidad.

El objetivo del trabajo es analizar las prácticas energéticas de los habitantes en zonas áridas del desierto a fin de contribuir a la reflexión de la incidencia de los aspectos culturales y los estilos de vida en los balances energéticos de las viviendas construidas con la tecnología de tierra. Se busca contribuir al aporte de la reflexión de la arquitectura etnográfica en relación con la energía, la cultura constructiva en tierra, y las epistemes nómadas.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este trabajo busca la integración transdiciplinar a través de métodos cualitativos y experiencias de campo. Se consideró entonces la estrategia de cruce de los diferentes campos disciplinarios en un análisis transversal de las disciplinas ambientales, energéticas y antropologicas que se vinculan en los campos de la arquitectura. Para el abordaje del estudio de las prácticas energéticas se adoptó la estrategia de casos de estudio. En primer lugar, se consideró la importancia de la experiencia en campo a través de la propia vivencia, del compartir con sus pobladores que se pudo comprender los parámetros específicos de los casos de estudios. Es a partir del enfoque etnografico colaborativo donde la experiencia empírica en el terreno que surge del compartir, conversar con los residentes locales que hemos elegido las viviendas relevantes para nuestro análisis. La entongrqafia colaborativa entendida como experiencia, proceso y texto (Katzer, 2018) y como vivencia y dibujo. Por lo tanto, el enfoque metodológico nació en el campo. Se acompaña las metodologías como la observación directa, los relevamientos de las viviendas y de los consumos energéticos de la vivienda. Se realizaron además entrevistas, y recolección de datos como facturas de consumo de electricidad, agua y la documentación necesaria. Parte del enfoque etnográfico refiere a la vivencia propia del disfrute de compartir con el otro (Malinowsky, B.,1972 [1922]). Surgió de la invitación de los pobladores locales su invitación a incorporar sus modos de vida y cultura.

El analisis energético descrito de manera cualitativa se inspiró en los procedimientos de auditorías energéticas de acuerdo con las normativas, regulaciones térmicas y de construcción de bajo consumo de energía que se aplican de manera internacional.

DESARROLLO

- Caracterización de formas nómadas de habitar y las culturas del desierto.

Desierto y nomadismo son significantes que han sido reconocidos desde ciertas filosofías del espacio como "epistemes". Para estas filosofías, el desierto tiene una fisonomía, una microfísica específica: el desierto carece de "forma orgánica"; está hecho de materias diversas, móviles, fluctuantes, desorganizadas que deshacen la figura y trazan sendas de indeterminación (Katzer, 2018, 2021). Desierto no es lugar de la diferencia, sino que es el espacio de lo diverso, de la singularidad de lo múltiple, de los agenciamientos, del devenir imprevisible de la alteridad. En el Archipiélago, Cacciari refiere al pueblo errante como pueblo por esencia desierto, extranjero en todas partes, condenado a una absoluta relación espectral con la tierra. La lógica del nomadismo es, en palabras de Derrida (1996), asedio (hantise) y destinerrancia; es viaje, peregrinaje sin meta final ni lugar de arribo calculado y definitivo; es la "itinerancia espectral". El espacio del desierto carece de centro y origen, no tiene rutas principales, carece de propiedades y de género; carece de rumbos definidos; solo está atravesado de sendas y huellas que se borran y se desplazan con las trayectorias y contingencias de quienes transitan; es el lugar de lo infinito, como señala Horacio Potel (2008).

Fig. 1: Imagen del secano lavallino.

Fuente: Fotografía del equipo de producción del documental Nómadas (octubre de 2016) (INCAA). (Katzer, 2016)

Fig. 2: Imagen del desierto del Sahara

Fuente: Fotografía en trabajos de campo (Giovino, 2016).

La vivienda nómade, temporaria fue, en los registros etnográficos clásicos, blanco de imputación racista y de catalogación de progresiva e inevitable desaparición. Así se expresa en un higienista mendocino de fines de siglo XIX, al afirmar que "la historia de la habitación se confunde hasta cierto punto con la historia de la civilización". La vivienda natural hecha, "[sin] los requisitos modernos", es siguiendo a Zamorano (1950: 97) "testimonio anacrónico" de una etapa superada (1950: 93). En el valle de Draa, durante el andar en el campo (Giovino, 2016) se detectaron una gran cantidad de kasbah abandonadas. Los testimonios del lugar afirmaron que los jóvenes tienden a dejar los modos de vida heredados para mudarse a los centros urbanos, modernos e industrializados. Es gracias a la revalorización como patrimonio que se pudieron restaurar las antiguas viviendas en tierra.

En el desierto, la "itinerancia espectral" es parte de la forma de encuentro con el otro. Es a partir de la huella, del rastro; donde salir al encuentro es ir en busca de su espectro que pasó y dejo una huella, el espectro en sentido derriniano (Katzer,2018, 2021). En la fig.1 y2 se puede observar las huellas que quedan en la arena donde se diseñan y trazan los caminos en la medida que se anda. La idea de movimiento está implícita, tanto del que pasó como del que vuelve a pasar y encuentra y observa el rastro, como así también el movimiento del entorno, el movimiento del viento que puede borrar aquellos rastros con la misma arena. Es un entorno dinámico, donde es fácil perderse, las dunas se mueven y cambian[2].

> ¿Qué significa vivir en el desierto? "La liberte. Il n'y a pas de protocole. Tout est simple". Traducctión : La libertad. No hay protocolo. Todo es simple. (Testimonio de mujer Berbere, Ouarzate, 2022)

La unidad residencial y productiva es para el caso del secano de Lavalle, la del "puesto"[3], "rancho". Para el caso de los Berbere, la unida habitacional es la "Kasbah"[4] y la" Haima"[5].

Fig. 3 a: Habitaciones edificadas en quincha. Fig. 3.b-: Haimas

Fuente: a- Foto del equipo de producción del documental "Nómadas" (2016). b- Foto (Giovino, Sahara, 2016)

La práctica nómade expresa y se expresa también en la forma de construcción habitacional. Las telas y alfombras son un elemento fundamental en la forma de apropiación de los espacios y que permiten desplazarlos por su liviandad. Se facilita el poder montar y desmotar los elementos arquitectónicos en un sitio (Fig. 3). La materialidad y el modo de vivir nómada se ligan profundamente siendo consecuente en las formas de producción de la vivienda y en el uso de sus instalaciones. Las utilizaciones de garrafa, chimeneas, provisión eléctrica para artefactos de iluminación, provisión de agua se ven afectados de acuerdo con los usos, recursos, formas y comportamientos que se determinan por las prácticas y hábitos, por ende, tiene consecuencias en los consumos energéticos. La episteme nómade/desértica vertebra lógicas (cómo se piensa), saberes (positividades) y prácticas (lo que se hace) específicas que en conjunto se orientan a exponer los flujos múltiples y móviles de la materialidad (Katzer, 2018). Habitar en el desierto implica una dinámica de movimiento de zonas áridas a zonas irrigadas, es decir, de la vida en torno a los oasis y al movimiento como así también habitar el desierto implica buscar la sombra y habitar la penumbra.

- Prácticas energéticas y balance energético de las viviendas

· CASO 1 – Vivienda Huarpe en Asunción

Caracterización de la vivienda.

La vivienda esta construida con adobes de 26 cm de espesor. El techo es de caña y tierra sobre una estructura en madera. Los revoques se hacen con "guadal" que es una arcilla natural del lugar. La vivienda se orienta al norte cubriendo la misma fachada con una galería evitando la incidencia solar como se observa en la fig. 4.a. El hábitat hogareño también implica el patio, los corrales, el horno de barro en el exterior. Cuentan con diversos animales como chanchos, cabras, gallinas, caballos. Las actividades diarias están condicionadas a las rutinas de pastoreo de las cabras como de las estaciones de cría, apareo de los animales como también de los periodos de cosecha.

Fig. 4: a- Vivienda Huarpe. B- Esquema de planta Fuente: Fotografías durante el trabajo de campo (Giovino, 2021).

La ventilación es natural y cruzada. Todos los espacios tienen ventanas, pero ninguna se ubica en las fachadas este ni oeste. El acondicionamiento térmico de la vivienda en invierno emplea la forma de calefacción a través de una chimenea. “Hay fuego permanente” (testimonio Huarpe). Se aprovecha el fuego para cocinar en invierno. Los adobes acumulan el calor tanto el emitido por el fuego en el interior como del calor recibido sobre la fachada exterior por la radiación solar durante el día gracias a la inercia térmica de la tierra que componen los adobes. En verano no se refrigera la vivienda, sino que se habita la penumbra en el interior. La vivienda no esta diseñada para contar con ingreso de radiación solar directa, la iluminación natural es indirecta. Se complementa la iluminación interior de manera artificial con las lámparas bajo consumo que se alimentan por el tendido eléctrico. Se detectaron una lampara por habitación. El ACS consiste en calentar el agua en ollas en la chimenea y prefieren buscar leña[6].

Balance de consumo

Para el sistema de calefacción se utiliza biomasa es el principal recurso que utilizan para cubrir las necesidades que requieren un gasto energético, como se mencionó para el calentamiento de la vivienda y del ACS. El fuego que utilizan para calentar el agua caliente para la ducha se aprovecha para calefaccionar la vivienda. Mientras que el consumo de gas es suministrado por garrafas que se utilizan solo en verano, de manera de evitar calefaccionar la vivienda con el fuego. Por lo tanto, se emplea el gas para el uso de ACS en verano y cocción de alimentos. Para la ducha se usan 12 litros de agua. Con 4 kilos de leña se calefacciona el agua para un termotanque de 18 litros. Tienen termotanque eléctrico, pero no se utiliza por el gasto económico que les implica el consumo. La electricidad proviene de la red eléctrica del departamento de San Martín. Por ultimo, el agua proviene del pozo comunero situado en la escuela a cercania de la vivienda y la cual llega por la pendiente natural del terreno al situarse en una zona mas baja.

· CASO 2 – Casa vernácula en Merzouga

Caracterización de la vivienda.

En este caso se trata de una familia nómada Berbere que se ha asentado en cercanias del oasis. Los espacios de la vivienda se disponen centralizando un espacio principal que funciona como living-comedor- espacio para dormir la siesta rodeado por habitaciones en cada lado. Esta distribución replica la forma de organización espacial de la Haimas. Es decir, que se mantiene la disposición del espacio del hábitat nomade del desierto en la organización del espacio en la vivienda en adobe. La envolvente se constituye de muros de adobe de 45 cm de espesor con una estructura de hormigón armado con una viga de encadenado en la base y una platea de hormigón. El techo es de caña y tierra sobre una estructura en madera. En la fig.5 se observa el exterior y el interior de la vivienda.

Fig. 5: Vivienda Berbere

Fuente: Fotografía durante trabajos de campo (Giovino, Merzogua, 2016).

La ventilación es natural. El aire puede circular por toda la vivienda y todas las habitaciones tienen ventanas. La vivienda no cuenta con un sistema de calefacción forzado ni mecánico, sino que la vivienda permanece en sombra evitando la incidencia y ganancia solar de esta manera evita el aumento de la temperatura interior. Lo complementan con un aire acondicionado portátil con electricidad y agua. En invierno, los habitantes utilizan garrafas para calefaccionar. El agua caliente sanitaria se caliente mediante el gas provisto en garrafa. Para una ducha, se emplean 10lt de agua caliente. La iluminación artificial consta de lámparas de bajo consumo, identificamos un total de 10 lámparas en toda la vivienda. Esta vivienda cuenta con escasas aberturas. La entrada de luz es de manera indirecta en cada ambiente. El espacio interior es una zona sombreada donde los residentes pueden protegerse de la fuerte radiación solar por lo que todas las aberturas están orientadas de modo de evitar la entrada de calor al igual que sucede en el caso de la vivienda de Asunción. (Giovino, 2016).

Balance de consumo

El consumo de gas es suministrado por garrafas de 12,5 kg y se utilizan para abastecer todas las necesidades de calefacción. En invierno se rellena la garrafa cada 3 días, en verano cada semana. La electricidad es suministrada por la red eléctrica[7]. Según las entrevistas a los usuarios, están consumiendo 90 kWh, por un período de aproximadamente 15 días. Cuando han consumido los kWh correspondientes a esta carga, se corta el servicio eléctrico hasta la siguiente carga con una nueva tarjeta de electricidad. Y el el suministro de agua llega a la casa sólo a través de un grifo situado en el patio. No disponen de instalaciones sanitarias. El agua no es potable, su uso es para ducharse y limpiar la casa. El agua potable proviene del oasis que se encuentra en las cercanías. Desde allí traen el agua potable en baldes (Giovino, 2016).

- **Arquitectura bioclimática situada: habitar la penumbra.**

En la siguiente tabla enumeramos de forma sintética algunos rasgos comunes observados en la experiencia en campo y que luego se ejemplifican en los casos de estudio analizados.

Energía		Arquitectura	Observación de los casos de estudio
Eficiencia energética		Disposición espacial	Según la organización de las actividades en cuanto al movimiento diario y cíclico de los usuarios, los animales y el clima de acuerdo con el modo de habitar nómade.
		Materialidad	Adobe
		Acondicionamiento térmico pasivo	Los muros de tierra contribuyen a mantener la temperatura interior reduciendo las pérdidas de calor y así la necesidad de calefacción.
		Iluminación natural indirecta	Evitan ganancia solar – protección
		Estrategia bioclimática	Espacios en penumbra
			Habitar la sombra
Recursos energéticos	Biomasa	Acondicionamiento térmico activo	Uso del recurso local: la leña valor simbólico del fuego
		ACS Cocción	Calefacción del ambiente interior Calentamiento de agua para higiene en invierno
	Gas Electricidad	Cocción Iluminación artificial	en verano Lámparas bajo consumo y uso de electrodomésticos como TV, heladera.

Tabla 1: Síntesis de relación entre las practicas energéticas y la arquitectura del desierto nómade para los casos 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 1, se observa que los mayores requerimientos de la vivienda energéticos son satisfechos por el uso del recurso de la biomasa. Se utiliza dicho recurso tanto para cocinar, calentar el ACS y calefaccionar la vivienda en invierno. Existe gran importancia y un valor simbólico del fuego. Tanto en la cultura Huarpe como Bereber el fuego ocupa un lugar central en el modo de habitar. El fuego calienta el interior de la vivienda, el ACS, y permite la cocción de alimentos. También se observa la estrategia bioclimatica de habitar la sombra.

La reflexión sobre la adaptación de una arquitectura al clima en una cultura nómade plantea variables que exigen incorporar el movimiento más allá del arraigo de la vivienda a un sitio especifico al cual se requiere adaptar en post de la sustentabilidad arquitectónica. Entonces ¿una arquitectura bioclimática nómade, es posible? ¿Cómo interactúan los modos de habitar, la arquitectura vernácula y los requisitos de eficiencia energética? Estos interrogantes se plantean a modo de reflexión proponiendo una arquitectura bioclimática situada. Si bien por un lado parecía redundante ya que la arquitectura biocli-

mática se adapta a un clima específico, en un determinado tiempo-espacio; al mencionar bioclimática situada hacemos referencia a la adaptación que se incorpora el movimiento en tanto que esta cultura se desplaza. Una arquitectura bioclimática situada integra la resiliencia de la arquitectura en lo efímero y cíclico. Es la transformación constante lo que la hace que se adapte al espacio-tiempo presente en las epistemes nómadas. Es el instante en que se vive, existe, se habita. La materialidad de las viviendas al componerse en adobes hechos con tierra permite la congruencia con esta episteme cíclica del cual no existe un principio y fin específico, sino que la materialidad puede transformarse y adaptarse en nuevas formas de tangibilizar el hábitat.

Estos modos de ser también se observan en las prácticas energéticas y las prácticas constructivas que buscan la penumbra y que en ambos casos se observan en el movimiento en busca del confort térmico, la habitabilidad de la sombra y el diseño que evita la ganancia solar. Algunos de los elementos arquitectónicos que se utilizan para generar espacios sombríos son las galerías ubicadas al norte, para el caso de Asunción, los patios internos para el caso de Merzouga. El uso de elemento con telas oscuras como las cortinas para filtrar y tamizar la luz. Ninguno de los casos de estudio presenta ingreso de luz solar directa por lo cual no ingresa radiación solar ni con ella calor a la vivienda. En Asunción se logran ubicando ventanas al sur, y una galería con su techo que proyecta sombra sobre la fachada norte, mientras que la fachada este y oeste no tienen ventanas. La circulación de aire fresco proviene de las ventanas sur y circulan hacia las ventanas en la fachada norte. En el caso de la vivienda en Marruecos, las ventanas son estrechas y alargadas de forma vertical (por la resolución constructiva en adobe) y no captan la luz directa. En ambos casos existe un contraste interior-exterior equivalente a penumbra-sol. Según el testimonio de mujer Huarpe en campo (2022):

> "durante el día cierran las ventanas y utilizan cortinas para evitar que entre más calor y a la noche cuando refresca, abren las ventanas para refrigerar el ambiente con el aire nocturno en verano".

Así mismo, los modos de habitar también implican un nomadismo diario y estacionario. Las actividades económicas y productivas se ven afectadas por las dinámicas y por los periodos de los ciclos de los animales como de las estaciones que rigen los tiempos de siembra y cosecha como los de cría de los animales. Existe una movilidad cotidiana y estacionaria, la cual es parte de la episteme nómada del desierto. De manera diaria, se desplazan y ocupan la vivienda según el momento del día en busca de un confort térmico y adaptándose el uso según el momento del día y el clima. Se desplazan hacia el interior de la vivienda en el horario de la siesta para protegerse del fuerte sol de la tarde y dormir en un espacio de penumbra mientras que en la noche el exterior se encuentra con un clima más agradable y fresco que el interior de la vivienda que acumulo calor (Fig. 6).[8]

Fig. 6: Espacio interior al momento de la siesta y espacio exterior para dormir en la noche. Nomadismo diario Berbere. Fuente: Fotografía durante el trabajo de campo (Gioviino, Merzogua, 2016).

CONCLUSIONES

El presente trabajo demuestra como se correlacionan las practicas energética en la vivienda de acuerdo con una cultura constructiva nómada del desierto. Las epistemes nómadas condicionan un modo de vida adaptado al movimiento, lo efímero, por lo cual los hábitos culturales de los usuarios tienen un impacto en el consumo de energía residencial. Los desplazamientos se realizan en busca de la sombra, del confort térmico, de los espacios de penumbra a favor de resguardarse de las altas temperaturas y evitar el calentamiento de la vivienda. En una primera instancia, el trabajo demuestra las ventajas energéticas en los consumos energéticos en las viviendas construidas con tierra. De esta forma pone en valor no solo una técnica constructiva sino además una cultura constructiva y una práctica. En este sentido, aporta a la crítica energética de las viviendas construidas en tierra, la cual se observa en los casos de estudio que no es solo la tecnología la que proporciona dichas ventajas sino las prácticas culturales en torno al uso de los recursos tanto constructivo como en el uso de la energía que se manifiestan en sus prácticas y modos.

La observación a la naturaleza y la arquitectura vernácula, la tradición, son aspectos por integrar para poder considerar una arquitectura bioclimática, esta integración la llamamos arquitectura bioclimática situada. La arquitectura bioclimática situada aporta a una manera de producción del hábitat que incluye el movimiento. Situado entendido el andar y el modo de vida nómada. Situado no es sinónimo de inmóvil, sino que implica un movimiento diario y estacionario. Se adapta al clima y a quien construye, de manera que el nomadismo se expresa en la forma de construcción habitacional. El nomadismo no es una práctica estática, sino que se transforma con el tiempo al igual que lo hacen las viviendas construidas en tierra, una materialidad que acompaña la ciclicidad.

En una segunda instancia, el trabajo brinda un aporte en cuanto a las metodologías empleadas: la opción nómade también la empleamos en la forma de producir conocimiento. Para relevar, auditar, observar los casos de estudio, el trabajo resultó del movimiento en la producción de datos empíricos y contrastados por sus usuarios e interlocutores.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo agradecemos a cada interlocuturor Huarpe y Berbere que nos brindaron su confianza, hospitalidad y amistad: Gloria, Carlos e hijos, José, Rosa, Fatima, Youssef. Al LIED perteneciente a la Université Paris-Diderot por haber contribuido en la realización de los trabajos de campo en Marruecos (2016). Al MINCYT y a CONICET que han contribuido gracias a las becas de posgrado. Al ICES-UNCUYO donde nos desempeñamos actualmente como lugar de trabajo.

Y a las mujeres nómadas del desierto, las berbere que me han integrado a su circulo, me han cuidado y me han invitado a caminar con ellas en el desierto (la autora) y las mujeres huarpe que nos han abierto sus hogares.

NOTAS

1 Ancho, largo y profundidad

2 Experiencia en el campo, desierto del Sahara (Giovino, 2016)

3 La vivienda es la habitación (donde se duerme), la ramada (donde se cocina y come); algunas viviendas tienen las tres unidades por separado: habitación, cocina y ramada. Los recursos que se usan para hacer el empalizado son: chilca, zampa, pichana, jarilla, lámaro; todo se reviste de barro. El puesto es elaborado con material aut óctono, con un pozo-balde, un corral y su respectiva ramada.

4 La Kasbah es una unidad habitacional productiva que cuenta a demás con su propia ingeniera de manejo del agua para el riego de la huerta, el propio consumo y el de los animales. Cada kasbah ges tiona la producción de los recursos para el núcleo familiar. Se construyen con adobes de tierra fabricados con tierra, fibras vegetales y guano.

5 Las haimas son formas habitacionales efímeras construidas en telas, postes y alfombras

6 Se utilizan maderas de amaro (la cual hay en cantidad, pero se utiliza más bien el horno de barro), algarrobo (el cual es más escaso) y vidriera.

7 Los usuarios compran una tarjeta que les permite abastecerse con un suministro de electricidad de acuerdo con la carga que se le hace en la tarjeta.

8 Durante las horas del desayuno y comida, se comparte el alimento de manera comunitaria alrededor de una olla común. Luego se limpia el espacio, se colocan las alfombras en el suelo y se suele dormir la siesta. A la noche se

colocan las alfombras en el patio exterior y todas las mujeres con sus respectivos hijos duermen juntas afuera

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Abásolo, J. (2021). El Arquitecto como Etnógrafo. Trabajo de campo y representación en las investigaciones de Kon Wajirō, 1917-31." en Revista Indexada De Textos Académicos, vol.15 p. 116-125.
Abásolo-Llaría, J. (2021). La Olla Común: una etnografía arquitectónica. Digital politècnica UPC. JIDA'21. IX Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura; Valladolid, ETSAVA- UVA, 11-12 noviembre 2021. DOI: 10.5821/jida.2021.10499
· Acosta Páez, A.; Suárez Velásquez, A. et al (2021). Materia y penumbra: una arquitectura en el desierto. Anales de Investigación en Arquitectura, 11(1). https://doi.org/10.18861/ ania.2021.11.1.3059
· AAVV. (2020). Seminario sobre Zonas Áridas: " Diálogos entre Mendoza e Israel. Estrategias de trabajo y desarrollo en zonas áridas". En el marco del día de la lucha contra la desertificación. Dictado en Conjunto por la UNCUYO-CCT Mendoza y la Ben Gurion University (Israel)
· Baglioni, E. (2011). Il patrimonio architettonico in terra cruda nella Valle dl Drâa, Marrocco. Constructions con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de campos
· Cacciari, M. (1999 [1997]) El Archipiélago. Figuras del otro en Occidente. Buenos Aires, Eudeba. Trad. por Mónica Cragnolini.
· Canivell, J. y Pastor, G. (2018). Evaluación de la arquitectura vernácula construida en tierra en la provincia de Mendoza. Planteamientos y resultados. Arquitectura, ciudad y entorno, 12 (37), 133-154. doi:10.5821/ace.13.37.5180
· Chiavazza, H. & C. Prieto, (2004). Arqueología, ambiente y cultura en el noreste de Mendoza. XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina; Rio IV. Argentina.
· Cirvini, S. (2017). Vernacular heritage in Mendoza (Cuyo region, Argentina). En: C. Mileto, F. Vegas, L. García Soriano y V. Cristini (Eds). Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability (Capítulo 11). Londres, Reino Unido: CRC Press.
· Colombano., N.M.; "Momoyo Kaijima: las formas de la arquitectura cotidiana y vernacular"; en un día una arquitecta, 15 sep 2017. Plataforma Arquitectura. Accedido el 7 Jun 2022. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/879454/momoyo-kaijima-las-formas-de-la-arquitectura- cotidiana-y-vernacular> ISSN 0719-8914
· Derrida, J. (1996) Le monoliguisme de l'autre. Paris, Galilée. [Trad cast. El monolingüismo del otro, Buenos Aires, Manantial.
· Fathy, H. Natural energy and vernacular architecture. Chicago, United Nations University, 1986 Gilbert, J. (2012) "Land rights and nomadic peoples: using international law at the local level", Nomadic peoples, vol. 16, pp 78-83.
· ---------- (2007) "Nomadic Territories: A Human Rights Approach to Nomadic Peoples Land Rights", Human Rights Law Review 7(4): 681–716.
· Giovino, M.L, (2016). Bilan énergétique, technique de construction et efficacité énergétique : Le Pavillon Suisse à Paris et les Maison en terre dans le sud-est marocain. Tesis de maestría realizada en la Universidad de Paris VII. Inédita. 94p.
· Giovino, M. L.; Esteves Miramont; A.; Guido, L.M; Cutiño, G. (2018). Repercusión en el territorio de la incorporación tecnología sociales: destilador solar y técnica constructiva en quincha mejorada. XXII Congreso Arquisur: la dimensión pública de la Arquitectura. Rosario: UNR Editora. Disponible en: https://fapyd.unr.edu.ar/wp- content/uploads/2019/02/libro_ponencias_arquisur-1.pdf
· Guy, S.; Shove, E. A. (2001.). Sociology of Energy, Buildings and the Environment. Constructing knowledge, design practice. Milton Park, Oxon and New York: Routledge,
· Kaijima, M.; Stalder, I.; y Iseki, Y. (2018). Architectural Ethnography. Tokyo: TOTO Publishing.
· Katzer, L. (2021). Dinamizando el concepto de nomadismo. Notas teóricas y etnográficas sobre un modelo territorial no reconocido. Tabula Rasa, 37, 151-167.
· Katzer, L. (2018). Etnografías desérticas. Reflexiones desde una antropología del nomadismo. Revista Temas Sociológicos, 23, 115-145
· Malinowsky, B. (1972 [1922]). Introducción: objeto, método y finalidad de esta investigación. En Los Argonautas del Pacífico Sur
· Montaña, E., Torres, L., Abraham, E., Torres, E. y Pastor, G. (2005). Los espacios invisibles. Subordinación, marginalidad y exclusión de los territorios no irrigados en las tierras secas de Mendoza, Argentina. Región y sociedad, 17 (32), 3-32.
· Olgyay, V. (1063). "Design with Climate". Princeton University Press.
· Potel, H. (2008) "Nietzsche y Derrida en la red". En: Cragnolini, M. (2008) (comp) Por amor a Derrida. Buenos Aires, La Cebra, pp. 223-236.
· Ponte, J. R. (2008). Mendoza, aquella cuidad de barro. Buenos Aires, Conicet, Rapoport, A. (1972). Vivienda y cultura. Barcelona, Gustavo Gili.
· Red Protierra Argentina (2021) Proyecto de ordenanza de arquitectura y construcción con tierra. http://redprotierra.com.ar/wp-content/uploads/2021/08/PROYECTO-DE-ORDENANZA- DE-AyCT_julio-2021.pdf
· Ruíz Plaza, Á.; "Habitar el desierto. La nueva arquitectura en tierra para el desarrollo sostenible del Oasis de M°Hamid". En: Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenda de Campos 2010/2011 (online). Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid
· Ruotsalainen, J; Karjalainen, J; Child, M; & Heinonen, S. (2017). Culture, values, lifestyles, and power in energy futures: A critical peer-to-peer vision for renewable energy. https://www.journals.elsevier.com/energy-research-and-social-science
· Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., Subiela, V. (2008). Energías Renovables y eficiencia energética. Canarias: Instituto tecnológico de Canarias, S.A.
· Schweitzer et al. (2000) (eds), Hunters and Gatherers in the ModernWorld: Conflict, Resistance, and Self-Determination, NewYork, Berghahn Books,
· Smith, J; & High, M. (2017). Exploring the anthropology of energy: Ethnography, energy and ethics. Estados Unidos y Reino Unido.
· Tillería González, J. (2010). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. AUS, (8), 12-15. Recuperado de http://revistas.uach.cl/index. php/aus/article/view/422
· Tobert, N. (2000). Anegondi: An Architectural Ethnography of a Royal Village. New Delhi: Manohar
· Tomasi, J. (2011). Mirando lo vernáculo. Tradiciones disciplinares en el estudio de las "otras arquitecturas" en la Argentina del siglo XX. Área, (17), 68-83.
· Tomasi, J. et al. (2020). Culturas constructivas con tierra en el espacio altoandino. Aproximaciones tecnológicas y sociales desde el norte argentino. Em Questão, Porto Alegre. v. 26, p. 261-290 , Edição Especial Dossiê Patrimônio e Culturas Tradicionais,
DOI: http://dx.doi.org/10.19132/1808-5245260.261-290
· Triviño, L. (1980). El hombre en las zonas áridas. Serie Científica III: 12-19. Triviño, L. 2004. Mendoza desértica. En: Roig, A.; P. Lacoste & M. Satlari (Comp.) Mendoza, cultura y economía, II:145-173. Caviar Bleu, Mendoza
· Vignati, A. (1931) "Contribución al conocimiento de la etnografía moderna de las Lagunas de Huanacache". Notas preliminares del Museo de la Plata. t. I, pp. 225-240.
· Zamorano, M. (1950) "Acerca de la vivienda natural en la República Argentina y especialmente en Mendoza". Anales de Arqueología y Etnología. Tomo XI., pp. 89-100.
· Zhai, Z. J. y Previtali, J. M. (2010.) Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation. En: Energy and buildings, 42 (3): 357-365

AUDITORÍAS ENERGÉTICAS DE EDIFICIOS MUNICIPALES EN ARGENTINA. PROYECTO: EUROCLIMA+

ENERGY AUDITS OF MUNICIPAL BUILDINGS IN ARGENTINA. PROJECT: EUROCLIMA+.

Analía F. Gómez
Jorge D.Czajkowski
Belén Birche
Roberto Berardi
David Basualdo
María de los Angeles Czajkowski
Julián Basualdo

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS) / CIC / CONICET

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—
anygomezpolo@gmail.com

RESUMEN

En el marco del proyecto Euroclima+ "Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables" se han realizado 47 auditorías energéticas a edificios municipales, en 13 municipios de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Neuquén, Mendoza y Misiones. Además, se realizó inicialmente en 2020, la primera encuesta nacional de eficiencia energética en edificios municipales. El objetivo del proyecto es conocer el estado de la red de edificios municipales en cuanto a eficiencia energética y percepción ambiental de sus trabajadores. Para posteriormente proponer planes de rehabilitación y materializar una muestra reducida con apoyo de la Unión Europea y la República de Francia. Participan en el proyecto bajo coordinación de la UNLP, la Red Argentina de Municipios por el Cambio Climático y el E2C2 de Dinamarca. Se exponen resultados alcanzados a la fecha y discuten experiencias.

PALABRAS CLAVES: edificio – municipios – sustentabilidad – auditorías – eficiencia energética

ABSTRACT

Within the framework of the Euroclima+ project "Energy-efficient and sustainable municipal buildings", 47 energy audits have been carried out on municipal buildings in 13 municipalities in the provinces of Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Neuquén, Mendoza, and Misiones. In addition, the first national survey of energy efficiency in municipal buildings was initially conducted in 2020. The objective of the project is to know the state of the network of municipal buildings in terms of energy efficiency and environmental perception of its workers. To subsequently propose rehabilitation plans and materialize a small sample with the support of the European Union and the Republic of France. They participate in the project under the coordination of the UNLP, the Argentine Network of Municipalities for Climate Change and the E2C2 of Denmark. Results achieved to date are presented and experiences are discussed.

KEY WORDS: building – municipalities – sustainability – audits – energy efficiency

INTRODUCCIÓN

El Producto 6 “Auditorías Energéticas” del Proyecto EUROCLIMA + “Edificios Municipales Energéticamente Eficientes y Sustentables” requirió de un gran esfuerzo por parte del equipo del LAyHS para en poco más de un año hacer 15.900 km en automóvil y 13.900 km en avión a fin de visitar en 4 oportunidades 15 municipios en 6 provincias de la República Argentina a fin de relevar 47 edificios municipales de múltiples usos y funciones (palacios municipales, dependencias administrativas anexas, bibliotecas, escuelas (iniciales y medias), unidades sanitarias y hospitales, guarderías y jardines maternales, centros culturales, centros barriales, entre muchos otros). Se abarcó desde clima muy cálido en latitud -27° a clima muy frio en latitud -42°. Y del nivel del mar a valles en la cordillera de los Andes. En el trabajo de campo se relevaron edificios, realizaron más de un centenar de encuestas de percepción ambiental y del confort a trabajadores municipales, se instaló instrumental para monitoreo continuo durante 7 días en invierno y verano, cuando las condiciones lo permitieron se realizó termografía, se interactuó con funcionarios municipales y medios. En el presente artículo se describirá una de las auditorías realizadas.

METODOLOGÍA

En diciembre del 2020 se lanza, luego de su aprobación por la coordinación internacional, la primera Encuesta Nacional de Eficiencia Energética en Edificios Municipales a fin de recabar información que permita tener un panorama de como se conforman las redes de edificios municipales, algunas de sus características formales, de materialidad y energéticas que lleven a una auditoría e indicadores globales. Fue en plena pandemia con la imposibilidad de relación interprovincial e incluso intermunicipal. Se esperaba que esta estrategia permitiera el avance del proyecto apoyado en numerosas reuniones y capacitaciones virtuales. No se alcanzó la respuesta esperada por comprensibles razones.

En junio del 2021 ya con la posibilidad de cierto movimiento se gestiona un cambio de estrategia para visitar la mayor cantidad de municipios posibles y sus edificios. El primer viaje recién se pudo concretar un 9 de agosto y a partir de allí el objetivo fue cubrir en el menor tiempo posible municipios de la provincia de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba durante el resto del invierno y en diciembre el inicio del verano en la Provincia de Buenos Aires.

En un auto rentado un equipo de 4 auditores con instrumental del LAyHS se instalaban 5 estaciones meteorológicas HOBO, junto a microadquisidores HOBO de 2 a 4 parámetros (temperatura, HR, iluminación y externo) a fin de monitorear durante 7 a 10 días el comportamiento higrotérmico interior y exterior de los edificios. Además, se tenían reuniones con funcionarios, se relevaban o verificaba documentación de los edificios, se registraban consumos de gas natural y energía eléctrica, y se realizaban termografías. El procedimiento es una evolución de los que se vienen haciendo desde 1986, en lo que era el IDEHAB FAU UNLP para el Proyecto Audibaires de Secretaría de Energía de la Nación y proyectos sucesivos hasta el presente.

A fin de clarificar el método nos basaremos en un caso de estudio, un edificio del Municipio de Soldini, Santa Fe. Luego re recabada la información en campo se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos de la localidad más próxima que resulta ser la Ciudad de Rosario (Santa Fe) distante 15 km entre centros urbanos de Rosario y Soldini. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²). Fue necesario realizar cuatro visitas, dos en invierno y dos en verano. En la primera visita se coloca el instrumental de medición (dataloggers para medir temperatura y humedad en el interior y exterior) y en la segunda visita se retira. Además, se completa la información requerida para las auditorías (Encuestas de percepción, verificación de plani-altimetría, mediciones de consumo, relevamiento de materialidad de la envolvente, relevamiento de equipos de calefacción, refrigeración y cantidad de personas, termografía, etc.).

DESARROLLO

El edificio se encuentra localizado en calle San Martín 1250 de Soldini (Lat -33.20; Long -60.75) en clima templado cálido en Zona IIIb (IRAM 11603). Este Centro cumple una gran función social en una población de nivel de ingresos medios y bajos rural. Se construyó sobre una vivienda unifamiliar de los ´60 que fue reacondicionada para ser centro de salud en 2018. Tiene una superficie habitable de 145.35 m2 y un volumen a climatizar de 377.91 m3 con una altura media de locales de 2.60 m.

El Centro de Salud es una construcción de mediados del siglo XIX, con materialidad tradicional e inercia térmica sobre la base de una vivienda unifamiliar remodelada. Compuesto por cerramientos opacos en ladrillos comunes de 30 cm revocados en ambas caras y un K= 2.04 W/m2K. Los techos son a un agua de tipo liviano compuesto por estructura de madera de pino sobre los que materializa un entablonado machihembrado de ¾”, cartón embreado y chapa ondulada aluminizada al exterior. El cielorraso es visto y tiene un K= 0.98 W/m2K. Todas las carpinterías de puertas y ventanas son de aluminio línea herrero con vidriado sencillo de 3+3 mm y un K= 5.86 W/m2K. Las renovaciones de aire se fijan en 2 (IRAM 11604). Los solados son de baldosas cerámicas sobre contrapiso de hormigón pobre (R= 0.75 m2K/W y K= 1.34 W/m2K).

El personal manifiesta que es algo caluroso en los meses de verano y bastante frío en los meses de invierno. A pesar de contar con sistema de climatización. El reporte de auditoría de invierno del 30/9/21 al 14/10/21 muestra un consumo de gas natural de 999 m3 (solo usado en cocción) y 999 kWh en energía eléctrica mayormente en climatización.

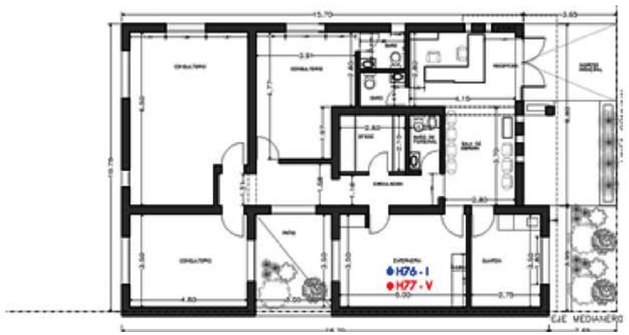


Fig. 1: Plano del edificio con ubicación de Hobos. Fuente: Elaboración propia

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. El sistema de climatización es mediante equipos de aire acondicionado frío/calor, ubicados en aulas y sector administrativo, a saber: 3 salas de 7.00x7,00 m; dos oficinas administrativas de 4.00x16.00m y anexos.

Fig. 2: Fachada del edificio. Fuente: Elaboración propia

Fig. 3: Reseña constructiva. Fuente: Elaboración propia

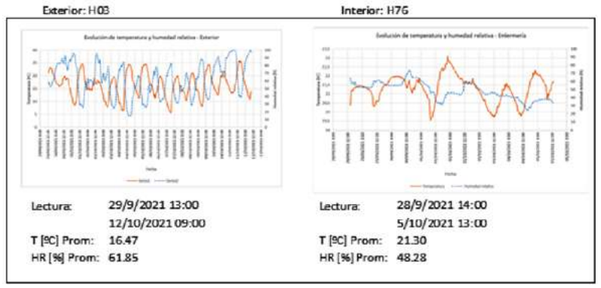


Fig. 4: Comportamiento higrotérmico entre exterior e interior del edificio en invierno. Fuente: Elaboración propia

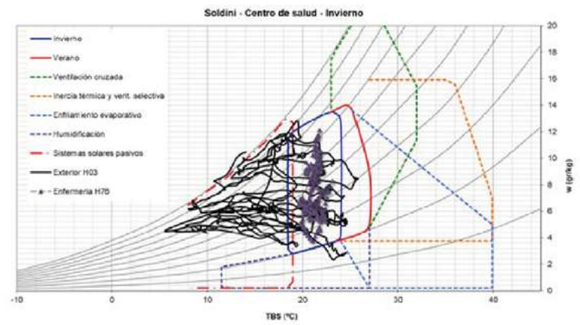


Fig. 5: Comportamiento higrotérmico en invierno, del edificio, sobre un diagrama de confort de B. Givoni usando la App PsiConf 1.0. Fuente: Elaboración propia

La Unidad Sanitaria se encuentra dentro del área de confort de invierno (Fig. 5) en relación con el clima exterior, con su sistema de calefacción a gas y eléctrico funcionando.

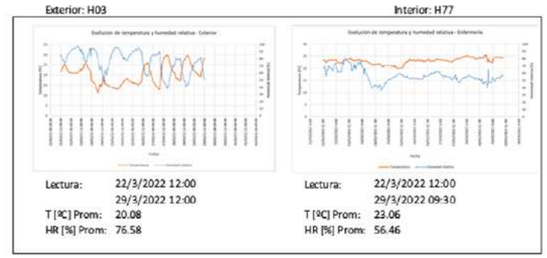


Fig. 6: Comportamiento higrotérmico entre exterior e interior del edificio en verano.

Fuente: Elaboración propia

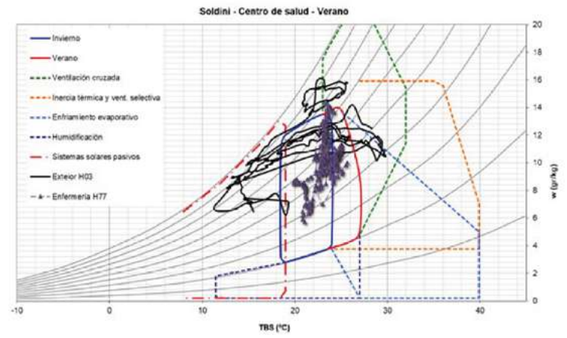


Fig. 7: Comportamiento higrotérmico en verano, del edificio, sobre un diagrama de confort de B. Givoni usando la App PsiConf 1.0. Fuente: Elaboración propia

La Unidad Sanitaria se encuentra dentro del área de confort de verano (Fig. 7) en relación con el clima exterior, con su sistema de refrigeración tipo split funcionando.

Fig. 8: Pérdidas térmicas en invierno por la envolvente, situación original. Fuente: Elaboración propia

Luego de contar con toda la información en invierno y verano junto a la documentación del edificio y sus características constructivas se realiza un análisis en estado estacionario basado en una adaptación de la Normas IRAM 11604 y 11900 que nos permita conocer no solo las pérdidas de energía en ambos períodos y mensualmente sino la demanda de energía en climatización considerando una agenda de ocupación. Esto permite encontrar donde realizar las mejoras prioritarias en rehabilitación energética. Mejoras que se implementarán en obras gestionadas por la UNLP en 10 casos a razón de uno por municipio. Estas serán financiadas por el proyecto Euroclima+ y los municipios.

· Diagnóstico Invierno y propuestas de mejora

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (17%), muros (29%) y vidriados (11%), a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{cal} (IRAM 11604) de 2,26 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4.06 W/m² que resulta en una *demanda anual energía eléctrica en calefacción* de 17550,32 kWh/año y 12.75 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20ºC. A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (17%), muros (29%) y vidriados (11%), para lograr mejoras en la demanda de energía. Se propone como mejoras:

a. Aislamiento en muros tipo EIFS (External Insulation Finish System) con 5 cm de EPS de 30kg/m³ y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10x10 de 110g/m² hasta 1,5 m de altura.

b. En techo desmontar el cielorraso a fin de colocar 10cm de lana de vidrio Rolac plata. Reinstalar cielorraso de yeso de roca y luminarias.

c. La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH.

d. Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos.

Su implementación permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 34,91%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.47 W/m3K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2.01 W/m2 que resulta en una demanda anual energía eléctrica en calefacción de 11424.34kWh/año y 78.60 kWh/m2año, para una temperatura base de calefacción de 20ºC

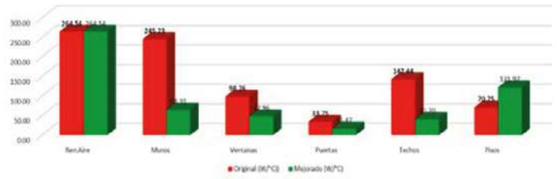


Fig. 9: Comparación de pérdidas térmicas discriminadas, entre versión original y mejorada – Invierno. Fuente: Elaboración propia

La Figura 9 muestra el efecto de la rehabilitación con impacto en muros, ventanas y techos principalmente. Las renovaciones de aire se mantienen en N=2 por razones de salubridad según IRAM 11604. Esto con independencia de una mejora en la tasa de infiltración de aire por los marcos y hojas de ventanas.

Fig. 10: Comparación de demanda de energía a termostato (20°C), entre versión original y mejorada a nivel mensua. Fuente: Elaboración propia

· Diagnóstico verano y propuestas de mejora

La figura siguiente muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 54%, los techos con el 9%, los muros con un 13%, y las ventanas con un 5%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio de apoyo a jóvenes.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G_{ref} (IRAM 11659) de 174,47 W/m³ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 50057,79 kWh/año y 16318,78 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.18. Así la propuesta mejorada implica una reducción del 69,25% en la demanda de energía eléctrica en refrigeración sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado.

En la figura siguiente se comparan el edificio original con el que resulta de las propuestas de mejoras. Destacan las reducciones en muros, ventanas, techos y en asoleamiento.

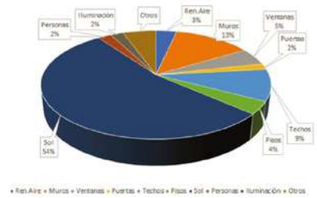


Fig. 11: Aportes térmicos discriminados por envolvente y ocupación. Situación original para verano. Fuente: Elaboración propia

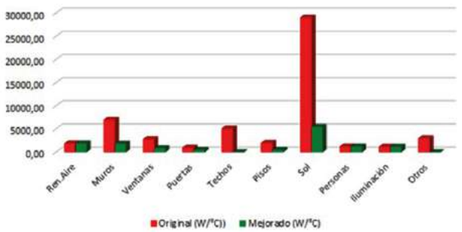


Fig. 12: Comparación de aportes de térmicos del edificio original y mejorado. Situación verano. Fuente: Elaboración propia.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 44,07 W/m³ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de 9407,58 kWh/año y 64,7 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

Fig.13: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser de unos 55,81% para mantener el edificio de ejemplo, en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8 hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 165,46 kWh/m2año a 92,35 kWh/m2año.

Con este procedimiento se analizaron en una primer etapa 5 edificios que serán rehabilitados en 2022 y otros 5 en 2023. Y se analizarán los restantes 32 edificios para transferir las propuestas de rehabilitación a los municipios visitados. De lo visto hasta ahora la totalidad de los edificios son de construcción tradicional y baja eficiencia energética. El confort se alcanza consumiendo ingentes cantidades de energía en relación con los diferentes climas en las provincias de Misiones, Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, Mendoza y Neuquen.

Este proyecto solo fue posible gracias a la ayuda de la República de Francia al financiar el proyecto Euroclima+. Ya que el costo de movilidad, estadías y viáticos no hubiera sido posible de afrontar por proyectos con financiamiento nacional del sistema de CyT. Otro punto para remarcar es que tampoco podría realizarse sin el instrumental adquirido por el grupo de investigación con fondos de proyectos universitarios, CONICET, ANPCyT y trabajos a terceros.

A la pregunta que ¿cuál es la contribución que hace el proyecto?, es poder tener en un bienio el conocimiento del comportamiento energético, ambiental y perceptual de diversos tipos de edificios de gestión municipal. Sumado a la posibilidad de transferir resultados no solo teóricos sino en rehabilitaciones energéticas y en futuros proyectos poder evaluar resultados.

AGRADECIMIENTOS

A la República de Francia y la Agence Française de Développement (AFD); a la Red Argentina de Municipios por el Cambio Climático (RAMCC); a los municipios de San Miguel, San Antonio de Areco, Rauch, Tapalque, Chacabuco, Rosario, Pérez, Soldini, San Carlos Sud, Camilo Aldao, Montecarlo, Puerto Esperanza, Neuquén, San Martín de los Andes, Godoy Cruz, que nos recibieron con afecto y compromiso. Desde intendentes a profesionales contratados. Y a la coordinación general del proyecto y tesorería de la UNLP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Bourges, C., & Gil, S. (2014). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas. *Petrotecnia* , *1* (LV), 72-78. http://www.petrotecnia.com.ar/febrero14/Petro_1-2014.pdf

· Czajkowski, J. (1999). Programa AuditCad para el análisis del comportamiento energético edilicio basado en auditorías energéticas y de confort.

Anais do V Encontro de Conforto no Ambiente Construido. Gramado: ANTAC.
· Czajkowski, J., Corredera, C., & Saposnik, M. (2003). Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según "Energocad" y consumos reales en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. *Avances en energías renovables y medio ambiente* , 7, 7.13-7.17. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Czajkowski, J., Gómez, A., Vagge, C., Salvetti, B., Marcilese, M., Diulio, M. d., y otros. (2012). Evaluación del confort higrotérmico invernal en viviendas unifamiliares del gran La Plata mediante auditorías. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , 16, 5.101-5.106. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Filippín, C., & Follari, J. (2003). Comportamiento termico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *13*, 5.69-5.76. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Gelardi, D., & Esteves, A. (2010). Relación entre la ganancia solar y la calefacción auxiliar para dos tipos de envolvente formal edilicia. *Avances en energías renovables y medio ambiente, 14*. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Gil, S. (2013). ¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente. *Petrotecnia*, vol LIV, n°6, Diciembre 2013.
· Gil, S., & Prieto, R. (2013). Categorización racional de usuarios residenciales. Herramientas para promover un uso más eficiente del gas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente,* (págs. 15-24). Tucuman. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., & Martínez, C. (2000). Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores. *Avances en Energías Revables y Medio Ambiente* , *4*. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Olgyay, V. (1963). Design with climate. Princeton: Princeton University Press.
· Salvetti, M. B., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2009). Análisis del comportamiento energético-ambiental en torre de viviendas en La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , *13*, 5.127-5.133. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings*(41), 721-731.
· Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazzitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Buenos Aires.
· Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754.
· Yañez, G. (1982). *Energía solar, edificación y clima* (Vol. 1). Madrid: MOPU.
· Norma IRAM 11601 (2002). Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y materiales de construcción en régimen estacionario.
· Norma IRAM 11603. (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina*.
· Norma IRAM 11604 (2001). Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico Gcal de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite.
· Norma IRAM 11605 (1996). Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
· Norma IRAM 11659-1/2 (2004/7). Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. Y Parte 2: edificios para viviendas. Valores admisibles Gref.
· Norma IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.
· Prieto, R., & GIL, S. (2014). Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración. Petrotecnia , 102-109.
· Rosenfeld, E., Discoli, C., & Barbero, D. (2003). El consumo de energía en el área metropolitana de Buenos Aires en la década del ´90: una trayectoria de desarrollo insustentable. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente , 7 (1), 07.01-07.06. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente , *13*, 5.127-5.133. http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php
· Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. Energy and Buildings (41), 721-731. doi:10.1016/j.enbuild.2009.02.008 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809000279
· Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Buenos Aires. http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/
· Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? Energy and Buildings (37), 747-754. doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.003 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778804003366.

PRODUCCION DE VIVIENDAS DE BTC A PARTIR DE TIERRAS DE EXCAVACION

PRODUCTION OF BTC HOUSES FROM EXCAVATION EARTH

Stella Maris Latina
Mirta Eufemia Sosa
María Alejandra Sosa Latina
Irene Cecilia Ferreyra

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda

FAU — UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—

criaticfaunt@gmail.com.ar

RESUMEN

Este trabajo demuestra que, a partir del volumen de tierra obtenida en excavaciones de edificios en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Argentina, se puede elaborar bloques de tierra comprimida (BTC) para la materialización del hábitat. Estas constantes: la tierra, como recurso natural y disponible y el déficit de viviendas, fueron determinantes en el desarrollo de esta investigación. El área de estudio comprende el cuadrante delimitado por avenidas principales de la ciudad, donde se manifiesta la mayor densidad de edificios destinados a viviendas del que se extrae 30.041 m3 de tierra, proveniente de las excavaciones de fundaciones y subsuelos. Esto permitiría la fabricación de 3.901.428 unidades de BTC, con los que se construirían aproximadamente 830 viviendas con una superficie cubierta de 54.85 m2. La producción de componentes constructivos en sectores estratégicos del municipio contribuiría con la transferencia tecnológica para la materialización del hábitat y el desarrollo social.

PALABRAS CLAVES: recurso natural – fabricación bloque – Tucumán

ABSTRACT

This paper demonstrates that, from the volume of earth obtained in excavations of buildings in the city of San Miguel de Tucumán, Argentina, compressed earth blocks (BTC) can be developed for habitat materialization. These constants: the earth, as a natural and available resource and the housing deficit, were decisive in the development of this research. The study are a includes the quadrant delimited by the main avenues of the city, where the highest density of buildings for housing is manifested, from which 30,041 m3 o fear this extracted, coming from the excavations of foundation and subsoil. This would allow the manufacture of 14,798,522 BTC units, with which approximately 1,169 houses with an area of 49 m2. The production of constructive components in strategic sectors of the municipality would contribute with the technological transfer for the materialization of the habitat and social development.

KEY WORDS: natural resource – block manufacturing – Tucumán

INTRODUCCIÓN

Estado de la situación

El déficit de viviendas que se registra en la provincia de Tucumán desde hace décadas, al igual que en el resto de la Argentina, constituye una problemática de difícil solución, que debería ser encarado en forma holística integrando todos los aspectos que lo generan: sociales, culturales, económicos y tecnológicos.

El problema de la falta de vivienda es consecuencia inmediata del estado de pobreza, resultante del fenómeno de expulsión-exclusión social y económica registrado en el país durante largos periodos de tiempo; de injustos mecanismos de distribución de recursos y de desigual valoración social, que afectó a un elevado porcentaje de la población, tanto en el aspecto cultural como en el educativo, laboral, alimentario y otros. Según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (INDEC-2010) en Tucumán se reporta el 16 % de la población con más de una necesidad básica insatisfecha (NBI)[1], la tasa de desocupación a octubre del 2021 es de 8.20 % y la tasa de trabajo informal es de 45.20%[2]. En los bordes de los canales Sur y Norte y en las márgenes del Río Salí se localizan las más altas NBI, los mayores índices de desocupación, la mayor cantidad de población sin cobertura de salud, las viviendas más precarias y la mayor cantidad de beneficiarios de planes sociales. (SMT 2016).

Para atenuar, en parte, esta situación, el Estado implementó programas asistenciales, con propuestas de construcciones convencionales dirigidas principalmente a los grupos menos vulnerables (clase media y media-alta) e implementando soluciones habitacionales mínimas realizadas por empresas privadas, sin participación de los propios beneficiarios, para los sectores carentes de recursos. En ningún caso se propuso nuevos modelos de gestión articulando acciones coordinadas o integrales entre los diferentes actores involucrados en el problema; tampoco la incorporación de tecnologías constructivas alternativas, que permitieran atender las necesidades más sentidas (tanto cualitativas como cuantitativas) y a la vez, mitigar el impacto ambiental en beneficio de los distintos sectores de la población.

Simultáneamente, el desmesurado consumo de materias primas y de fuentes renovables de energía reconocido en las décadas de los años ‘70 y ‘80, del siglo pasado, se manifiesta en el ámbito mundial como el derroche de los recursos naturales, recomendándose el urgente cambio del sentido común imperante por el del concepto de desarrollo sostenible. Los problemas ambientales que hoy se agudizan en el mundo y por ende en nuestro medio, derivan de los hábitos de vida de los sectores más desarrollados; los que tiene que ver con el consumo energético de sistemas de acondicionamiento ambiental para lograr mayor confort interior, con el uso masivo e intensivo de productos industrializados, con la producción de materiales de construcción altamente contaminantes, entre los aspectos que más causan un fuerte impacto ambiental. Paralelamente a esta situación, se da también el impacto económico y el social, como partes interrelacionadas del sistema del desarrollo sostenible, produciéndose la desigualdad de condiciones respecto a la calidad de vida de los integrantes de los distintos sectores en una misma sociedad.

En las últimas décadas, en el marco del derecho internacional, los tratados y convenciones entre países constituyen el principal modo de generar leyes ambientales internacionales. Entre los tratados que se firmaron sobre este tema, uno de los primeros fue el Protocolo de Kioto (1996) que le asigna especial importancia al sector de la construcción y de las obras públicas, recomendando realizar un mayor esfuerzo en la planificación del ahorro energético y de las materias primas, así como la reducción de emisión de gases. Se insiste en que una construcción sostenible debe ser accesible económicamente para la mayor parte de la población. Se resaltan los beneficios que la buena práctica de la construcción podría significar para el desarrollo sostenible y se comienza a considerar la importancia de la arquitectura ecológica y los beneficios que puede aportar a este problema mundial.

Todo lo señalado da la pauta de la urgente necesidad de repensar el enfoque conceptual del problema, involucrando nuevas variables que surgen del contexto actual, con el fin de aportar soluciones posibles y apropiadas.

Sumado a todo lo expresado, la llegada del nuevo milenio trae consigo un explosivo crecimiento de la población mundial, fenómeno que no es ajeno a nuestra provincia, hecho que incrementa aún más la demanda de viviendas. Esta situación, exigiría plantear un nuevo enfoque en la producción del hábitat y la búsqueda de soluciones apropiadas, innovadoras y de calidad habitacional, mediante el uso intensivo de materiales, mano de obra y técnicas constructivas no convencionales, rescatando las potencialidades locales, culturales y tecnológicas, tanto individuales como colectivas.

No obstante, y en contraposición a la situación planteada en párrafos anteriores, existe un sector de la población que construye de manera significativa; es así que el centro propiamente dicho del municipio de San Miguel de Tucumán (SMT) tiene gran cantidad de edificios en altura, con más de 10 pisos, que funcionan principalmente como residencia, con una o dos plantas de subsuelos. De allí se extrae un importante volumen de tierra resultante de excavaciones, que, en su mayoría, es desechada en la periferia de la ciudad sin ningún control, formando vertederos de escombros, desechos de basura y productos tóxicos. Situación que no sólo se da en nuestra ciudad (Gonçalves, J. et al, 2017).

En este sentido, este artículo expone la investigación llevada a cabo en los últimos años, que está directamente vinculada a las potencialidades que se puede lograr para el hábitat y el desarrollo social, la reutilización de tierras de excavación como material de construcción en la producción de viviendas y el equipamiento urbano. Intervención y emprendimiento que sería posible con una sostenida actividad de producción de componentes básicos y elementos constructivos de bajo costo relativo, utilizando recursos humanos y mano de obra no especializada, materiales y económicos locales, experiencia que fuera planteada por el arquitecto italiano Mattone (2007).

Ante esta realidad, el déficit de viviendas, por un lado y el impacto ambiental y el gran volumen de tierra descartada, por otro, el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) se plantea el desafío de investigar cual es el volumen de la tierra proveniente de esas excavaciones y su posible reutilización en la construcción de viviendas; forma parte de un trabajo de investigación de 4 años, realizado en el marco del Proyecto de Investigación PIUNT 26 B/615 de la FAU - UNT y desarrollado por integrantes y colaboradores del CRIATiC - FAU - UNT.

METODOLOGÍA

La crisis universal, demográfica-habitacional-medioambiental se refleja en nuestro país y especialmente en la región del Noroeste Argentino (NOA), en la cual se inserta Tucumán, la provincia con mayor densidad de población, 64,3 hab/km2 según el INDEC - 2010. San Miguel de Tucumán (SMT) la ciudad capital, con 548.866 habitantes se destaca por una importante concentración de población en su cercanía. Su expansión urbana dio origen al Gran San Miguel de Tucumán (GSMT), constituyéndose en el 5to aglomerado de la Argentina y el más poblado del NOA. Según el relevamiento de Indicadores de condiciones de vida realizado por la Secretaría de Gestión Pública y Planeamiento del gobierno de Tucumán, más del 25 % de los hogares que conforman el GSMT, están construidos con materiales parcial o totalmente precarios.

Considerando la tierra como recurso natural para la fabricación de componentes constructivos (BTC) y la posibilidad de reutilizar el volumen extraído en las excavaciones de las fundaciones y de subsuelos de edificios de altura, se define como área de estudio para la investigación al sector delimitado por las cuatro avenidas principales de SMT: Sarmiento al Norte, Roca al Sur, Sáenz Peña-Avellaneda al Este, Alem-Mitre al Oeste, comprendiendo un períme-

tro de 14 x 18 cuadras. Dentro de este cuadrante se desarrollan dos barrios emblemáticos del municipio: Barrios Norte y Sur en los que se manifiesta la mayor densidad de edificios en altura destinados a vivienda. (Figura 1).

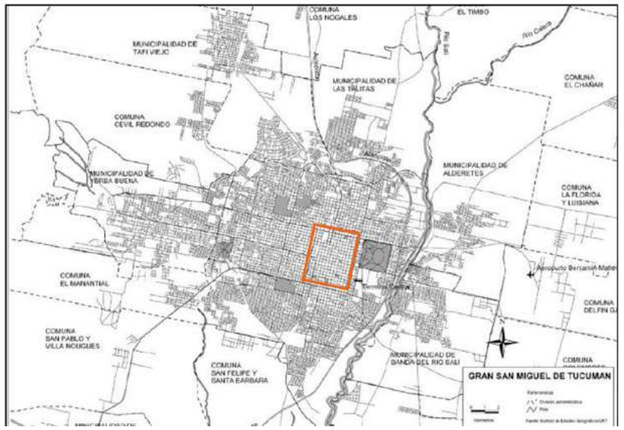


Fig. 1. Mapa de GSMT- centros urbanos circundantes a SMT y área de estudio. http://vport.herrera.unt.edu.ar:8894/mapoteca_ieg.html

Etapas de Trabajo

La investigación se desarrolla en tres etapas, con un enfoque progresivo e interactivo y conforme a los objetivos propuestos. Las dos primeras etapas fue llevada a cabo por las autoras y un equipo de colaboradores integrado por estudiantes y jóvenes graduados.

- Etapa 1 - Investigación documental: Búsqueda, registro y recopilación de información referida al perfil litológico del suelo del área de estudio.

- Etapa 2 - Actividades de campo: Determinación del volumen de tierra proveniente de excavaciones.

1. Se define para realizar esta etapa un período de 12 meses, de junio 2018 a julio 2019.
2. El equipo de integrantes se organiza en cuatro grupos de trabajo para realizar el relevamiento a fin de determinar el volumen de tierra.
3. Se establece la zonificación del área delimitada por las cuatro avenidas en dos cuadrantes: Barrio Norte y Barrio Sur, con un total de 180 manzanas

Para cumplimentar esta actividad se llevan a cabo tareas de: relevamiento gráfico y fotográfico, uso de planos catastrales, entrevistas a profesionales, albañiles y personal vinculado a las obras; procesamiento de la información; análisis y síntesis de la información obtenida.

- Etapa 3 - Diseño de vivienda de BTC con tierra de excavación: Determinada la cantidad de tierra disponible se está en condiciones de: estimar la cantidad de bloques a producir con ese volumen de tierra; diseñar el prototipo de una vivienda estándar mínima; determinar la cantidad de BTC para esa vivienda modelo; precisar la cantidad de viviendas que se podrían construir con el volumen de tierra extraída.

DESARROLLO

Etapa 1. Investigación documental

En esta etapa se indaga sobre la documentación existente, realizada por geólogos e ingenieros sobre la actitud de los suelos en SMT, así como la información obtenida del estudio que realizaron los responsables de las empresas constructoras que levantaron los edificios en el área delimitada para nuestra investigación.

Se toma en consideración lo realizado por Fernández D. (2013), que se basó en la cartografía geotécnica de SMT realizada por Adler F. en 1996, referida a los sondeos practicados hasta la profundidad de 6 m, partiendo de la premisa que las excavaciones de los edificios construidos en el área de estudio (entre las cuatro avenidas de SMT) no superan los 4 m en Barrio Sur y los 5 m en Barrio Norte. En la caracterización efectuada se diferencian 4 tipos: a) suelos de tipo 1, constituidos por limo y limo-arcilla de baja plasticidad y poco densos clasificados como arcillas limosas de baja y media plasticidad - limos inorgánicos (CL-ML); b) suelos de tipo 2, constituidos por limo-arcilla de plasticidad moderada clasificados como CL y CL-ML; c) suelos de tipo 3 representado por gravas y arenas y/o suelos densos clasificados como grava limosa (GM) y arena limosa (SM) y d) suelos de tipo 4, constituidos por gravas con arenas clasificados como grava arcillosa (GS).

En el artículo realizado por Alderete y Arias (2018) sobre caracterización de suelos en SMT, se informa que la zona de Barrio Sur (incluida en el área de estudio) a una profundidad de 4 m y con un índice de plasticidad (IP) generalmente menor a 7 (<7) corresponde a un suelo limo inorgánico (ML); mientras que en el sector del Barrio Norte a partir de los 3 m de profundidad el IP es menor a 8 (<8).

Asimismo, y según información recibida de los profesionales responsables de las empresas constructoras que trabajan en el Barrio Norte, el suelo de fundación correspondía a un suelo limo-arenoso con un coeficiente de esponjamiento que varía entre 1,6 y 1,8.

Etapa 2. Actividades de campo

En esta etapa de estudio e investigación se establece como unidad de análisis: a) terrenos donde se ejecutan las excavaciones y fundaciones; b) terrenos con demoliciones; c) terrenos baldíos con cartel de inicio de obra; estos últimos (b y c) presumiendo que la construcción del edificio se iniciará dentro del período (julio 2018-junio 2019) indicado para el relevamiento.

- Determinar el volumen de tierra proveniente de excavaciones.

Como se indicara en la metodología, se definieron dos zonas dentro del área de estudio definidas por las cuatro avenidas de STM: el Barrio Norte y el Barrio sur. Los grupos de trabajo organizados realizaron visitas en diferentes períodos de tiempo a fin de detectar y registrar la excavación, los movimientos de tierra y el avance de obra.

- Tareas realizadas en el relevamiento

La información se registra en fichas en las cuales se consignan:

1. Datos de obra: nombre y dirección de la ubicación del edificio, nombre de la empresa constructora, entrevistas a encargados, responsables de obra, y director técnico.
2. Superficie del terreno y profundidad de las excavaciones.
3. Características del edificio: si está construido entre medianeras o no, cantidad de pisos, planta libre y niveles de subsuelo para estacionamiento.

Se realiza una corrección del área de estudio en el límite oeste, que corresponde al eje de las Avenidas Mitre-Alem, por estar interrumpido por las vías del Ferrocarril MITRE, desplazando la extensión a calles Catamarca-Marco Avellaneda-Bernabé Aráoz.

En un total de 180 manzanas relevadas se puede determinar que, en el periodo de estudio, hay 18 edificios en construcción; algunos de ellos con excavaciones recién iniciadas y otros con esta operación ya concluida. El volumen de la tierra extraída compactada es de 30.041 m3, lo que equivale a 48.065 m3 de tierra esponjada.

Se comprueba que es traslada en camiones con diferentes destinos, entre ellos: relleno en barrios privados; relleno para la cimentación de nuevas calles; vaciaderos en la periferia de la ciudad donde es mezclada con todo tipo de residuos sólidos urbanos formando vertederos de volumen importante. La información obtenida deja al descubierto que no existe una ordenanza municipal referida a su regulación.

Etapa 3. Diseño de vivienda de BTC con tierra de excavación

Del análisis detallado del volumen de tierra y sus características físicas (mi-

neralógica y granulométrica) se define que las viviendas pueden materializarse con bloques de tierra comprimida (BTC), ya sea en su resolución total o parcial. (Rigassi, 1995)
Para obtener los BTC se utiliza una bloquera tipo Cinva-RAM modificada con las medidas de 0,18m x 0,36m x 0,12m con dos huecos de aproximadamente 0,025m de diámetro; estas dimensiones obedecen a dos motivos, el espesor del muro = 0.18 m, definido en función de los valores de transmitancia térmica y de condensación superficial e intersticial especificados en la norma vigente de habitabilidad y la posibilidad de ejecutar la mampostería con mayor rapidez por el tamaño de los mismos. (PICT 13-6873/CIUNT 26B/210) 3
En el diseño se contempla las características climatológicas del lugar de estudio4 respecto a la orientación, iluminación y ventilación natural y horas de asoleamiento, entre otras.
El volumen de tierra excavada, comprimida o sin esponjar es de 30.041 m3. A partir de ello se determina:

- Volumen de tierra necesaria por cada BTC = 0,007776 m3 de tierra comprimida.
- Cantidad de BTC a producirse con el volumen de tierra extraída = 3.901.428 unidades
- Cantidad de BTC por m2 de muro = 24 unidades
- Cantidad de BTC necesarios para 1 vivienda de 54,85 m2 cubiertos = 4.702 unidades.
- Cantidad de viviendas a realizarse con el volumen de tierra extraída = 830 viviendas

Diseño arquitectónico

En el diseño de la vivienda se prevé una unidad que pudiera o no estar apareada, con dimensiones mínimas necesarias para que albergue a una familia tipo de 4 o 5 personas y la posibilidad de ser ampliada en el futuro. Cuenta con dos dormitorios, estar-comedor y el núcleo húmedo baño-cocina y una superficie de planta aproximada de 54,85 m2, (Figura 2)
Se plantea el uso de BTC solo en los cerramientos verticales tanto exteriores como interiores, el resto de los ítems serian construidos con materiales tradicionales.
Por razones climáticas, se prevé estabilizar los BTC con una mínima cantidad de cemento; esta dosificación seria estudiada a medida que llega la tierra y se le efectúa la caracterización correspondiente. Con una dosificación de 1:10, (cemento, tierra) se puede obtener valores de Resistencia superior a 5-6 MPa, exigidos por normas INPRES 103. (Alderete et al 2006).

En la investigación realizada por Mas, Kirschbaum y Tonello, (2011), se determina que la estabilización y la presión de fabrica dada al componente puede mejorar la Resistencia final como se expresa a continuación:
- Con una mezcla de 1:10 (cemento, tierra) + presión de fábrica de 5 Kg/cm2 = Resistencia de rotura de 5,9 MPa y con una mezcla de 1:10 + presión de fábrica de 10 Kg/cm2 = Resistencia de rotura de 6,49 MPa).

Fig. 2 Planta tipo y croquis perspectivado vivienda BTC articulado. Fuente: Gráficos de autor

Diseño constructivo-estructural

Debido a que la provincia de Tucumán se encuentra en zona sísmica II según la clasificación del Instituto de Prevenciones Sísmicas (INPRES) se tiene en cuenta para el diseño estructural sismo-resistente las recomendaciones referentes a:
- La organización de los espacios, distribución de muros y ubicación de vanos se procuró la máxima simetría respecto a los ejes ortogonales.
- Considerando las recomendaciones del CIRSOC, referidas a la relación longitud-altura-espesor de muros, se toma como parámetro el espesor de 0,18 m tanto por razones estructurales como por condiciones de confort higro-térmico de los ambientes interiores.
- Se trata, en lo posible, de ubicar los vanos en el centro de los muros, verificando que la relación, superficie total aberturas/superficie total de muro se ajusten a las recomendaciones INPRES-CIRSOC 103 - Parte III.
- El sistema de mampostería de BTC que se propone fue utilizado y monitoreado en la construcción de uno de los edificios que forman el conjunto CRIATiC, habiéndose obtenido óptimos resultados desde su construcción en el año 2003 a la fecha. Consiste en la resolución de los cerramientos verticales exteriores e interiores con mampostería de BTC, encastrados entre sí, sin el uso de mezcla de asiento. El encastre o traba mecánica permite movimientos relativos (articulación) pero no el desplazamiento entre los mampuestos, esto redunda en un proceso constructivo más rápido.
- Se disponen encadenados horizontales y verticales de H°A° 1:2:3 (cemento-arena-piedra) y armaduras de 4 barras de ↓10 mm y estribos de ↓6 mm cada 0,20 m. Los encadenados horizontales son de 0,20 m de altura por 0,18 m de ancho, dispuestos en el nivel superior a la altura de coronamiento de muros. Los encadenados verticales se realizan hilvanando barras de acero (3↓10 mm) en los huecos de los BTC y posterior relleno con el hormigón antes descripto. (Figura 3)

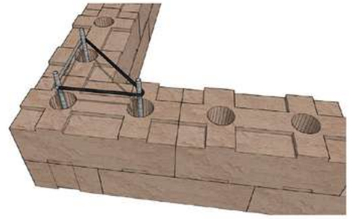


Fig. 3.- Encuentro de muros en L – BTC articulado con barras de acero hilvanadas en los huecos a modo de encadenado vertical. Fuente: Gráficos de autor

- La técnica de ejecución es muy simple, ya que el diseño del bloque asegura la auto alineación de los mampuestos en los muros, facilitando el trabajo de mano de obra no especializada.
- La textura lisa del componente hace innecesaria la posterior aplicación de revoques, los muros pueden quedar a la vista o ser pintados directamente. Sus cualidades se mantienen inalterables frente a la acción de la humedad o el agua de lluvia por su baja absorción, debida a la ausencia de poros por efectos de la compactación.
- El sistema adoptado cumple con las condiciones exigidas por las normativas vigentes, tanto constructiva-estructurales como de habitabilidad.
- Esta particularidad hace que el sistema resulte apto para la autoconstrucción asistida y/o la formación de pequeñas cooperativas de trabajo,

generando de esta manera pequeños emprendimientos productivos locales.

- En la Tabla 1 se comparan costos de 1m2 de mampostería de: BTC con otros mampuestos más utilizado en nuestro medio. Se puede apreciar la reducción del costo de la mampostería propuesta de 40 a 48 %.

Muros	Costo de materiales/ m2.	Costo mano de Obra	Costo total de Mampostería/ m2
Mampostería de BTC 0,12x0,18x0,36 (articulado visto)	$ 1.580,35	$ 1.892,73	**$ 3.473,08**
Mampostería de ladrillo cerámico macizo de 0,20 m de espesor (c/1 cara revocada revoque rústico y fino)	$ 3.796,90	$ 3.309,31	**$ 7.106,21**
Mampostería de ladrillos cerámico huecos 0,18x0,18x0,33 (c/2 caras revocadas revoque rústico y fino)	$ 3908.50	$ 4625.30	**$ 8.533,8**

Tabla 1: Análisis comparativo de costos. Fuente: Elaboración propia. Los costos corresponden a la ciudad de SMT al mes de junio de 2022.- Aclaración: El costo de los materiales corresponde a precio consumidor final (con IVA+I.B). El costo de mano de obra incluye cargas sociales

CONCLUSIONES

Basadas en los resultados arribados en esta etapa de la investigación, se formulan las siguientes conclusiones:

· La expansión urbana que se produjo en SMT se manifestó en dos procesos: el desarrollo constructivo en altura, residencial y administrativo en el área central y noreste de la ciudad y el proceso de expansión, en la periferia, hacía el Noreste y Sudeste, localizándose en este último sector las más altas NBI. (SMT 2016).

· Durante el período de relevamiento, se obtienen datos de 18 edificios, cantidad menor a la registrada en el primer listado de edificios asentados, como consecuencia de la importante recesión económica en nuestro país, lo que indica que el volumen de tierra puede ser aún mayor en épocas de mayor movilidad económica y si se considera la provenientes de otros tipos de excavaciones (apertura de calles, rutas, canales).

· El volumen de tierra extraído de 30.041 m3 de tierra comprimida o sin esponjar permitiría construir aproximadamente 830 unidades de viviendas con BTC estabilizados o no.

· La tierra utilizada en la fabricación de los bloques comprimidos es inorgánica y proviene de excavaciones cuyo destino, al no estar regulado por mapas ambientales es arrojada en vertederos naturales de residuos provocando daños ecológicos e impacto a nivel territorial. La opción de reutilizar esta tierra para la producción de BTC es un gran aporte a la sustentabilidad, ya que evita daños ambientales y no compromete las capas superficiales de suelo como ocurre con las mamposterías tradicionales de ladrillos cerámicos.

· La correcta identificación y composición granulométrica de la tierra a utilizar, permite obtener una mezcla óptima para comprimir en la prensa, así como para seleccionar la dosificación correcta del estabilizante, por lo general cemento, que le aporta mejorar su comportamiento mecánico al aumentar la resistencia final a rotura por compresión y frente al intemperismo.

· Las cualidades térmicas de estos muros favorecen la reducción del consumo energético necesario para acondicionar las viviendas, por lo que la construcción de viviendas con BTC representa una alternativa energéticamente eficiente que permite abordar el problema del déficit habitacional, con bajo o nulo consumo de recursos energéticos.

· La ausencia de mezclas de asiento y/o revoques, reduce la cantidad necesaria de áridos y aglomerantes, evitando el deterioro de las cuencas hídricas.

· Al tratarse el BTC de un mampuesto moldeado con una máquina de compresión, su forma puede variar desde un prisma macizo como el de un ladrillo cerámico macizo, hasta bloques con perforaciones, entrantes y salientes, muecas para trabar mampuestos mediante juntas articuladas, con solo cambiar la matriz de la bloquera.

· La producción diaria de BTC puede variar de 300 a 1200 bloques por día con prensas manuales y de 3.000 a 5.000 con una semi automática, dependiendo de la cantidad de operarios y del grado de complejidad de la bloquera y el uso de otros equipos como la desterronadora y mezcladora.

· La utilización de la tierra y la producción de componentes constructivos de tierra (BTC) para la materialización de la arquitectura constituye una alternativa que permite el aprovechamiento de recursos locales, la generación de empleo local de manera directa, con distinto grado de capacitación y formación.

· La técnica constructiva de ejecución del muro es muy simple, ya que el diseño del bloque asegura la horizontalidad de los mampuestos en los muros, facilitando el trabajo de mano de obra no especializada y posibilitando la generación de empleo en sectores vulnerables.

· Las consideraciones de diseño constructivo de muros con BTC son las mismas que las de las mamposterías con juntas. Deben seguirse las recomendaciones del CIRSOC.

NOTAS

1 No existen hasta la presentación de este trabajo datos de mayor actualidad relacionados con el NBI.

2 Según estadísticas del gobierno de la provincia de Tucumán. (INDEC -2010)

3 Proyecto PICT 13-6873 (ANPCyT) “Tecnologías constructivas para viviendas de interés social y equipamiento rural y periurbano del NOA” 2000-2003 y Proyecto CIUNT 26B/210: Diseño, producción y transferencia de tecnologías alternativas para viviendas de interés social 2001-2003

4 Tucumán tiene características climáticas diversas. El lugar de nuestra investigación se situaría en la subzona II b con amplitudes térmicas menores a 14°C. según Clasificación Bioambiental de la República Argentina correspondiente a la revisión de la Norma IRAM 11603: 1996.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Alderete, C.; Arias, L.; Mellace, R.; Latina, S.; Sosa, M.; Ferreyra, I. (2006). *Mampostería con Tierra Estabilizada Comprimida*. Ponencia presentada en el IV Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) y I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT) *“Construir con tierra. Ayer y hoy”*. Mendoza 14 al 18 de junio 2006. INCIHUSA-CRICYT-CONICET

· Alderete, C; Arias, L. (2017). *Caracterización física de suelos del Gran San Miguel de Tucumán para la fabricación de BTC*. Ponencia presentada en el Seminario Nacional de Arquitectura y Construcción con Tierra “La tierra, material alternativo en la construcción sustentable”. San Miguel de Tucumán 16 al 18 de agosto 2017. CRIATiC. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.

· Arias, L. Alderete, C., Mellace, R., Latina, S., Sosa, M., Ferreyra, I. (2006). *Diseño y Análisis Estructural de Componentes Constructivos con Tierra Cruda*. Ponencia presentada en IV Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) y I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT) *“Construir con tierra. Ayer y hoy”*. Mendoza 14-18 de junio 2006. INCIHUSA-CRICYT-CONICET.

· Código de Planeamiento Urbano. Digesto Normativo (2014). Dirección de Catastro y Edificación. Municipalidad de San Miguel de Tucumán. Disponible en: https://www.smt.gob.ar/files/subidos/CPU.pdf

· Fernández, A. (2017). *Tierra de excavaciones en zonas urbanas: de desecho a recurso.* Poster presentado en el Seminario Nacional de Arquitectura y Construcción con Tierra “La tierra, material alternativo en la construcción sustentable”. San Miguel de Tucumán 16, 17 y 18 de agosto 2017. Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.

· Fernández, D., Lutz, M. (2013). *Cartografía de la aptitud de los suelos con fines ingenieriles en la ciudad de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán.* Ponencia presentada en el 1º Congreso Internacional sobre riesgos de desastres y desarrollo territorial sostenible. Disponible en: https://www.researchgate.net/pu-

blication/260382821
· Gonçalves, J., Manesco Paixão, R., Ribeiro da Silva, J. Feltrim Aquotti, N., da Silva, P., Perez Lizama M., Andreazzi, M., de Moraes Filho, A. (2017). *Caracterización física y mecánica de ladrillos de suelo cemento con la incorporación de diversos residuos*. Disponible en: file:///D:/(NB)/Documentos/CONGRESOS/2022/XII%20CRETA/Articulo/articulos%20de%20apoyo/Caracterizaci%C3%B3n%20ficia%20y%20mec%C3%A1nica-Brasil.pdf
· INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (2010). *Censo Nacional 2010*. Disponible en https://sig.indec.gov.ar/censo2010/
· LA GACETA (2019). Disponible en: https://www.lagaceta.com.ar/nota/813538/actualidad/26porciento-casas-gran-tucuman-tienen-materiales-precarios.html
· Mas, J., Kirschbaum, C., Tonello, G. (2011). *Vivienda rural en suelo-cemento: Investigación, Transferencia y Autoconstrucción*. Ponencia presentada en VIII Congreso de Tierra en Cuenca de Campos, Valladolid. Disponible en: https://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011_9788469481073_p351-366_mas.pdf
· Mattone, R. (2007). Investigación y formación para la evolución de las tradiciones. Los bloques perfilados para la autoconstrucción. Apuntes vol.20 no.2 Bogotá July/Dec. 2007. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632007000200011
· Mi argentina. Documentos. Área metropolitana de Tucumán-Plan de Ejecución Metropolitana. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/dami/noroeste/metropolitana-de-tucuman/documentos
· Regassi, Vincent. (1995). Bloc de terre comprimé. Volume I. Manuel de Production. Publicación de Deutsches Zentrum Fur Entewichlungstechnologien-GATE. Vieweg. Alemania
· SMT (2016). Plan estratégico urbano territorial San Miguel Tucumán. Disponible en: https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/TUCUMAN/Plan-Estrategico-Urbano-Territorial-San-Miguel-de-Tucuman.pdf

PROPUESTAS DE MEJORAS DE ILUMINACIÓN EN AULAS PROTOTIPO PARA LAS ESCUELAS NUEVAS CONSTRUIDAS EN TUCUMÁN, ARGENTINA

PROPOSED LIGHTING IMPROVEMENTS IN PROTOTYPE CLASSROOMS FOR NEW SCHOOLS BUILT IN TUCUMÁN, ARGENTINA

S. Gabriela Márquez Vega
Cecilia F. Martinez

Acond. Ambiental 1, Inst. de Acond. Ambiental, Centro de Estudios Energía, Hábitat y Arq. Sustentable

FAU — UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—

sgmarquezvega@herrera.unt.edu.ar
cmartinez@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

Se aborda el análisis de la iluminación en aulas de escuela prototípica del nivel intermedio que representa el 67% del parque educativo construido en el Programa Nacional 700 Escuelas, 2003- 2015. El objetivo es analizar los niveles de iluminación natural y el uso de iluminación artificial, y a partir de los resultados proponer mejoras que permitan alcanzar las condiciones de confort y uso. Como metodología se trabajó con mediciones in situ, análisis gráficos y análisis de consumos. Los resultados permiten conocer las condiciones de iluminación natural y artificial, verificando que no se cumplen con los mínimos de IRAM AADL J20.06. Se proponen mejoras para ambos casos, con propuestas que modifican el diseño de aberturas incrementando la ganancia de luz natural y mejora en la eficiencia y suso racional de la iluminación artificial que permitiría alcanzar ahorro mayor al 40% en el consumo de energía.

PALABRAS CLAVES: iluminación natural – confort visual – aulas – eficiencia energética

ABSTRACT

The analysis of lighting in classrooms of a prototypical intermediate level school, which represents 67% of the educational facilities built in the National 700 Schools Program, 2003-2015, is addressed. The objective is to analyse the levels of natural lighting and the use of artificial lighting, and based on the results, to propose improvements to achieve habitability conditions. The methodology used was based on in situ measurements, graphic analysis and consumption analysis. The results show the natural and artificial lighting conditions, verifying that the minimum standards are not met. Improvements are proposed for both cases, with proposals that modify the design of openings to increase the gain of natural light and improve the efficiency and rational use of artificial lighting, which would allow savings of more than 40% in energy consumption.

KEY WORDS: natural lighting – visual comfort – classroom – energy efficiency

INTRODUCCIÓN

Según se establece en el principio 1 de la Declaración de Río de Janeiro (1992): "Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sustentable y tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza". Por otra parte, el principio 4 de la misma Declaración establece: "A fin de alcanzar el desarrollo sustentable, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada".

Uno de los factores que más afecta a nuestro ambiente natural y que se relaciona con la calidad de vida, es la contaminación generada por el uso de energía derivada de fuentes fósiles, especialmente la energía eléctrica, que en el año 2021 representó en el mercado eléctrico mayorista nacional el 63,4%, con una emisión a la atmósfera de 38,1 millones de toneladas de CO^2 (CNEA, 2021).

Por ello, reducir el uso de energía eléctrica debe ser un objetivo fundamental para reducir el efecto contaminante que la producción de este servicio genera. En este sentido no se trata sólo de reducir el consumo sino también, de afrontar el problema desde el uso racional y la eficiencia energética, siendo este último concepto el referido a lograr un menor consumo de energía frente a una misma prestación, es decir, usar la menor cantidad posible de energía para conseguir satisfacer adecuadamente las necesidades de iluminación, calefacción, refrigeración y comodidad ambiental en general. Por ello, lograr la eficiencia energética en los sistemas de acondicionamiento artificial es fundamental para conseguir el objetivo de sostenibilidad, independientemente de que el origen de la energía utilizada sea no renovable o renovable.

Los espacios áulicos dentro de los edificios escolares son el ámbito principal donde se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje. La calidad ambiental que estos espacios brindan a sus usuarios son factores de gran influencia en el resultado final del proceso didáctico, por lo que la evaluación de la calidad educativa tiene que ver también con determinar qué tan propicios son los espacios escolares para generar ambientes físicos educativamente habitables, es decir, qué condiciones de confort, salud, física y mental, y seguridad ofrecen. El informe realizado por Barrett et al (2015) destaca: "…las diferencias en cuanto a la calidad del aire, *la luz* y los colores pueden incrementar en un 16% los progresos de los alumnos en su aprendizaje en un solo año…"

Dentro de los aspectos ambientales que se relacionan con el confort en un espacio interior, los que más influyen en el rendimiento estudiantil tienen que ver con la iluminación y las condiciones térmicas, como lo demuestran diversos trabajos (Conway et al, 2000; Earthman, 2002; Monteoliva, Pattini, 2013). Cuando estos dos aspectos deben ser controlados de forma artificial, se incurre en un costo económico sin que, con ello, se pueda garantizar lograr condiciones de calidad.

En este sentido un informe de la Agencia de Protección Ambiental (APrA, 2014), indica que el 75% del consumo de energía eléctrica en los edificios escolares se debe al uso de iluminación artificial.

Así mismo un análisis de los consumos de energía en un grupo de escuelas del Gran San Miguel de Tucumán (GSMT), realizado por Ledesma et al (2016) indica: "…se ha determinado que la energía consumida se emplea para la iluminación artificial en un promedio del 85%."

En las escuelas de la Provincia se evidencia la falta de calidad en las condiciones de iluminación en los espacios áulicos, como lo expresan los resultados obtenidos en trabajos de análisis y relevamiento en escuelas del GSMT (Ledesma et al, 2014; Ledesma et al, 2016). Esta situación se verifica en las mediciones y simulaciones, como se expone en Ledesma et al (2018): "…a partir de las mediciones…se pudo verificar que… existe una distribución deficiente de la iluminación natural…una uniformidad inferior al mínimo recomendado…y valores en lux que solo se cumplen en menos del 50% del aula".

Por otra parte, se indica en Ledesma et al (2018): "…en las simulaciones lumínicas… se observó que… los valores de iluminancia natural son inferiores a los recomendados por y sólo en el 12% los valores superan los 500 lux…"

En los edificios escolares resulta difícil lograr el aprovechamiento pleno de la iluminación natural como principal fuente, debido a que, por las funciones desarrolladas en las aulas, es necesario impedir el ingreso de radiación directa ya que causa problemas de deslumbramiento. El uso de protecciones solares ocasiona una pérdida importante en el aporte de luz natural (Orio, 2017).

Esta condicionante hace difícil que un sistema de aventanamiento pueda cubrir el requerimiento lumínico total de un aula y, si bien se puede lograr incrementar el uso de la iluminación natural, no se logra llegar a valores mínimo de iluminación aceptable en el total del aula, especialmente en las zonas más alejadas de las aberturas y en el período de otoño-invierno cuando se presentan los valores más bajos de iluminación exterior.

Por ello es de importancia que los sistemas de iluminación artificial planteados para las escuelas sean eficientes para reducir el consumo generado, ya que su uso se plantea como algo necesario durante la mayor parte del año y estos edificios representan una superficie construida importante dado que cada escuela nueva tiene un promedio de 1.800 a 2.500 m^2.

PROTOTIPO DE ESTUDIO

En el período 2003-2015, con el Programa Nacional 700 Escuelas, se inauguraron en la provincia de Tucumán 237 escuelas públicas. De ellas 129 se realizaron dentro del área del Gran San Miguel de Tucumán (GSMT), conglomerado urbano formado alrededor de la ciudad Capital, que incorpora las localidades de Cruz Alta, Lules, Tafí Viejo y Yerba Buena, albergando más del 68% de la población.

Entre las 129 escuelas construidas, se distinguen edificios de diferentes niveles educativos, siendo el presente trabajo orientado al análisis del nivel intermedio, con 67 escuelas dentro del GSMT. De estas escuelas el 76%, mencionadas en la tabla 1, presentan el mismo proyecto arquitectónico- funcional, las mismas especificaciones técnicas y constructivas y cuentan con igual situación de emplazamiento y orientación, figuras 1 y 2.

Fig. 1: Foto de escuelas nuevas construidas en Tucumán. Elaboración con fuente Base de datos Plan 700 escuelas

Fig. 2: Imágenes de las escuelas nuevas. Fotos propias de relevamiento

Escuela s/n - Barrio SEOC	Capital	Escuela Nueva Bº Suiltaga	Capital	Escuela Nueva en Lomas de Tafí F	Tafí Viejo	Escuela Nueva en Alderetes	Cruz Alta
Escuela Ciegos "Luis Braille"	Capital	Escuela Nueva Bº San Miguel	Capital	Escuela Nueva en Bº UTA	Tafí Viejo	Escuela "Ramón Paz Posse"	Cruz Alta
Escuela Sordos "Prospero García"	Capital	Escuela Nueva Marina Alfaro al 1200	Capital	Escuela Nueva en Lomas de Tafí A	Tafí Viejo	Escuela Nueva en Bº Amoyento	Cruz Alta
Escuela Especial Nº 599	Capital	EGB3 y Polimodal S. M. de Tucuman	Capital	Escuela Nueva en Lomas de Tafí D	Tafí Viejo	Escuela Virgen del Milagro	Cruz Alta
Escuela 0° Los Vazquez - Mercofrut	Capital	8585 y Polimodal Bº Isla Mosa	Capital	Escuela Secundaria Dr. M. Moreno	Tafí Viejo	Sustitución Escuela Media La Florida	Cruz Alta
Escuela "M.M de Guemes"	Capital	Escuela Media del Salvador	Capital	Escuela M. de Cervantes Saavedra	Tafí Viejo	Escuela Nueva "Celestino Ochi" / Polimo	Lules
Escuela a/cen Jujuy al 4000	Capital	Escuela Secundaria Campo Norte	Capital	Escuela Secundaria D Colmenar	Tafí Viejo	EGB3 y Polimodal en Manantial	Lules
Escuela a/cen Blas Parera al 400	Capital	Escuela Bº Crocero General Belgrano	Capital	Escuela Nueva - Barrio Los Pinos	Yerba Buena	EGB3 y Polimodal en San Pablo	Lules
Escuela a/crear Bº Maciel	Capital	Escuela Especial Lagartigue	Capital	Escuela en Avda. Perón I	Yerba Buena	Escuela Nueva Villa del Rosario	Lules
Escuela a/crear Bº Costanera	Capital	Escuela Nueva Av. San Ramón	Capital	Escuela Nueva en Bº Islas Malvinas	Yerba Buena	Escuela Media en San Pablo Norte	Lules
Escuela Nueva en Villa Amalia	Capital	Escuela Divino Niño Jesús	Cruz Alta	Escuela Nueva en Villa Carmela	Yerba Buena	Escuela s/n - Barrio El Golfito II	Tafí Viejo
Escuela Nueva "Benjamín Matienzo"	Capital	Escuela Nº 320 - Los Gutierrez	Cruz Alta	Escuela Nueva en Bº El Mirador	Yerba Buena	Escuela Nueva en Bº Policial	Tafí Viejo
		Escuela a/crear en Banda del Río Salí	Cruz Alta	Escuela Media en Bº N. Avellaneda	Yerba Buena	Escuela Nueva en Lomas de Tafí Primaria	Tafí Viejo

Tabla 1: Escuelas que abarca el estudio - Fuente: Elaboración propia

El proyecto se resuelve con fachadas principales al norte y sur y se divide en dos bloques paralelos, separados por patios abiertos, unidos por una circulación cubierta. Las aulas son de 7 x 7 m, en doble hilera con pasillo central, y patios cubiertos como elemento conector de áreas, figura 3.

Fig. 3: Planta tipo y sección Escuela Maciel y Escuela Los Pinos. Elaboración con plano Base de Datos Plan 700 escuelas

La envolvente exterior, en las cuatro orientaciones, se resuelve con muros de ladrillo cerámico macizo de 0,27 m de espesor con revoque interior. La cubierta es de losa de hormigón armado, sin cielorraso, con carpeta alivianada, membrana hidrófuga y un sobre techo de chapa galvanizada.

EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN AULAS

Situación de iluminación natural

En casos modelo analizados se determinó que este prototipo de escuela presenta ventanas que tienen una obstrucción significativa de la bóveda celeste debido a sus parasoles quebrados, además de presentar una cubierta con un voladizo de dimensiones importantes, lo que reduce el aporte de iluminación natural. La relación entre área vidriada y área del piso es de un 12,8%, no superando el máximo recomendado de 25% para locales con orientación al Norte y Sur.

Se realizaron mediciones in situ con Luxímetro Tenmars DL–201 así como determinación gráfica con método del BRS. Al analizar los niveles promedio de iluminación natural en el aula los valores de coeficiente de luz diurna (CLD) no superan el 1%, siendo el valor promedio de 0,34%, figura 4 (Cisterna et al, 2019), no llegando al mínimo normado de 2% para la función de aula general.

PUNTO	CLD
A1	0,216
B1	0,272
C1	0,668
A2	0,221
B2	0,276
C2	0,431
A3	0,221
B3	0,276
C3	0,431
A4	0,216
B4	0,272
C4	0,664

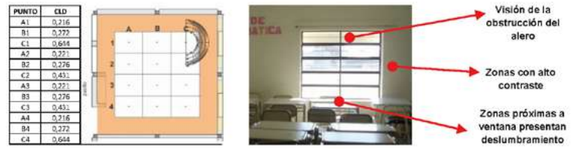


Fig. 4: CLD determinados y vista interior de aula (luces artificiales apagadas). Elaboración y foto propia.

Las mediciones mostraron que, en la mayor parte del aula, los niveles de iluminación no llegan a superar el valor mínimo de 500 lux establecido por Norma IRAM AADL J20.06 (1996), siendo la iluminancia media obtenida sobre el plano de trabajo horizontal de 125 lux (Ledesma et al, 2016), figura 5.

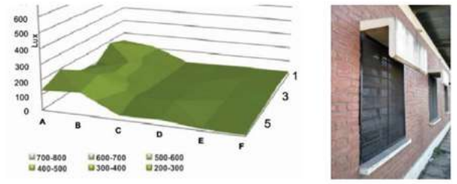


Fig. 5: Niveles de iluminación (lux) medidos en aula tipo Esc. Lomas de Tafí. Fuente gráfico Ledesma et al (2016)

Otro factor que influye negativamente en la disponibilidad de iluminación natural es la necesidad de uso de elementos de protección contra vandalismo y la condición de deslumbramiento que produce el ingreso de radiación solar directa, por lo cual es común el uso de cortinas para controlar esta situación. En las entrevistas a docentes se indicó también que en días de temperatura baja se mantienen cerradas las cortinas para disminuir "la condición de frío" que genera el vidriado. Es decir que, en invierno y verano, mañana y tarde, se mantienen cerradas las cortinas interiores en la mayoría de las aulas, figura 6.

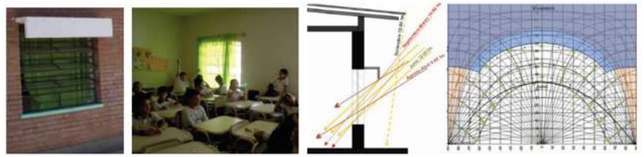


Fig. 6: Vista exterior e interior de ventanas (sin luz artificial). Incidencia solar. Elaboración y fotos propias

Si bien es posible aprovechar más la luz natural con un diseño de aberturas más amplio y eficiente, todos los factores indicados provocan que el recurso sea difícil de abordar como la solución de mayor importancia para aumentar los niveles de iluminación a fin de poder cumplir al menos con los niveles mínimos indicados por la IRAM AADL J20.06 (1996). Además, el uso de superficies vidriadas más amplias afecta directamente al balance térmico estival, por la ganancia de calor generada, condición que no se puede descuidar por tratarse de un clima cálido-húmedo y porque las escuelas no disponen de sistemas de enfriamiento de aire.

Todas estas condicionantes hacen necesario el uso de iluminación artificial durante todo el año y prácticamente durante todo el horario de funcionamiento del turno escolar, lo que se relaciona directamente con el consumo de energía eléctrica ya que, como se indicó anteriormente, la iluminación artificial es el ítem de mayor consumo en los edificios escolares.

Situación de iluminación artificial

La Norma IRAM AADL J20.06 (1996) establece en 500 lux el nivel de iluminación mínimo la para función de aula general, sobre el plano de trabajo horizontal.

En evaluaciones de las condiciones de consumo de electricidad realizadas para escuelas prototipo y considerando condiciones de iluminación artificial como complemento por el deficiente aporte de iluminación natural, se observa que a pesar de los altos consumos de energía no se logra cumplir con los niveles mínimos establecidos, situación que no solo se presenta en el prototipo analizado, si no que se repite en la mayoría de las tipologías de edificios escolares del GSMT, figura 7. El uso de iluminación artificial tampoco permite mejorar las condiciones de distribución y uniformidad de la iluminación (Ledesma et al, 2016).

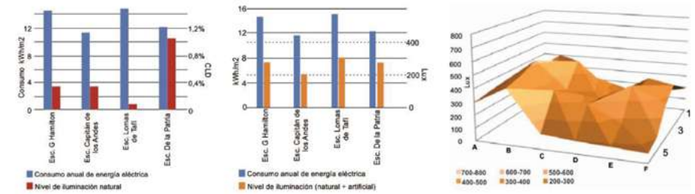


Figura 7: Consumo anual y niveles de iluminación interior. Fuente Ledesma et al (2016)

La iluminación artificial está cubierta por 4 luminarias distribuidas simétricamente, con 3 lámparas fluorescentes Standard de 36 W y 2500 lm, que

generan una iluminancia media, calculada, sobre el plano de trabajo de 274 lux. Las mediciones realizadas en el aula para una escuela prototipo, con el total de las luces encendidas, da como resultado una iluminancia media de 275 lux sobre el plano de trabajo.

PROPUESTAS

Mejora para iluminación natural

El sistema de nuevo aventanamiento propuesto para mejorar la situación original de iluminación natural consideró como pautas: - Obstrucción total de la radiación solar incidente sobre el plano de trabajo durante todo el año; - Favorecer una mejor distribución de la iluminación; - Permitir el ingreso de luz hacia la parte más profunda del local.

Como propuesta se plantea agregar una ventana superior de 0,56 m de alto que permita reforzar la iluminación hacia la parte más profunda del local. También agregar, al sistema actual de carpintería, lamas horizontales metálicas de 0,30 m de ancho, que actúan como pequeños estantes de luz y parasoles, figura 8. Se aumenta así la relación de superficie vidriada y área de piso a un 15,9 %, respetando aún el máximo recomendado y los valores de CLD en el punto medio del aula asciende a un 1%, una mejora sustancial pero que no logra alcanzar el valor mínimo establecido, 2%, para la función desarrollada.

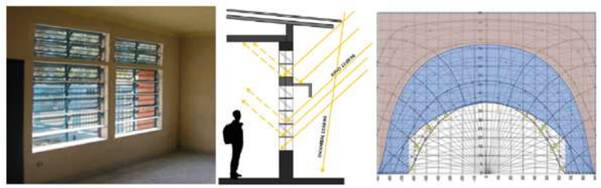


Fig. 8: Propuesta abertura y estudio de obstrucción solar anual. Elaboración propia

Propuesta de diseño de la iluminación artificial eficiente en las aulas

Como primera medida se propone reemplazar las lámparas fluorescentes por lámparas Philips Master LED Tube 8ft de 33 W y 4.000 lm, manteniendo el número y distribución de luminarias para no generar gastos de reforma, figura 9.

Se logra así un mayor flujo luminoso con una potencia eléctrica similar a la utilizada en la situación original y mayor iluminancia media sobre el plano de trabajo, mejorando las condiciones al aumentar la iluminancia media un 60%, pero reduciendo el consumo, tabla 2.

En las escuelas se mantienen encendidas las luces durante todo el día, de inicio a final del horario escolar, debido a la falta de calidad y cantidad de luz, falta de control y mantenimiento de la instalación, lo que genera disminución del rendimiento, y por falta de conciencia energética y problemas de seguridad.

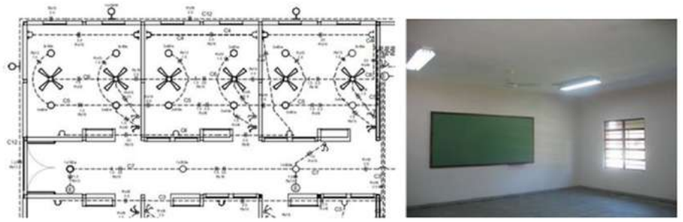


Fig. 9: Distribución de la iluminación artificial de las aulas actualmente

12 lámparas	1- Lámparas fluorescentes (36 W)	2- Lámparas LED (33 W)
Potencia eléctrica	432 W	396 W
Flujo luminoso	30.000 lm	48.000 lm
Rendimiento luminoso	69 lm/W	121 lm/W
Densidad lumínica	8,81 W/m2	8,08 W/m2
E media	274 lx	438 lx

Tabla 2: Cálculo de comportamiento lumínico: Caso original (1) y Caso propuesto (2) Fuente: elaboración propia

Para cuantificar el potencial de ahorro de energía usada en iluminación artificial, se establecen las horas anuales a considerar. Se estima que resulta necesario encender las luces durante todo el horario de uso escolar, de 7:00 a 19:00 h., para 20 días al mes, de marzo a diciembre, excluyendo el receso de invierno, dos semanas de julio, y las dos últimas semanas de diciembre, inicio del receso estival. Se establece un encendido total de 2340 horas al año.

La zona de pizarrón, plano vertical, debería contar con iluminación complementaria ya que el nivel normado es mayor al del aula. Aunque esta situación no se da en la actualidad, se considera la suma de una lámpara con uso en iguales horas que la iluminación general para tenerlo en consideración.

Para la condición de uso actual de iluminación artificial, Caso original, las luces permanecen encendidas durante toda la jornada escolar. Se obtiene un consumo anual estimado de 1054,08 kW, tabla 3.

Se analizó el uso de la iluminación artificial para el Caso propuesto, lámparas LED, bajo dos situaciones de uso.

Situación 1: Sin control de encendido, es decir las luces se encienden al ingresar al aula y permanecen así durante toda la jornada, que es el modo actual que se realiza, tabla 4. Se observa que el consumo anual sería de 996,84 kW. Es decir que se disminuye el consumo en un 5,5% con solo realizar el cambio de luminarias utilizadas.

Situación 2: Con control racional de encendido, es decir con encendido selectivo para poder encender cuatro, ocho o doce lámparas, considerando la regulación del encendido en función de la disponibilidad de luz natural. Esta propuesta exigiría el rediseño de la instalación para permitir el encendido selectivo, además de la participación de los usuarios ya que disponer de sistemas de control automático para esta tarea es casi imposible de pensar en un establecimiento educacional público. Tabla 5.

Se observa que para la situación 1, donde no se realiza ningún tipo de control

MESES	7 hs	8 hs	9 hs	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs	17 hs	18 hs	19 hs	pizarron	T. DIARIO	T. MENSUAL
enero																
febrero																
marzo	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
abril	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
mayo	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
junio	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
julio	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	58560
agosto	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
septiembre	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
octubre	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
noviembre	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	117120
diciembre	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	5856	58560
																1054080
															KWh	1054,08

Tabla 3: Cantidad de energía usada para iluminación original, sin control de encendido Caso original (lámparas fluorescentes) Fuente: elaboración propia

MESES	7 hs	8 hs	9 hs	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs	17 hs	18 hs	19 hs	pizarron	T. DIARIO	T. MENSUAL
enero																
febrero																
marzo	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
abril	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
mayo	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
junio	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
julio	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	55380
agosto	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
septiembre	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
octubre	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
noviembre	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	110760
diciembre	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	390	5538	55380
															W	996840
															KWh	996,84

Tabla 4: Cantidad de energía usada para iluminación propuesta (lámparas LED), sin control de uso Fuente: elaboración propia

MESES	7 hs	8 hs	9 hs	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs	17 hs	18 hs	19 hs	pizarron	T. DIARIO	T. MENSUAL
enero																
febrero																
marzo	396	264	132						132	264	396	396	396	240	2616	52320
abril	396	396	264	132				132	264	396	396	396	396	300	3468	69360
mayo	396	396	396	132	132	132	264	132	264	396	396	396	396	390	4218	84360
junio	396	396	396	264	132	132	264	264	396	396	396	396	396	390	4614	92280
julio	396	396	396	132	132		264	132	264	396	396	396	396	360	4056	40560
agosto	396	396	264	132				132	264	396	396	396	396	300	3468	69360
septiembre	396	264	132						132	264	396	396	396	240	2616	52320
octubre	396	264							132	264	396	396	396	210	2454	49080
noviembre	264	132								132	264	264	396	180	1632	32640
diciembre	264	132								132	264	264	396	180	1632	16320
																558600
															KWh	558

Tabla 5: Cantidad de energía usada para iluminación propuesta (lámparas LED), con control racional de encendido Fuente: elaboración propia

en el uso de la iluminación artificial, el consumo anual asciende a 996,84 kW, mientras que para la situación 2, que contempla un encendido racional de las lámparas, el consumo anual asciende a 558 kW. Es decir, se lograría una reducción del 44% al realizar un manejo racional y consciente de la iluminación.
Si se compara la situación del Caso original, lámparas fluorescentes y sin control de encendido con consumo anual de 1054,08 kW, tabla 3, con el Caso propuesto, lámparas LED y control racional de encendido (situación 2), con consumo anual de 558,6 kW, tabla 5, se observa que se puede lograr una reducción del 47% en el uso anual de energía eléctrica en un aula.
Si consideramos que el resultado obtenido corresponde a la situación de una sola aula y que las nuevas escuelas prototípicas cuentan con 12 aulas, la reducción obtenida con la propuesta de un sistema de iluminación artificial más eficiente y un uso racional tiene una importancia significativa desde el punto de vista económico, para el Estado y la Sociedad, así como desde el punto de vista de la contaminación, para beneficio del Ambiental.

CONCLUSIONES

Tal como están planteados actualmente los objetivos de eficiencia energética y uso racional de la energía, se torna imperativo desarrollar estrategias y planes de intervención en los edificios construidos y guías de recomendaciones para los nuevos proyectos a fin de incorporar consideraciones sobre eficiencia de los sistemas de iluminación a fin de lograr mejorar las condiciones de confort lumínico y visual en las aulas considerando los beneficios que se pueden alcanzar teniendo en cuenta que el prototipo de escuela analizado representa el 76% de las escuelas construidas.
Maximizar la eficiencia de los sistemas de iluminación, realizar un uso consciente del mismo y desarrollar un plan de control también permite reducir los costos de mantenimiento.
Ello redundará no sólo en importantes beneficios económicos sino también en la generación de conciencia ambiental y en la posibilidad de alcanzar mejores condiciones de habitabilidad que incidirán positivamente en la calidad de vida y por ello en el desempeño académico tanto de alumnos como de docentes.
El estudio permite enunciar recomendaciones y consideraciones que propician mayores niveles de confort lumínico en las aulas, como así también proponer el uso racional de la energía y mejoras para hacer más eficientes energéticamente las instalaciones de iluminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· APrA (2014). Agencia de Protección Ambiental, Gobierno de Buenos Aires. Informe sobre El cambio climático http://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/cambioclimatico/publicaciones
· Barrett P.S., Zhang Y., Davies F. y Barrett L.C. (2015). Clever classrooms: Summary report of the HEAD Project, University of Salford, Salford. http://usir.salford.ac.uk/35221/
· Cisterna S., Martinez C.F., Márquez Vega S. G. (2019) “Eficiencia energética en iluminación y confort en escuelas. Recomendaciones para el uso racional de energía” Libro de actas XVII Jornadas de la Asociación Regional de Economía y Sociedad del NOA. ISBN 978-987-633-582-9. http://www.ares-noa.com.ar/wp-content/uploads/2022/03/ARESNOA-2019-Compilacion-de- trabajos.pdf
· CNEA, (2021). Comisión nacional de energía atómica. Síntesis del mercado eléctrico mayorista n 251. Noviembre 2021. https://www.cnea.gob.ar/nuclea/handle/10665/1910
· Conway, S., K. Epps, y P. Plympton (2000). Daylighting in Schools Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford. The American Solar Energy Society Conference. Madison, Wisconsin. Acceso 7-2016. http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28049.pdf
· Earthman, Glen I. (2002). School Facility Conditions and Student Academic. UCLA’s Institute for Democracy, Education, & Access. https://mfc205.wikispaces.com/file/view/wws08-Earthman.pdf
· Ledesma S., Cisterna M., Martinez C., Nota V. y otros (2014). Análisis cuali-cuantitativo de la iluminación de aulas en escuelas primarias de Tucumán. Propuestas de mejoramiento. Libro de acta XXXVII Reunión de ASADES. ISBN 978-987-29873-0-5. https://www.researchgate.net/publication/280386465
· Ledesma S., Cisterna M., Nota V., Martinez C. y otros (2016). Caracterización del sector edilicio educativo de nivel primario de la provincia de Tucumán y evaluación de consumos energéticos en casos de estudio. Revista AVERMA. ISSN 2314-1433 https://asades.org.ar/publicacion/
· Ledesma S., Nota V., Martinez C., Orio S. (2018). Evaluación y propuestas de mejoras térmicas y lumínicas para aulas de escuelas primarias de reciente construcción en Tucumán. Libro de actas X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura. ISBN 978-950-34-1661-7 http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71336
· Monteoliva J.M. y Pattini A. (2013) Iluminación natural en aulas. Análisis predictivo dinámico del rendimiento lumínico-energético en climas soleados. Revista Ambiente Construido vol.13 no.4 ISSN 1678-8621 http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167886212013000400016&script=sci_arttext
· Norma IRAM AADL 20J.06 (1996). Iluminación artificial en interiores. Niveles mínimos de iluminación https://es.scribd.com/document/436904553/Luminotecnia-Iram-Aadl-j-20-06-1
· Orio, S., Ledesma S.L., Nota V. (2017). Condiciones lumínicas en aulas prototípicas de escuelas de reciente construcción de la provincia de Tucumán. Evaluación y propuestas. Revista AVERMA. ISSN 2314-1433 https://asades.org.ar/publicacion/

EVALUACIÓN FUNCIONAL-AMBIENTAL DE MODERNIZACIÓN DE ESPACIO PEATONAL EN LOCALIZACIÓN DE CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO

FUNCTIONAL AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF PEDESTRIAN STREET UPGRADING IN WARM HUMID CLIMATE

Cecilia F. Martinez
Cintya L. Villa

Acond. Ambiental 1, Inst. de Acond. Ambiental, Centro de Estudios Energía, Hábitat y Arq. Sustentable

FAU — UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—

cmartinez@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

El artículo presenta la evaluación de la refuncionalización de un espacio peatonal, analizando cómo influyen y definen su adecuación el proceso de intervención y la toma de decisiones. Como metodología de evaluación se empleó la matriz de análisis propuesta por Mandrini, contemplando aspectos ambientales, antrópicos y del entorno. El análisis evalúa el "antes" y el "después" del proyecto de remodelación. Mediante la valoración de sus aspectos funcionales, morfológicos y tecnológico se exponen virtudes y carencias de la intervención. A partir de los resultados se concluye que la puesta en valor permitió mejorar algunas condiciones originales, pero no logra una máxima calidad, pues hay aspectos relevantes no considerados. Teniendo en cuenta los ítems analizados se identifica la necesidad de proponer un diseño que mejore las condiciones del espacio en aspectos ambientales a fin de permitir el adecuado desarrollo de las actividades dentro de una situación de confortabilidad urbana al menos aceptable.

PALABRAS CLAVES: calle pedestre – confort urbano – espacio público – refuncionalización urbana

ABSTRACT

The article presents the evaluation of the intervention of a pedestrian space, analysing how the intervention process and decision-making influence and define its adequacy. The evaluation methodology used was the analysis matrix proposed by Mandrini, considering environmental, anthropic and environmental aspects. The analysis evaluates the "before" and "after" of the remodeling project. By assessing its functional, morphological and technological aspects, the virtues and shortcomings of the intervention are exposed. From the results it is concluded that the enhancement allowed improving some original conditions, but it does not achieve maximum quality, as there are relevant aspects not considered. Taking into account the items analyzed, it is necessary to propose a design that improves the environmental conditions of the space in order to allow the adequate development of activities within a situation of at least acceptable urban comfort.

KEY WORDS: pedestrian space – urban comfort – public space – urban refunctionalization

INTRODUCCIÓN

Tres cuartas partes de la población de América Latina y el Caribe vive en ciudades, y se calcula que más del 68% de la población mundial lo hará para el año 2050 (DAES, 2018), lo que posiciona al tema del crecimiento urbano como uno de los principales puntos de debate de la Agenda Mundial sobre sostenibilidad.

En el caso de Argentina, el 92% de su población es urbana, superando ampliamente la media mundial (54%) y la europea (75%), e incluso la de Latinoamérica (82%) (CEPAL, 2017).

Los conflictos derivados de este crecimiento se han manifestado con mayor rigor en la pérdida de recursos naturales y biodiversidad, así como en la alteración de la calidad del aire y en la vulnerabilidad de la población a los efectos del cambio climático.

Se tiende a definir el espacio público como un conjunto de edificios, calles, plazas y vehículos, olvidándose de la gente que lo habita y le da sentido. Se olvida que el espacio público es una construcción comunitaria en la cual intervienen diferentes actores sociales y es el ámbito que contiene la vida cultural, política y económica de una ciudad, figura 1 (Gehl, 2014).

Fig. 1: Interacciones en el espacio público urbano. Fuente: https://www.jamesholyoak.com/regeneration

En las ciudades tradicionales, el espacio público es el que da identidad y carácter a la misma y el que permite reconocerla y vivirla. Es el lugar de encuentro por excelencia y su cantidad y calidad potencian la diversidad urbana, la expresión colectiva y su usabilidad y disfrute. El desafío en las ciudades contemporáneas es generar más y mejores espacios públicos que fomenten la generación de ciudades de una forma equitativa y amigable. En muchos casos se busca revitalizar y jerarquizar los espacios existentes realizando intervenciones que terminan siendo poco apropiadas, debido a que no se tienen en cuenta pautas o estrategias de diseño adecuadas para brindar condiciones de confort en consonancia con el clima de la ciudad, por lo que estos sitios se transforman en "espacios fantasmas", incapaces de soportar actividades sociales y comerciales, individuales o colectivas, transformándose en meros sistemas de circulación urbana que los peatones desean recorrer lo más rápido posible. El empobrecimiento del paisaje urbano y la pérdida de la calidad de vida para sus ciudadanos, vuelve a estos espacios más inseguros e inhóspitos, contribuyendo a la degradación social del hábitat (Bomba et al., 2007).

Dentro de las condicionantes que determinan la calidad y confortabilidad de un espacio exterior, como lo definen Mínguez, Martí y Vera (Cabezas, 2013), se encuentran las ambientales, relacionadas a las condiciones térmicas, la calidad del aire y la contaminación acústica.

La producción de espacios urbanos, como lo menciona De Schiller (1999), tiende a responder a exigencias socio-económicas y políticas que maximizan los beneficios financieros, reducen la carga económica de mantenimiento y racionalizan los flujos de tránsito, promoviendo espacios comerciales cubiertos, cerrados y controlados, de carácter privado y con acondicionamiento artificial. Dichos factores disminuyen el potencial climático-ambiental del espacio urbano en su función pública y social (De Schiller y Evans, 2008).

DESARROLLO

Caso de análisis. Localización y clima

La ciudad de San Miguel de Tucumán se ubica al noroeste del país, Argentina, en una zona de llanura a 450 m s.n.m, con un cordón montañoso limitando al oeste. Pertenece a la zona bioambiental IIb, calificada como cálida por la Norma IRAM 11.603:2012. Presenta elevadas temperaturas en verano con máximas medias superiores a los 32 C e invierno moderado con temperaturas mínimas medias de 6 C, con poca amplitud térmica en ambas estaciones y altos niveles de humedad relativa durante la mayor parte del año. Los vientos dominantes en ambas estaciones son del suroeste con velocidad media de 12 Km/h.

Caso de análisis. Peatonal Celestino Gelsi

La peatonal Celestino Gelsi pertenece al micro centro urbano y es uno de los lugares de mayor uso por las actividades que se conglomeran en ella, figura 2, encontrándose ubicada en el foco de la isla de calor urbana, donde se hace más evidente la falta de confort ambiental, figura 3.

La misma fue remodelada, 2017-2018, en el marco de un proyecto de refuncionalización de las peatonales tucumanas, licitación pública nacional OBRA Nº 80.003.

Se tomaron modelos de vanguardia internacional para el proyecto y según el pliego de licitación se plantearon como objetivos:

· Fortalecimiento y puesta en valor de esta arteria de la Ciudad.

· Intervenir la peatonal de manera tal que le otorgue una imagen contemporánea, propia de una ciudad pujante y a la vanguardia en la región norte. Vincularla a la peatonal Mendoza para fortalecer la actividad comercial que genere una imagen corporativa.

· Generar hitos de calidad artística para la ciudad incorporando arte a escala urbana.

· Poner en valor la peatonal mediante un tratamiento unificado de veredas y calzada, la incorporación de áreas sombreadas, equipamiento urbano y ordenamiento de la cartelería y del comercio informal.

Fig. 2: Vista del micro centro y ubicación de peatonal Celestino Gelsi. Plano de centro y Microcentro de la ciudad y Fuente: Elaboración propia sobre mapa de Google Earth y fotos de Dominio Público

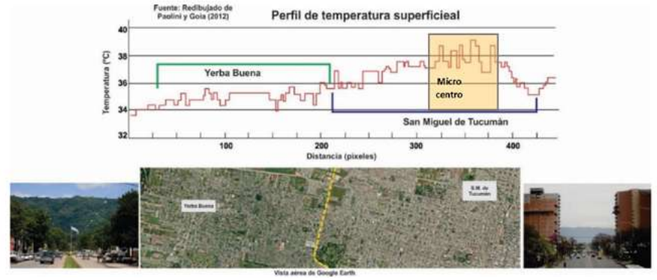


Fig. 3: Perfil de temperatura a lo largo del gradiente de urbanización oeste-este: Fotos Dominio Público

De los objetivos abordados se observa que la intervención apuntaba a aspectos básicamente estéticos, sin tener en cuenta las necesidades según el clima, cultura y la población usuaria. Es por ello que se presume que, a pesar de los cambios cualitativos implementados, los aspectos negativos para los ciudadanos, la ciudad y el ambiente, no se modificaron y que la nueva peatonal no es un espacio que brinde a sus usuarios un ámbito adecuado para desarrollar sus actividades en condiciones de confortabilidad, accesibilidad y equidad.

Matriz de evaluación de confort ambiental

Esta presentación no pretende abordar todos los aspectos del desarrollo urbano sostenible, pero se busca poder proveer una guía de consideraciones a tener en cuenta sobre la relación entre el diseño urbano y el confort ambiental en los espacios públicos exteriores y, en consecuencia, en el entorno construido circundante.

Con el fin de analizar si el proyecto de remodelación de la Peatonal Celestino Gelsi da respuesta a las condiciones externas características del clima cálido-húmedo y a los requerimientos funcionales y de actividades del área, se analiza y compara de manera cualitativa el antes y después de su remodelación, detectando si hubo estrategias utilizadas de forma planificada o espontánea que buscaran aportar al confort urbano-funcional-ambiente del espacio. Para el análisis se empleó el Método de Matriz propuesto por Mandrini et al (2014).

La matriz de análisis propuesta se organiza en 5 bloques de factores: 1- físicos del ambiente; 2- ambientales; 3- físicos del espacio; 4- físicos y fisiológicos de las personas; 5- psicológicos. A su vez, estos se subdividen en elementos específicos que componen cada bloque. Estos bloques engloban los estímulos que el ser humano percibe del entorno. Con una postura integral busca develar cómo el espacio púbico se adecúa o no para que el individuo se sienta confortable en él.

A partir de la aplicación de la matriz se reflexiona sobre el mismo espacio, donde se evaluó el “antes” y el “después” del proyecto de revalorización y refuncionalización, denominándola como peatonal antigua y peatonal nueva respectivamente, figuras 4.

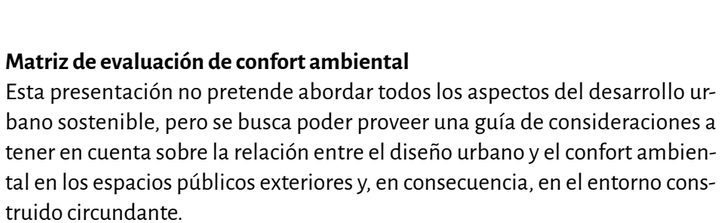


Fig. 4: Recorrido fotográfico. Izquierda: Peatonal antigua anterior a la remodelación (2012) Fuente: Elaboración propia con fotos de Atencia (2013). Derecha: Peatonal nueva remodelada (2020) Fotos propias

Se analiza la peatonal en el período estival, por ser el más demandante climáticamente, dentro de una franja horaria de 10:00 a 18:00 horas, con tres niveles de calificación: a) poco apropiado; b) apropiado; c) muy apropiado, otorgándoles cuantitativamente un puntaje de 1, 2 y 3, obtenidos de evaluar el espacio en los ítems indicados, determinándose luego un valor promedio general.

Se sistematizó la información dentro de una matriz base buscando una visión integral teniendo en cuenta factores que contemplan aspectos ambientales, antrópicos y del entorno y reflexionando acerca del desempeño de este espacio en cuanto a la calidad de vida que brinda a sus ciudadanos.

Como resultado de la valoración cualitativa se obtuvo que en la peatonal antigua, tabla 2, se llega a un valor promedio de 1,41 puntos, alcanzando el nivel poco apropiado de confort. En la peatonal nueva, tabla 3, se alcanza un promedio de 2,05 puntos, indicando con este resultado que el espacio tiene un desempeño apropiado.

	FACTORES	VALORACIÓN 1	2	3	PEATONAL ANTIGUA DIAGNÓSTICO
FISICOS DEL AMBIENTE	RAD. SOLAR				Peatonal con orientación Norte-Sur, lo que le otorga protección solar en horas de la mañana y de la tarde, y permiten el asoleamiento hacia el mediodía, situación favorable para el invierno pero que resulta inconveniente en el verano. Los vientos, que soplan con mayor frecuencia desde el sur y suroeste, se canalizan en la peatonal Celestino Gelsi, favoreciendo el aprovechamiento de los mismos en el período estival.
	PRESION ATM.				
	TEMP. AIRE				
	VELOC. VIENTO				
	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE				
AMBIENTALES	NIVEL SONORO				Nivel sonoro y visual heterogéneo, posee contaminación visual a causa de la excesiva cartelería de locales. Contaminación acústica a causa de la invasión de comercio informal y ruidos bocinas de vehículos que circulan en sus proximidades. Espacio de alto tránsito peatonal con baja pureza del aire por la presencia de vehículos de todo tipo en las cercanías de la peatonal, y por la presencia de estacionamientos privados. Temperatura superficial alta gracias a la poca sombra que arroja el arbolado (naranjos) de pequeño porte, sobre el plano de piso y fachadas a nivel del basamento.
	VISUAL				
	PUREZA DEL AIRE				
	TEMP. SUPERF.				
FISICOS DEL ESPACIO	MORFOLOGIA				Espacio “contenido” por edificios, posee solado en damero, sin diferenciar vereda de calzada. Posees como equipamiento farolas de iluminación, bancos para el descanso, papeleros, kioscos de flores que le otorga gran colorido a las arterias, pero con un avance invasivo y poco controlado sobre la vía pública reduciendo el espacio de circulación. Escaso equipamiento urbano. Arbolado constituido por naranjos con un porte inadecuado al no otorgar suficiente sombra, cuenta con una copa baja que impide una perspectiva amplia y además los árboles presentan distintos grados de desarrollo, mantenimiento y salud fitosanitaria. Por la orientación, los edificios proyectan sombra sobre la calle en horas de la mañana y la tarde. Ausencia de rampa y señalización para discapacitados.
	COLOR, TEXTURA				
	MOBILIARIO URB.				
	NIVEL DE SOMBRA VEGETACION				
	NIVEL DE SOMBRA ARQUITECTURA				
FISICOS Y FISIOLOGICOS DE LA PERSONA	VESTIMENTA				Se observa en general que la vestimenta es adecuada para la estación estival. Existe una diversidad de usuarios y actividades (escolares, de compra, de paso, entre otras). Existencia de comercio informal, presencia de artesanos y vendedores ambulantes. La presencia de pocos espacios de asientos lo convierten en un espacio de paso, aunque la presencia de bares “al aire libre” y de artistas callejeros genera algunas actividades de permanencia.
	TIPO DE USUARIO				
	TIPO DE ACTIVIDADES				
	TIEMPO DE PERMANENCIA				
PSICOLOGICOS	ADAPTACIÓN PSICOLÓGICA				Las expectativas son bajas, actividad mayoritariamente de paso, aunque cuenta con zonas protegidas por el arbolado, agradables para la permanencia proporcionado confort no se usan con este fin por la falta de mobiliario.
	EXPECTATIVAS DE CONFORT				
	SENSACIONES				
	PREFERENCIAS				
	TOTAL	31			
	PROMEDIO GENERAL	1,41			POCO APROPIADO
APORTES					

Tabla 2: Matriz de análisis la Peatonal Celestino Gelsi antes de su remodelación

	FACTORES	VALORACIÓN 1	2	3	PEATONAL NUEVA DIAGNÓSTICO
FISICOS DEL AMBIENTE	RAD. SOLAR				Peatonal con orientación Norte-Sur, lo que le otorga protección solar en horas de la mañana y de la tarde, y permiten el asoleamiento hacia el mediodía, situación favorable para el invierno pero que resulta inconveniente en el verano. Los vientos, que soplan con mayor frecuencia desde el sur y suroeste, se canalizan en la peatonal Celestino Gelsi, favoreciendo el aprovechamiento de los mismos en el período estival.
	PRESION ATM.				
	TEMP. AIRE				
	VELOC. VIENTO				
	HUMEDAD RELATIVA DELAIRE				
AMBIENTALES	NIVEL SONORO				Nivel sonoro y visual heterogéneo, espacio de alto tránsito peatonal. Pureza del aire media por la disminución de la presencia de vehículos en las cercanías a la peatonal, y por la erradicación de estacionamientos privados. Temperatura superficial alta por el aumento de las ganancias de calor por radiación solar sobre distintos paramentos debido a que la sombra que arroja el incipiente arbolado sobre el plano de piso y fachada es escaso.
	VISUAL				
	PUREZA DEL AIRE				
	TEMP. SUPERF.				
FISICOS DEL ESPACIO	MORFOLOGIA				Espacio “contenido” por edificios posee un tratamiento unificado de veredas y calzada meramente peatonal logrando un espacio estéticamente agradable. Posee Temperatura superficial alta por absorción y acumulación de calor debido al material y color del solado, lo que genera inconfort por calor. Posee equipamiento y mobiliario con un diseño integral: bancos, papeleros, kioscos de venta de flores, sin entorpecer la libre circulación de los peatones. Arbolado constituido por naranjos y lapachos con distintos grados de desarrollo, mantenimiento y salud fitosanitaria por lo que otorgan sombra suficiente. Se colocaron pérgolas con la idea de complementar al arbolado existente, techadas con tejido plástico de colores terracota en doble altura que brinda una obstrucción parcial de la radiación solar. Por la orientación, los edificios proyectan sombra sobre la calle en horas de la mañana y la tarde. Posee criterios de accesibilidad, rampas en ochavas, señalizaciones y solado pododactil.
	COLOR, TEXTURA				
	MOBILIARIO URB.				
	NIVEL DE SOMBRA VEGETACION				
	NIVEL DE SOMBRA ARQUITECTURA				
FISICOS Y FISIOLOGICOS DE LA PERSONA	VESTIMENTA				Existe una diversidad de usuarios y actividades (escolares, de compra, de paso, entre otras). Erradicación de artesanos y vendedores ambulantes. Se observa en general que la vestimenta es adecuada para la estación estival. Se planteo un “shopping a cielo abierto” que cuenta con presencia de bares al aire libre y mobiliario urbano que genera espacios de asiento, lo que lo convierten en un espacio de descanso y mayor permanencia.
	TIPO DE USUARIO				
	TIPO DE ACTIVIDADES				
	TIEMPO DE PERMANENCIA				
PSICOLOGICOS	ADAPTACIÓN PSICOLÓGICA				Las expectativas son altas en cuanto al uso del espacio para estancias prolongadas, gracias a que cuenta con mobiliario, aunque se percibe una actividad mayoritariamente de paso. Se puede deber a la falta de zonas protegidas de la radiación solar directa. Si bien presenta pérgolas, estas son permeables a dicha radiación, situación molesta en horarios del medio día, donde el reflejo y radiación solar son intensos, interfiere en actividades y brindando sensación de inconfort por calor.
	EXPECTATIVAS DE CONFORT				
	SENSACIONES				
	PREFERENCIAS				
	TOTAL	45			
	PROMEDIO GENERAL	2,05			APROPIADO
APORTES					

Tabla 3: Matriz de análisis de la Peatonal Celestino Gelsi luego de su remodelación

Evaluación según estrategias bioclimáticas

Asoleamiento

El asoleamiento es una de las condiciones que más afecta el confort en un espacio exterior: en verano por la incidencia de radiación directa, calentamiento de las superficies construidas y aumento de la temperatura del aire y en invierno por la necesidad de ganar calor por incidencia solar sobre las superficies exteriores.

La morfología de la cuidad y las características ambientales del espacio urbano están condicionadas por el Código de Planeamiento Urbano. El área de las calles peatonales del microcentro se clasifica como Área Especial 2 y se establece una altura máxima de edificación sobre línea municipal de 18 m, con la posibilidad de un cuerpo saliente de 2 m a partir de la altura de 3 m.

El ancho de la peatonal Celestino Gelsi es de 10,60 m y la altura de los edificios que la delimitan varía entre los 5 y los 10 m. En base al perfil se realizan observaciones de asoleamiento sobre el solado y las fachadas, para diciembre (verano) y junio (invierno) para las 9:00, 12:00 y 15:00 horas, tabla 4.

Hora	Verano (Diciembre)	Invierno (Junio)
9:00	Altura solar 48° El sector con edificios bajos sombrea solo la mitad de la vereda	Altura solar 23° Aún en sector con edificio bajo toda la vereda permanece en sombra
12:00	Altura solar 86° No se genera sombra sobre la vereda en ningún caso	Altura solar 40° En sectores de edificios bajos se produce soleamiento parcial de vereda
15:00	Altura solar 48° El sector con edificios bajos sombrea solo la mitad de la vereda	Altura solar 23° Aún en sector con edificio bajo toda la vereda permanece en sombra

Tabla 4: Evaluación de asoleamiento del perfil de peatonal C. Gelsi. Fuente: Elaboración propia

Con el análisis de las sombras arrojadas por los edificios lindantes se puede observar:

Período de verano

• Se genera sobre la peatonal un sombreado favorable de entre 100% y 50% de la superficie del solado para las horas de la mañana y la tarde.
• Las fachadas de los edificios, al este y oeste, quedan expuestas a la radiación solar directa durante todo el día.
• En las horas del mediodía, entre las 11:00 y las 13:00 toda la superficie de solado queda expuesta a la radiación solar intensa del período estival.

Período de invierno

• Se genera en horas de la mañana y la tarde un sombreado total desfavorable sobre la superficie del solado, lo que no permite aprovechar la ganancia de calor.
• Las fachadas de los edificios, al este y oeste, reciben una incidencia solar parcial no aprovechando al máximo la ganancia de calor.

La actividad de mayor desarrollo en la peatonal es la comercial, de trámites varios y de paseo. El horario comercial es de 9:00 a 13:00 horas y de 17:00 a 21:00 horas. Siendo las horas picos de uso de 10:00 a 13:00 horas, cuando el sol en verano se encuentra a una altura solar elevada, llegando casi a la perpendicularidad con la calle peatonal, por lo que los edificios que bordean el espacio no lo proveen de sombra. Además, debido a las medidas de aislamiento social preventivo por la pandemia, se modificó temporalmente el horario comercial, adoptando uno corrido de 9:00 a 17:00 horas, situación que agrava perjudicando a los usuarios que deben hacer uso de este espacio en horas de la siesta estival.

En el período de invierno la situación no se presenta como favorable en ningún horario, ya que la condición de baja altura del sol, edificios altos y calle angosta se combinan para evitar la incidencia de radiación solar que podría favorecer el calentamiento natural del espacio.

Protecciones solares. Árboles y Pérgolas

La vegetación existente, que consiste en árboles de naranjos, árbol no nativo, aparece en cantidades y tamaños reducidos. Es una especie foránea y su uso responde a un criterio de "representación de la cultura", según los funcionarios encargados del área, por ser de uso tradicional en la ciudad. Pero es una especie que por su escasa altura y copa brinda muy poca sombra, no resiste la polución ambiental del microcentro y es proclive a contraer plagas y enfermedades que acortan su vida útil, requiriendo mucho mantenimiento. Por otra parte, su escasa altura invade el espacio aéreo peatonal, obstaculizando el paso de los transeúntes y limitando las visuales, figuras 5 y 6.

Fig. 5: Árboles en la primera cuadra de la peatonal y pérgola Fuente: Fotos propias

Fig. 6: Árboles en la tercera cuadra de la peatonal Fuente: Fotos propias

Las pérgolas dispuestas, de 5,30 m de alto por 6 m de ancho, tienen la intención de constituir ámbitos de sombra y descanso. Solo se disponen en los extremos del recorrido de cada cuadra.

Analizando el comportamiento de asoleamiento en verano, se observa que el sombreado se superpone con el que generan los edificios, a la mañana y a la tarde, mientras que al mediodía la pérgola produce una sombra localizada casi del de su superficie, la que además no es una sombra total ya que la cobertura de la misma no es opaca sino con un cierto grado de transparencia, por lo cual no protege de los efectos de la radiación difusa que es muy importante en este clima, figura 7.

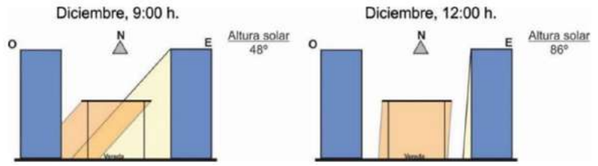


Fig. 7: Evaluación de asoleamiento de pérgola, período estival Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Como resultado de la evaluación por matriz de confort ambiental, se concluye que, si bien la puesta en valor de la peatonal Celestino Gelsi permitió pasar de un espacio público poco apropiado a uno apropiado, no se logra la categoría de espacio muy apropiado, dado que hay aspectos que no tuvieron una mejora significativa y otros que no fueron abordados conscientemente.

Se ve que el énfasis de las modificaciones se puso en los aspectos fisonómicos y estéticos del espacio, dejando de lado aspectos importantes como los factores físico-ambientales y sus efectos en el confort y la habitabilidad y consiguientemente sobre la calidad de vida de los usuarios.

A pesar de contar con una infraestructura que le permite a la gente permanecer y desarrollar sus actividades de una mejor manera que antes, las personas no encuentran zonas donde puedan sentirse confortables y a gusto a lo largo de las tres cuadras que conforman el "paseo comercial a cielo abierto" que se pretendía incentivar en la peatonal.

Teniendo en cuenta los aspectos analizados se identifica la necesidad de proponer un diseño que mejore las condiciones ambientales exteriores, especialmente la térmica estival, con criterios de sombra y ventilación para reducir las consecuencias generadas por los efectos de la radiación solar y la elevada temperatura, para permitir el desarrollo de las actividades dentro de una situación al menos aceptable de confortabilidad.

Un diseño urbano planificado con criterios bioambientales logra beneficios a largo plazo, y aún en climas mixtos como el de San Miguel de Tucumán, donde la temperatura y la humedad son elevados en verano y los inviernos no deben ser desconsiderados por ser atemperados, no es tan difícil lograr confort en espacios exteriores, atendiendo a disponer de sistemas simples que permitan controlar la incidencia de radiación sobre los peatones y en las superficies exteriores para evitar la acumulación de calor y el efecto de isla de calor urbana.
Si los enfoques arquitectónicos no tienen en cuenta las condicionantes ambientales del sitio de ubicación y a la hora de proyectar ciudades solo se siguen las corrientes económicas y de vanguardia, se generará un problema para las nuevas generaciones. Es esencial optimizar la calidad del diseño urbano en vistas a proveer espacios abiertos habitables, usables y confortables en busca de un futuro urbano más amigable y equitativo.
Las estrategias y pautas y criterios bioclimáticos, componentes vitales de los ejemplos de espacios urbanos tradicionales y vernáculos, de gran atractivo espacial, adecuación microclimática y aceptación social, contribuyen positiva en la configuración de nuevos y exitosos espacios urbanos para la gente y el lugar, contribuyendo a la calificación de sustentabilidad urbana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Atencia Gualda, S. (2013). Estrategias de diseño bioclimático en el espacio público urbano. El caso de las calles peatonales en la ciudad de San Miguel de Tucumán, Argentina. Tesis de Maestría, U. Internacional de Andalucía. ISBN 978-84-7993-890-1. https://dspace.unia.es/bitstream/10334/2540/1/0460_Atencia.pdf
· Bomba, H., Casares, M., Di Lullo, R., y Caminos, R. F. (2007). GEO San Miguel de Tucumán: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano. Edición PNUMA. ISBN 978-987- 05-2351-2. http://www.biblio.fau.unlp.edu.ar/meran/opac-detail.pl?id1=7014#.YIcvkJC1_cs
· Cabezas C., (2013). Artículo: Claves para proyectar espacios públicos confortables. Indicadores del confort en el espacio público. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-285882/claves- para-proyectar-espacios-publicos-confortables-indicador-del-confort-en-el-espacio- publico?ad_source=search&ad_medium=search_result_all
· CEPAL (2017). Población urbana en Argentina. Evolución y distribución. Dirección Nacional de población. Ministerio del Interior. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/poblacion_urbana_dnp.pptx_.pdf
· DAES (2018). División Población, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, ONU. https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization- prospects.html
· Gehl, J. (2014). Ciudades para la gente. Ed. Infinito. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987- 9393-80-2.
· De Schiller, S. (1999). Impacto de la forma edilicia en el confort de los espacios urbanos. Actas ENCAC, Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido, Fortaleza, Brasil.
· Mandrini, M. R., Pérez, M. M., & Sipowicz, E. (2014). Reflexiones sobre el confort ambiental de espacios públicos en climas templados. Objeto de estudio, ciudad de Córdoba, Argentina. Repositorio Institucional CONICET. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/67154
· De Schiller, S., & Evans, J. M. (2008). Desarrollo Urbano Sostenible: Guía Para Ciudades Calientes y Húmedas.
· Paolini, L., & Gioia, A (2012). Arbolado y calentamiento en el Gran San Miguel de Tucumán. Cap. 2 Guía de arbolado de Tucumán. Univ. Nacional de Tucumán. https://www.researchgate.net/publication/260639502_ARBOLADO_Y_CALENTAMIENTO_EN_ EL_GRAN_SAN_MIGUEL_DE_TUCUMAN

EMPLEO DE PLACAS DE RESIDUOS DE DESMOTE DE ALGODÓN Y RESINA UREA-FORMALDEHIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE ENVOLVENTES HORIZONTALES EN VIVIENDAS

USE OF COTTON GIN WASTE AND UREA-FORMALDEHYDE RESIN PARTICLEBOARDS FOR THE IMPROVEMENT OF HORIZONTAL ENVELOPES IN HOUSING

Agustina Trevisan
Luciano Massons
Florencia Benítez
María Fernanda Carrasco
Rubén Marcos Grether

Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI)

FRSF — UTN, Santa Fe, Argentina

—

lmassons@frsf.utn.edu.ar

RESUMEN

En la región algodonera argentina, el 30 % de las viviendas poseen cerramientos horizontales formados solo por chapas de acero galvanizado, sin ningún tipo de cielorraso, que redundan en disconfort, consumo excesivo de energía, condensación superficial, humedecimiento de la envolvente, crecimiento de hongos, desarrollo de afecciones crónicas e incremento de riesgos asociados una zona de alto riesgo por Mal de Chagas.
Se propone emplear, como cielorrasos, tableros de partículas compuestas por residuos de desmote y resina, brindando una alternativa para la disposición de aproximadamente 1.195.000 m3 de residuos generados por campaña. Se evaluó la incorporación de tejido de yute bidireccional como refuerzo.
Sobre los aglomerados se determinó la densidad, resistencia a flexión y conductividad térmica.
Se realizaron cálculos de transmitancia térmica para diferentes tipologías constructivas comparando la capacidad de aislamiento térmico para condición de invierno y verano y se evaluaron diferentes alternativas de montaje.

PALABRAS CLAVES: residuo de desmote – resina urea – formaldehido – cielorraso – aislamiento higrotérmico

ABSTRACT

In the Argentine cotton-growing region, 30 % of the houses have horizontal enclosures consisting only of galvanized steel sheets, without any type of ceiling, which results in discomfort, excessive energy consumption, surface condensation, humidification of the envelope, fungal growth, development of chronic diseases and increased hazard associated with a high-risk area for Chagas disease.
It is proposed to use, as ceilings, particleboards composed of cotton gin waste and resin, providing an alternative for the disposal of approximately 1,195,000 m3 of residue generated per campaign. The incorporation of bidirectional jute fabric was evaluated as a reinforcement.
The density, flexural strength and thermal conductivity of the particleboards were determined.
Thermal transmittance calculations were made for different construction typologies comparing the thermal insulation capacity for winter and summer conditions and different assembly alternatives were evaluated.

KEY WORDS: cotton gin waste – urea-formaldehyde resin – ceiling tiles – hygrothermal insulation

INTRODUCCIÓN

Los residuos agrícolas son los subproductos de diversas actividades como la cosecha y los procesamientos posteriores asociados, y su eliminación es un problema serio en países en desarrollo.

Existe una importante cantidad de rubros industriales y agroindustriales que generan residuos que podrían ser reutilizados, como es el caso de la producción algodonera, y que ocasionan grandes acumulaciones de desechos que a la fecha no tienen un destino definido. Teniendo en cuenta su escala de producción, y su capacidad de consumir materiales, el sector de la construcción se torna una gran alternativa para dar destino en forma de elementos constructivos a residuos que no pueden volver al ambiente en forma sustentable.

El empleo de residuos agroindustriales lignocelulósicos como materia prima para la industria de la construcción, aparece como una alternativa al uso intensivo de la madera y otros recursos naturales no renovables en todo el mundo (Varanda, L. et al. 2013) (José, F.J. et al. 2010) (Barbirato, G. et al. 2014) (Pirayesh, H. et al. 2013) (Pirayesh, H. et al. 2012) (Fiorelli, J. et al. 2012) (Monteiro de Barros Filho, R. et al. 2011) (Panyakaew, S. et al. 2011) (Mendez, L. et al. 2006) (Gatani, M.P. et al. 2013).

La industria del algodón, incluyendo las tareas de cultivo, cosecha y desmote, ha sido la actividad que fomentó la ocupación territorial del noreste de Argentina, a principios del siglo XX. Esta producción agropecuaria posibilitó el asentamiento de población, tanto a nivel rural como urbano, configurando un crecimiento sostenido en la zona mencionada y extendiéndose luego a parte del noroeste de nuestro país.

La producción algodonera actualmente se desarrolla con una fuerte concentración geográfica en el noreste del país, con mayor importancia en las provincias de Santa Fe, Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Corrientes (Figura 1). Los residuos generados por esta actividad (aproximadamente 300.000 a 450.000 t anuales) tienen escasa aplicación y se ha estudiado su utilización como alimento para ganado, siendo desestimado por la baja digestibilidad del material; para la producción de compost anaerobio en combinación con otros desechos orgánicos, sin lograr demasiado progreso debido a la escasa difusión y baja rentabilidad de dicha actividad; o incluso en usos más simples como camadas para aves, sin encontrar destacables prestaciones, por lo que sigue presentando, serios inconvenientes para su disposición final (Delssin, E. 2012) (Ciannamea, E. et al. 2010).

Estos inconvenientes se acrecientan debido a la implementación de la cosecha mecánica cada vez más extendida, que si bien mejora notablemente la rentabilidad del cultivo, por sus modos más eficientes de extraer el algodón, genera una mayor cantidad de residuo que debe ser dispuesta de manera efectiva. En muchos casos se opta por calcinarlos, originando serios problemas de polución, malestares, posibilidad de afección respiratoria y riesgos asociados a la quema de biomasa que podría estar contaminada con agroquímicos (Cravzov, A. et al. 2000) para las localidades aledañas (Figura 2) (Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable 2005).

Por otra parte, la variabilidad interanual de la producción algodonera, que puede observarse en la Tabla 1 (Ministerio de Agroindustria), atenta contra la implementación de tecnologías de alta complejidad para el aprovechamiento de los descartes. Es por esto que el planteo de la investigación a la que refiere este trabajo se basa en obtener una disposición final para el residuo mediante la fabricación de aglomerados de mediana densidad a partir de cascarilla de algodón y resina urea-formaldehido, los cuales puedan ser utilizados para la confección de mobiliario sencillo o como elementos constructivos para aplicarse en cielorrasos o envolventes laterales en busca de mejorar sus condiciones higrotérmicas. Se ha evaluado la posibilidad de empleo de otras resinas con menor nivel de emisión de formaldehido, tales como las resinas urea-formaldehído modificada con melamina y las basadas en fenol-formaldehído (Salem, M. et al., 2011), detectando que su disponibilidad en el medio es menor y su costo muy superior. Por otra parte, en el caso de las resinas basadas en aceite de ricino o derivadas de la soja no se producen en el país o lo hacen en escala de laboratorio incompatible con la producción de estas placas (Doroteja, V. et al., 2017) (Wilczak, L. et al., 2019).

Por otro lado, según los resultados del censo 2010 (INDEC) se estima que, del total de las viviendas de la Argentina, el 11.55 % poseen cubiertas de chapas sin ningún tipo de cielorraso.

No obstante, en la región correspondiente a la producción algodonera se puede apreciar que estos porcentajes se elevan en gran medida, alcanzando en la provincia de Santa Fe, un 30 % para los departamentos Vera y 9 de Julio, y 20 % el departamento de General Obligado. Por otro lado, para las provincias de Chaco y Formosa, estos índices llegan a un 33 % y 36 % respectivamente.

El empleo de este tipo de cubiertas sin cielorrasos o asimismo cerramientos con chapas es totalmente contrario a las recomendaciones para la construcción de viviendas, que indican la necesidad de emplear materiales aislantes que reduzcan la transmitancia de calor. Estos cerramientos y cubiertas, deficientes en cuanto a su aislación térmica, redundan en falta de confort y consumo excesivo de energía para acondicionar los ambientes, y en épocas invernales puede conducir a condensación superficial, generando humedecimiento de la envolvente, propiciando el crecimiento de hongos y el desarrollo de afecciones crónicas (alérgicas y respiratorias).

Fig. 1. Zona de producción algodonera en Argentina | Fig. 2. Acopio de cascarilla de algodón incendiado

Año	Algodón en bruto, t x 10^3	Año	Algodón en bruto, t x 10^3
2000/2001	509,41	2009/2010	753,5
2001/2002	218,16	2010/2011	1032,5
2002/2003	201,51	2011/2012	200,13
2003/2004	354	2012/2013	543
2004/2005	448	2013/2014	1020,6
2005/2006	77,4	2014/2015	795,3
2006/2007	545,4	2015/2016	671,82
2007/2008	489,6	2016/2017	616,16
2008/2009	386,7		

Tabla 1. Variabilidad anual de producción de algodón

Por otra parte, es importante tener en cuenta que la mayoría de los materiales que se emplean habitualmente como aislantes bajo cubiertas (lana de vidrio, poliestireno expandido, espuma de polietileno y poliuretano expandido) poseen un elevado costo y en algunos casos, como por ejemplo para el poliuretano expandido (The Business Research Company, 2022), las materias primas deben ser importadas desde otros países .

Además, otro aspecto que no debe desestimarse es que dado que la región de producción de algodón se encuentra comprendida en la zona de alto y mediano riesgo de afectación por Mal de Chagas (CCIA), la inclusión de una estructura de cielorraso o de mejoramiento de los cerramientos laterales en las viviendas se constituiría en una barrera mecánica para prevenir la proliferación de vinchucas (Triatoma infestans) y también, contribuiría a la limpieza e higiene de la vivienda.

Así, el desarrollo de los paneles aglomerados mediante la utilización de resi-

duos de desmote del algodón permitiría atender al mismo tiempo la problemática ambiental generada por este sector agroindustrial, la necesidad de responder con nuevas tecnologías de reducido costo y rápida ejecución al déficit habitacional existente en la región y además ofrecer una materia prima alternativa, de bajo costo y bajo impacto ambiental que pueda servir como remplazo de las virutas de madera en la producción de estos tableros.
Resulta importante destacar también que, la producción de estos aglomerados contribuiría a la generación de puestos de trabajo con reducida demanda de calificación, ampliando la demanda laboral del sector desmotador, que sólo realiza actividades intensivas durante unos 100 días al año.

METODOLOGÍA

Consideraciones generales

El residuo de desmote utilizado para la elaboración de los aglomerados se obtuvo de los acopios de una planta desmotadora ubicada en la provincia de Santa Fe (Argentina). Este residuo está constituido por restos de fibra de algodón que no se logra separar en el proceso industrial, carpelos, ramas de diversos tamaños, hojas y polvo que se incorpora durante el acopio (Figura 2).
Estos residuos fueron triturados en un molino de martillos (LOYTO N°2), provisto de una zaranda de 16 mm, 8 martillos flotantes de acero y eje montado sobre bolilleros.
Luego del proceso de molienda, el residuo se secó en estufa a 105 ± 2 °C para reducir su contenido de humedad natural de aproximadamente 16 % hasta un 3 %.
Posteriormente se realizó el mezclado manual del residuo de desmote con la resina urea formaldehido (Coladur 65 %) provista por Jucarbe S.A. (Argentina), con contenido de sólidos mínimo de 65 %. Se adicionó agua a la resina hasta alcanzar un contenido de sólido de 55 % y se empleó como catalizador un 5 % de solución saturada sulfato de amonio.
La proporción de resina utilizada para los aglomerados, en proporción al peso de residuo de desmote varió de 8.3 % a 19.3 % (relación sólido-sólido).
Se evaluó la utilización de tejido de yute bidireccional de densidad superficial 252 g/m², como refuerzo. El mismo fue impregnado con la misma proporción de resina que el residuo de desmote (Desirello et al, 2004).
Para los aglomerados obtenidos, las propiedades evaluadas fueron densidad en estabilización de masa (IRAM 9705), la resistencia a flexión (IRAM 9706), y conductividad térmica a partir del método de Less y Chorlton.
A partir de estos resultados, se realizaron cálculos de transmitancia térmica de acuerdo a la norma IRAM 11601 para diferentes estructuras de cubiertas livianas, a fin de comparar la capacidad de aislamiento térmico para condición de invierno (en la cual el flujo de calor es ascendente), y para condición de verano (en la cual el flujo de calor es descendente). Los resultados obtenidos se compararon con respecto a los valores límite de transmitancia térmica establecidos para cada zona bioambiental en la norma IRAM 11603.

Elección de los paquetes constructivos

Se llevó a cabo una tarea de relevamiento de datos para identificar las tipologías constructivas más arraigadas en la región, a fin de poder utilizarlas como parámetro para la comparación. Luego se diseñaron y modelaron los distintos paquetes constructivos y se realizaron los cálculos pertinentes (Figura 3).
Las estructuras de cubierta consideradas en el análisis son:
• Cubierta de chapa sin cielorraso (Tipo A).
• Cubierta de chapa con cielorraso sujeto a la tirantearía: madera y aislación TBA10 (Tipo B), madera y aislación lana de vidrio 25 mm (Tipo C), madera y aislación lana de vidrio 50 mm (Tipo D), madera y aislación poliuretano 25 mm (Tipo E), madera y aislación EPS 10 mm (Tipo F), placa de cascarilla 15 mm (Tipo G), placa de cascarilla 18 mm (Tipo H), placa de cascarilla 25 mm (Tipo I).
• Cubierta de chapa con cielorraso suspendido desmontable sobre estructura metálica: placa de yeso 15 mm (Tipo J), placa Horpac® 20 mm (Tipo K), placa de cascarilla 15 mm (Tipo L), placa de cascarilla 18 mm (Tipo M), placa de cascarilla 25 mm (Tipo N).

Diseño de un sistema constructivo empleando placas de cascarilla para cielorraso

Se optó por establecer un tamaño único de placas para poder unificar las dimensiones de los moldes utilizados para la producción. De esta forma se adoptaron elementos cuadrados de 61 cm de lado y espesores variables, permitiendo que se pueda emplear la misma estructura metálica que se utiliza para las placas de cielorrasos desmontables disponibles hoy comercialmente.
Los espesores de placas adoptados están basados en los espesores comerciales de aglomerados de madera, optando por los valores de 15 mm, 18 mm y 25 mm ya que se estima que entre estos valores se obtendrá una mayor contribución del material como aislante térmico en el paquete. También se toma como limite la placa de 25 mm ya que por la densidad que presentan, espesores superiores representarían mayores pesos constituyendo un riesgo para su manipuleo e instalación.
En cuanto a la aplicación de este tipo de cielorrasos a obras existentes, se puede utilizar el sistema desmontable, o bien, si se desea fijar las placas directamente sobre las correas existentes deberá verificarse que estas se encuentren equiespaciadas 61 cm entre sí; caso contrario, se dispondrán listones clavadores de madera en forma perpendicular a las correas, que posean el espaciamiento antes mencionado, y sobre éstos se fijarán las placas de cascarilla.

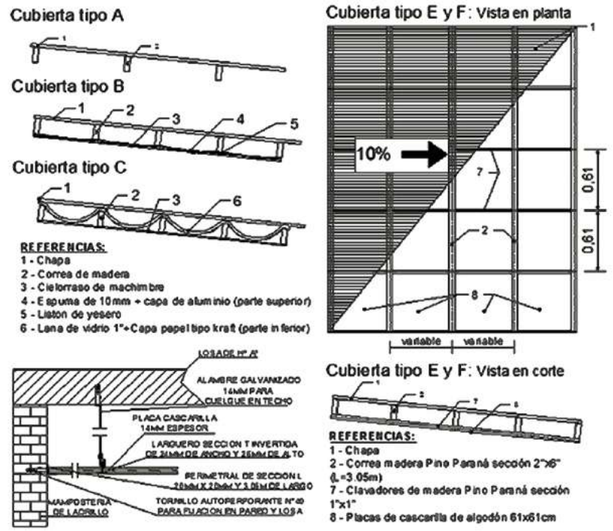


Fig 3. Detalles de algunos de los paquetes constructivos propuestos

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo al diseño de experimentos propuesto, se moldearon paneles de cascarilla de algodón aglomerada con resina urea-formaldehido, utilizando porcentajes variables entre 8.3 % a 19.3 %, y presiones de moldeo de 3 y 4,75 MPa.
Los valores de densidad obtenidos colocan a los aglomerados sin refuerzo en la clasificación de baja densidad (LD) según la norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999), que establece un límite superior de 640 kg/m³. Paralelamente, la incorporación del refuerzo de yute bidireccional incrementa los valores de densidad, alcanzando los aglomerados con mayor porcentaje de resina la clasificación de media densidad (M) según ANSI A208.1 (640 a 800 kg/m³) (ANSI, 1999).
Los resultados de resistencia a flexión (MOR) de los aglomerados producidos indican que el aumento en el contenido de resina permite incrementar los valores de resistencia a flexión, tanto en los casos de aglomerados simples como en aquellos en los que se incorporan refuerzos. La norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999) establece un valor mínimo de resistencia a flexión de 3 N/mm² para los paneles

LD-1 y de 5 N/mm² para los clasificados como LD-2. En el caso de los paneles de media densidad (M) el valor exigido de resistencia a flexión corresponde a 11 N/mm2. De acuerdo a esta norma, los paneles clasificados como correspondientes a baja densidad (LD-1 y LD-2) se reservan para su aplicación en interiores de puertas, mientras que los clasificados como de densidad media (M) pueden emplearse en aplicaciones comerciales, industriales y de construcción.

Se puede observar que, en el caso de los aglomerados sin refuerzo, sólo es posible alcanzar el valor mínimo de resistencia a flexión para contenidos de resina de 19,3 %. Los aglomerados que incorporan refuerzo permiten alcanzar el mínimo de 3 N/mm² y de 5 N/mm², para contenidos de resina a partir de 11,9 % y de 15.1 %, respectivamente.

Se puede afirmar que a medida que aumenta el contenido de resina, aumenta la diferencia de resistencia entre los tableros con y sin yute, lo cual puede explicarse dado que la adherencia entre el yute y el residuo de desmote de algodón también aumentan. Al colocar el yute, si bien la densidad no cambia significativamente, aumenta la resistencia del aglomerado, ya que el yute actúa como refuerzo mecánico, pudiéndose obtener un aumento en la resistencia que ronda los 3 MPa para 19.3 % de resina, lo cual permitió alcanzar valores establecidos por la norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999). Este efecto resulta poco significativo para los menores contenidos de resina, ya que se aprecia que este refuerzo tiende a despegarse del aglomerado al acercarse la falla. Contrariamente, para mayores contenidos de resina el yute se mantiene adherido y se observa la rotura de sus fibras, mostrando una efectiva colaboración en la mejora del comportamiento mecánico.

La densidad de los aglomerados varía entre 0.53 g/cm³ a 0.63 g/cm³ para aquellos que no incorporan refuerzo (N) y entre 0.60 g/cm³ a 0.67 g/cm³ para los N+Y. En virtud de ello, estas placas presentan pesos compatibles con el levantamiento de cargas con ambas manos según la Resolución 295/03 de Higiene y Seguridad en el trabajo del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.

Para el cálculo de las distintas transmitancias térmicas se plantean dos tipos de cielorraso, por un lado, uno compuesto de placas cuadradas de 61 cm de lado fijadas mediante tornillos directamente a la tirantearía del techo, ya sean metálicos o de madera. Y por otro lado las mismas placas pero colgantes bajo la estructura de techo existente, en este caso se fija mediante tornillos a marcos de perfiles metálicos, logrando una cámara de aire entre la chapa y el cielorraso propiamente dicho.

En ensayos de conductividad térmica se obtuvieron valores variables entre 0,08 W/m.K a 0,11 W/m.K en función de las variaciones de presión y resina utilizadas y, para el cálculo de transmitancia térmica se empleó el valor más elevado a fin de considerar la situación más conservadora.

Para evaluar las prestaciones de estas placas empleadas como cielorrasos, se realizaron comparaciones con cubiertas que no cuentan con aislación térmica y con otras que incorporan aislantes tradicionales según los datos recopilados en la región algodonera. Para ello se efectuaron los cálculos de transmitancia térmica de acuerdo a los lineamientos de la norma IRAM 11601, que están establecidos por los entes de control como indispensables para verificar las condiciones necesarias que tiene que cumplir una vivienda para alcanzar el acondicionamiento higrotérmico apropiado. La norma IRAM 11605 fija tres condiciones de confort "A – Recomendado", "B – Medio" y "C – Mínimo", para las cuales corresponden transmitancias térmicas máximas admisibles para cada zona bioambiental según las condiciones de flujo del calor a través de la cubierta (Tabla 2).

De acuerdo a la norma IRAM 11603 la región algodonera se encuentra alcanzada principalmente por las zonas bioambientales "Ia" y "Ib", definidas como muy cálidas, con temperaturas máximas superiores a 34°C en la época caliente y valores medios superiores a 26°C. Por otro lado, el período invernal es poco significativo, con temperaturas medias durante el mes más frío superiores a los 12°C.

Luego de comparar los distintos paquetes tradicionales propuestos con aquellos similares que emplean placas de cielorraso de cascarilla de algodón (Tabla 2), y con los valores establecidos por los entes de control como mínimos necesarios para alcanzar el acondicionamiento térmico apropiado de una vivienda, se puede observar que todos estos superan la transmitancia máxima admisible, incumpliendo con los parámetros recomendados.

Dado que la situación A (descripta en *METODOLOGÍA – Definición de los paquetes constructivos*) es una de las que más se repite en la zona algodonera (INDEC) y siendo también la más desfavorable, se calculó el porcentaje en que se puede mejorar el aislamiento higrotérmico mediante la implementación de los distintos paquetes constructivos considerados, siendo notable la mejoría frente a la situación original, con la implementación de los paquetes constructivos propuestos.

Para el cálculo de los paquetes J, K, L, M y N (estructuras suspendidas), resumidos en la Tabla 2, se consideró un cerramiento lateral de mampostería de 15 cm de espesor, que incide negativamente en los valores de transmitancia obtenidos, pero que a nuestro criterio es más representativo de la realidad.

Se debe tomar en cuenta que el Nivel C establecido en la norma IRAM 11605, es una referencia mínima que no asegura la sensación de confort de las personas que habitan las construcciones y que, por consiguiente, tampoco permiten reducir los consumos energéticos derivados del acondicionamiento de los ambientes. En este sentido, si bien la incorporación de las placas propuestas implica una mejora en las condiciones de las viviendas, se considera necesario que será necesario realizar intervenciones que involucren no solamente a los cerramientos horizontales sino a la totalidad de las envolventes.

		Condición de verano		Condición de invierno	
		Transmitancia (W/(m2 K))	Mejora respecto a paquete A	Transmitancia (W/(m2 K))	Mejora respecto a paquete A
	K máximo admisible (W/(m2 K))	C - 0,72 B - 0,45 A - 0,18		C - 1,00 B - 0,83 A - 0,32	
Tipo	Estructura				
A	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera sin cielorraso	4,762	0%	7,142	0%
B	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de madera y aislación TBA10	2,003	58%	2,330	67%
C	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de madera y aislación lana de vidrio 25 mm	1,165	76%	1,268	82%
D	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de madera y aislación lana de vidrio 50 mm	0,695	85%	0,730	90%
E	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de madera y aislación poliuretano 25 mm	0,758	84%	0,801	89%
F	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de madera y aislación EPS 10 mm	1,050	78%	1,133	84%
G	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de cascarilla 15 mm	1,698	64%	2,227	69%
H	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de cascarilla 18 mm	1,607	66%	2,073	71%
I	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso de cascarilla 25 mm	1,428	70%	1,785	75%
J	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso desmontable placa yeso	2,465	48%	3,443	52%
K	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso desmontable placa Horpac	1,069	78%	1,225	83%
L	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso desmontable placa cascarilla 15 mm	1,821	62%	2,325	67%
M	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso desmontable placa cascarilla 18 mm	1,717	64%	2,158	70%
N	Cubierta de chapa sobre tirantería metálica o de madera con cielorraso desmontable placa cascarilla 25 mm	1,514	68%	1,848	74%

Tabla 2. Transmitancia térmica calculada para cada paquete estructural propuesto

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se puede concluir que:

- Es posible producir aglomerados a partir de los residuos del desmote y resina urea-formaldehido con propiedades cercanas a tableros comerciales de baja densidad, cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos por las normas.
- Las características de los paneles obtenidos permiten obtener placas de cielorraso competitivas en el mercado con placas comerciales de similares aplicaciones.
- Es posible ofrecer mejores condiciones higrotérmicas con la aplicación de pla-

cas producidas a partir de cascarilla de algodón y resina UF a cielorrasos frente a la falta de confort generada por el uso de envolventes y cubiertas desprovistas de aislación térmica.

AGRADECIMIENTOS

La concreción de este trabajo fue posible gracias al aporte de la desmotadora de algodón ACRIBA S.A. de Villa Minetti (Santa Fe – Argentina), al financiamiento de la Secretaría de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) de la Provincia de Santa Fe y de la Universidad Tecnológica Nacional y a la colaboración del instituto de tecnología celulósica (ITC) de la facultad de ingeniería química (FIQ – UNL).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Barbirato, G.; Fiorelli, J.; Barrero, N.G.; Agnolon Pallone, E.M.; Rocco Lahr, F.A.; Cristoforo, A. L.; Savastano Junior, H. Painel Aglomerado Híbrido de casca de amendoim reforcado com partíc--ulas de madeira Itaúba, Ciência Florestal, vol. 24, núm. 3, julio-septiembre, 2014, pp. 685-697

· Ciannamea, E.; Stefani, P.; Ruseckaite, R..Medium-density particleboards from modified rice husks and soybean protein concentrate-based adhesives. BioresourceTechnology 101 (2010) 818–825.

· Cravzov, A.; Chomiczak, S.; Dalla Fontana, L.; Marinich, J. Evaluación del uso de plaguicidas en cultivos de algodón. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, 2000.

· Delssin, E. Tendencias algodoneras en Argentina. INTA Centro Reg. Chaco Formosa (2012).

· Desirello, C., Cerini, S., Charadia, R., Scalfi, R., Liberman, C., Stefani, P. M. Efecto de las condiciones de procesado sobre las propiedades mecánicas de aglomerados de cáscara de arroz. CONGRESO SAM/CONAMET 2004. UNL. Santa Fe, Santa Fe (Argentina), 2004.

· Doroteja Vnučec, Andreja Kutnar & Andreja Goršek (2017) Soy-based adhesives for wood-bonding – a review, Journal of Adhesion Science and Technology, 31:8, 910-931

· Fiorelli, J.; Donizetti Curtolo, D.; Barrero,N.G.; Savastano Jr., H; Agnolon Pallone, E.M.; Johnson, R. Particulate composite based on coconut fiber and castor oil polyurethane adhesive: An eco-efficient product, Industrial Crops and Products 40 (2012) 69– 75.

· Gatani, M.P.; Fiorelli, J.; Medina, J.C.; Arguello, R.; Ruiz, A.; Nascimento, M.F.; Savastano, JR. H.; Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim, Revista Matéria, v.18, n.2, pp. 1286-1293, 2013.

· INDEC "Cuadros V3, H1-D y H1-P, correspondientes al total del país, y provincias de Santa Fe, Chaco y Formosa. Viviendas particulares por material predominante de los pisos, según material predominante de la cubierta exterior del techo y presencia de cielorraso. Año 2010". Web: https://www.indec.gov.ar/censos_total_pais.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&t=0&s=0&c=2010

· José, F.J.; Beraldo, A.L. Tableros de partículas de bambú Bambusa vulgaris Schrad) y resina poliuretana a base de aceite de rícino (Ricinus communis L.), Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 259-266, out./dez. 2010.

· Mendez, L.I.; Sotelo, R.M. Reciclo del Marlo de Maíz. Tableros de Partículas, ISBN 950-42-0056-7, Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP)PROCQMA - Universidad Tecnológica Nacional, 2006. (11 y 12 de abril, San Rafael, Mendoza).

· Ministerio de Agroindustria. Web: https://www.agroindustria.gob.ar/datosagroindustriales

· Monteiro de Barros Filho, R.; Marin Mendes, L.; Monteiro Novack, K.; Oliveira Aprelini; L.; Botaro, V.R. Hybrid chipboard panels based on sugarcane bagasse, urea formaldehyde and melamine formaldehyde resin, Industrial Crops and Products 33 (2011) 369–373.

· Panyakaew, S.; Fotios, S. New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse, Energy and Buildings 43 (2011) 1732–1739.

· Pirayesh, H.; Khanjanzadeh, H; Salari, A. Effect of using walnut/almond shells on the physical, mechanical properties and formaldehyde emission of particleboard, Composites: Part B 45 (2013) 858–863.

· Pirayesh, H.; Khazaeian, A.; Tabarsa, T. The potential for using walnut (Juglans regia L.) shell as a raw material for wood-based particleboard manufacturing, Composites: Part B 43 (2012) 3276–3280.

· Pirayesh, H.; Khazaeian, A. Using almond (Prunus amygdalus L.) shell as a bio-waste resource in wood-based composite, Composites: Part B 43 (2012) 1475–1479.

· Salem, M.Z.M.;Bohm, M.; Barcik, S.; Berankova, J. Formaldehyde Emission from Wood-Based Panels Bonded with Different Formaldehyde-Based Resins, DRVNA INDUSTRIJA (2011), 62 (3), 177-183.

· Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. "Emisiones de dioxinas y furanos por quema incontrolada de biomasa" (2005). Web: http://www.chem.unep.ch/POPs/pdf/cpf/Informe%20Biomasa.pdf

· The Business Research Company. Polyurethane Global Market Report 2022 By Product Type (Coatings, Adhesives And Sealants, Flexible And Rigid Foams, Elastomers, Other Product Types), By Raw Material (MDI, TDI, Polyols), By End-User Industry (Furniture, Construction, Electronics & Appliances, Automotive, Footwear, Other End-Use Industries) – Market Size, Trends, And Global Forecast 2022-2026. Web: https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/polyurethane-global-market-report

· Varanda, L.; Nascimento, M.F.; Christoforo, A., Lopes Silva, D. A.; Rocco Lahr, F.A. Oat Hulls as Addition to High Density Panels Production, Materials Research. 2013; 16(6): 1355-1361

· Wilczak, L.; Trianoski, R.; Claro Neto, S.; Rodrigues Pereira de Paula, C.; Lupinacci Villanova, R.; Azevedo, E. Efficiency of castor oil-based polyurethane in the production of plywood panels, Sci. For., Piracicaba (2019) 47(123), 463-471.

INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HÁBITAT POPULAR DE SAN JUAN, ARGENTINA

INCORPORATION OF RENEWABLE ENERGIES IN THE POPULAR HABITAT OF SAN JUAN, ARGENTINA

Alción de las Pléyades Alonso Frank
María Celina Michaux

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat

FAUD — UNSJ, San Juan, Argentina

—

afrank@faud.unsj.edu.ar

RESUMEN

Las edificaciones generan elevados niveles de emisiones contaminantes, causadas principalmente por la fuerte dependencia de recursos de origen fósil. En consecuencia, ha comenzado una transición energética global basada en la penetración de energías renovables para la generación de electricidad, donde la solar fotovoltaica presenta un importante desarrollo. En este marco, es objetivo del trabajo realizar una propuesta de diseño de incorporación de la tecnología solar fotovoltaica en un barrio de vivienda de interés social de la Ciudad de San Juan- Argentina, fundada en sus condiciones climáticas, geográficas y el abundante recurso solar. Para su alcance se evalúan las factibilidades técnicas urbano-arquitectónicas, se procede a una simulación dinámica, y se calcula la producción de energía eléctrica, conducente al alcance del autoconsumo. Se concluye que es posible generar un promedio de 132 kWh/m² año.

PALABRAS CLAVES: vivienda de interés social – tecnología solar fotovoltaica – generación distribuida – autoconsumo – diseño arquitectónico integral

ABSTRACT

Buildings generate high levels of polluting emissions, caused mainly by the heavy dependence on fossil fuels. Consequently, an global energy transition has begun through the penetration of renewable energies for electricity generation, where solar photovoltaic presents an important development. The aim of this work is to make a design proposal for the incorporation of solar photovoltaic technology in a social housing neighbourhood in the city of San Juan-Argentina, based on its climatic and geographic conditions and the abundant solar resource. For its scope, the urban-architectural technical feasibilities are evaluated, a dynamic simulation is carried out, and the production of electric energy is calculated, leading to the scope of self-consumption. It is concluded that it is possible to generate an average of 132 kWh/m² year.

KEY WORDS: housing of social interest – photovoltaic solar technology – distributed generation – self-consumption – integral architectural design

INTRODUCCIÓN

La generación distribuida (GD) está cambiando la forma en que se produce la energía, ya que los usuarios-generadores comparten la energía renovable (ER) que producen, transformando el sistema eléctrico en un sistema distribuido (Everis Consulting, 2019). En lo particular, la energía solar fotovoltaica (SFV) distribuida ha aumentado significativamente en los últimos años, siendo la tecnología de ER dominante (Barbose et al., 2018). En esta línea, se prevé que su capacidad se multiplique por 20 de aquí a 2050 debido al desarrollo de políticas favorables y a su creciente atractivo económico (IRENA, 2019). A modo de ejemplo, en la actualidad la energía SFV está presente en más de 25 millones de cubiertas en todo el mundo, la cual prevé ser incrementada a 100 millones en 2030 y a 240 millones en 2050 (IEA, 2021).

En lo que refiere al sector edilicio, la energía solar ha sido la fuente de ER imperante en el sector residencial (Wei y Skye, 2021). Diversas investigaciones han estudiado las instalaciones SFV en la envolvente, no sólo desde una perspectiva técnica y buscando únicamente eficiencia de la instalación sino también indagando sobre un aporte a la conformación espacial y arquitectónica. En estos casos, las instalaciones SFV son oportunidades para lograr una arquitectura sinérgica entre el paradigma ambiental, las formas, los usos y los significados de la arquitectura (Pilar, 2018 y 2017). Además, las viviendas que se integran al régimen SFV de GD, se vuelven más conscientes del consumo energético, cambian su patrón de uso eléctrico e incluso comienzan a participar en otras actividades proambientales, dado que los usuarios se ven como parte de la solución, asumiendo el control de la transición e involucrándose como agentes de cambio (Unión Europea, 2020; Öhrlund et al., 2020).

En efecto, la idea de que la instalación SFV genera un impacto visual negativo a la arquitectura ha sido reemplazada. A la fecha, son numerosos los ejemplos que muestran cómo puede ser un recurso estético que mejore la morfología y aporte a la imagen edilicia. Entre las especificaciones a tener en cuenta se hallan las características del lugar de emplazamiento (que considera la superficie, inclinación y orientación de techo, entre otros), características del sistema SFV (tamaño, color, forma, material, montaje, estructura del panel SFV entre otras), características climáticas (trayectoria solar, radiación, t° máximas, nieve, entre otras), características del entorno (sombras, obstáculos, vegetación, elementos reflectantes, entre otros), características de consumo (demanda eléctrica, potencia de los artefactos, entre otros), características urbanísticas (arbolado, FOT, FOS entre otros) y características de mantenimiento del sistema SFV (considerando el mantenimiento preventivo y el correctivo). En Tabla 1 se muestran estrategias que pueden ser adoptadas para integrar arquitectura e instalación SFV.

Autores	Especificaciones						
	lugar	stma. SFV	climáticas	entorno	consumo	urbanas	mantenimiento
Abdulkadir y Ibrahim (2020)	x	x					
Achenza y Desogus (2013)		x					
Alobaidi y Thabit (2019)		x					
Ingemecanica (2015)	x	x	x		x		
Kaan y Reijenga (2004)	x	x					
Luque y Hegedus (2003)		x		x		x	
Masseck (2006)	x	x				x	x
Montero Fontan (2016)				x			
Munari et al. (2013)		x	x				
Taz (2017)	x	x					
Yang et al. (2020)	x	x	x				

Tabla 1. Estrategias de integración del sistema SFV a la arquitectura.

Por su parte, Argentina ha identificado a las ER como las principales prioridades de acción, ya que la generación de electricidad a partir de ellas mantiene un crecimiento contínuo en los últimos años. Incluso en 2021 se alcanzó un pico histórico de 28,84% de la generación total nacional (World Energy Council, 2022). En este contexto, el objetivo del trabajo es realizar una propuesta de diseño de incorporación de la tecnología SFV en un barrio de tipología monoblock de vivienda de interés social de la Ciudad de San Juan-Argentina, la cual destaca por sus condiciones climáticas, geográficas, así como por la disponibilidad del recurso solar (Raichijk et al., 2009).

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo planteado, se desarrolla una metodología de carácter cuantitativo, estructurada en tres etapas. La misma combina técnicas documentales, observacionales y proyectuales. En la Etapa I, se selecciona el caso de estudio, para lo cual se analizan los barrios construidos por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) emplazadas en las Bandas Eminentemente Urbanas y Urbanas de la Ciudad de San Juan. Para ello, se utiliza el software libre QGIS (versión 3.16.11 Hannover) y planillas Excel, para la organización y estudio de la información.

Seguidamente, en la Etapa II, se procesan los datos de consumo eléctrico anual de los casos de estudio, los cuales han sido obtenidos del Energía San Juan (ESJ). El desarrollo de esta tarea se lleva a cabo con el software estadístico SPSS Statistics (versión 25) que permite el procesamiento y sistematización de los datos. En forma consecutiva se realiza un relevamiento in situ de los parámetros físicos de las viviendas y de su entorno urbano inmediato.

Finalmente, en la etapa III de carácter proyectual, se elabora una propuesta de diseño donde se incorpora tecnología SFV al caso de estudio seleccionado, para lo cual se utilizan los softwares de libre disponibilidad SketchUp (versión 2022) y System Advisor Model (SAM) (versión 2021.12.02) desarrollado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos (NREL, 2017). Para el alcance de esta última etapa se realiza el análisis de viabilidad técnica, arquitectónica y urbana de la aplicación e integración de la tecnología SFV en las viviendas sociales en estudio.

Caso de Estudio

Se selecciona como caso de estudio el Barrio Manantial ejecutado por el IPV. Éste se emplaza en la banda urbana característica (BUC) eminentemente urbana (EU) de la ciudad de San Juan, cuyos índices urbanísticos resultan los más altos de la misma (Papparelli et al., 2009; Kurbán et al., 2017). El Barrio está conformado por 540 unidades funcionales, distribuidos en cuatro tipologías arquitectónicas de orientación variable conforme a su disposición en el conjunto (Figura 1).

Figura 1. Ubicación el Barrio Manantial según Bandas Urbanas (izq.), en su entorno inmediato (centro) y sus tipologías (der.). Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el Instituto Provincial de la Vivienda, Google Earth, 2021.

Caracterización climática

San Juan abarca una superficie de 91.221 km² y se caracteriza por su clima desértico y por el elevado nivel de peligrosidad sísmica (Gobierno de San Juan, 2021). Así mismo, por poseer un recurso solar abuntante, con niveles diarios promedios de 7,33 kWh/m² de radiación solar global horizontal para el período comprendido entre octubre y marzo, y valores promedios de 3,95 kWh/m² para los meses de abril a septiembre (Bianchi y Cravero, 2010) (Figura 2). Respecto a la heliofanía efectiva, registra entre 4 y 9 horas diarias según la ubicación y el período del año (Montenegro, 2019).

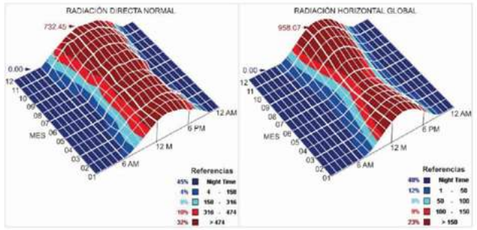


Figura 2. Niveles de radiación directa normal (en Wh/sqm) (izq.) y radiación global horizontal (en Btu/sqft) (der.) para San Juan. Fuente: Department of Energy of United State (2021).

Análisis del entorno urbano

El relevamiento in situ permite verificar la presencia y altura de árboles próximos a cada bloque, donde se detectan dos grupos. Primeramente, el arbolado público ubicado sobre la línea municipal está constituído en su totalidad por moras (morus alba) con una altura comprendida entre 3 y 11 metros. Del estudio de sombras se tiene que existen 841 m2 de superficie inhabilitada al norte, 597 m² al este y 566 m² al oeste (Figura 3). De alejar los bloques de la línea municipal, se habría podido aprovechar, en total, 2004 m² de superficie en la envolvente vertical para la instalación de la tecnología SFV.

El segundo grupo, hace referencia a las especies ubicadas en patios internos y espacios semipúblicos del barrio, donde también predomina la especie morus alba. Además, se relevaron pinos, eucaliptos, pimientos, acacia, palmeras washingtonia y fénix, álamos y jacarandá. A excepción de pinos y el eucalipto, el resto de los árboles no supera los 10 metros de altura. En este caso, la superficie inhabilitada por vegetación corresponde a 1700 m2 de superficie al norte, 1107 m² al este y 1719 m² al oeste, sumando un total de 4526 m² (Figura 3)

Figura 3. Superficie inhabilitada por sombra debido al arbolado público (izq.) y debido a vegetación en espacio semipúblico (der.) Fuente: Elaboración propia en base a relevamiento e imágenes de Google Earth, 2021.

Generación de energía SFV

Para proceder a determinar la cantidad y tipo de panel SFV a implementar, es necesario conocer los consumos reales a los cuales hay que abastecer. En esta línea, en Figura 4 se exponen los consumos eléctricos mensuales promedios por unidad funcional y por edificio, suministrados por ESJ (2021). Como se observa, cada unidad funcional posee un consumo promedio de 225 kWh/mes, de manera que cada edificio compuesto por 9 unidades funcionales tiene un consumo promedio de 2028 kWh/mes y uno de 12 unidades funcionales, un consumo promedio de 2703 kWh/mes.

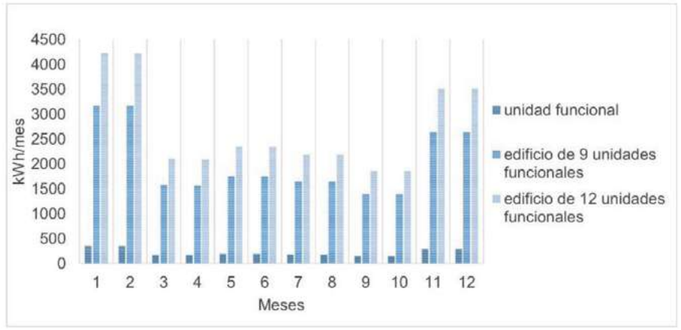


Figura 4. Consumo mensual promedio por período de un año, por unidad funcional y por edificio – Años 2018-2020. Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por ESJ, 2021.

En base al relevamiento realizado y los niveles de consumo, se deriva a la selección del panel SFV. El mismo es monocristalino de potencia nominal de 395 W y modelo SOL-72M-395 (Figura 5) y dispone, según norma de fabricación, una estructura celular de alto rendimiento con módulos libres de defectos es de fácil montaje, tiene un rendimiento excepcional en entornos con poca luz e irradiación, tolerancia de potencia positiva 0 ~ + 3% y 12 años de garantía de rendimiento al 90% y 30 años de garantía de rendimiento al 80%. Las dimensiones son de 2008 x 1002 x 40 mm y poseen vidrio templado y marco de aleación de aluminio anodizado.

Para el montaje del panel en el paramento superior se propone la estructura que se observa en Figura 5, la cual debe ser calculada para que soporte el peso propio, la acción del viento y del sismo. De Roitman et al. (2015) se tiene que la bajada del cableado desde los paneles hasta el tablero de control del sistema se realiza mediante electroductos de caño galvanizado para prevenir el deterioro de las vías de transmisión por efecto de los rayos ultravioletas.

Figura 5. Panel monocristalino seleccionado (izq.) y estructura propuesta sujeta a cálculo estructural (der.) Fuente: Solartec, 2021(izq.) y elaboración propia (der.).

En la estructura se parte de considerar la óptima inclinación de los paneles SFV (β), esto es, el ángulo que se forma respecto de la horizontal. Para el caso de San Juan, la misma se corresponde, a la latitud geográfica para la máxima producción anual de energía. Así mismo, la separación entre paneles responde a lo indicado por la Secretaría de Energía (2019). Por otra parte, la estructura se plantea de caños de sección rectangular y cuadrada totalmente galvanizada con fijación en el paramento horizontal.

Figura 6. Propuesta de emplazamiento de paneles en Barrio Manantial (izq. y centro) y cantidad de paneles por bloque (der.). Fuente: elaboración propia, 2021.

De esta manera, en los edificios en estudio, la propuesta de emplazamiento de paneles es la indicada en Figura 6. Como se puede observar, cada tipología, en función de su orientación y configuración espacial, tiene diversidad de cantidad de paneles SFV en sus cubiertas. Así mismo, como se indica precedentemente, dada la presencia de árboles y, en la mayoría de las configuraciones, la proximidad entre bloques, no es posible ubicar paneles en la envolvente vertical. La Figura 6 (der.) precisa la cantidad de paneles SFV dispuestos por bloque, los cuales oscilan entre 17 y 43.

En base a los datos del panel SFV y la cantidad dispuesta de los mismos, se efectúa la simulación dinámica. De la misma, se obtiene para cada tipología edilicia, la cantidad de energía generada por mes para el período de un año en comparación a los niveles de consumo promedio (Figura 7).

Si se realiza un balance entre energía generada y energía consumida de la red de distribución, resulta que el mismo es favorable en el 16,7% de los casos. Específicamente en la tipología A- 32 (en marzo, septiembre y octubre), en la B-38 (en marzo, abril, septiembre y octubre), en la B- 41 y B-43 (en marzo, abril, agosto septiembre y octubre) y en la C-26, C-28 y D-21 (en octubre).
Por último, se analiza la generación SFV en relación con la superficie útil de captación. Para ello, se calcula primeramente la superficie útil en cubierta en proporción a la superficie total. Al respecto, se observa que en la Tipología A se puede disponer del 54% de la superficie total para la instalación de paneles SFV, en la Tipología B el 64%, en la Tipología C el 62% y en la Tipología D el 61%. Ello, producto de las sombras arrojadas por el mismo edificio, o bien, por el adosado a éste.
Consecuentemente, se calcula la generación SFV en relación con la superficie útil de captación anual de cada tipología (Figura 8). De ello resulta que se tiene un promedio de generación para la totalidad del Barrio de 132 kWh/m² año, con una máxima de 174 kWh/m² año en la Tipología B-43 y una mínima de 98 kWh/m² año en la Tipología D-17.

Figura 7. Generación vs. consumo por mes, para el período de un año por tipología.
Fuente: Elaboración propia, 2021

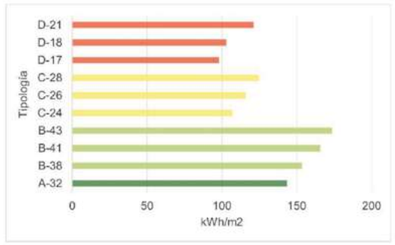


Figura 8. Generación de energía solar fotovoltaica por unidad de superficie útil, por tipología.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

CONCLUSIONES

Frente a la problemática ambiental global, la energía SFV presenta un desarrollo exponencial en los últimos tiempos, reconociéndosela como un valioso recurso del presente y futuro de las ciudades, dada su factibilidad de integración en el diseño urbano y arquitectónico. No obstante, para su alcance es fundamental partir de un análisis holístico de aspectos del proceso de planificación y desarrollo urbano, desde el trazado de las calles y línea de arbolado público, hasta edificios y la forma de las cubiertas, entre otros, los cuales afectan de manera crucial la viabilidad y el rendimiento de cualquier sistema SFV instalado.
Ejemplo de ello es lo analizado en el Barrio Manantial de la Ciudad de San Juan, el cual tiene un potencial de generación de 132 kWh/m² año producto de que posee una superficie útil equivalente al 60% de la cubierta, sin aprovechamiento de su envolvente vertical. En efecto, se considera ineludible pensar los edificios no solo como espacios para desarrollar la vida humana y para habitar, sino también como espacios generadores de energía. Donde balcones, galerías, terrazas, espacios semicubiertos, entre otros, pueden integrarse a la instalación SFV y en muchos casos aportar a la imagen arquitectónica del mismo.
Se concluye que la propuesta de diseño de incorporación de la tecnología solar fotovoltaica en un barrio de vivienda de interés social representa el camino que nos acerca a un modelo energético ambiental y social sostenible que debe ser apropiado por los tomadores de decisiones. Esto último, en especial, reconociendo el abundante recurso solar local.
Como trabajos futuros se menciona, el análisis de ciclo de vida de los compontes de la instalación SFV, los cuales demandan materias primas y energía a la vez que generan emisiones de CO^2. Así también se espera avanzar en el análisis económico que representa incorporar este tipo de instalaciones a las viviendas de interés social de la provincia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Abdulkadir, B. M. y Ibrahim, P. D. (2020). Integration of solar panels with the architectural context of residential buildings. Erbil city as a case study. *Sulaimani Journal for Engineering Sciences*, 7(2), 11–62. https://doi.org/https://doi.org/10.17656/sjes.10125
· Achenza, M. y Desogus, G. (2013). *Guidelines on building integration of photovoltaic in the Mediterranean area*.
· Alobaidi, M. M. y Thabit, N. M. (2019). The Impact of employed Solar Systems in Architectural Projects Facades. *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, *31*(3), 84–88. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21271/zjpas
· Barbose, G., Darghouth, N., Lacommare, K., Millstein, D. y Rand, J. (2018). *Tracking the sun. Installed price trends for distributed photovoltiac systems in the United States*. https://www.osti.gov/biblio/1477384
· Bianchi, A. R. y Cravero, S. A. (2010). *Atlas climático digital de la República Argentina*. INTA, 1° ed.
· Department of Energy of United State. (2021). *Climate Consultant*. Disponible en https://www.sbse.org/resources/climate-consultant
· Everis Consulting. (2019). *Distributed Generation Concept and Case Study*. Disponible en https://e17r5k-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/evercorp/s3fs- public/distributed_generation_concept_study.pdf?WtmneWatryTdKEPMzN_J5eTmc5Hr ouSZ
· Gobierno de San Juan. (2021). *Caracterización de la Provincia de San Juan. Plan estratégico San Juan*. https://planestrategico.sanjuan.gob.ar/?page_id=314
· IEA. (2021). *Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector*. Disponible en www.iea.org/tyc/
· Ingemecanica. (2015). *Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda*. Tutorial N°192. Disponible en https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html
· IRENA. (2019). *Future of Solar Photovoltaic: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects*.
· Kaan, H. y Reijenga, T. (2004). *Photovoltaics in an Architectural Context. Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, *408*, 395–408. https://doi.org/10.1002/pip.554
· Kurbán, A., Cúnsulo, M., Papparelli, A. y Montilla, E. (2017). Distribución espacial de la urbanización en el oasis de Tulum: Área metropolitana de San Juan. *El Ojo del Cóndor*, 27–29.
· Luque, A. y Hegedus, S. (2003). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*.
· Masseck, T. (2006). Investigación aplicada en el campo de la sostenilidad CISOL.Centro de investigación solar ETSAV. *Segundas Jornadas Sobre Investigación*

En Arquitectura y Urbanismo.
· Montenegro, M. (2019). *San Juan y su política de desarrollo de la energía fotovoltaica.* https://sisanjuan.gob.ar/interes-general/2019-10-17/18102-san-juan-y-su-politica-de- desarrollo-de-la-energia- fotovoltaica#:~:text=Como%20ventajas%2C%20San%20Juan%20presenta,la%20zona%20de%20la%20provincia.
· Montero Fontan, J. (2016). *Arquitectura y energía fotovoltaica. Integración arquitectónica de la energía fotovoltaica*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
· Munari Probst, M. C., Roecker, C., Frontini, F., Scognamiglio, A., Farkas, K., Maturi, L. y Zanetti, I. (2013). *Solar Energy System in Architecture. Integration criteria and guidelines.*
· NREL. (2017). *What is SAM?* Disponible en https://sam.nrel.gov/
· Öhrlund, I., Stikvoort, B., Schultzberg, M. y Bartusch, C. (2020). Rising with the sun? Encouraging solar electricity self-consumption among apartment owners in Sweden. *Energy Research y Social Science, 64*, 101424. https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101424
· Papparelli, A., Kurbán, A. y Cúnsulo, M. (2009). *Planificación sustentable del espacio urbano.* Buenos Aires: Ed. NOBUKO
· Pilar, C. A. (2017). Casos de integración arquitectónica de sistemas fotovoltaicos. Un abordaje matricial desde las formas, los usos y los significados. *Revista Arquisur, 7*(11), 82–93.
· Pilar, C. A. (2018). El sol como inspiración del diseño biométrico. *Revista Arquitecno, 11*, 77– 86.
· Raichijk, C., Grossi Gallegos, H., Aristegui, R. y Righini, R. (2009). Sobre el recurso solar en la provincia de San Juan. *III Congreso Nacional - II Congreso Iberoamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía*, 01–05. https://www.researchgate.net/publication/279783574_SOBRE_EL_RECURSO_SOLAR_EN_LA_PROVINCIA_DE_SAN_JUAN
· Roitman, M. S., Mestrallet, A., Aramburu, M. D. y Rossi, R. (2015). Dimensionamiento de un sistema de energía solar fotovoltaica para una vivienda familiar de la Ciudad de Córdoba. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2*(2), 37-43.
· Secretaría de Energía. (2019). *Manual de Generación Distribuida Solar Fotovoltaica* (1°ed. revisada).
· Taz, K. (2017). *5 Ways to Design Solar Architecture Beautifully. Not as an Ugly Afterthought.* https://redshift.autodesk.com/solar-architecture/
· Unión Europea (2020). *Renewable energy self- consumption.*
· Wei, W. y Skye, H. M. (2021). Residential net-zero energy buildings: Review and perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 142*. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110859
· World Energy Council. (2022). *World Energy Council Country Commentaries Argentina*. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Issues_Monitor_2022_Argentina_comm entary.pdf
· Yang, Y., Elia, P., Stridh, B. y Yan, J. (2020). Potential analysis of roof-mounted solar photovoltaics in Sweden. *Applied Energy,* 279. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115786

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CONFORT HIGROTÉRMICO Y VERIFICACIONES DE HABITABILIDAD DE LAS VIVIENDAS SOCIALES DE LA REGIÓN BIOCLIMÁTICA LLB.

ANALYSIS OF THE CONDITIONS OF HYGROTHERMAL COMFORT AND CHECKS OF HABITABILITY OF THE SOCIAL DWELLINGS OF THE BIOCLIMATIC REGION IIB.

Estefanía N. Neder
Sebastián E. Puig
Alberto Maidana

IREH

FADU — UNL, Santa Fe, Argentina

—
estefanianneder@gmail.com

RESUMEN

Frente a la problemática ambiental y de déficit habitacional, se busca que las viviendas sociales que se desarrollen como respuesta, aseguren la eficiencia energética, y, por lo tanto, el ahorro de energía en la climatización de las mismas. Se toma como caso de estudio un plan que desarrolla la construcción de 70 viviendas sociales sustentables en Steel Framing en San Justo, Santa Fe, Argentina. Para concretar dicho objetivo, se buscó verificar el cumplimiento de requerimientos de confort mínimo en las viviendas, mediante la aplicación de las Normas IRAM de acondicionamiento térmico, focalizandose en las envolventes tecnológicas, verificando su desempeño higrotérmico y el confort de los recintos habitables. Aplicando los indicadores que permiten clasificar y comparar estas condiciones de confort y habitabilidad, se proponen variantes, tanto tecnológicas como constructivas. Este trabajo presenta los resultados de la aplicación y medición de los índices mencionados y las reflexiones derivadas del mismo análisis.

PALABRAS CLAVES: eficiencia energética – viviendas sociales – sustentabilidad – tecnología

ABSTRACT

Faced with the environmental problem and the housing deficit, it is sought that the social housing that is developed as a response, ensures energy efficiency, and, therefore, energy savings in their air conditioning. A plan that develops the construction of 70 sustainable social housing in Steel Framing in San Justo, Santa Fe, Argentina is taken as a case study. To achieve this objective, it was sought to verify compliance with the minimum comfort requirements in the dwellings, through the application of the IRAM Norms of thermal conditioning, focusing on the technological envelopes, verifying their hygrothermal performance and the comfort of the habitable rooms. Applying the indicators that allow classifying and comparing these comfort and habitability conditions, variants are proposed, both technological and constructive. This paper presents the results of the application and measurement of the aforementioned indices and the reflections derived from the same analysis.

KEY WORDS: energy efficiency – social housing – sustainability – technology

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se inscribe dentro del programa de Becas de Iniciación a la investigación (Cientibecas) propuesto por la Universidad Nacional del Litoral (FADU-UNL) y se encuadra en la temática correspondiente al Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado “Diseño de una torre inteligente de servicios” (PI CAI+D 2020 Tipo I).

Las problemáticas que impulsan esta investigación son dos. La primera es la problemática ambiental y la segunda, el déficit habitacional en nuestro país. Actualmente, vivivimos en un mundo cada vez más urbanizado. Según la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU), más de la mitad de la población mundial reside en ciudades. Y aunque esto implica beneficios (de índole económica, social, administrativa, y otros, que podríamos seguir enumerando), los centros urbanos son los responsables de alrededor del 70% de las emisiones de carbono mundiales y el consumo de más del 60% de los recursos, contribuyendo en gran medida al calentamiento global y las consecuencias que el mismo atrae.

Por este motivo, es que en 2015, adopta la agenda para el Desarrollo Sostenible, donde el objetivo N°11 llamado “Ciudades y comunidades sostenibles” que pretende lograr que para 2030, las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles (Naciones Unidas, 2015). La rápida urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios carenciados, con infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados; lo cual, está empeorando la contaminación del aire y fomentando el crecimiento urbano incontrolado. Todos estos problemas son evidentes en las ciudades del mundo, y también en las de nuestro país. Además, vivimos en un contexto sanitario derivado de la pandemia del COVID-19, quién mostró la imposibilidad de grán parte de la población de poder cuidarse en condiciones sanitarias mínimas, por falta de acceso a viviendas dignas, no sobre pobladas y con infraestructuras y/o servicios mínimos.

Por lo tanto, frente a ambas problemáticas mencionadas anteriormente, se busca que las viviendas sociales que se propongan como solución a las mismas, puedan atender no solo al mero objetivo de “contenedor” de habitantes, sino que, puedan garantizar condiciones de vida confortables para los mismos.

Como Gonzalo (2004) indica en los lineamientos del Manual de Arquitectura bioclimática, para brindar condiciones de vida confortable para sus habitantes y permitir el desarrollo normal de las actividades que alberga, la vivienda debe contar con ambientes de dimensiones, proporciones y cualidades apropiadas a las funciones que en ella se desarrollan. Entre estas cualidades ambientales, explica el autor, debe poseer un microclima que atenúe las variaciones extremas de las condiciones climáticas externas que resulten inconfortables para la vida humana. La climatización de los espacios puede ser lograda mecánicamente a través de artefactos (como aire acondicionado, calefacción, etc), pero ello involucra incrementar el costo de los equipos, su mantenimiento y consumo energético para su funcionamiento. Se busca entonces, llegar al más alto nivel de confort que se pueda conseguir por medio de soluciones bioclimáticas, que es “la adecuación conveniente del edificio a los requerimientos y características del clima del lugar, aprovechando los aspectos positivos del mismos y mitigando aquellos que afectan negativamente las condiciones del micro clima interno” (Gonzalo, 2004). La Municipalidad de San Justo, fue quien tuvo en cuenta en el caso de estudio, las pautas bioclimáticas en cuanto a la implantación, forma del edicio, distribución de locales, las aberturas con su correcto tamaño y ubicación, y la elección de los materiales y técnicas constructivas que fueron seleccionadas. Teniendo fundamental importancia, de lo enumerado, la “determinación de las cacterísticas termofísicas de los elementos constructivos componentes de las envolventes de las viviendas, puesto que ellos serán el nexo regulador del comportamiento climático interno con respecto a lo que ocurre en el exterior” (Gonzalo, 2004). Ya que, su correcta elección y disposición determinarán gran parte de los gastos de funcionamiento y mantenimiento del edificio.

Caso de estudio

En este trabajo, se analizará, como caso de estudio, un prototipo de vivienda Social desarrollado por la oficina Técnica de Planeamiento de la Municipalidad de San Justo. Enmarcadas en su programa “Hogares 2030” que aborda la problemática de acceso a un terreno y a una vivienda digna a aquellas familias que no gozan de una; y que catalogan como un “plan socioproductivo de acceso al hábitat sustentable a través de una economía circular” en la Entrevista al intendente Arq. Nicolás Cuesta realizada por la Red argentina de Municipios frente al cambio climático (2020).

Ubicación

Las viviendas están ubicadas, en la Ciudad de San Justo, Santa Fe, Argentina (Municipalidad de San Justo, 2019). Mediante una gestión estratégica de obtención y sustitución de suelos urbanos, la Municipalidad de San Justo conformó un “banco de suelo” suficiente para 120 vivivivendas, en el sector Este de la ciudad (Fig 1). Estos terrenos, fueron producto de financiamientos Provinciales, Municipales y gestiones de canje a privados, con otros terrenos de la ciudad que la municipalidad tenía en posesión. En este sector, se implantan, las 70 viviendas sociales que se toman como caso de estudio. La construcción de las mismas, son financiadas principalmente a través del Fideicomiso Nación, afrontando el Municipio las gestiones profesionales, aprobaciones técnicas y todos los recursos para esto; además del aporte que realizan las familias que habitarán las mismas, mediante un sistema de pago conforme a sus posibilidades, en efectivo y en horas de trabajo en la propia construcción de las viviendas.

Fig. 1: Ubicación de las viviendas a Analizar. Fuente: Elaboración propia a partir de la documentación brindada por la Municipalidad de San Justo.

El prototipo a analizar

El proyecto integral de las viviendas sociales, fue diseñado desde el equipo de planificación del Municipio, con el sistema constructivo Steel Framing. Este sistema fue elegido, no solo por la velocidad del proceso constructivo, sino especialmente, por las ventajas térmicas y acústicas que propician las delgadas envolventes que conforman los espacios habitables, y que se buscan verificar en este trabajo.

Las 70 viviendas tienen la misma base de tipología, que luego, de acuerdo a la familia, está pensada para ir transformándose y anexando nuevos espacios (Fig 2). Atendiendo de esta manera, no solo al crecimiento del núcleo familiar, sino también al posible cambio de función de algunos espacios, dotando flexibilidad con la posibilidad de dividir virtualmente un ambiente y albergar un nuevo uso, como por ejemplo, un pequeño local comercial.

Fig. 2: Tipología base y posibles tipologías derivadas de la misma, según la necesidad de cada familia.Fuente: Of. Planeamiento de la Municipalidad de San Justo.

La forma de implantación se realiza agrupando viviendas en parejas, a modo de minimizar la exposición de una de las envolventes (medianera), limitando la transferencia de calor en ese elemento al ambiente. Se logra con este apareamiento, vacíos del doble de tamaño, que producen patios con mejor asoleamiento y con mejor ventilación de los ambientes circundantes.

Aspectos tecnológicos

Realizadas en el sistema constructivo Steel Framing, sobre una platea de Fundación de Hormigón Armado (H°A°). Con la tecnología adoptada, las viviendas prometen cumplimentar con los Estándares Mínimos de Vivienda Social (que exige la secretaría de Nación para el financiamiento en sus proyectos), respondiendo desde el diseño de su envolvolvente a los grados de tramitancia térmica Nivel B. Buscando la eficiencia energética, la sustentabilidad y el ahorro energético. Además, se puede mencionar en esta línea, la proyección de termotanques solares, como sistema complementario para el calentamiento de agua en las viviendas.

Dentro de los aspectos tecnológicos, resaltaremos las características y componenentes con las que fueron diseñadas las envolventes a analizar (Fig 3).

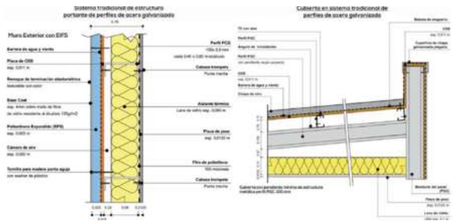


Fig. 3: Detalles constructivos de las envolventes a analizar. Primero de Muros exteriores y luego de Cubierta.Fuente: Of. Planeamiento de la Municipalidad de San Justo

La tablas establecen las capas constitutivas de las envolventes, en orden desde el interior hacia el exterior, tanto para Muros exteriores (Tabla 1) como para Cubierta (Tabla 2), y exponen las propiedades físicas de las mismas, que luego serán utilizadas en los cálculos para la verificación. Estas propiedades son: el espesor "e" de cada material, expresado en metros (m); la conductividad térmica "λ" en (W/m2°C); la permeabilidad al paso del vapor de agua del material "σ" expresada en g/mhKPa; y la Permeancia al paso del vapor de agua del material "Δ", expresada en (g/m2hkpa), ya que relaciona la permeabilidad sobre el espesor del material (Δ= σ/e).

CAPAS DE MURO	e (m)	λ (W/m2°C)	σ (g/mhKPa)	Δ (g/m2hkpa)
Placa de Yeso	0.0125	0.440	0.1117	
Film Polietileno	0.0001	-	-	0.0160
Lana de Vidrio	0.080	0.043	0.50	
Cámara de Aire	0.020	-	0.6260	
Placa OSB	0.011	0.13	0.0160	
Barrera de agua y viento.	0.0001			0.1140
Placa EPS	0.025	0.035	0.080	
Base Coat	0.004	0.39	0.028	
Pintura Texturable	0.001			5

Tabla 1: Capas componentes de la envolvente de Muros Exteriores. Fuente: elaboración propia.

Datos: IRAM 11601, IRAM 11.603, Ficha técnica de materiales administrada por la Municipalidad de San Justo.

CAPAS DE TECHO	e (m)	λ (W/m2°C)	σ (g/mhKPa)	Δ (g/m2hkpa)
Placa de Yeso	0.0125	0.51	0.1117	
Barrera de Vapor (foil)	0.0001	-	-	0.0033
Lana de Vidrio	0.1	0.043	0.50	
Cámara de Aire	0.021	-	0.6260	
Placa OSB	0.011	0.13	0.0160	
Barrera de agua y viento.	0.0001			0.1140
Chapa de Cinc	0.002	56.00		

Tabla 2: Capas componentes de la envolvente de cubierta. Fuente: elaboración propia.

Datos: IRAM 11601, IRAM 11.603, Ficha técnica de materiales administrada por la Municipalidad de San Justo.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la verificación de las condiciones de confort higrotérmico se propone el cálculo de la tramitancia térmica de las envolventes exteriores de la vivienda y la verificación de la existencia o no, en ellas de condensaciones tanto superficiales como intersticiales.

Las Normas IRAM a utilizar para esto son:

- La Norma IRAM 11601. (IRAM 11601, 1996) establece la metodología de cálculo a utilizar para obtener el coeficiente de tramitancia térmica k, verificándose luego con las normas IRAM 11559 y 11564.
- La Norma IRAM 11625 (IRAM 11625, 1991) verifica el riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en muros y techos de edificios, relacionando luego los valores con las Normas 11601 y 11603 (IRAM 11603, 1996)
- La Norma IRAM 11605 (IRAM 11605, 1996), establece la zona climática que se debe considerar para la localidad a analizar y brinda el valor máximo que puede tener el coeficiente K calculado para los distintos muros o techos.
- Además, se utilizó la metodología simplificada, expuesta en el Manual de Arquitectura Bioclimática (Gonzalo, 2004), quien establece y pone en relación todas las normativas antes mencionadas. Haciendo uso de un software de cálculo realizado por el Dr. Arquitecto G. E. Gonzalo, que él mismo, deja disponible en su Manual.

DESARROLLO

Cálculo de Tramitancia térmica:

Se desarrolla el cálculo de tramitancia térmica (k) en base a la norma IRAM 11601, para el conjunto de muros y techos que componen la vivienda. Entendiendo el coeficiente total de tramitancia térmica (k) como la cantidad de energía calórica, medida en Watts, que transmite un muro o techo, por metro cuadrado y por cada grado Kelvin de diferencia entre el Interior y exterior. Para determinar dicho valor, se realiza a sumatoria de la Resistencia térmica (Rt) de cada componente costructivo, con la Resistencia térmica superficial interna (RSi) y con la Resistencia térmica superficial externa (RSe); obteniendo como resultado la Resistencia térmica total (RT). Luego, según indica la norma, se realiza la inversa a este resultado, para obtener el coeficiente de tramitancia térmica donde (k=1/RT). El coeficiente obtenido anteriormente, se contrasta con el valor máximo que establece la Norma IRAM 11603, de acuerdo a la zona bioambiental en la que se encuentra la vivienda (En el caso de San Justo: Zona IIb) y el nivel de confort que se quiere verificar. Los valores a tener en cuenta luego de determinar los valores de norma de "KMAX ADM" más desfavorables (es decir, los que tienen mayor resistencia térmica) son los determinados en la Tabla 3.

NIVEL	CONDICIÓN INVIERNO	CONDICIÓN VERANO
	MURO	TECHO
C	1,63	0,72
B	0,92	0,45
A	0,34	0,18
	Valores obtenidos de la Tabla 1, Pág. 7 Iram 11605	Valores obtenidos de la Tabla 3, Pág. 8 Iram 11605

Tabla 3: Capas componentes de la envolvente de cubierta. Fuente: elaboración propia.

Datos: Valores obtenidos de Tablas 1 y 3 de la Norma IRAM 11605.

La Fig (4) demuestra los resultados de esta comparación y admite que, para los muros, se verifica el Nivel "A" (Ecológico):

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.33	0.33		
K mínimo	1.80	1.63	2.16	SI VERIFICA
K recomendado	1.10	0.92	1.32	SI VERIFICA
K ecológico	0.45	0.34	0.54	SI VERIFICA

Fig. 4: Condición de verificación del coeficiente k calculado, verificando Nivel "A", "B" y "C".

Fuente: Elaboración propia a través del software de cálculo.

La Fig (5) demuestra los resultados y admite que, para los techos, se verifica el Nivel "B" (Recomendado) y "C" (Mínimo):

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.36	0.37		
K mínimo	0.72	1.00	0.94	SI VERIFICA
K recomendado	0.45	0.76	0.59	SI VERIFICA
K ecológico	0.18	0.29	0.23	NO VERIFICA

Fig. 5: Condición de verificación del coeficiente k calculado, verificando Nivel B y C. Fuente: Elaboración propia a través del software de cálculo

Verificación del Riesgo de condensación Superficial e Intersticial

Además de verificar el cumplimiento de la tramitancia térmica Nivel "B", se verifica la ausencia de condensación de vapor de agua, ya sea en forma superficial (aire húmedo que entra en contacto con una superficie con una temperatura inferior a la temperatura de su punto de rocío, y condensa el vapor de agua contenido en el mismo sobre la superficie) o intersticial (cuando el aire húmedo, penetra en los materiales que componen las envolventes y alcanza una capa interna que tiene una temperatura inferior a su temperatura de rocío, produciendo entonces, condensación del vapor de agua que contiene en los intersticios de la envolvente). La condensación del vapor atenta contra las condiciones de habitabilidad y salubridad de los locales y la durabilidad de los cerramientos interiores y exteriores, provocando o favoreciendo la aparición de hongos y manchas en las superficies. Esto daña las componentes del cerramiento y disminuye la capacidad de aislación térmica de las mismas. (Gonzalo, 2004)

La verificación del riesgo de condensación Superficial se obtiene a partir de la comparación de los valores de temperatura real de la superficie interna con la temperatura de rocío de dicha superficie. Entendiendo a la Temperatura de rocío como el valor que se obtiene con el diagrama psicométrico correspondiente a la altura sobre el nivel del mar de la localidad analizada, poniendo en relación la temperatura interior de diseño, y el valor de la temperatura relativa interior. En conclusión: para que no se produzca condensación superficial, la temperatura de rocío interior debe ser inferior a la temperatura superficial interior.

Esta verificación se realiza según la Norma IRAM 11625. Para la realización de los cálculos se adoptaron los siguientes valores:

· Temperatura exterior: -2,5°C. Temperatura mínima de diseño de invierno según IRAM 11603, para la zona bioclimática IIb.

· Temperatura Interior: 18°C. Temperatura interior de diseño según uso (vivienda) IRAM 11625.

· Humedad relativa exterior: 90%. Según IRAM 11625.

· Humedad relativa interior: 65%. IRAM 11625, Gráfico 5 (Hri=f(text))

· Resistencias superficiales para el riesgo de condensación superficial e intersticial, según IRAM 11625:

Muros:

- Rsi: 0,13 m2°K/w.
- Rse: 0,04 m2°K/w. Techos:
- RSi= 0,10 (Flujo de calor ascendente)
- RSe= 0,04 (Flujo de calor descendente)

Verificación del Riesgo de Condensación Superficial de Muros y Cubierta

En los siguientes gráficos (Fig 6 y 7), se observa la comparación entre las temperaturas superficial interna y de rocío indicando que el cerramiento (Muro y Cubierta, respectivamente), no presenta riesgo de condensación Superficial, ya que, la temperatura real de la superficie interna es mayor a la temperatura de rocío de dicha superficie.

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1,36	
Presión de vapor exterior	kPa	0,45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	20,60	
Resistencia superficial interior	m^2.K/W	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1,14	
Temperatura de la superficie interna	°C	16,86	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11,66	NO CONDENSA

Fig. 6: Condición de verificación Riesgo de condensación Superficial en Muros Exteriores. Fuente: Elaboración propia a través del software de cálculo

Verificación del Riesgo de Condensación Superficial de Cubierta (Fig 7)

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1,36	
Presión de vapor exterior	kPa	0,45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	20,60	
Resistencia superficial interior	m^2.K/W	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1,25	
Temperatura de la superficie interna	°C	16,75	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	11,66	NO CONDENSA

Fig. 7: Condición de verificación Riesgo de condensación Superficial en Cubierta.

Fuente: Elaboración propia a través del software de cálculo

Verificación del Riesgo de Condensación Intersticial en Muros y Cubierta

En los próximos gráficos (Fig 8 y 9), se muestran las curvas de temperatura real y de rocío en cada capa de material, lo que permite visualizar que al no tocarse las curvas de dichas temperaturas, no existe el riesgo de condensación intersticial en ninguna de las capas que componen la envolvente.

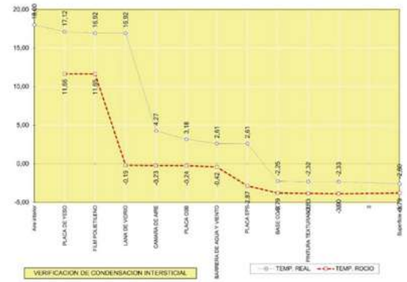


Fig. 8: Condición de verificación Riesgo de condensación Intersticial en Muros Exteriores.Fuente: Elaboración propia a través del software de cálculo.

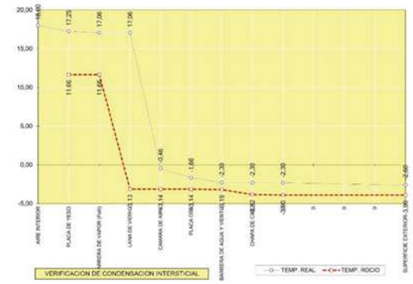


Fig. 9: Condición de verificación Riesgo de condensación Intersticial en Cubierta Fuente: Elaboración propia a través del software de cálculo.

CONCLUSIONES

Como primeras conclusiones se puede verificar que efectivamente, las viviendas Sociales desarrolladas en San Justo, con el Sistema Constructivo de Steel Framing, verifican tanto, al nivel de confort higrotérmico Recomendado (Nivel B) en muros y techos, y además, en el caso de los muros, verifican hasta el Nivel "A" llamado también "Ecológico".

En cuanto al riesgo de condensaciones, tanto superficiales como intersticiales, se puede confirmar que las envolventes verifican estar libre de dicho riesgo.

Se puede determinar entonces que es de alta importancia que se realicen estas verificaciones en la etapa proyectual y de diseño de las envolventes, ya que, en caso de no verificar, se puede fácilmente, mediante una variación en los espesores, o el cambio de alguna capa de los materiales que las componen, obtener un resultado eficiente. A menudo, se piensa que, en los proyectos de interés social, solo se debe atender a la demanda habitacional, con el menor costo posible, pero estas viviendas desarrolladas por la Municipalidad de San Justo, son un claro ejemplo de la búsqueda de lograr niveles de habitabilidad mínimos y de confort higrotérmico, solucionando la problemática de déficit habitacional, pero también, mitigando los efectos ambientales y de consumo energético en la climatización de las mismas, desde el diseño y la elección tecnológica de sus envolventes. Además, se pudo constatar, la importancia de fomentar la relación Unidad Académica - Organismos Municipales desarrolladores de viviendas sociales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artículo en web:

· Naciones Unidas (21 de Octubre de 2015). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015.* Naciones Unidas. Disponible en: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S

Libro:

· Gonzalo, G. (2004). *Manual de Arquitectura Bioclimática.* Instituto de Acondicionamiento Ambiental. Tucumán, Argentina.

· Municipalidad de San Justo. (2019). *Gestión municipal 2015-2019*. G8 Estudio de Diseño.

· Norma IRAM 11601. *Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.* Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina. (2002)

· Norma IRAM 11603. *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina, (1996)

· Norma IRAM 11605. *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.* Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina., (1996).

· Norma IRAM 11625. *Aislamiento térmico de edificios. Verificaciones de sus condiciones higrotérmicas. Verficación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina (1991).

· Red Argentina de Municipios. (18 de septiembre, 2020). San Justo lleva adelante un programa modelo de vivienda social y sostenible. *Red argentina de municipios frente al cambio climático.* Disponible en: https://ramcc.net/noticia.php?id=1082

FACTIBILIDAD DE RECUPERACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y AGUAS GRISES PARA SU POSTERIOR UTILIZACIÓN EN EL SISTEMA SANITARIO DE EDIFICIOS TIPO DE LA CIUDAD DE ROSARIO

FEASIBILITY OF RECOVERY OF RAINWATER AND GRAYWATER FOR LATER USE IN THE SANITARY SYSTEM OF TYPE BUILDINGS OF THE CITY OF ROSARIO

Franco Daniel Nocioni

Materialidad 3
Perone

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
franconocioni@gmail.com

RESUMEN

Se realiza un recorrido histórico sobre las distintas formas de materializar sistemas de recolección de agua pluvial, así como también un análisis del funcionamiento del sistema pluvio cloacal de la ciudad de Rosario a escala urbana, explorando los efectos de la implementación de dichos sistemas. Dentro de este contexto, se propone el estudio de la factibilidad de recuperación de aguas pluviales y aguas grises y su posterior reutilización en el sistema sanitario de edificios. A partir del análisis de las precipitaciones anuales del área bioclimática de Rosario y de los consumos diarios de agua potable en edificios de tipologías representativas de dicha ciudad, se elabora una estimación porcentual de utilización de agua recuperada respecto a la demanda total, evaluando de esta manera los beneficios económicos y ambientales de su aplicación.

PALABRAS CLAVES: potencialidades – limitantes – precipitación – consumo

ABSTRACT

A historical review of the different ways of materializing rainwater collection systems is carried out, as well as an analysis of the operation of the rainwater and sewage system of the city of Rosario at an urban scale, exploring the effects of the implementation of such systems. Within this context, the study of the feasibility of rainwater and graywater recovery and their subsequent reuse in the sanitary system of buildings is proposed. Based on the analysis of the annual rainfall of the bioclimatic area of Rosario and the daily consumption of drinking water in buildings of representative typologies of that city, a percentage estimate of the use of recovered water with respect to the total demand is elaborated, thus evaluating the economic and environmental benefits of its application.

KEY WORDS: potentialities – limitations – precipitation – consumption

INTRODUCCIÓN

El agua representa el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida. Aproximadamente el 71% del planeta está formado por agua. Aunque pueda parecer un alto porcentaje, sólo el 0.014% se encuentra disponible para ser usada como fuente de consumo. El tanto por cien restantes se reparte entre los océanos y mares salados que ocupan el 97.4% y los glaciares y el subsuelo que abarcan 2.586%. (U.N.E.S.C.O. 2019).

Desde sus comienzos el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo y vía de transporte, por ello el valle de los ríos es el lugar escogido preferentemente para el origen de los asentamientos, allí el hombre aprende a domesticar los cultivos y con ello encuentra la primera aplicación al agua de lluvia; pero no depende directamente de ella para su supervivencia debido a la presencia permanente del agua superficial. Sin embargo, esta no era ni es la realidad de todas las civilizaciones, ya que algunos pueblos ocuparon y/o ocupan zonas áridas o semiáridas del planeta. Es así que comenzó el desarrollo de formas de captación de aguas de lluvias, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.
El objeto de estudio del presente trabajo es la factibilidad de aplicación de sistemas de recuperación de agua pluvial y aguas grises con miras a su posterior reutilización en el sistema sanitario de los edificios (atendiendo a su lógica constructiva y dinámica de funcionamiento), teniendo en consideración las precipitaciones medias de la ciudad de Rosario y su aplicación en edificios de uso residencial del Área Central de dicha ciudad.

Los sistemas de almacenamiento de agua pluvial y aguas grises pueden aportar importantes beneficios a las problemáticas referidas a los anegamientos que sufre la ciudad en momentos de cuantiosas precipitaciones, así como al estrés hídrico al cual se ve sometida: evitan el ingreso al sistema pluvio-cloacal del agua pluvial oficiando como retardadores y disminuyen casi en su totalidad el consumo de agua potable de aquellos artefactos sanitarios que no requieren que la misma posea dicha cualidad.

La implementación de estos sistemas en los edificios es una estrategia que tiene como finalidad lograr un consumo y tratamiento más eficiente del agua, buscando subsanar aquellas problemáticas provenientes del uso inadecuado de dicho recurso. Mediante el diseño e implementación de intervenciones material y económicamente viables es posible alcanzar resultados significativos a corto, mediano y largo plazo.

SITUACIÓN ACTUAL DE POBLACIONES RESPECTO A RECURSOS HÍDRICOS E INFRAESTRUCTURAS – U.N.E.S.C.O.:

El uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde los años 80 del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20% al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. Más de 2.000 millones de personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático. (U.N.E.S.C.O. 2019).
Este aumento constante se ha debido principalmente a la creciente demanda en los países en desarrollo y en las economías emergentes (aunque el uso del agua per cápita en la mayoría de estos países sigue estando muy por debajo del uso del agua en los países desarrollados, los están alcanzando). Este crecimiento es impulsado por una combinación de crecimiento poblacional, desarrollo socioeconómico y patrones de consumo en evolución. La agricultura (incluida la irrigación, la ganadería y la acuicultura) es, con mucho, el mayor consumidor de agua, dado que representa el 69% de las extracciones anuales de agua a nivel global. La industria (incluyendo la generación de energía) representa el 19%, y los hogares el 12%. (U.N.E.S.C.O. 2019).
Más de 2.000 millones de personas viven en países que experimentan un alto estrés físico por el agua. Aunque el estrés hídrico promedio mundial es solo del 11%, 31 países experimentan estrés hídrico entre el 25% (que se define como el umbral mínimo de estrés hídrico) y el 70%, y 22 países están por encima del 70%, y por lo tanto están bajo un estrés hídrico severo. (U.N.E.S.C.O. 2019).
En su mayoría, las áreas secas tenderán a ser más secas y las húmedas más húmedas de forma que el cambio climático probablemente exacerbará el estrés hídrico en las áreas que ya son de las más afectadas. (U.N.E.S.C.O. 2019).
Durante el período 1995 – 2015, las sequías representaron el 5% de los desastres naturales, afectaron a 1.100 millones de personas, matando a 22.000 más y causando daños por 100.000 millones de dólares durante el mismo período de 20 años. La cantidad de personas afectadas y el daño estimado de los desastres relacionados con el agua continúan en incremento. (U.N.E.S.C.O. 2019).

Se espera que el cambio climático aumente la frecuencia y la magnitud de los fenómenos meteorológicos extremos.
El crecimiento de la población es un importante propulsor del aumento de la demanda de agua, tanto directamente (p.ej., para agua potable, saneamiento, higiene y uso domésticos) como indirectamente (p.ej., a través de la creciente demanda de bienes y servicios de intenso consumo de agua, incluidos alimentos y energía).
Casi todo el crecimiento poblacional neto se está produciendo en las ciudades y el mundo se está urbanizando progresivamente, planteando nuevos y difíciles retos para la gestión urbana del agua. Más de la mitad (54%) de la población mundial vive actualmente en ciudades. Se espera que la proporción de población aumente de urbana a rural en dos tercios (66,4%) para 2050. Por lo tanto, los desafíos del desarrollo sostenible se agudizarán cada vez más en las ciudades, particularmente en los países de ingresos bajos y medios, donde el crecimiento poblacional y el ritmo de la urbanización son mayores. (U.N.E.S.C.O. 2019).

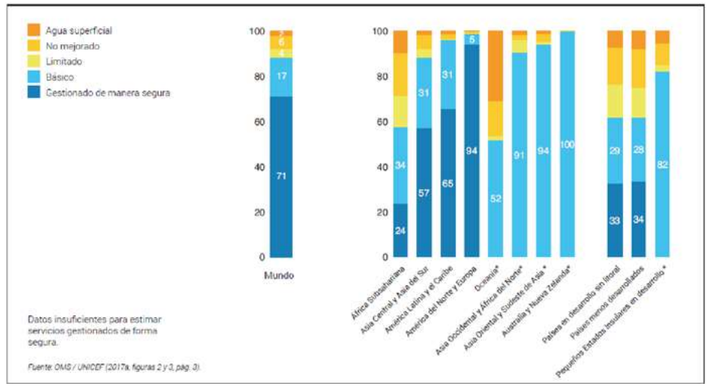


Fig. 1: Cobertura global y regional de agua potable, 2015 (%)

Fuente: OMS / UNICEF (2017a, figuras 2 y 3, pág.3)

SITUACIÓN ACTUAL DE ARGENTINA RESPECTO A RECURSOS HÍDRICOS E INFRAESTRUCTURA

El sector de agua y saneamiento de Argentina tiene un atraso significativo en la cobertura de agua y cloaca, y requiere mejoras en la calidad y eficiencia de los servicios. Se estima que 39,8 millones de personas residen en áreas urbanas (2015), de las cuales el 87% tienen acceso a agua por red pública y el 58% a cloacas. No hay estadísticas confiables respecto del nivel de tratamiento de

aguas residuales, sin embargo, algunas fuentes calculan que se encuentra entre el 15% y el 20% de las aguas recolectadas. (Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento. 2017).
El crecimiento poblacional del país procede de sus localidades urbanas cuya población aumentó un 12% en el período 2001 al 2010. Las ciudades de 100.000 y más habitantes aportaron el 57% y sólo el GBA el 32% y con ello se acentúa la concentración de habitantes en este aglomerado y revierte su participación declinante de las décadas anteriores. (I.N.D.E.C.. 2010).
El alto crecimiento general en las ciudades de 100.000 y más habitantes no sólo agudizó el déficit de agua por red y cloacas en las áreas con baja cobertura de servicios, en particular en el conurbano bonaerense, sino que en las áreas servidas -unido a hábitos de derroche por la falta de medición de consumos-, también provocó alta presión en la capacidad de abastecimiento en perjuicio de la continuidad del servicio. (Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento. 2017). (Figura 2).

Total Aglomerados	Agua	Cloacas
Cobertura Aglomerados (% de habitantes)	86%	62%
Resto Urbano		
Cobertura Resto Urbano (% de habitantes)	90%	52%
Subtotal urbano		
Cobertura (% de Habitantes)	87,1%	58,4%
Subtotal rural		
Cobertura Rural Concentrada (% de habitantes)	79%	8%
Cobertura Rural Dispersa (% de habitantes)	32%	2%
Cobertura nacional (% de habitantes)	**84,4%**	**54,2%**

Fig. 2: Habitantes con y sin servicio en Aglomerados, Resto Urbano y Rural. 2015.
Fuente: Dirección Nacional de Agua potable y Saneamiento.

SITUACIÓN ACTUAL DE SANTA FE RESPECTO A RECURSOS HÍDRICOS E INFRAESTRUCTURA

La disponibilidad de fuentes de provisión y del recurso base en el caso de Santa Fe hace pensar que existe un escenario inicial inmejorable. La situación de privilegio que domina el territorio provincial, facilita las tareas de conexión por proximidad al recurso tanto como a la base social que lo requiere; sin embargo, la población enfrenta serias deficiencias producto de la inconsistencia y falta de inversiones en el tiempo que explican el "porque no" hay adecuados niveles de servicios.
Santa Fe es una de las provincias con gran concentración de arsénico en el agua producto de la conformación geológica del suelo (muchas aguas de consumo son de perforación). Si bien se amplió considerablemente el número de comunas y municipios que tomaron medidas para evitar casos de intoxicación, el problema es grave ya que mucha gente consume directamente de estas aguas dado que muchas localidades aún no instalaron plantas de tratamiento para eliminar el arsénico. (Raposo, I.; Cafarell, S. 2011).
El departamento de Rosario sufre de las mismas problemáticas que la totalidad de la Provincia de Santa Fe, siendo las características de los mismos en cuanto a datos, muy similares. Un 84% (2010) de la población posee servicio de agua por red pública, y un 13% (2010) por perforación con bomba a motor. En relación a las características favorables de la Provincia de Santa Fe y Rosario nombradas anteriormente, los niveles de servicio resultan reducidos. (Raposo, I.; Cafarell, S. 2011).

ANEGAMIENTOS EN LA CIUDAD DE ROSARIO

La ciudad no solo sufrió una expansión de sus periferias, sino que también una densificación del Área Central generando consecuentemente una mayor impermeabilización del suelo, aumentado así, su escorrentía. Esto trajo serios inconvenientes de inundaciones debido a que no había normativas vigentes en pos de mitigar el efecto de los temporales y retardar el ingreso de agua al sistema, así como tampoco se realizaron actualizaciones infraestructurales que pudiesen hacer frente a la demanda.
La razón por la que se dan los consecuentes desbordes del Arroyo Ludueña y el Arroyo Saladillo, generadores de las principales problemáticas de anegamientos en Rosario, es la alteración del ciclo hidrológico, producido como se dijo anteriormente, por la impermeabilización del suelo.
En el año 2002 y 2003 se establecen zonificaciones para el uso de los suelos comprendidos en los valles de inundación de los Arroyo Saladillo y Arroyo Ludueña. En base a estas zonificaciones se definen restricciones y medidas básicas de protección.
A partir de la implementación de la Ordenanza N°8334/08, se han realizados obras de diferentes escalas y actores en pos de mitigar el problema de la escorrentía ocasionada por la impermeabilización del suelo.

IMPORTANCIA DE LA RECUPERACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y SU COMBINACIÓN CON SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUAS GRISES

Los déficits están principalmente generados por las condiciones climáticas de la zona, caracterizadas normalmente por su aridez, que repercuten en una incapacidad para cubrir las demandas que se requieren para los diferentes usos, generalmente como resultado de una intensificación de las prácticas y el consiguiente incremento de las necesidades hídricas.
Es debido a esto que la aplicación de sistemas para la reutilización de aguas pluviales no es igual de eficiente en todas partes, siendo esto dependiente de la variación de diversos factores como ser las precipitaciones anuales, la cercanía a fuentes de recursos hídricos capaces de abastecer la demanda requerida, factores culturales en la utilización de agua, etc. Siendo el factor económico el que generalmente impulsa la aplicación de sistemas como estos, al no ser éste un gran incentivo en muchas zonas, la generalización del sistema se vuelve limitado. Es debido a este motivo por el cual en muchas ciudades surgen políticas de subvenciones para aquellos que realicen la instalación.
Un camino a seguir para volver más eficiente el sistema en cuanto a la cantidad de litros producidos y lograr que los mismos sean más constantes (inclinando favorablemente el balance económico) es realizar la instalación combinando la recuperación de agua de lluvia con la recuperación también de las aguas grises, logrando de esta manera (siempre tomando datos promedios) abastecer sin necesidad de agua potable aquellos artefactos del hogar que no requieren la utilización de la misma.
Una ventaja agregada de la captación para la reutilización de las aguas pluviales es la mitigación que ofrece la misma de los efectos (inundaciones) producidos por episodios de lluvias de fuerte intensidad. Este factor ha llevado a la implantación de sistemas de diversas escalas.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se centra en determinar la eficiencia ambiental y económica de la aplicación de sistemas de recuperación de agua pluvial y aguas grises, teniendo en consideración las tecnologías y sistemas disponibles y de posible aplicación en edificios residenciales tipo de la ciudad de Rosario. Se estudian las características referidas a las precipitaciones del clima templado-húmedo de dicha ciudad y se toman en consideración las normativas vigentes referidas al retardamiento del agua pluvial.
La metodología a implementar se focalizará en fenómenos observables (tipologías de unidades habitacionales y posibles soluciones de sistemas de recuperación de agua pluvial y aguas grises), a partir de un enfoque inductivo, que integrará el análisis de la demanda de agua promedio de todos aquellos artefactos que poseen dichas unidades habitacionales, así como también la cuantificación de los mismos en éstas, y cuáles de ellos son susceptibles de funcionar con agua reutilizada y cuáles no.

Las variables de interés para el trabajo se organizan en relación a los siguientes aspectos:
Variables morfológicas: Están relacionadas con las tipologías edilicias más representativas del Área Central de la ciudad de Rosario (tanto en lo referido al edificio en su totalidad como a las unidades habitacionales que ellos poseen) y con los sistemas que sean susceptibles de implementarse en las mismas. Las variables son: tipologías edilicias, tipologías de unidades habitacionales, cubiertas, salientes de fachadas, cubiertas verdes, envolventes.
Variables tecnológicas: Están relacionadas con los sistemas de núcleos húmedos tanto a analizar como aquellos a plantear para la implementación de las estrategias. Las variables son: eficiencia de los artefactos implementados, sistemas tecnológicos para la recuperación de aguas pluviales y grises, estructura resistente de edificios.
Variables hídricas: Están relacionadas a la búsqueda de una mayor eficiencia en el consumo de agua, reducción de los caudales generados en precipitaciones por la impermeabilización del suelo y el cumplimiento de normas y ordenanzas edilicias correspondientes al retardamiento del agua pluvial. Las variables son: volumen de agua a retardar, volumen de las precipitaciones, almacenamiento de agua necesario para satisfacer las demandas generadas por las unidades habitacionales.

CASO DE ESTUDIO – ROSARIO, EDIFICIO PUEYRREDÓN 1101

Utilizando un edificio tipo de la ciudad de Rosario se realiza un análisis para determinar la factibilidad económica de la aplicación de un sistema de recuperación de agua pluvial y un sistema de recuperación de agua pluvial + aguas grises. Si bien el foco está puesto en todo momento en los beneficios ambientales que significan la incorporación de estos sistemas a los proyectos edilicios, como se dijo antes el factor económico termina jugando un papel preponderante debido a que es una variable de importancia para las desarrolladoras al momento de evaluar su aplicación en el proyecto en curso.
El caso de estudio seleccionado es el edificio de propiedad horizontal ubicado en Pueyrredón 1101, de la Ciudad de Rosario. Consta de una estructura de hormigón armado y sus envolventes están resueltas con la misma materialidad. Posee como una característica particular una superficie de cubierta verde en la azotea, lo que otorga una cualidad favorable al momento de instalar sistemas de recuperación de agua pluvial, debido a que estas ofician como un primer filtro de las partículas que poseen las precipitaciones. Es también conocido el efecto de retardador pluvial de este tipo de cubiertas, siendo otra ventaja en caso de no contar con un sistema de recuperación de aguas y por lo tanto debiendo desaguar a cordón.
Se compone de una planta baja con sectores verdes, un bicicletero y locales comerciales con 2 niveles. Los departamentos comienzan en el 2° nivel y terminan en el 12° nivel, siendo el nivel 13° el espacio de uso común para los residentes. La variación de la tipología de las unidades de vivienda es mínima, limitándose únicamente a la dimensión y disposición de los balcones debido al juego de volúmenes que se da en la fachada. En la azotea, nivel 14°, es donde se encuentran las cubiertas verdes y una piscina con su respectivo solárium. (Figuras 3, 4, 5 y 6).

Pueyrredón 1101	
Cantidad de departamentos por planta	3 de 1 dormitorio
Cantidad de plantas de departamentos	11
Cantidad total de departamentos	**33 de 1 dormitorio**
Consumo total	5420250 l/año
Consumo de inodoro y lavarropas total del edificio por año.	2276505 l/año
Superficie cubierta	**120 m2**

Características de la instalación			
Artefactos	Cantidad de artefactos	Puede usar agua reutilizada	Puede recuperarse el agua utilizada
Inodoro - dpto.	33	SI	NO
Bidet - dpto.	33	NO	NO
Ducha - dpto.	33	NO	SI
Lavabo - dpto.	33	NO	SI
Bacha cocina - dpto.	33	NO	NO
Bacha lavadero - dpto.	-	NO	SI
Lavarropas - dpto.	33	SI	SI
Canilla servicio - dpto.	-	NO	NO
Bacha cocina	3	NO	NO
Inodoro	3	SI	NO
Bidet	-	NO	NO
Lavabo	3	NO	SI
Canilla servicio	3	NO	NO

Fig. 3: Cuantificación de unidades habitacionales con sus respectivos artefactos sanitario. Pueyrredón 1101. Caso de estudio.Fuente: Elaboración propia.

CONSUMO					
Consumo en departamento 1 dormitorio				Consumo TOTAL en Pueyrredón 1101	
Artefacto	Incidencia	l/día	l/año	l/día	l/año
Inodoro	30%	135	49275	4455	1626075
Lavarropas	12%	54	19710	1782	650430
Higiene	6%	27	9855	891	325215
Lavavajillas	4%	18	6570	594	216810
Bacha	2%	9	3285	297	108405
Otros	11%	49,5	18067,5	1633,5	596227,5
Ducha	35%	157,5	57487,5	5197,5	1897087,5
TOTAL	**100%**	**450**	**164250**	14850	5420250

Fig. 4: Consumos unitarios y parciales. Pueyrredón 1101. Caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Consumo susceptible de utilizar agua reciclada	
Consumo de 1 departametno de 1 dormitorio por día.	450 l/día
Incidencia consumo inodoro en el total	30%
Incidencia consumo lavarropas en el total	12%
Consumo de inodoro y lavarropa por día.	189 l/día
Consumo de inodoro y lavarropa por año.	68985 l/año

Fig. 5: Consumo susceptible de utilizar agua reciclada. Pueyrredón 1101. Caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Precipitaciones				
Provincia	Cantidad	Incidencia en consumo total de Pueyrredón 1101		
		m2 de recolección	Total recolectado	Incidencia
Santa Fe	850 l/m2/año	120 m2	102000 l/año	1,88%

Fig. 6: Precipitaciones y su incidencia en consumo total. Pueyrredón 1101. Caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron los cálculos de la incidencia de la cantidad de agua pluvial recuperada respecto al consumo total del edificio (en período anual) en la Provincia de Santa Fe, donde se obtiene una incidencia no significativa respecto al consumo total.
Es debido a estos resultados que se propone la utilización, además, de un sistema de recuperación de aguas grises que complemente el anteriormente planteado. Se obtiene así, como se verá en los cuadros siguientes, cantidades altamente significativas de reutilización de agua respecto al consumo total del edificio, además de una amortización de la instalación de 10.5 años, haciéndolo económicamente rentable teniendo en cuenta que la vida útil promedio de las edificaciones es de 70 años. La cañerías necesarias para dicha instalación serían únicamente un montante y una bajada de Ø63 o Ø110 complementario al sistema cloacal tradicional. (Figuras 7, 8 y 9).

RECUPERACIÓN AGUAS GRISES						
Consumo en departamento 1 dormitorio			Consumo TOTAL Pueyrredón 1101			
Artefacto	Consumo		Incidencia en consumo total de Pueyrredón 1101			
	l/día	l/año	N° de unidades	Total recolectado en l/día	Total recolectado en l/año	Incidencia
Lavarropas	54	19710	33	1782	650430	12,00%
Higiene	27	9855	33	891	325215	6,00%
Ducha	157,5	57487,5	33	5197,5	1897087,5	35,00%
TOTAL recuperado	**238,5**	**87052,5**		**7870,5**	**2872732,5**	**53,00%**
Agua pluvial					102000	1,88%
TOTAL REUTILIZADO					**2974732,5**	**54,88%**

Fig. 7: Recuperación aguas grises y su incidencia en consumo total. Pueyrredón 1101. Caso de estudio. Fuente: Elaboración propia.

COSTO INSTALACIÓN			
Pueyrredón 1101			
Artefacto	Características	Costo $	Costo u$d
Filtro biológico	6000 L	311000	2000
Tanque de reserva	5000 L	100000	643
Bomba	1hp. 2 unidades	13000	84
Descarga	Ø 110	19375	125
Montante	Termofusión	4900	35
TOTAL		448275	2887

Fig. 8: Costo de la instalación. Año 2019. Pueyrredón 1101. Caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE RECUPERACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y AGUAS GRISES			
Pueyrredón 1101			
Máxima capacidad de recolección		Máximo volumen de reutilización	
54,88% del total consumido es suceptible de ser agua recuperada		42% del total consumido es suceptible de ser agua reutilizada	2276505 l/año 2276 m3/año
Costo agua potable		Costo instalación	Amortización
18,65 $/m3 0,12 usd/m3	42447,4 $/año 272,97 usd/año	448275 $ 2887 u$d	10.5 años RENTABLE

Fig. 9: Factibilidad económica de recuperación de agua pluvial. Año 2019. Pueyrredón 1101. Caso de estudio.Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Mediante el estado de situación presentado se hace evidente la imperiosa necesidad de un uso más eficiente de los recursos hídricos. Si bien se encuentran avanzados los conocimientos respecto a los distintos sistemas que posibilitan el aprovechamiento del agua pluvial y agua gris, es de público conocimiento las problemáticas a las que se enfrentan las normativas para lograr la masiva incorporación de los mismos, así como también la influencia que sufren éstas de parte de la industria de la construcción. Dicha industria generalmente considera en primera instancia la variable económica como factor fundamental para decidir la implementación de determinados sistemas.
Logrando que estos sistemas sean económicamente atractivos para las desarrolladoras, se favorecerá ampliamente su implementación en nuevos desarrollos. Es por este motivo que en el presente trabajo se ponen en relación las variables referidas a la eficiencia lograda respecto a la reducción de la demanda de agua potable en la Zona Bioclimática de Rosario, y el importe económico demandado por dichos sistemas para su implementación.
La incorporación de estos sistemas significaría no solo un ahorro económico para los beneficiarios de los mismos, sino principalmente la mitigación de problemáticas urbanas recurrentes tanto en la ciudad de Rosario como en otras grandes ciudades, referidas a los anegamientos y escasez de agua.
Del análisis, se desprende que las precipitaciones anuales promedio de Rosario no representan un volumen significativo respecto a la demanda que posee un edificio residencial tipo, ya que la superficie de captación de los mismos es reducida en relación a su consumo. Por tanto se llega a la conclusión de la necesidad de incorporar un sistema de recuperación de agua pluvial + aguas grises, en donde se puede observar que el agua gris susceptible de ser reutilizada cubre por completo la demanda de aquellos artefactos en condiciones de utilizar agua gris previamente filtrada, reduciendo en un 42% el consumo de agua potable. Estos números a los que se arribó mediante el análisis de un edificio residencial tipo de Rosario, dejan en evidencia el beneficio además de ambiental, económico, de la implementación de dichos sistemas, logrando una amortización en un período de 10.5 años. Resulta así, la variable económica, un medio para lograr un consumo más eficiente los recursos hídricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor:

· Raposo, I.; Cafarell, S. (2011). *La gestión del agua y el saneamiento en Santa Fe. Un problema de agenda pública*. I.I.E., F.C.E.y E., U.N.R., Rosario, Argentina.

Autor institucional:

· Argentina. Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento. (2017). *Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento. Cobertura Universal y Sostenibilidad de los Servicios. Lineamientos y Principales Acciones.*

· Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario.*

UNESCO (2019). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: No dejar a nadie atrás.*

Recursos y documentos publicados en internet

Trabajos presentados en reuniones y conferencias:

· Pérez de la Cruz, F. J. (2013). Ponencia publicada en internet. Cartagena. Universidad Politécnica de Cartagena. *Abastecimiento de aguas. Captación de aguas superficiales.* Disponible en: https://es.slideshare.net/fredymelo/tema-02-captaguassup

· Vazquez, J. (2014). Seminario publicado en internet. U.N.R., Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño. Cátedra Di Bernardo. *Sistemas de Provisión de agua – Dimensionado.* Disponible en: https://m3db.files.wordpress.com/2014/05/provision-de-agua-dimensionado.pdf

· Zimmermann, E. (2019). Ponencia publicada en internet. U.N.R.. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño. *Drenajes urbanos de Rosario.* Disponible en: https://m3db.files.wordpress.com/2019/08/materialidad_ericzimmerman.pdf

FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN DE CUBIERTAS Y FACHADAS VEGETADAS COMO ESTRATEGIA DE CONTROL TERMO-ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL Y TERCIARIO

FEASIBILITY OF APPLYING VEGETATED ROOFS AND FACADES AS A THERMO-ENERGY CONTROL STRATEGY IN RESIDENTIAL AND TERTIARY BUILDINGS

Franco Daniel Nocioni

Centro de Estudios del Ambiente Humano

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—

franconocioni@gmail.com

RESUMEN

Se desarrolla el análisis de cubiertas y fachadas vegetadas como estrategias de rehabilitación termo-energética en edificios de uso residencial y terciario existentes con objeto de mejorar las condiciones de habitabilidad, evaluar los factores de forma y relaciones adecuadas entre planos horizontales y verticales de las envolventes, en pos de optimizar la performance energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a escala urbana. A partir del análisis de un edificio residencial tipo de la ciudad de Rosario y la utilización de un software de simulación, se elabora una estimación de consumo energético para acondicionamiento tanto en la situación actual como en la propuesta de implementación de dichos sistemas, comparando así las demandas de energía requeridas en ambos casos. Se indaga sobre posibles variantes de los sistemas de cubiertas y fachadas vegetadas con la finalidad de mejorar la performance energética del edificio.

PALABRAS CLAVES: potencialidades – limitantes – ambiente humano – vegetación

ABSTRACT

The analysis of vegetated roofs and façades as thermo-energetic rehabilitation strategies in existing residential and tertiary buildings is developed in order to improve habitability conditions, evaluate form factors and appropriate relationships between horizontal and vertical planes of the envelopes, in order to optimize energy performance and reduce greenhouse gas emissions on an urban scale. Based on the analysis of a typical residential building in the city of Rosario and the use of a simulation software, an estimation of energy consumption for air conditioning in both the current situation and the proposed implementation of such systems is elaborated, thus comparing the energy demands required in both cases. Possible variants of the vegetated roof and façade systems are investigated in order to improve the energy performance of the building.

KEY WORDS: potentialities – limitations – human environment – vegetation

INTRODUCCIÓN

Las tendencias de Globalización motivaron las decisiones proyectuales descontextualizadas del emplazamiento. La consecuencia de estas acciones derivó en el incremento de la demanda energética de climatización debido a la desatención de las variables climáticas del lugar. En la década del 70, tras la crisis del petróleo a nivel global, comienza a generarse conciencia sobre la finitud de los recursos convencionales y la incidencia del consumo energético de los edificios.

El cambio climático es uno de los problemas más complejos a los que se enfrenta la humanidad; fenómeno causado por la actividad humana al alterar la composición de la atmósfera. Se registra en las áreas de mayor densidad poblacional a escala mundial, siendo sus efectos: el aumento de temperatura del Planeta, la modificación de los regímenes de las precipitaciones, el incremento de sequías e inundaciones, y el ascenso del nivel del mar, entre otros. Por tal motivo, en un proceso de concientización colectiva, se aprueba en 1997 el Protocolo de Kioto, enfatizándose la urgente necesidad de racionalizar el uso de la energía y aplicar técnicas basadas en la utilización de recursos renovables a escala global.

Las ciudades y sus tecnoestructuras constituyen los sistemas más consumidores y dependientes de energía y por ende son significativos responsables del calentamiento global.

De acuerdo a datos de Naciones Unidas, la mitad de la población mundial vive en ciudades y las previsiones apuntan a que a mediados del siglo XXI este porcentaje se incremente hasta el 65%.

Es así que uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) planteados por Naciones Unidas sea lograr “ciudades y comunidades sostenibles” (ODS 11). A su vez, el comportamiento de las ciudades es clave en la mejora de la calidad del aire (relacionado con el ODS 3, sobre “salud y bienestar”) y con la mitigación del cambio climático (ODS 13, sobre la “acción por el clima”). El papel de las urbes en la mitigación del cambio climático, y en su adaptación al mismo, es uno de los temas clave que se debatió en la COP25 celebrada en Madrid. De acuerdo a datos de la Agencia Internacional de la Energía, las ciudades ocupan el 3% de la superficie del planeta, siendo responsables del 67% del consumo energético global. Los efectos provocados por ese consumo, así como su impacto en el agotamiento de los recursos, hacen necesario el replanteo de cómo las ciudades consumen energía y cómo se abastecen. (International Energy Agency 2008).

El rendimiento global de la envolvente de los edificios mejoró aproximadamente un 1,4 % anual desde 2010. Sin embargo, fue superado por el crecimiento de la superficie construida total (más del 2,5 % anual) y la creciente demanda de mayor confort térmico, especialmente en los países en desarrollo. Durante la próxima década, se construirán más del 20 % del parque edilicio global previsto para 2050, y más del 50% de esa nueva superficie construida se producirá en regiones que actualmente no cuentan con normativas, códigos o reglamentaciones obligatorias para todo el sector de la construcción. Casi dos tercios de los países aún no cuentan con normativas, códigos u ordenanzas referidas al tema, que sean de aplicación obligatoria y que se apliquen a todo el sector edilicio. (International Energy Agency 2017).

Pese al avance de las rehabilitaciones energéticas significativas, por ejemplo, una mejora del 30% al 50% en el rendimiento de la envolvente de los edificios existentes, su ritmo sigue siendo lenta. La tasa anual de rehabilitación energética del parque construido hoy en día es solo del 1% al 2%. (International Energy Agency 2017).

La progresiva reducción de consumo energético global mediante la construcción de nuevos edificios de alta eficiencia energética es paulatina y escasa frente a la creciente demanda.

El sector residencial representa un 27.1% del total de energía consumida globalmente, y el sector comercial un 8.8%. (Industria 29%; Transporte 30.3%; otros sectores 4.8%). Del total de energía consumida en una vivienda, el 54% refiere a acondicionamiento térmico. (Calentamiento agua 17%; Luz 5%, Cocina 4%, otros 20%) (I.E.A. 2017). Existen estudios que determinan entre el 35% a 40% la posibilidad de reducción del consumo energético de los edificios, mediante mejoras en el diseño de su envolvente térmica y los hábitos de utilización de los mismos (Ing. C. Cavedo y D. Galilea. 2010).

Gran parte de la responsabilidad por las emisiones de gases de efecto invernadero gracias a la producción de energía la poseen las ciudades y dentro de ellas, su sector residencial y comercial, siendo que entre ambos consumen el 35,9% del total de energía demandada a nivel mundial.

El consumo energético en los edificios en Argentina representa un porcentaje significativo del total. Para el año 2006 el sector residencial conformaba el 21% y el público más el comercial, el 7% del total de energía consumida en el país. Dentro de ambos sectores, la energía para la climatización representa un factor determinante en la habitabilidad edilicia. A su vez el sector de la energía es responsable del 47% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (The World Bank. 2005).

El consumo de energía en las ciudades refiere a la realización de diversas actividades las cuales traen aparejadas variadas problemáticas a escala urbana. Es para la mitigación de dichas problemáticas que se considera la aplicación de fachadas y cubiertas vegetadas, las cuales atienden fenómenos urbanos tales como islas de calor, contaminación acústica, anegamientos por la impermeabilización del suelo, filtrado de partículas en suspensión, biodiversidad, entre otros.

El presente trabajo se desarrolla como actividad de la beca E.V.C. C.I.N. (Consejo Interuniversitario Nacional) 2021 ”Potencialidades y limitantes de la aplicación de cubiertas y fachadas vegetadas como estrategia de control termo-energético en edificios de uso residencial y terciario de la ciudad de Rosario, Argentina” e integrando el equipo de docentes-investigadores del P.I.D. ´´Eficiencia ambiental urbana y edilicia. Uso de suelo, habitabilidad y consumo de energía en sectores urbanos y edificios de la ciudad de Rosario”

El objeto de estudio se centra en la rehabilitación edilicia, como estrategia de optimización energética de edificios de uso residencial y terciario del Área Central de Rosario. Se propone la intervención de sus envolventes, particularmente de las cubiertas y/o fachadas vegetadas, atendiendo a su lógica constructiva y dinámica de funcionamiento. Se abordan sistemas acordes al clima templado-húmedo de la ciudad de Rosario para la adopción de tecnologías, sistemas y vegetación apropiada contemplando las normativas vigentes. Se analiza la relación entre planos verticales y horizontales en relación a la totalidad de la envolvente para visualizar la incidencia de los factores de forma tipo recurrentes en el Área Central en función de los sistemas planteados.

DESARROLLO

Las ciudades se enfrentan a un aumento de la densidad, de las superficies pavimentadas, a la escasez de áreas verdes, y por consiguiente a todas las problemáticas que traen aparejadas dichos fenómenos. Las fachadas y cubiertas vegetadas pueden proponerse como herramientas de optimización de la habitabilidad edilicia y urbana.

Los beneficios de estas estrategias son básicamente: la purificación del aire, el amortiguamiento de las amplitudes térmicas, la disminución de las escorrentías, la reducción del intercambio térmico por reflexiones, aumento de la aislación térmica de las envolventes donde se aplique, mitigación del fenómeno "isla de calor urbano", reducción de la contaminación acústica, aumento de la biodiversidad, entre otras.

Argentina, como otros países de América Latina, registra un crecimiento exponencial de la población en las grandes áreas urbanas y por ende de un mayor porcentaje de impermeabilización que modifica las condiciones climáticas urbanas y habitabilidad interior. Sin embargo, se vislumbra una voluntad incipiente en algunas ciudades en incorporar estrategias de mayor eficiencia ener-

gética mediante legislaciones a nivel local de cubiertas y fachadas vegetadas.
A modo de ejemplo, la Ordenanza Nº12548 vigente en la Ciudad de Córdoba, determina la obligatoriedad de aplicación de cubiertas vegetadas en edificios nuevos con superficie de cubierta mayores a 400m². Otro caso similar, es la Ley Nº4428 de aplicación efectiva en la Ciudad de Buenos Aires que determina una reducción impositiva en aquellas obras que implementen cubiertas verdes.
La ciudad de Rosario plantea la obligatoriedad de la aplicación de cubiertas vegetadas en edificios públicos para superficies mayores a 1000m² a través de Ordenanza Nº7279. La misma promueve una reducción impositiva y otorga beneficios a aquellas obras privadas nuevas que opten por su implementación.
El Municipio de la ciudad de Rosario, con el objeto de revertir la situación generada por la propuesta de "Reordenamiento Urbanístico del Área Central y Primer Anillo Perimetral", aprobó la Ordenanza Nº8757/11: "Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones" (2011) de cumplimiento obligatorio que exige requisitos de estándares mínimos relativos a la envolvente del edificio. También establece valores límites para el Factor de exposición solar, para las condensaciones superficiales e intersticiales, así como también para la demanda energética tanto en calefacción (Gcal) como en refrigeración (Gr). (Municipalidad de Rosario. 2011)
La Norma IRAM 11603 establece una clasificación y caracterización de la ciudad de Rosario (más precisamente su zona bioclimática) respecto a sus particularidades climáticas. Dicha normativa ubica a Rosario en la Zona Bioambiental IIIa, que posee un clima templado cálido. Los principales datos de diseño son:

- Veranos relativamente calurosos, con TDMX de 34°C
- Inviernos no muy fríos, con TDMN de -4°C

En Rosario, los veranos son calurosos, húmedos y mayormente despejados y los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 35 °C.

METODOLOGÍA

El trabajo aborda un enfoque inductivo, es decir desde la observación de casos, "un objeto arquitectónico contextualizado", cuyos componentes de la envolvente son analizados desde el punto de vista del comportamiento energético para obtener conclusiones. De este modo, se analiza el caso de estudio a partir de dos escenarios de implementación de estrategias de optimización: 1) aisladas en sus componentes y 2) combinadas.
Los escenarios de análisis, parten de la premisa que el caso de estudio, no cumplimenta la Ordenanza 8757 de la ciudad de Rosario. Se estima la demanda energética de calefacción y refrigeración durante todo el año. A partir de allí, se proponen alternativas de mejora aisladas y combinadas para verificar el ahorro obtenido y se confrontan los resultados. Las alternativas de mejora se refieren a optimizar el intercambio térmico de los planos verticales y horizontales de la envolvente.
Las variables de interés para el trabajo se organizan en relación a los siguientes aspectos:

Variables morfológicas: Se encuentran relacionadas con las tipologías edilicias más representativas del Área Central de la ciudad de Rosario y con los sistemas que sean susceptibles de implementarse en las mismas.
Variables tecnológicas: Se relacionan con los sistemas constructivos tanto a analizar como aquellos a plantear para la implementación de las estrategias.
Variables energéticas: Corresponden a una búsqueda de una mayor eficiencia termo-energética, reducción de emisión de gases de efecto invernadero y el cumplimiento de normas y ordenanzas edilicias correspondientes.

Para dicho estudio, se procede a simular los escenarios en sus distintas variantes mediante el software SIMEDIF en su versión actualizada para Windows. (I.N.E.N.C.O., U.N.S.A.. 1984)

CASO DE ESTUDIO – ROSARIO, EDIFICIO CALLE SARMIENTO

El caso analizado es un edificio residencial en construcción, proyectado cumplimentando la Ord. N°8757/11. El mismo será edificado próximamente en el Área Central de la ciudad de Rosario, con orientación Oeste/Este. Corresponde al tipo de Envolvente Edilicia: "Semi-transparente entre Medianeras con balcón" de gran representatividad en los procesos de sustitución edilicia.
La tipología edilicia de una torre sobre línea municipal se establece como la más recurrente en el Área Central de la ciudad de Rosario, con una presencia del 16.77% en las parcelas construidas. (Fuente propia)
Si bien el edificio cuenta con dos torres, para el análisis se ha optado por aquella ubicada sobre la línea municipal para determinar la mejora de la performance térmica mediante la implementación de cubiertas y fachadas vegetadas. Se consideran las medianeras como expuestas, buscando así la situación más desfavorable. Se han tenido en consideración todas las variables que inciden en dicho cálculo, como así también el factor de forma y las relaciones de los cerramientos respecto al total de la envolvente, aspecto fundamental a tener en cuenta en la aplicación de dichos sistemas en relación a los estudios tipológicos representativos.

Para el análisis de las posibilidades y eficiencia de las estrategias de rehabilitación, se llevaron a cabo dos simulaciones para utilizar de base y corroborar el desarrollo de la performance energética una vez aplicados los sistemas en estudio.
La primera simulación refiere al edificio materializado previamente a la implementación de la Ordenanza N°8757/11, y la segunda refiere al edificio materializado cumplimentándola. Para realizar dicha simulación se ha utilizado el software SIMEDIF (I.N.E.N.C.O., U.N.S.A.. 1984)., donde las variables a considerar para los cálculos son todas las características del microclima en la Zona Bioclimática IIIa, el albedo, las transmitancias de superficies opacas y translúcidas, la radiación solar incidente, las cargas térmicas exteriores e interiores, la inercia térmica, entre otros.
Se presenta la cuantificación de todos los cerramientos, sus características, orientaciones y representatividad de los mismas respecto a la totalidad de la envolvente de la torre. (Fig. 1)

RELACIÓN CERRAMIENTOS-TOTALIDAD ENVOLVENTE				
TORRE 1				
Orientación	**Cualidad**	**Ubicación**	**Superficie [m2]**	**%**
Cubierta	Opaca	-	172.11	11.53%
Piso	Opaco	-	172.11	11.53%
N	Opaco	Medianero	368.34	24.67%
S	Opaco	Medianero	368.34	24.67%
E	Opaco	Contrafrente	147.82	9.90%
E	Translúcido	Contrafrente	58.4	3.91%
O	Opaco	Línea municipal	131.02	8.77%
O	Translúcido	Línea municipal	75.2	5.04%
TOTAL			1493.34	100.00%
Factor de forma = 0,41 m2/m3				

Fig. 1: Relación entre las envolventes-totalidad superficie expuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar el porcentaje significativo que representan las medianeras respecto a la totalidad de la envolvente, alcanzando casi el 50% del total.
Se calculan las transmitancias térmicas de los cerramientos previo a la Ordenanza N°8757/11, en su situación actual (cumpliendo con la misma) y luego con la aplicación de sistemas de fachadas y cubiertas vegetadas para así poder evaluar la performance de éstas y si las mismas satisfacen las demandas de dicha ordenanza. (Municipalidad de Rosario. www.rosario.gob.ar)
Si bien es evidente que existe una mejora respecto al intercambio térmico por parte de aquellos cerramientos a los cuales se le aplican sistemas de fachadas y cubiertas vegetadas, se aprecia que en ningún caso cumplimentan los valores de la Ordenanza N°8757/11.
Mediante el cálculo de las transmitancias térmicas se puede obtener el comportamiento de los cerramientos frente a los intercambios térmicos en régimen estacionario, sin embargo, no considera el factor de la radiación solar incidente sobre los mismos, siendo una de las alternativas de protección solar y

por tanto, una de las principales ventajas otorgadas por los sistemas en estudio. Para considerar la variable de la radiación solar sobre los cerramientos, así como también la inercia térmica de los materiales masivos con los que se encuentran materializados los edificios tipo en Rosario, se realiza una simulación con el software SIMEDIF, estableciéndose una temperatura de confort promedio anual de 22°C. El resultado obtenido es la potencia en W necesaria para poder mantener la temperatura interior de confort, en cada mes del año.

TRANSMITANCIAS TÉRMICAS CERRAMIENTOS Edificio Calle Sarmiento			
MURO			
N°	Característica	Transmitancia K [W/m2.k]	% de mejora respecto a 1a
1a	Previa Ordenanza N° 8757/11	1.70	-
1b	Cumpliendo Ordenanza N° 8757/11	0.69	59.41%
1c	Con aplicación de Fachada Vegetada	1.24	27.06%
MURO MEDIANERO			
N°	Característica	Transmitancia K [W/m2.k]	% de mejora respecto a 2a
2a	Previa Ordenanza N° 8757/11	1.38	-
2b	Cumpliendo Ordenanza N° 8757/11	0.67	51.45%
CUBIERTA TRANSITABLE			
N°	Característica	Transmitancia K [W/m2.k]	% de mejora respecto a 3a
3a	Previa Ordenanza N° 8757/11	1.09	-
3b	Cumpliendo Ordenanza N° 8757/11	0.37	66.06%
3c	Con aplicación de Cubierta Vegetada	0.73	33.03%

Fig. 2: Transmitancias térmicas de los cerramientos en distintas materializaciones.

Fuente: Elaboración propia.

SITUACIONES PROPUESTAS

Para el estudio de las estrategias y su eficiencia relativa en la demanda de energía, se plantean los Escenarios A y los B. Los Escenarios A corresponden a los sistemas aplicados de manera individual sobre la base del edificio no cumplimentando la Ord. N°8757/11. Los Escenarios B corresponden a la combinación de los sistemas de rehabilitación en estudio, aplicados sobre la misma base que los Escenarios A.

Primeramente, se realizan las simulaciones con los sistemas aplicados individualmente (Escenario A) para así poder establecer la performance energética alcanzada con cada sistema en particular, utilizando como base de comparación la edificación en estudio simulando materialización previa Ordenanza N°8757/11. Es así que se plantean cuatro situaciones.

Situación 1a: No se cumple Ordenanza N°8757/11. Se realiza un supuesto de que el edificio en estudio se encuentra construido según lo que convencionalmente se realizaba previo dicha Ordenanza. Se consideran muros medianeros de ladrillo macizo común de 30cm de espesor con revoque en cara interna, cerramientos opacos con ladrillos cerámicos huecos de 18cm de espesor y revoque en ambas caras y cerramientos translúcidos materializados con vidrio laminado 4+4.

Situación 2a: Utilizando la materialización planteada en la Situación 1a como base, se adiciona una cubierta vegetal compuesta por 30cm de espesor de sustrato, una cámara de aire formada por la placa drenante de 1.5cm de espesor, la placa drenante y manto geotextil.

Situación 3a: Utilizando la materialización planteada en la Situación 1a como base, se adiciona una fachada vegetada tanto en los cerramientos opacos como en los translúcidos. En los cerramientos opacos de adiciona una placa de T-Plak de 1.8cm de espesor (placa prensada realizada con virutas de envase de tetrapack) amurada mediante perfiles omega que conforman cámara de aire ventilada de 2cm de espesor entre dicha placa y el cerramiento existente. A la placa se le agregan bolsillos de manto geotextil con sustrato en un espesor de 10cm (dichos bolsillos se colocan intercalados). En los cerramientos translúcidos de realiza una mejora del FES (Factor de Exposición Solar) mediante la colocación de enredaderas en el filo del balcón, a 1m del cerramiento, buscando así atenuar la radiación solar incidente en período estival, y permitir el ingreso de la misma en período invernal.

Situación 4a: Utilizando la materialización planteada en la Situación 1a como base, se simula una situación hipotética de crecimiento de enredadera en los muros medianeros.

Edificio Calle Sarmiento Escenarios A				
MES	Situación 1a Sin cumplir Ord. 8757 [W]	Situación 2a C.V. [W]	Situación 3a F.V. [W]	Situación 4a F.V. en muro medianero [W]
Enero	-44014.00	-43183.23	-38496.88	-38587.09
Febrero	-28304.92	-27556.76	-23467.81	-23783.70
Marzo	-11963.33	-11235.92	-7088.11	-5973.82
Abril	14925.35	15672.52	16563.94	14925.35
Mayo	39173.58	39512.72	40306.25	39173.58
Junio	58249.00	58378.19	59115.68	58249.00
Julio	59785.38	59930.67	60791.82	59785.38
Agosto	44934.84	45425.44	46384.44	44934.84
Septiembre	32261.12	32984.45	34049.90	32261.12
Octubre	4092.30	5039.74	10157.80	11561.87
Noviembre	-11078.19	-10166.55	-5054.23	-5016.16
Diciembre	-28481.13	-27376.28	-22263.24	-22719.22
TOTAL	377263.14	376462.47	363740.1	356971.13
Ahorro	0%	0.21%	3.58%	5.38%

Fig. 3: Potencia mensual en W requerida para mantener temperatura de confort interior.

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis realizado y explicitado en la tabla, se puede visualizar la relación directa entre el tamaño de la superficie rehabilitada y la mejora de la performance térmica alcanzada, teniendo la aplicación de la cubierta verde una incidencia despreciable, siendo la actuación sobre el muro medianero la que más incidencia registra sobre el comportamiento térmico. Es de destacar también, la diferencia significativa entre los sistemas utilizados en el cerramiento opaco y en el muro medianero, puesto que, en este último, al ser una enredadera de hoja caduca permite el aporte de la radiación solar sobre el cerramiento en período invernal. Esta situación no se da con la aplicación del sistema de cubierta y fachada vegetada, ya que éstos poseen una estructura fija que impide la incidencia de la radiación solar sobre los cerramientos durante todo el año, pudiendo apreciar así un incremento de la demanda energética en invierno.

De lo anterior, se desprende que la implementación de estrategias aisladas no resultan significativa en cuanto a mejoras de la habitabilidad interior y demanda energética. Por tal motivo se propone la combinación de estrategias de rehabilitación pasivas (aislación, sistemas de fachadas y cubiertas vegetadas) para realizar un análisis comparativo de la eficiencia de los sistemas en conjunto. Escenarios B (Fig. 4)

Edificio Calle Sarmiento Escenarios B				
MES	Situación 1b Sin cumplir Ord. 8757 [W]	Situación 2b Cumpliendo Ord. 8757 (situación actual) [W]	Situación 3b F.V. + C.V. [W]	Situación 4b F.V. + C.V. + Ais. [W]
Enero	-44014.00	-32293.13	-38528.34	-37731.47
Febrero	-28304.92	-19593.31	-23603.68	-23029.21
Marzo	-11963.33	-5802.89	-6990.23	-6922.08
Abril	14925.35	15057.31	16772.30	16150.15
Mayo	39173.58	33024.42	40473.20	39218.14
Junio	58249.00	46826.55	59072.55	57294.97
Julio	59785.38	47806.47	60633.52	58758.02
Agosto	44934.84	37668.77	46632.41	45132.20
Septiembre	32261.12	28517.88	34549.93	33537.58
Octubre	4092.30	7266.85	10827.09	10580.06
Noviembre	-11078.19	-4467.62	-4756.26	-4617.48
Diciembre	-28481.13	-18894.24	-22056.43	-21502.32
TOTAL	377263.14	297219.44	364895.94	354473.68
Ahorro	0%	21.22%	3.28%	6.04%

Fig. 4: Potencia mensual en W requerida para mantener temperatura de confort interior.

Fuente: Elaboración propia.

Situación 1b: No se cumple Ordenanza N° 8757/11. Se realiza una materialización supuesta igual a Situación 1a.

Situación 2b: Situación actual, se cumple con Ordenanza N° 8757/11. Muro medianero doble de ladrillo común macizo con EPS de 2.5cm de espesor, cerramientos opacos doble de ladrillo cerámico hueco de 12cm de espesor con EPS de 2.5cm espesor y cerramientos translúcidos con aberturas dvh.

Situación 3b: Utilizando la materialización planteada en la Situación 1a como base, se incorporan sistemas de fachada vegetada (cámara de aire 2cm de espesor, placa T-Plak 1.5cm de espesor y bolsillos con sustrato espesor 10cm) (igual descripción a Situación 3a planteada en el escenario individual) y cubierta vegetada (placa drenante, cámara de aire de 1.5cm de espesor, manto geotextil y sustrato de 30cm de espesor) (igual descripción a Situación 2a planteada en el escenario individual).

Situación 4b: Utilizando la materialización planteada en la Situación 3b se adiciona, en el caso de la fachada vegetada, un EPS de 2.5cm de espesor entre el cerramiento opaco existente y la placa T-Plak; y en el caso de la cubierta vegetada, un EPS de 5cm de espesor antes de la placa drenante. Se simula este escenario buscando aumentar la eficacia de los sistemas de rehabilitación (fachadas y cubiertas verdes) en estudio.
Se detecta según las tablas precedentes de los escenarios donde se aplican en conjunto tanto cubiertas y fachadas vegetadas, así como su variante con aislación térmica, que ninguna de las situaciones (Situaciones 3b y 4b) posee la capacidad de lograr la performance energética alcanzada por la materialización de las envolventes cumpliendo con la Ordenanza N°8757/11 (ahorro estimado del 21.22%). Si bien el comportamiento en período estival es similar a los otros escenarios con los sistemas en estudio, es en período invernal donde se ve una diferencia significativa. Esto se debe a que los cerramientos medianeros se encuentran materializados con doble muro con EPS de 2.5cm de espesor, cumpliendo así con lo que solicita la Ordenanza, motivo por el cual el intercambio térmico por dichos cerramientos se ve reducido en gran medida, convirtiéndose en un aspecto determinante debido a la relación de la superficie de las medianeras respecto al total de la envolvente.
En cuanto a la aplicación de los sistemas de fachadas y cubiertas vegetadas, se puede observar un menor requerimiento energético en verano debido a la protección de los cerramientos a la radiación solar, pero una solicitación energética mayor en invierno debido justamente a la carencia de dicha radiación, por lo que, en un período anual, el ahorro es reducido aproximándose al 3.28%.
Es así que se plantea una variante, incorporando a los mismos, planchas de EPS (Situación 4b), con el objeto de disminuir las pérdidas en período invernal. Como se puede observar en la Figura 4, el comportamiento en verano es similar a la Situación 3b verificándose una reducción de la demanda energética en invierno debido al aumento de la resistencia térmica del cerramiento, aún sin incidencia de la radiación solar. La Situación 4b logra así casi duplicar la eficiencia en la reducción de la demanda energética de la Situación 3b con un ahorro del 6.04%.

CONCLUSIONES

Para el caso de estudio analizado y la relación entre los distintos componentes de su envolvente, la aplicación tanto de fachada como de cubierta vegetada representan una reducción del consumo energético anual del orden del 3.28%. Estos sistemas muestran una eficacia muy superior en período estival, donde protegen de la radiación solar incidente a las envolventes tanto opacas como translúcidas, y por el contrario generan una mayor demanda energética (en comparación a una construcción sin ningún sistema de rehabilitación) en período invernal debido a que evitan la ganancia térmica de la radiación en los cerramientos.
De los resultados obtenidos se plantea una variante constructiva a estos sistemas en estudio para así poder reducir el intercambio térmico y reducir la pérdida de energía en período invernal. Dicha variante consiste en la aplicación de aislación térmica (en este caso se utilizó EPS) entre los sistemas planteados y los cerramientos opacos. Las simulaciones realizadas con este escenario muestran un aumento de la eficacia alcanzando una reducción de demanda energética del orden del 6.04% anual en comparación con un edificio materializado convencionalmente previa Ordenanza N°8757/11.
Se visualiza que si bien los valores alcanzados en la Situación 4b son significativos y los cerramientos rehabilitados en el mismo cumplimentan la Ordenanza N°8757/11, no representan una diferencia sustancial. Esto se debe a que los cerramientos medianeros representan aproximadamente el 50% del total de la envolvente expuesta en una tipología edilicia representativa del área central de Rosario, y la imposibilidad de aplicar los sistemas en estudio sobre los mismos.
Es condición imprescindible para lograr una rehabilitación edilicia eficiente, intervenir sobre los cerramientos medianeros en caso de que los mismos se encuentren expuestos, así como también sobre los cerramientos opacos horizontales y verticales, y los translúcidos; donde la aplicación de cubiertas y fachadas vegetadas no solo trae consigo beneficios térmicos al edificio, sino también a escala urbana actuando de retardadores pluviales, mitigando el fenómeno de la isla de calor urbana, atenuando la contaminación acústica, filtrando partículas en suspensión y reduciendo la escorrentía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor:
· Minke, G. (2004). *Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos.*
· Mosconi, P.; Bracalenti, L.; Perone, D.; Vazquez, J.; Mateos, L.; Graziani, M.; Duca, M.; Nocioni, F.; Cremonte, J.; Giacone, M.; (2020). *Estudio preliminar del efecto de la normativa vigente para la limitación de la demanda energética en edificios de la ciudad de Rosario, Argentina*. ARQUISUR, CEAH, FAPyD, UNR, Rosario, Argentina.
· Ruiz, V. (2007). *Apéndice 2. Ciudad y energía: las grandes ciudades, origen del desastre energético y medioambiental.*

Autor institucional:
· Argentina. Ministerios de Agricultura, Ganadería y Pesca. *Catálogo de plantas para techos verdes.*
· Arup (2013). *Cities Alive. Envolventes vegetales en edificios.*
· International Energy Agency (2008). *Energy efficiency requirements in buildings codes, energy efficiency policies for new buildings.*
International Energy Agency (2017). *Energy Technology Perspectives 217. Catalysing Energy Technology Transformations.*
· Grupo SingularGreen (2020). *Dosier técnico. Cubiertas Vegetales.* Alicante, España.
· International Energy Agency (2017). *Energy Technology Perspectives 2017. Catalysing Energy Technology Transformations.*
· Landscape Development and Landscaping Research Society e. V. (2018). *Green Roof Guidelines. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofs.*
· Municipalidad de Rosario (2011). *Ordenanza N°8757/11. Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones.* Rosario, Argentina.
SIMEDIF. I.N.E.N.C.O., U.N.S.A.. (1984)

Tesis no publicada:
· Cruz, A. I. (2017). *La cubierta verde como mejora del comportamiento energético en Alicante.* Trabajo fin de Grado. Universidad de Alicante, Alicante, España.
· Portilla, J. N. (2013). *Los jardines verticales en la edificación.* Trabajo final. Máster en Edificación. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
· Pereira Fernández, J. (2016). *Fachadas vegetales. Análisis del impacto medioambiental y aplicaciones.* Universidad de la Coruña. La Coruña, España.

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA ENVOLVENTE DE EDIFICIOS. VALORACIÓN ENERGÉTICO AMBIENTAL PARA SU SUSTENTABILIDAD

CONSTRUCTION SOLUTIONS FOR THE BUILDING ENVELOPE. ENVIRONMENTAL ENERGY ASSESSMENT FOR ITS SUSTAINABILITY

Sara lías Ledesma
Viviana María Nota

Centro de Estudios Energía, Habitabilidad y Arquitectura Sustentable, Instituto de Acondicionamiento Ambiental 1

FAU — UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina

—
sledesma@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

En el presente trabajo muestra una evaluación comparativa del comportamiento térmico de algunas soluciones de la envolvente opaca, muros y techos, de uso más frecuente en los edificios escolares que se construyen en San Miguel de Tucumán, con el objetivo de identificar aquellas que resulten más adecuadas desde el punto de vista térmico y en relación a su costo de construcción. Se analizan diferentes materiales, terminaciones superficiales y orientaciones de los muros y techos mediante la aplicación de programas desarrollados por el Centro de Estudios Energía, Habitabilidad y Arquitectura Sustentable, que permiten determinar las cargas térmicas necesarias para el acondicionamiento de los ambientes. Los resultados alcanzados permitieron concluir que es posible lograr una significativa disminución de los requerimientos energéticos para lograr el confort interior, a partir de la adecuada selección de materiales, color y orientación de los elementos analizados, con un bajo impacto en el costo de construcción.

PALABRAS CLAVES: ambiente—arquitectura—cerramientos—comportamiento térmico

ABSTRACT

The present work shows the comparative evaluation of the thermal behavior of some solutions of the opaque envelope, walls and ceilings, most frequently used in school buildings that are built in San Miguel de Tucumán, with the aim of identifying those that are more adequate from the thermal point of view and in relation to its construction cost. Different materials, surface finishes and orientations of the walls and ceilings are analyzed through the application of programs developed by the Center for Energy, Habitability and Sustainable Architecture Studies, which allow determining the thermal loads necessary for the conditioning of the environments. The results achieved allowed us to conclude that it is possible to achieve a significant decrease in energy requirements to achieve interior comfort, based on the proper selection of materials, color and orientation of the elements analyzed, with a low impact on the construction cost.

KEY WORDS: environment—architecture—enclosures—thermal behavior

INTRODUCCIÓN

El estudio de los cerramientos utilizados en edificios escolares cobra importancia debido a las características climáticas de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Esta es una localidad que presenta un clima cálido húmedo en el verano, sin embargo, en el invierno, las temperaturas son relativamente bajas, por lo que resulta necesario considerar esta variabilidad anual incorporando estrategias para ambas situaciones. Es así que, para garantizar el confort interior de una manera pasiva, será necesario considerar estrategias para evitar que el calor ingrese al edificio en verano, como así también para la conservación del calor y la calefacción solar pasiva en invierno.

Estudios realizados por el Centro de Estudios Energía Habitabilidad y Arquitectura Sustentable (CEEHAS), demostraron que las soluciones constructivas empleadas con mayor frecuencia en los muros exteriores y los techos de las escuelas de Tucumán no cumplen con las condiciones de aislamiento térmico adecuadas. Asimismo, la mayor parte de las escuelas se desarrollan en planta baja, por lo que los techos producen las mayores pérdidas y ganancias de calor. Es por ello que resulta necesario contar con alternativas de mejoramiento térmico y/o incorporar nuevos materiales, a fin de alcanzar las condiciones ambientales que permitan el confort interior con el menor uso de energía (Ledesma *et al*, 2019).

En este trabajo se pretende ampliar el conocimiento sobre el comportamiento térmico de algunas de las soluciones de muros y de techos más utilizadas en edificios escolares en San Miguel de Tucumán, realizando una evaluación comparativa de las mismas y planteando modificaciones de diseño tendientes a reducir la transmisión de calor y, por lo tanto, mejorar las condiciones de confort que perciben los usuarios. El trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación PIUNT B620/2: “Etiquetado energético en edificios escolares de Tucumán”.

METODOLOGÍA

En el trabajo se definieron las soluciones constructivas a analizar a partir de un relevamiento realizado sobre de 250 escuelas públicas de S.M. de Tucumán, en donde se pudo constatar que los muros empleados con mayor frecuencia son, la mampostería de ladrillo común de 0,30 y 0,20 m de espesor y de ladrillo hueco de 0,18 m y en los techos se utilizo chapa con cielorraso de yeso o losa de HºAº con sobretecho de chapa (Ledesma et al, 2016).

Se analizó el comportamiento térmico de las mencionadas soluciones constructivas sumadas a otras alternativas de menor uso, en ambos casos bajo diferentes condiciones de orientación, color, asoleamiento y resistencia térmica. Se determinaron los valores de transmitancia térmica, riesgo de condensación y carga térmica bajo règimen periódico de las diferentes soluciones constructivas.

Fig. 1: Escuela García Hamilton, tipología constrida con anterioridad al 2003, con muro de ladrillo común de 0,20m y techo de chapa y yeso suspendido | Fig. 2: Escuela Nueva Lomas, tipología de construcción mas reciente, con muros de ladrillo común de 0,30m y techo de losa con sobretecho de chapa.

En la evaluación del comportamiento térmico de las alternativas seleccionadas, se aplicó el programa desarrollado por el CEEHAS (Ledesma, Nota, Gonzalo, 2018), que permite determinar las propiedades termo físicas de las soluciones constructivas, el coeficiente de transmisión térmica K, su verificación de Normas, el amortiguamiento y retardo. La verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial de las alternativas analizadas, se utilizó el programa CEEMACON.xls (Gonzalo, 2003), desarrollado bajo los procedimientos establecidos por las normas IRAM 11601 y11625.

Para una mayor comprensión de la dinámica térmica a través de los casos de análisis de techos, se determinaron las cargas térmicas necesarias para el acondicionamiento de los espacios interiores. Para ello se calcularon los requerimientos de enfriamiento y calefacción en condiciones de periodicidad a partir de programa desarrollado por el CEEHAS, considerando las temperaturas exteriores promedio de verano e invierno (SMN, 2000-2010) y la temperatura interior establecida por Normas (IRAM 11659-1; 1996).

DISCUSION DE RESULTADOS

Análisis de la carga térmica en muros

Los casos analizados de muros fueron ladrillo común (0,27 y 0,17 m de espesor) y ladrillo hueco (0,18 m), con ambas caras revocadas. Se consideraron para todos los casos las situaciones de: i) muro simple ii) con cámara de aire ii) con cámara de aire y aislante térmico de 50 mm y placa de yeso. Se evaluaron cuatro orientaciones (N-S-EyO), bajo condiciones de color claro (coeficiente de absorción de 0,2), color oscuro (coeficiente de absorción de 0,7) y considerando una asoleamiento total, medio o nulo.

Al evaluar el comportamiento higro térmico de las soluciones constructivas frecuentes de muros se observa que solo el muro de ladrillo común de 0,27 m presenta un comportamiento suficiente, con un valor de transmitacia térmica (K), próximo a los mínimos valores normados por IRAM y no presenta riesgo de condensación; en cambio los muros de ladrillo hueco, si bien tiene valores de K similares, presentan riesgo de condensación.

Frente a esa situación, se analizaron los comportamientos que presentan los muros mejorados, observándose que, la presencia de cámara de aire, si bien posiilita disminuir su coeficiente K, sigue presentando rieso de condensación. La presencia del aislante térmico posibilita el cumplimiento del nivel B, con valores muy próximos al nivel A y evita la presencia de riesgo de condensación intersticial. Tabla 1.

	Mampostería Ladrillo Macizo 0.20 m (LC20)		Mampostería Ladrillo Macizo 0.30 m (LC30)		Mampostería Ladrillo Hueco 0.18 m (LH20)	
	K	Cond. Interst.	K	Cond. Interst.	K	Cond. Interst.
Simple	2,47	SI	1,93	NO	1,91	SI
Cámara de aire y placa de yeso	1,33	SI	1,18	NO	1,14	SI
Cámara de aire, PE 2", placa de yeso	0,49	NO	0,47	NO	0,46	NO

Tabla 1: Coeficiente de transmitancia térmica (K) y verificación condensación de los muros analizados (W/m² K).

Se analizó, además, la carga térmica total del paramento bajo diferentes soluciones constructivas, considerando las otras variables que inciden sobre el mismo (orientación, absorción de la radiación e incidencia solarde obstrucción solar. En el análisis, se pudo observar la incidencia que tiene cada uno de las variables antes enunciadas.

Al evaluar las soluciones constructivas mas frecuentes totalmente asoleadas, frente a diferentes situaciones de color y orientación puede observarse claramente la incidencia de estas últimas variables (Fig. 3), Por ejemplo el muro de 0,27 de ladrillo macizo, orientado al Norte, pintado de colores claros (α 0,2) presenta una ganancia de calor en verano de 57 W, en contraposición a un muro con iguales materiales orientado al Oeste y pintado de color oscuro (α 0,7), que presenta una ganancia de 140 W, (2,5 veces superior).

Al considerar la influencia del color para las diferentes orientaciones, para el caso de un muro simple (LC30) se observa que, para la situación de verano, el uso del color claro en relación al oscuro determina, en la orientación norte una reducción de las cargas térmicas en un 42%, en la orientación sur en un 37% y en la este y oeste en un 51%. En invierno, el color oscuro en relación al claro permite ganancias de calor en la orientación norte de un 125%, reduce las pérdidas de calor en un 24% en la orientación sur y en un 42% en la orientación este y oeste. Es decir que, para Tucumán, el color oscuro al norte,

determinará un comportamiento global más eficiente y hacia las otras orientaciones será el color claro, el más conveniente, Fig. 4. El uso de colores medios va a mejora el comportamiento térmico anual ya que el muro orientado al norte, tendrá menos las pérdidas de calor en invierno con respecto al color claro (32%) y el orientado al oeste, tendrá menos las ganancias en verano en relación al color que el oscuro (11%), Fig. 5.

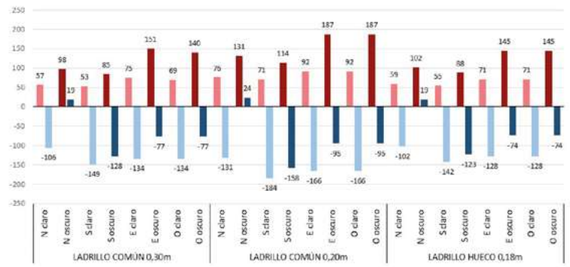


Fig 3: Carga térmica diaria, verano e invierno, de muros simples y asoleados, variación de acuerdo a orientación y color. Fuente: elaboración propia

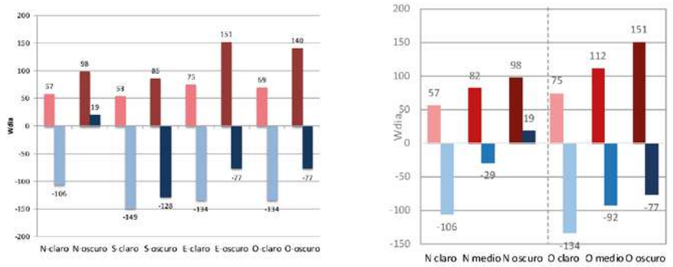


Fig 4: Carga térmica diaria estacional, de muro simple LC30, asoleado, variación de acuerdo a orientación y color | Fig 5: Carga térmica diaria estacional, de muro simple LC30, asoleado, orientación norte y oeste, variación de acuerdo a color

La reducción de la incidencia solar directa también será determinante del comportamiento térmico de un muro. En la figura 6, que muestra la influencia conjunta en un muro simple (LH20), del color, orientación y asoleamiento (asoleado, parcialmente obstruido el sol y sin incidencia solar) se puede observar que, si bien la presencia de la protección solar produce una disminución de la carga en un promedio en un 18,5 % en relación a la situación de muro totalmente asoleado, la mejora más significativa se observa al comparar el muro oscuro con el claro, en donde la reducción alcanza el 35% con la protección solar parcial y un 58% cuando está completamente asoleado. Finalmente, al incorporar una obstruccion solar total, el color y la orientación no tendrán influencia en comportamiento térmico, siendo la solución más recomendable para la orientación este y oeste en situación de climas muy cálidos.

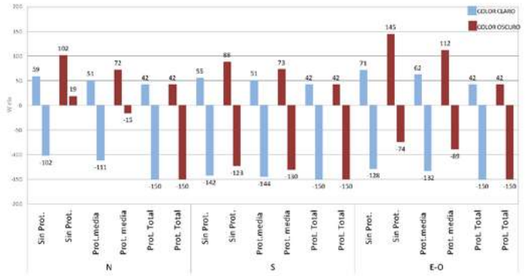


Fig. 6: Carga térmica un muro simple LH20, variación de acuerdo al color, protección y orientación. Fuente: Elaboración propia.

Se incorporaron en el análisis soluciones constructivas con materiales menos tradicionales. La variación del comportamiento energético final para diferentes soluciones constructivas aisladas se muestra en la Tabla 2 y figura 7, que muestran el comportamiento térmico de un paramento asoleado orientado hacia el norte, color claro y oscuro, considerando distintas soluciones constructivas que cumplen con el Nivel B de la normativa y se encuentran cercanos al nivel A.

	Losa de HºAº c/cubierta de chapa galvanizada						Chapa galvan. y cielorraso yeso			
	sobretecho		Camara cerrada		Cámara med. ventilada		Camara cerrada		cámara med. ventilada	
	K	cond. Interst.	K	cond. Interst.	K	cond. Interst.	K	cond. Interst.	K	cond. Interst.
Simple (SA)	2,92	SI	2,54	SI	2,31	SI	3,12	SI	3,10	SI
Placa PE 1" (PE25)	0,95	NO	0,90	SI	0,96	NO	0,97	SI	1,07	NO
Placa PE 1" cámara de baja emisividad (PE25-BE)	-	NO	0,73	SI	0,87	NO	0,78	SI	0,95	NO
Placa PE 2" (PE50)	0,56	NO	0,55	SI	0,64	NO	0,57	SI	0,65	NO
Placa PE 1" cámara de baja emisividad (PE50-BE)	-	NO	0,48	SI	0,57	NO	0,5	SI	0,61	NO

Tabla 2: Coeficiente de transmitancia térmica (K) y verificación condensación de los techos analizados (W/m² K).

A partir de se análisis se puede observar que, en el balance térmico global, se destaca, la notable la diferencia en el comportamiento entre los muros con materiales tradicionales con los que incorporan materiales "no tradicionales". Tomando como referencia el muro LH18aisl, se observa que los muros construidos con hormigón celular HCel15, HCel17.5 y HCel20, presentan una carga mayor que el caso de referencia del 49%, 33% y 14% respectivamente. El muro de ladrillo con revoque termoaislante (LC30RevAis), presenta una carga superior en un 94%.

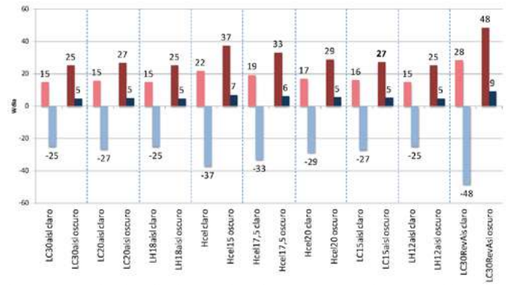


Fig. 7: Carga térmica diaria estacional, muro Norte, sin protección solar. Variación de acuerdo a solución constructiva y color. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de costos

Al evaluar los costos de las soluciones constructivas de muros aislados en relación al comportamiento térmico global, se puede observar que el menor costo corresponde al muro de LC15aisl, que presenta un comportamiento térmico similar al resto de los muros compuestos (LC30aisl, LH18aisl y LH12aisl). Las demás soluciones constructivas superan ese costo en el orden del 15 al 30%, excepto el muro con revoque aislante (LC30RevAis), que es 50% mayor y su eficiencia mucho menor. Se observa que los nuevos materiales no presentan un mejor comportamiento que los muros compuestos, siendo el más eficiente de ellos, el muro HCel20, con un costo superior al 20% con respecto al muro LC15Aisl. Fig.8.

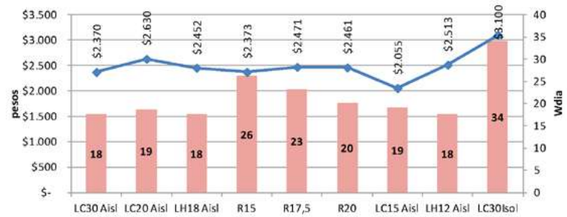


Fig.8: Variación de costos y comportamiento térmico global de las soluciones constructivas de muros aislados.

Análisis de la carga térmica de las cubiertas:

Los casos de uso frecuente analizados fueron, techo de losa llena de hormi-

gón armado con cubierta de chapa galvanizada con cámara de aire cerrada, medianamente ventilada o cámara abierta y techo de chapa galvanizada con cielorraso de yeso, con cámara de aire de aire cerrada o medianamente ventilada. Se analizó, además, techo de losa de viguetas premoldeadas con bovedilla cerámica y losa de viguetas con bovedillas de poliestireno expandido, en ambos casos con baldosa o teja cerámica.
Se consideraron para todos los casos de techos, las situaciones de: i) techo simple; ii) con aislante térmico de 25 mm; iii) con aislante térmico de 25 mm y cámara de aire de baja emitancia iv) con aislante térmico de 50 mm; v) con aislante térmico de 50 mm. con y cámara de aire de baja emitancia. Para la posición horizontal e inclinada a 30° hacia las cuatro orientaciones, bajo condiciones de color medio (coeficiente de absorción de 0.5) y color oscuro (de 0.7).

	Losa de HºAº c/cubierta de chapa galvanizada			Chapa galvan. y cielorraso yeso	
	sobretecho	Camara cerrada	Cámara med. ventilada	Camara cerrada	cámara med. ventilada
Simple (SA)	2,92	2,54	2,31	3,12	3,10
Placa PE 1" (PE25)	0,95	0,90	0,96	0,97	1,07
Placa PE 1" cámara de baja emisividad (PE25-BE)	-	0,73	0,87	0,78	0,95
Placa PE 2" (PE50)	0,56	0,55	0,64	0,57	0,65
Placa PE 1" cámara de baja emisividad (PE50-BE)	-	0,48	0,57	0,5	0,61

Tabla 2: Coeficiente de transmitancia térmica (K) de los techos analizados (W/m² K).

En el caso de las soluciones constructivas de cubiertas se puede observar que, la sola presencia de cámara de aire no garantiza adecuadas condiciones de resistencia al paso del calor ya que ningún caso de techo sin aislación térmica cumple con el nivel C. La incorporación de aislación térmica de 25 mm mejora la resistencia al paso de calor, pero no garantiza la verificación del nivel C para verano (0,72 W/m2°C), siendo necesaria la colocación de una película de baja emitancia en la cámara de aire para alcanzar este nivel. El nivel B se logrará alcanzar con aislación térmica de 50 mm y una cámara de aire con superficie de baja emitancia. Tabla 2.
Al considerar el grado de ventilación de la cámara de aire, se observa que, para verano, no se registra variación entre la cámara cerrada y la medianamente ventilada. No así para invierno, en donde serán más convenientes las soluciones con cámara cerrada, sin embargo, éstas presentan riesgo de condensación intersticial a diferencia de los techos con cámara ventilada.
Al analizar la carga térmica total para los casos de techos con cámara de aire puede se observa que no hay una diferencia sustancial al comparar la cámara cerrada y la medianamente ventilada bajo las mismas condiciones de aislación. Solo para invierno, el techo con cámara medianamente ventilada presenta una mayor pérdida de calor, en el orden del 11%. Mayores variaciones se observan en los casos de cámara abierta, en donde se consideran dos situaciones, de acuerdo a las medidas de la cámara, ingreso solar del 50% y obstrucción total del sol.
Al comparar el intercambio de calor en los casos de cámara cerrada y abierta, se observa que el mejor comportamiento térmico en el verano lo presenta la cámara abierta, en donde con una obstrucción total del sol, se disminuye la carga en un 83% y con en 50% de obstrucción solar, es de un 42% la reducción del calor en promedio. En el invierno se invierte la situación, el techo con cámara cerrada inclinado al norte presenta menores pérdidas en un 60% y un 44% para la situación de obstrucción total o parcial respectivamente. Fig.9.

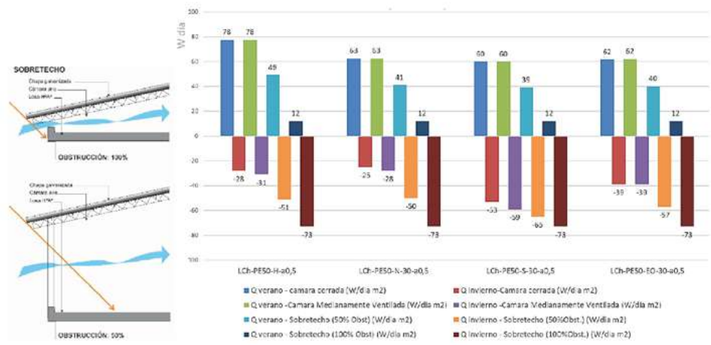


Figura 9: Variación de las cargas térmicas del techo de chapa sobre losa, según la ventilación de las cámaras de aire.

Se puede concluir que, la situación mas conveniente es la de techo de losa con cámara abierta con una obstrucción parcial del sol. No resulta conveniente una obstrucción total de radiación ya que, si bien en verano posibilita una disminución de ganancias, presenta pérdidas importantes de calor en invierno.
La incorporación en el techo de aislación térmica, acompañado con una adecuada orientación y color de la cubierta, permite lograr una notable disminución de ganancias y pérdidas de calor. Por ejemplo, con solo incorporar 50 mm de aislación y plantear un color con un coeficiente de absorción medio, se logrará una reducción del 84 % de la ganancia de calor en relación a un techo sin aislación color oscuro. La colocación de 1" de aislación en el elemento produce una reducción del 57% de la carga térmica en verano y, si es de 2" la reducción alcanza un 73%. Para la situación invierno, la aislación de 1" y 2" producen una reducción del 64% y del 78% respectivamente. Fig. 10.

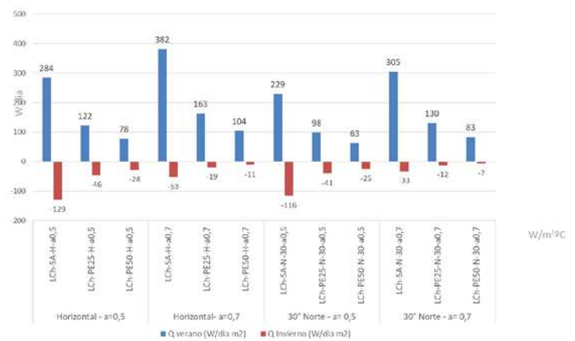


Fig. 10: Carga térmica techo de chapa sobre losa, con cámara de aire cerrada, según espesor de la aislación térmica.

Al analizar el desempeño térmico de las soluciones constructivas que cumplen con los valores normados se observa que, frente a un mismo componente con igual orientación e inclinación, el cambio de color, de oscuro a medio, significa una reducción de ganancias en verano del 24 al 25%. En la situación de invierno, los menores requerimientos energéticos se darán para los casos de colores oscuros, resultando más notoria la diferencia entre ambos colores, para el techo horizontal y el inclinado al norte, con una disminución de 61 y 72% respectivamente.
En el análisis de los costos en relación al comportamiento térmico de los componentes se observa que el techo más conveniente no será necesariamente el más costoso. Al analizar todas las soluciones constructivas estudiadas, se puede observar que los techos sin aislación térmica, que no verifican los valores de K de Normas, presentan elevados requerimientos para su acondicionamiento, a pesar de que sus costos no son mucho menores a los que sí cumplimentan los valores normados.
A partir del análisis de las alternativas estudiadas, se verifica que el componente que presenta mayores ganancias de calor en verano es el techo de losa llena sin aislación (de color oscuro y horizontal), con una carga térmica de 480 W/m2 diaria y un costo de 13.280 $/m²; mientras que entre los elementos que presentan menores ganancias se encuentran el techo chapa, cámara de aire cerrada con superficie de baja emisividad, con 50 mm de aislación, color medio, inclinado 30° hacia el Norte, con una carga térmica 10 veces menor (49 W/m²) y un costo un 18% menor (10.910 $/m²) y el techo losa con cubierta de chapa, cámara de aire cerrada con superficie de baja emitancia, con

50 mm de aislación, color medio, inclinado 30° hacia el Norte, con una carga térmica también 10 veces menor (49 W/m²) y un costo solo un 22% mayor (16.340 $/m²)

Se puede observar, además, que por cada pulgada de espesor de aislación que se incorpore, el porcentaje de reducción del ingreso de calor en verano no será el mismo, al colocar 1" de aislación se diminuye un 57%, con 2" un 36% menor que el anterior y con 3" un 28% menor. Cada pulgada de espesor de aislación que se incorpora significa un incremento sobre el costo total del elemento de un 3%. En conclusión, el techo con 3" de aislación presentará un ingreso del calor en un 80% menor, siendo el incremento de su costo de un 7%. Fig. 11.

Si se analiza el comportamiento en invierno, al colocar 1" de aislación se disminuyen en un 64% las pérdidas de calor, con 2" un 40% menor que el anterior y con 3" un 28% menor. En conclusión, el techo con 3" de aislación reducirá la pérdida del calor en un 85%, siendo el incremento de su costo en el orden de un 7%.

Figura 11: Variación de la carga térmica y costos del techo de chapa sobre losa con cámara cerrada.
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Generar condiciones de confort térmico en los edificios escolares, resulta fundamental a fin de garantizar adecuadas condiciones ambientales en las aulas. El clima de S.M. de Tucumán presenta exigencias tanto en invierno como en verano, ya que, en este último caso, si bien coincide con el receso estival, las necesidades de enfriamiento se presentan desde los meses de octubre a abril, en los cuales, frente al ingreso de calor a través de la envolvente, se suma la gran carga interna aportada por los estudiantes.

A partir del análisis de los muros se verificó la importancia de la incidencia del color sobre el comportamiento final del elemento, decisión que no incide en el costo del mismo. La protección total de la radiación solar en el verano, pauta fundamental para nuestra latitud y posible alcanzar con soluciones de bajo costo (arboles, pérgolas, toldos), posibilita una reducción de hasta el 75% de la ganancia térmica. Se pudo verificar que, manteniendo el material de base, es posible reducir las cargas térmicas en siete veces, con un incremento del costo del 20% y que la utilización de nuevos materiales no garantiza la mayor eficiencia del sistema constructivo, aún con costos superiores.

Al evaluar los techos, se concluye que la incorporación de aislación térmica puede llevar a lograr una notable disminución de las ganancias y pérdidas de calor, sin que esto signifique un incremento significativo del costo del elemento, ya que cada pulgada de espesor de aislación que se incorpora significa un incremento sobre el costo total del elemento de un 3%. En el análisis térmico de las situaciones de ventilación de la cámara de aire se demuestra que no hay diferencias de comportamiento en verano entre la cerrada y la medianamente ventilada, pero para invierno, la cámara cerrada será mas conveniente. La situación con sobretecho presenta mejor comportamiento térmico en verano, con una reducción del 85% de la carga térmica con una obstrucción total de la radiación solar. No obstante, considerando el periodo invernal será más conveniente el sobretecho con un ingreso parcial del sol.

A partir del análisis de las alternativas estudiadas, se concluye que es posible mejorar considerablemente la carga térmica de los cerramientos, a partir de la correcta selección de sus materiales, orientación y color superficial, sin que ello signifique mayores costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Gonzalo, G. (2003). *Manual de Arquitectura Bioclimática*, 2da. Edición. Tucumán.

· Ledesma S.L., Martinez C.F, Quiñones, G.I.; Llabra, C.; Márquez Vega, S. G.; Mostajo M., Orio S. (2016) *Análisis tipológico-ambiental del parque edilicio escolar de Tucumán*. IAA-FAU-UNT.

· Ledesma S. L., Nota V.M., Mostajo M., Llabra C., Villa C. (2019) *Evaluación térmica y económica de soluciones constructivas para la envolvente de edificios escolares en San Miguel de Tucumán*. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 23, 01.33-01.44.

· Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2002) *Normas IRAM 11601: Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo.*

· Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1996) *Normas IRAM 11.605: Valores máximos de transmitancia térmica para cerramiento opacos.*

· Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2000) *Normas IRAM 11625: Verificación de riesgo de condensación de vapor de agua*.

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO ACTUAL DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO PÚBLICO EDUCACIONAL DE LA FAPYD

ANALYSIS, EVALUATION AND DIAGNOSIS OF THE CURRENT ENERGY PERFORMANCE OF THE ENVELOPE OF THE PUBLIC EDUCATIONAL BUILDING OF ARCHITECTURE PLANNING AND DESIGN UNIVERSITY.

María José Panvini
Romina Saldi
Ana Espinosa
Agustina Chiappero
Sebastián Micheli
Nancy Murialdo
Javier Povrzenic
Sandra Rodriguez
Luciana Tettamanti

Materialidad
Panvini

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
mjpanvini@yahoo.com.ar

RESUMEN

El hombre siempre buscó intuitivamente refugio y confort, crear un filtro ambiental. El control de los efectos del clima está influenciado principalmente por la adecuada selección de los materiales empleados, por su combinación y por el óptimo diseño de los espacios, vanos y orientaciones. El proyecto de investigación tiene por objetivo plantear medidas de intervención con el fin de adecuar la envolvente para la reducción del consumo energético. Para ello, como avance metodológico preliminar se realizó el análisis del sitio, parámetros climáticos; la verificación de la calidad térmica edilicia en función de la forma y las orientaciones, impacto de la radiación solar; el análisis del confort térmico, cuantificación del consumo de energía y su posible ahorro.

PALABRAS CLAVES: confort térmico – filtro ambiental – edificio sustentable – indicadores

ABSTRACT

Man has always intuitively searched refuge and comfort to create an environmental filter. The control of climate effects is mainly influenced by the proper selection of the materials used by their combination and by the optimal design of spaces, openings and orientations. The research project aims to propose intervention measures in order to adapt the envelope to reduce energy consumption. For this, as a preliminary methodological advance, analysis of site, climatic parameters; verification of building thermal quality based on shape and orientations, impact of solar radiation; analysis of thermal comfort, quantification of energy consumption and its possible savings were carried out.

KEY WORDS: thermal comfort – environmental filter – sustainable building – indicators

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos de la Arquitectura es diseñar un entorno protector y ambientes confortables para el ser humano. No obstante, en los últimos tiempos no siempre se hace evidente la integración de la actividad constructiva con los ciclos vitales del ecosistema global. Tampoco se evidencia un pensamiento de diseños técnico-constructivos adecuados de la envolvente en relación a las condiciones del clima local para optimizar el consumo energético. De aquí la imperiosa necesidad de toma de conciencia y de acción para mejorar las condiciones aislantes de la "piel" que regula los intercambios energéticos entre el espacio exterior e interior.

Ante esta situación surge el estudio que se encuadra dentro de las tareas realizadas en el Proyecto de Investigación 800 201901 00019UR: "Hacia una cualificación ambiental de la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño de la UNR. Evaluación y diagnóstico de su desempeño energético actual. Posibles propuestas superadoras". Su objetivo general es analizar y diagnosticar el desempeño energético de la envolvente del edificio público educacional de la Facultad de Arquitectura de la ciudad de Rosario en su estado actual a fin de realizar su adecuación a los estándares mínimos de eficiencia energética vigentes con el fin de generar propuestas para obtener un edificio energéticamente eficiente.

Para ello el trabajo se basó en el estudio, análisis de las condiciones ambientales y evaluación del desempeño energético de un sector de dicho edificio. La elección respondió a que el mismo se encuentra en condiciones desfavorables de habitabilidad debido a la inadecuada selección de los materiales empleados y a las estrategias y decisiones proyectuales adoptadas respecto a las distintas orientaciones según su implantación. El estudio provee un indicador numérico de la "eficacia térmica" de la envolvente transformándose en una herramienta de interés en el proceso de evaluación de la posible propuesta a realizar en relación al desempeño de la misma como filtro ambiental.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del trabajo fue necesario acotar un sector de estudio perteneciente al edificio de la FAPyD. Se seleccionó como unidad de análisis la cabecera Oeste del bloque C (Fig.1 y 2) por tener la mayor superficie expuesta de envolvente. El mismo lo integran los talleres A1, B1 y C1 ubicados en planta baja, planta de 1° piso y de 2° piso respectivamente.

Poseen una superficie aproximada de piso de 508,24m² y una superficie de envolvente en contacto con el exterior de 1680,27m² (Fachadas Norte, Sur, Este y Oeste + Cubierta), donde el 30% corresponde al área vidriada. Se consideró la fachada Este linda con espacios no acondicionados, por este motivo se estimó importante considerarla como superficie también expuesta.

El procedimiento metodológico consistió en una primera instancia en la recopilación de la documentación gráfica del legajo técnico del edificio (planimetrías, detalles constructivos, planillas de carpintería), el relevamiento de la envolvente y el estudio del marco normativo.

Luego se basó en una serie de análisis; del sitio, de la energía y del confort térmico. En el primer caso se estudió el emplazamiento del edificio, los factores geográficos y los parámetros climáticos mediante los Software Climate Consultant 6.0. Se realizó también el relevamiento de la vegetación existente.

Para el análisis energético se verificó la calidad térmica edilicia en función del clima, la incidencia de la orientación y forma del edificio, los indicadores dimensionales 'Factor Área Envolvente Piso' (FAEP Esteves, Gelardi, Oliva 1997) y se estudió el impacto de la radiación solar sobre la envolvente con un Plug in del Software Autodesk Revit denominado Insight Solar Analysis.

Y, por último, el análisis del confort térmico consistió en el estudio de los materiales componentes de la envolvente (Normas IRAM 11601:2002, IRAM 11507/4:2010, IRAM 11507/6:2018), en la verificación de las condiciones higrotérmicas (Ordenanza 8757:2011 Rosario, Normas IRAM 11625:2000 y 11630:2000), en el cómputo de las pérdidas de calor por transmisión a través de la envolvente, en la verificación de su eficacia térmica en relación a las características de función térmica (Norma IRAM 11604:2001), en el cálculo de la carga térmica anual (kWh/año) y en el etiquetado de eficiencia energética de calefacción para edificios (Norma IRAM 11900:2010).

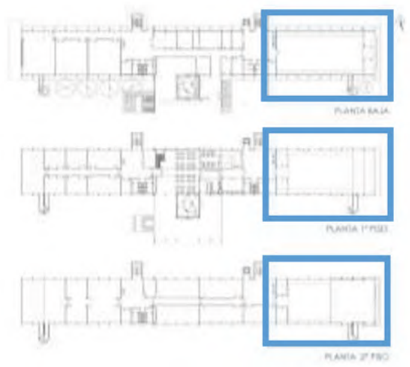


Fig. 1. Plantas del bloque C y la ubicación del sector en estudio Fuente: Elaboración propia

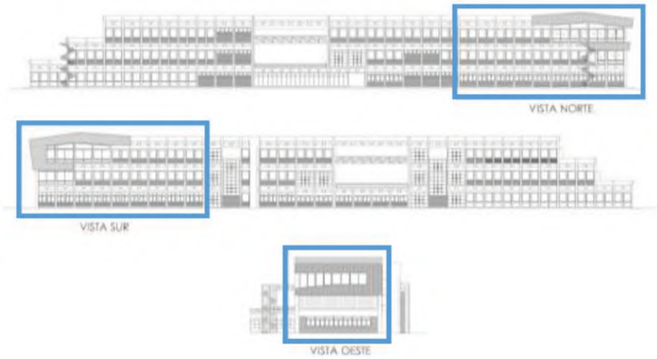


Fig. 2: Vistas del bloque C y la ubicación del sector en estudio Fuente: Elaboración propia

Poseen una superficie aproximada de piso de 508,24m² y una superficie de envolvente en contacto con el exterior de 1680,27m² (Fachadas Norte, Sur, Este y Oeste + Cubierta), donde el 30% corresponde al área vidriada. Se consideró la fachada Este linda con espacios no acondicionados, por este motivo se estimó importante considerarla como superficie también expuesta.

El procedimiento metodológico consistió en una primera instancia en la recopilación de la documentación gráfica del legajo técnico del edificio (planimetrías, detalles constructivos, planillas de carpintería), el relevamiento de la envolvente y el estudio del marco normativo.

Luego se basó en una serie de análisis; del sitio, de la energía y del confort térmico. En el primer caso se estudió el emplazamiento del edificio, los factores geográficos y los parámetros climáticos mediante los Software Climate Consultant 6.0. Se realizó también el relevamiento de la vegetación existente.

Para el análisis energético se verificó la calidad térmica edilicia en función del clima, la incidencia de la orientación y forma del edificio, los indicadores dimensionales 'Factor Área Envolvente Piso' (FAEP Esteves, Gelardi, Oliva 1997) y se estudió el impacto de la radiación solar sobre la envolvente con un Plug in del Software Autodesk Revit denominado Insight Solar Analysis.

Y, por último, el análisis del confort térmico consistió en el estudio de los materiales componentes de la envolvente (Normas IRAM 11601:2002, IRAM 11507/4:2010, IRAM 11507/6:2018), en la verificación de las condiciones higrotérmicas (Ordenanza 8757:2011 Rosario, Normas IRAM 11625:2000 y 11630:2000), en el cómputo de las pérdidas de calor por transmisión a través de la envolvente, en la verificación de su eficacia térmica en relación a las ca-

racterísticas de función térmica (Norma IRAM 11604:2001), en el cálculo de la carga térmica anual (kWh/año) y en el etiquetado de eficiencia energética de calefacción para edificios (Norma IRAM 11900:2010).

DESARROLLO

Análisis de los factores climáticos del sitio.

Por un lado, se procedió al análisis de los factores climáticos del sitio mediante la utilización del Software Climate Consultant 6.0 y la Norma IRAM 11603:2012 que, según la clasificación bioambiental argentina, la ciudad de Rosario, donde se ubica la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, pertenece a la zona Bioclimática III a. Esta zona se caracteriza por ser templada cálida con amplitudes térmicas mayores a 14°C por lo que es aconsejable la implementación de edificaciones agrupadas y el uso de todos los elementos y/o recursos que tiendan al mejoramiento de la inercia térmica.

La temperatura media anual es de 16.9°C. Se registran mayores temperaturas en los meses de Noviembre a Marzo y una temporada fría entre Junio y Julio. Llueve más en verano que en invierno, con un total de entre 800 y 1000mm anuales.

Análisis de la conservación y captación de energía

La forma de los edificios es, en conjunto con las características termo-físicas de los elementos constitutivos de la envolvente, lo que los profesionales de la arquitectura pueden cambiar u optimizar para lograr una construcción energéticamente eficiente.

Dependiendo de dicha forma, el clima ejercerá mayor o menor influencia sobre la misma. Se deben diseñar edificios bien concebidos para que sus pérdidas de energía no sean excesivas, el consumo energético resulte comparativamente bajo y se reduzcan las emisiones de contaminantes que producen efecto invernadero.

Existen variables que permiten determinar si la forma del edificio es o no eficiente. En el caso de este trabajo se utilizó el Factor Área Envolvente Piso – FAEP (Estevez, Gelardi, Oliva 1997) que, a diferencia del Factor Forma, cumple la propiedad de adición, se puede calcular el FAEP correspondiente al techo y a los muros por separado y la suma de ambos dará como resultado el valor total (Tabla 1). El mismo indica la cantidad de veces que la superficie de la envolvente contiene a la superficie del piso. Se empleó este método porque arroja las siguientes ventajas: comparar distintas tipologías de techo manteniendo la misma conformación de los muros y evaluar simultáneamente su comportamiento. Aporta, además, la incidencia en % de cada elemento de la envolvente (muro y techos) en el intercambio con el ambiente exterior (pérdidas o ganancias de calor) y, la última ventaja, la posibilidad de incorporar otros componentes (aberturas) para tener en cuenta su influencia. El valor obtenido de FAEP es de 3.3 cuando un valor eficiente es de alrededor de 2 y, en edificios grandes puede disminuir por debajo de 1.

Perímetro [m]	Sup. Útil [m²]	Volumen [m³]	Envolvente [m²]				FAEP
			Fachada		Cubierta	Total	
			Opaco	Transparente			
96.36	**508.24**	6099	672.22	499.91	508.24	**1680.40**	**3.3**

Tabla 1. Verificación del Factor Área Envolvente Piso (FAEP) Fuente: Elaboración propia

La radiación solar supone un gran potencial para el calentamiento pasivo de los ambientes. La fachada norte obtiene una mayor radiación solar en los meses más fríos y una menor radiación en los meses más calurosos. Debido a esta ventaja resulta fundamental aprovechar esta condición, principalmente en el último nivel donde la incidencia del ocultamiento producido por los árboles es menor. Se puede hablar de un sistema directo de captación solar donde la ganancia se da directamente a través del vidrio de las aberturas (efecto invernadero). En época invernal tiene la ventaja de que, parte de la captación almacenada, se restituye al ambiente. En períodos cálidos debe protegerse de la radiación solar incidente y el calor generado en su interior debe evacuarse hacia el exterior (Fig.3).

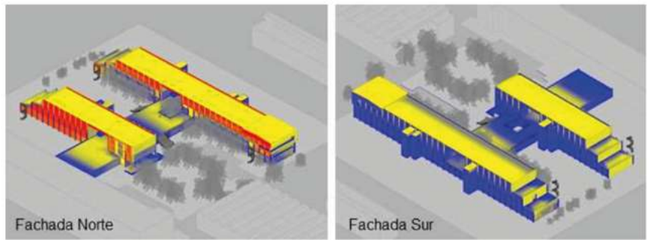


Fig. 3: Gráficos Software Insight Solar Analysis . Situación invierno.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis del confort térmico

Para evaluar la calidad térmica del edificio y su envolvente se estudiaron dos indicadores: el Coeficiente Volumétrico G de pérdidas de calor orientado al ahorro de energía en calefacción según la Norma IRAM 11604:2001 y la Transmitancia Térmica K para muros, techos y aberturas (IRAM 11605:1996, IRAM 11507:2010, Ordenanza 8757:2011 Rosario). Estos indicadores permitieron determinar el grado de eficiencia energética y, a la vez, ser instrumento para la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para garantizar condiciones mínimas de habitabilidad junto con un razonable consumo de energía para climatización, además del cumplimiento de la Norma IRAM 11605:1996, se debe cumplir con lo establecido y/o recomendado en las Normas IRAM 11603:2012, IRAM 11625:2000 e IRAM 11630:2000. El estudio se basó en la aplicación de la Ordenanza 8757:2011 de la ciudad de Rosario que establece que toda construcción a partir de 300m² debe cumplir, en lo que respecta a los elementos constructivos los siguientes valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica: Techos: 0.38 W/m²K, Muros exteriores: 0.74 W/m²K, Cerramientos transparentes con una superficie superior al 60% de la fachada: 1.80 W/m²K, Cerramientos transparentes con una superficie inferior o igual al 60% de la fachada: 2.80 W/m²K.

El edificio original está materializado mediante un sistema estructural de hormigón premoldeado y cerramiento exterior en ladrillo visto. La ampliación realizada años posteriores fue resuelta con una estructura metálica tanto el cerramiento vertical como la cubierta, compuesta por columnas, vigas reticuladas, tubos y correas tipo C.

Se estudiaron térmicamente los elementos componentes de la envolvente (cerramientos horizontales y verticales). Se procedió con el cálculo de la Transmitancia Térmica K y la verificación del cumplimiento de la Ordenanza 8757.

La cubierta original está conformada por los siguientes materiales: chapa, cámara de aire, membrana, carpeta, hormigón de cascote, capa de compresión, hormigón premoldeado y cielorraso de placa de roca de yeso. La cubierta correspondiente a la cabecera está compuesta por chapa, lana de vidrio, foil de aluminio y cielorraso de placa de roca de yeso. Ambas cubiertas no son transitables.

Los resultados arrojados se muestran en la tabla 2:

Época del año: Invierno			Flujo de calor: Ascendente
Elemento: Techo	Transmitancia Térmica [W/m².K]		Cumplimiento
	Calculada	Admisible	
Techo original	**0.86**	0.38	**NO**
Techo ampliación	**0.52**		**NO**

Tabla 2. Resultados de Transmitancia Térmica de techos

Fuente: Elaboración propia

El otro componente analizado es el cerramiento vertical opaco. Dicha piel está compuesta por distintos elementos. Para el cálculo de Transmitancia Térmica fue subdividida en sectores. La parte superior, cierre de la viga TT (1) y el dintel (2), materializados ambos con hormigón premoldeado. También existe otro tipo de dintel, que se encuentra en la cabecera Oeste, que está compuesto por un panel de doble chapa separadas por una aislación de poliuretano (3). Otra parte analizada fue el cerramiento vertical de chapa sujeta a una estructura tubular de 100 x 100 x 3.2mm y dos placas de roca de yeso separadas ambas por una cámara de aire (4). Y, por último, se consideró el antepecho ejecutado con mampostería de ladrillos macizos comunes vistos en su cara exterior y revocados con impermeable, jaharro y enlucido en su interior (5). La numeración citada en cada sector se encuentra referenciada en la figura 4.

Fig. 4: Referenciación de sectores de la envolvente vertical para la realización del cálculo de Transmitancia Térmica. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos se pueden resumir a continuación en la Tabla 3.

Época del año: Invierno			Flujo de calor: Horizontal
Elemento: Muro	Transmitancia Térmica [W/m².K]		Cumplimiento
	Calculada	Admisible	
Cierre de la viga TT	**3.85**	0.74	**NO**
Cierre de la viga TT + chapa	**2.44**		**NO**
Dintel	**3.23**		**NO**
Dintel opaco fachada Oeste	**0.49**		**SI**
Antepecho Mampostería	**2.78**		**NO**

Tabla 3. Resultados de Transmitancia Térmica de la envolvente vertical opaca Fuente: Elaboración propia

Dichos valores de Transmitancia Térmica K indican que la envolvente edilicia en su mayoría no cumple con los estándares vigentes. Tanto los cerramientos verticales opacos como el techo no verifican el cumplimiento de los valores máximos admisibles por la Ordenanza 8757 para la ciudad de Rosario.
Aunque no es de aplicación obligatoria, igualmente se procedió a la verificación de las condiciones higrotérmicas de los paños centrales de los cerramientos opacos, Riesgo de Condensación Superficial e Intersticial según la Norma IRAM 11625:2000 y la verificación de las condiciones higrotérmicas de puntos singulares.
Para todos los casos se verifica riesgo de condensación superficial e intersticial.
Así mismo se verificó la Transmitancia media ponderada Km del sistema de ventana (vidrio + perfilería) mediante el método simplificado establecido en la Norma IRAM 11507:2010. Como también la verificación del Riesgo de Condensación Superficial en vidrios y perfiles según las Normas IRAM 11625:2000 y 11630:2000.
En el edificio existen cuatro tipos de cerramientos vidriados. La abertura tipo banderola marca CAMEA Serie II de aluminio color bronce colonial cuyo vidrio es de 6mm se encuentra ubicada en la planta baja de las fachadas Norte, Sur y Oeste. En el 1° y 2° piso son de las mismas características que las anteriores, exceptuando el sistema de apertura. Éstas son proyectantes basculantes mediante eje de rotación horizontal medio. Cuando se realizó la ampliación del edificio se implementaron ventanas corredizas marca ALUAR A30 para la orientación Norte y Sur y cuyos vidrios son laminados 3+3. En ese mismo momento, en la fachada Oeste ejecutó el cerramiento del 1° piso con U-GLASS doble.
Se evidencia una envolvente vertical caracterizada por un 43% de superficie vidriada y un 57% de superficie opaca. Por lo tanto, el valor máximo de Transmitancia Térmica admisible por norma es de 2.80 W/m²K. Los valores arrojados tanto de Transmitancia Térmica K de los cerramientos vidriados como su Factor de Exposición Solar FES, se resumen en las siguientes tablas 4 y 5 donde se evidencia que se encuentran alejados de los valores máximos admisibles para las orientaciones Norte y Oeste.

Elemento: Cerramiento vidriado	Transmitancia Térmica [W/m².K]		Cumplimiento
	Calculada	Admisible	
Banderola - Vidrio 6mm	**5.70**	2.80	**NO**
Proyectante - Vidrio 6mm	**5.70**		**NO**
Corrediza - Vidrio 3+3	**3.65**		**NO**
U-GLASS	**2.79**		**SI**

Tabla 4. Resultados de Transmitancia Térmica de la envolvente vertical transparente Fuente: Elaboración propia

Elemento: Cerramiento vidriado	Factor de exposición Solar (FES)		Cumplimiento
	Calculado	Admisible	
Banderola - Vidrio 6mm	**0.82**	Orientación N 0.45 Orientación O 0.30 Orientación S 0.90	**NO**
Proyectante - Vidrio 6mm	**0.82**		**NO**
Corrediza - Vidrio 3+3	**0.70**		**NO**
U-GLASS	**0.70**		**NO**

Tabla 5. Resultados de Factor de Exposición Solar FES de la envolvente vertical transparente Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento de las transmitancias térmicas admisibles puede no ser suficiente para controlar las pérdidas de calor totales de la envolvente. Dado que entre el ambiente exterior e interior media una envolvente y cada uno de los elementos que la componen tienen un nivel de aislamiento térmico diferente; de aquí la necesidad de definir y cuantificar las pérdidas por transmisión (W/K) y conocer la incidencia de cada uno de ellos en el total. Para esto se adoptó el modelo de cálculo diseñado por la Norma IRAM 11604:2001.
En la misma varios indicadores propuestos permiten regular la eficiencia de la envolvente edilicia en cuanto a la calidad térmica de edificios y el ahorro de energía en calefacción. Principalmente el coeficiente volumétrico de pérdidas de calor Gcal (W/m³.K) orientado al ahorro de energía en calefacción y la transmitancia térmica K (W/m²K) para muros y techos según tres niveles de calidad propuestos por la Norma IRAM 11605. Se adoptó como temperatura base de calefacción 20°C y 1365 grados día. El valor de cálculo no debe exceder el valor máximo admisible (Gadm) fijado en la norma para dar cumplimiento con el ahorro energético requerido (Control indirecto de la Demanda Energética de los edificios en calefacción).
Se evaluaron las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos que componen dicha envolvente discriminando las mismas en: pérdidas a través de cerramientos opacos (muros exteriores por tipos), pérdidas a través de cerramientos no opacos (paños vidriados y carpinterías), pérdidas a través de cubierta, identificando las de mayor incidencia (Figura 5). Además, se consideraron las pérdidas a través del piso en contacto con el terreno, más las pérdidas por infiltración de aire de los ambientes del edificio calefaccionado. A fin de adecuar el G admisible a edificios con más del 20% de superficie envolvente vidriada en contacto con el exterior, la Norma establece una corrección del valor de G admisible. A pesar de esta adecuación el edificio no cumple con el valor máximo admisible. El resultado obtenido fue de 1.44 W/m³.K siendo el valor admisible corregido de 1.29 W/m³.K
Se calculó a continuación la demanda o carga térmica de energía en calefacción Q (Kwh/año) con el fin de conocer cuanta energía hay que proporcionarle al edificio para mantenerlo a una temperatura de 20°. En cuanto a las cargas

térmicas arroja un valor de 287.717 Kwh/año.
Una vez conocido el consumo de energía en calefacción, posibilitó estimar el costo de utilización de la instalación de calefacción CECA (Costo Energía en Calefacción Anual). El valor alcanzado es de 281.741 $/año.
Seguidamente se procedió a clasificar la eficiencia energética de la envolvente siguiendo los lineamientos de la Norma IRAM 11900:2010 sobre etiquetado de eficiencia energética en calefacción de edificios. La misma propone dos indicadores normativos el ζm y el Km. El ζm se define como la caída de temperatura media ponderada entre la superficie interior de los cerramientos de un local o edificio y la que se da en el centro del local. El valor mínimo será de 1°C para el nivel de eficiencia más elevado o Nivel A y valores mayores a 4°C definirán el nivel más bajo o Nivel H. El otro indicador propuesto para facilitar su interpretación es Km y se define como la transmitancia térmica media ponderada de la envolvente exterior del local o edificio. Tendrá un valor mínimo de cero y un máximo dado por el material de construcción de mayor conductividad térmica y serán usualmente el vidrio o metales; siendo en este caso cercanos a 6 W/m²K.
La escala clasificatoria de la Norma, representa uno de los primeros pasos efectivos para establecer oficialmente una etiqueta de eficiencia energética. Su escala se asocia exclusivamente con la energía puesta en juego en calefacción, y tiene en cuenta para ello las características de la envolvente edilicia. Se comparó las clases de eficiencia energética que define ese etiquetado con lo que resultó de aplicar la norma IRAM 11604.
El cálculo se realizó sobre el aula C1 del bloque de estudio perteneciente la misma al último nivel.
La clase de eficiencia energética obtenida alcanza la clasificación H correspondiente a la clasificación más baja.

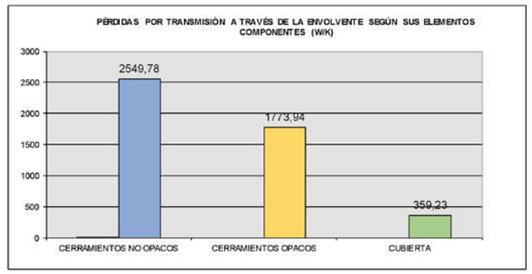


Fig. 5: Pérdida por transmisión a través de la envolvente según sus elementos componentes (W/K)
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la forma del edificio y de los diseños posibles, se observó que la forma rectangular, con el eje mayor en dirección Este-Oeste, se comporta mejor respeto al consumo de energía en comparación, por ejemplo, con una forma cuadrada.
La forma rectangular alagada permite, además, una buena iluminación natural y expone en invierno su cara Norte. Al recibir los rayos solares en su parte más extensa, permite captar mayor cantidad de energía gracias al menor ángulo de incidencia del sol, mientras que, en verano, el ángulo de incidencia del sol debe controlarse. El estacionamiento posee una serie de árboles correspondientes a la especie Jacarandaes que actúan de barrera protectora controlando la radiación solar sobre la fachada Norte en el verano.
Así como el lado Norte es el lado más privilegiado en invierno, el Sur es el más castigado. La orientación Sur es la que recibe menor radiación solar y, por lo tanto, menores ganancias térmicas. Dado que el Sur permanece gran parte del año en sombra, debiera controlarse la superficie expuesta.
No se observa la adopción de protecciones solares exteriores. Este hecho implica la necesidad de implementar un sistema que permita corregir los valores, tanto de Transmitancia Térmica K de los vanos vidriados como su Factor de Exposición Solar FES.
Además de no recibir sol, la orientación Sur sufre las contingencias de los vientos fríos.
En relación a los resultados del FAEP cuyo valor hallado supera a 3 existen dos posibilidades. La primera consiste en no modificar nada porque la forma es buena desde el punto de vista del diseño, pero, teniendo en cuenta esto, se deberá mejorar la aislación térmica de la envolvente o plantear otra propuesta de optimización. La segunda puede optimizarse la forma modificando el porcentaje de participación de cada elemento componente en el total de la envolvente. De este modo, se puede identificar el elemento que está involucrado con mayor porcentaje y trabajar sobre él para mejorar este aspecto. En el caso del presente trabajo se optó por la primera posibilidad de actuación.
En lo que respecta al ahorro de energía en calefacción y la transmitancia térmica (coeficiente G), se puede observar que las mayores pérdidas se dan a través de los cerramientos no opacos (paños vidriados) siguiendo las pérdidas a través de los cerramientos opacos y por último a través de la cubierta.
El consumo anual en calefacción podría cuantificarse también mediante programas de simulación. El consumo obtenido a partir de los grados día con la Norma IRAM 11604:2001 resulta por lo general superior al obtenido mediante el empleo dichos programas. Esto obedece entre otros factores, a que los programas de simulación tienen en cuenta el régimen de funcionamiento y el factor de ocupación del edificio, el factor de forma y la orientación, a diferencia de la Norma IRAM que utiliza métodos de cálculo simplificados que incluyen ecuaciones de transmisión de calor en régimen estacionario. Aunque el método utilizado según IRAM 11604 no sea del todo exacto nos permitió detectar y cuantificar las pérdidas por transmisión de cada elemento componente de la envolvente y conocer la incidencia de cada uno de ellos en el total y así poder reducir las mismas y lograr que cada uno de ellos cumpla con las exigencias normativas y se reduzca de esta forma el consumo de energía.
En base al diagnóstico resultante se plantearon propuestas y/o estrategias de intervención para la adecuación de la envolvente a las exigencias y así poder obtener un edificio energéticamente más eficiente cumplimentando así los objetivos del presente trabajo.
La estrategia a implementar permitió evaluar el ahorro de energía para calefaccionar el edificio (Tabla 6).

Edificio actual						Propuesta					
IRAM 11900:2010			IRAM 11604:2001			IRAM 11900:2010			IRAM 11604:2001		
ζm	Km	CLASE	G cal	Q calef	CECA	ζm	Km	CLASE	G cal	Q calef	CECA
°C	W/m2k		W/m3k	Kwh/año	$/año	°C	W/m2k		W/m3k	Kwh/año	$/año
5,87	2,02	H	1,44	287717	281741	4,97	1,66	H	1,21	241762	236741

Tabla 6. Comparativa de valores resultantes para ζm , clase de eficiencia, Gcálculo, Qcalef y CECA
Fuente: Elaboración propia.

La solución propuesta consiste en la implementación del sistema Exterior Insulation and Finishing System (EIFS) como revestimiento y aislación compuesto por la superposición de cinco capas: fijación, capa aislante, capa impermeabilizante y capa exterior de terminación.
Para el caso de los vanos vidriados se propone la incorporación de cortinas exteriores de poliéster microperforado sumado a la colocación de una película de control solar.
En cuanto a la Norma IRAM 11900:2010, la clase de eficiencia energética obtenida teniendo en cuenta la posible alternativa de mejora sigue siendo la clasificación H pero se ha logrado disminuir casi un grado la variación media ponderada de temperatura (ζm) y mejorado la transmitancia térmica media ponderada Km de la envolvente.
Ante la problemática expuesta la medida de actuación fomenta la posibilidad de rehabilitar energéticamente la envolvente, de forma que cumpla y mejore las exigencias mínimas en cuanto a transmitancia térmica reduciendo el consumo de energía en calefacción. La puesta en práctica de las medi-

das propuestas supone una reducción de las pérdidas por transmisión del 40% para los cerramientos opacos y 23% para los vidriados (Fig.6).

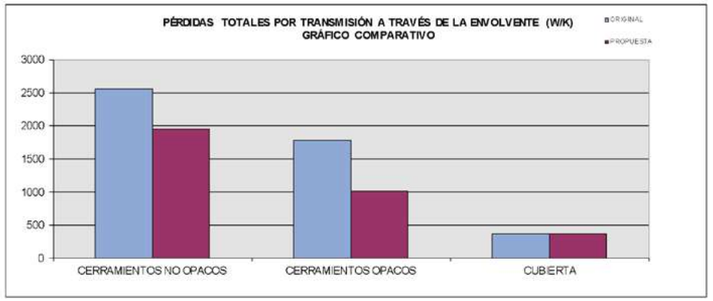


Fig. 6: Pérdida por transmisión a través de la envolvente según sus elementos componentes (W/K)
Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Agencia Chilena de Eficiencia Energética – AchEE. (2012). Guía de Eficiencia Energética Para Establecimientos Educacionales. *Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE)*, 356.
· Alías, H. M. et al. (2013). *Estudio de alternativas de mejoramiento térmico de las envolventes del edificio de la FAU - UNNE, mediante el software RETScreen*. Repositorio RIUNNE Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Cátedra ESTRUCTURAS II. Área de la Tecnología y la Producción. Resistencia. Chaco. ISSN 1666-4035
· Autodesk Revit. Insight 360. *Building performance analysis software.*
· Climate consultant 6.0.17. *Software Analyzes climate conditions in selected area*. Desarrollador Murray Milne & Robin Ligett.
· Czajkowski, J. et al. (2002). *Diseño bioclimático y economía energética edilicia fundamentos y método.* Editorial Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Argentina. ISBN 978-987-05-4908-9.
· Gonzalo, G. et al. (2012). *Propuestas de diseño para el mejoramiento de las condiciones ambientales en edificios de la Universidad Nacional de Tucumán*. Ponencia presentada en el 7° Congreso de Medio Ambiente AUGM.22 al 24 de Mayo 2012. UNLP
· Instituto de Racionalización de Materiales (IRAM). Normas técnicas argentinas: 11601:1996; 11603:2012; 11604:2001; 11605:1996; 11625:2000; 11630:2000; 11900:2010; 11507-4:2010.
· Argentina. Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética. Borelli, D.; Gazzola, G. (2017). *Proyecto de autodiagnóstico de Eficiencia Energética en Escuelas Técnicas. Manual de contenidos y guía de aplicación*. Capítulo 11: Oportunidades de mejora. pp 269. Capítulo 12: Guía de autodiagnóstico. pp 279.
· Ordenanza 8757:2011. Aspectos higrotérmicos y demanda energética de las construcciones. Municipalidad de Rosario. Anexo I. Decreto 1647:2021.
· Volantino, V. L. et al (2010). *Etiquetado de eficiencia energética de calefacción para edificios IRAM 11900:2009 – Correlaciones con la IRAM 11604:2001 y la validación*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente; Vol. 14, pp. 47-54. Argentina. ISSN: 0329-5184.

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DIRECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ORDENANZA 8757. TRANSICIONES ENERGÉTICAS EN EL PARQUE CONSTRUIDO DE ROSARIO

ANALYSIS OF THE DIRECT EFFECTS OF THE IMPLEMENTATION OF ORDINANCE 8757. ENERGY TRANSITIONS IN THE BUILDING STOCK OF ROSARIO

Patricia Mosconi
Laura Bracalenti
Jorge Vazquez
Daniel Perone
Marcelo Graziani
Melina Duca
Franco Nocioni

Centro de Estudios del Ambiente Humano

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—

pmosconi@unr.edu.ar

RESUMEN

En el marco del Proyecto "Eficiencia ambiental urbana y edilicia. Uso de suelo, habitabilidad y consumo de energía en sectores urbanos y edificios de la Ciudad de Rosario", se continúa con el estudio de los efectos directos de la implementación de la Ordenanza 8757 "Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones". Se presenta el análisis comparativo de la eficiencia termo-energética de unidades habitacionales correspondientes a un conjunto habitacional construido por el Estado, localizado en la zona sur de la Ciudad de Rosario. Se estima la demanda estacional de calefacción considerando dos escenarios: 1) la materialidad original de proyecto y 2) la resultante si se hubiera adecuado la totalidad de la envolvente a la Ordenanza. Los resultados obtenidos se comparan a fin de evaluar las respectivas prestaciones térmicas y el ahorro energético posible a partir de la aplicación de la Ordenanza.

PALABRAS CLAVES: eficiencia – viviendas sociales – habitabilidad – normas

ABSTRACT

Within the framework of the Project "Urban and building environmental efficiency. Land use, habitability and energy consumption in urban sectors and buildings of the City of Rosario", the research proceeds on the direct effects of the implementation of Ordinance 8757 "Hygrothermal Aspects and Energy Demand of Constructions". A comparative analysis of the thermo-energy efficiency of Social Housing units, built by the State and located in the southern area of the City of Rosario is presented. Seasonal heating demand is estimated considering two scenarios: 1) the original materiality of the project and 2) the resulting one if the entire envelope were adapted to the Ordinance. The results obtained are compared in order to evaluate the respective thermal performance and possible energy savings from the application of the Ordinance.

KEY WORDS: efficiency – social housing – habitability – rules

INTRODUCCIÓN

Las ciudades son los sistemas que más impactan sobre el soporte natural y los que concentran el mayor número y diversidad de efectos negativos debido a su lógica de configuración y funcionamiento. De hecho, producen alrededor del 75 % de las emisiones mundiales de carbono y consumen entre el 60% y el 80% de la energía (ODS Naciones Unidas). Funcionan como si los recursos energéticos convencionales no fuesen finitos, dando por sentado que las tasas de consumo y las emisiones GEI pueden incrementarse ilimitadamente, y pasando por alto, incluso, la necesidad de adecuar las infraestructuras para su abastecimiento. Esta dinámica, implica el deterioro progresivo y acelerado de la calidad del ambiente urbano, especialmente en ciudades donde la inequidad social y la vulnerabilidad de su población son mayores. (Mosconi P.et al 2021)

La actual situación energética mundial es el resultado de la combinación de diversas tensiones económicas, políticas, tecnológicas, sociales y ambientales, que confluyen en un complejo panorama de crisis y ajustes cíclicos, especialmente como consecuencia de la producción y comercialización del gas y del petróleo. En estas condiciones, en pleno siglo XXI, sigue predominando un modelo energético concentrado, contaminante, asimétrico y excluyente, con una elevada dependencia de combustibles fósiles.

En este contexto, mientras en muchos países desarrollados desde hace décadas se invierten recursos y se diseñan dispositivos de planificación y regulación para mejorar la eficiencia energética y minimizar las emisiones de gases contaminantes, en otros, estos procesos se dificultan por falta de decisión política para gestionar los cambios necesarios en el mercado de la construcción.

En nuestro país, la Secretaría de Energía manifiesta su interés en el uso racional de la energía, sancionando el Decreto 140/07, el cual declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y aprueba los lineamientos del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE).

En Pcia. de Buenos Aires, el Senado y la Cámara de Diputados, sanciona la Ley N° 13.059/03 cuya finalidad era establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios a partir de 2010, pero hasta la actualidad no se ha aplicado por falta de reglamentación.

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires aprueba la Ley Nº 4458/12 "Normas de acondicionamiento térmico en la construcción de edificios", que entró en vigencia a principios de 2013 y se inspiró en las normativas de la Pcia. de Buenos Aires (Ley N°13059) y de la Ciudad de Rosario (Ordenanza N° 8757/11), pero no ha tenido aplicación efectiva hasta el momento.

En este contexto, el Concejo Municipal de Rosario sanciona la Ordenanza Nº 8757/11: “Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones”, siendo la primera y única normativa sobre eficiencia energética que tiene aplicación efectiva en el país, desde Julio de 2013 a la fecha. El Decreto N° 985/13 y sus actualizaciones, reglamentaron parcialmente su aplicación estableciendo criterios de gradualidad para su cumplimiento en función de la superficie cubierta computable, y limitando las exigencias a los valores máximos de Transmitancia Térmica (K) para los diferentes cerramientos y al control de las condensaciones superficiales e instersticiales. Quedan pendientes de reglamentación las exigencias referidas a la eliminación de puentes térmicos y a la demanda energética de calefacción y refrigeración. (Municipalidad de Rosario, 2011) (Seffino, R. 2011) (Tabla I)

Gradualidad de aplicación	Cantidad de casos	Cantidad de m2
1º año (julio 2013 - junio 2014) Superiores 4.000 m2	5	**33,363**
2º año (julio 2014 - junio 2015) Superiores a 3.000 m2	11	**55,293**
3º año (julio 2015 - junio 2016) Superiores a 2.000 m2	31	**190,408**
4º año (julio 2016 - junio 2017) Superiores a 1.000 m2	94	**237,340**
5º año (julio 2017 - junio 2018) Superiores a 500 m2	185	**330,636**
6º año (julio 2018 - setiembre 2021) Superiores a 300 m2	602	**942,413**
Total	**928**	**1,789,453**

Tabla 1: Gradualidad de aplicación de la Ordenanza 8757 (desde 2013 a la fecha)

Fuente: Programa de Eficiencia Energética, Municipalidad de Rosario, Setiembre 2021

En este sentido y en el contexto de las disciplinas que operan sobre el ambiente construido, la Función de Eficiencia Ambiental del Hábitat, resulta una herramienta útil para definir el comportamiento ambiental de los edificios y organizar, en un marco lógico y desde el proceso proyectual, las variables inherentes a cada etapa del proceso edilicio. (Di Bernardo 2013 y 2015)

La noción de eficiencia ambiental resulta menos abstracta y más operativa que la usualmente utilizada de “Desarrollo Sustentable”, considerando la imprecisión de esta última dada la dificultad para determinar efectivamente un escenario como meta y un horizonte temporal suficientemente largo para las generaciones futuras.

La incidencia de los costos de funcionamiento a lo largo de la vida útil de las construcciones es muy relevante y redunda en las condiciones de habitabilidad interior, dependiendo de la disponibilidad económica del usuario para paliar con tecnología y energía las deficiencias de diseño y materialización edilicia.

Se abordan en este estudio variables inherentes al funcionamiento higrotérmico, determinantes del consumo energético de acondicionamiento. En tal sentido, los criterios de diseño y las características de las envolventes edilicias cobran un rol relevante, por lo que la optimización del proyecto y de la materialización es la estrategia viable para reducir la demanda de energía. (Mosconi P. et al 2015, 2021)

Desde el punto de vista metodológico, la eficiencia ambiental es considerada una variable compleja dependiente. Se aplica el estudio de caso como forma de investigación cuali- cuantitativa que se adecua particularmente al hábitat. El razonamiento utilizado es inductivo, y por lo tanto empirista, comenzando con la observación del estudio de caso, para finalmente formular conclusiones.

DESARROLLO

CASO DE ESTUDIO:

Se pretende estimar el posible ahorro energético de calefacción en un edificio construido de manera tradicional, si se hubiera aplicado la Ordenanza 8757, utilizando para ello los parámetros establecidos por las Normas IRAM vigentes sobre aspectos higrotérmicos. Se intenta evaluar y comparar con un escenario no extremo en cuanto a ineficiencia energética, por lo que se descarta el análisis de edificios aislados, de elevada piel expuesta, altamente vidriados, etc.

En consecuencia, el caso de estudio seleccionado es un edificio construido por la Dirección Provincial de Vivienda y Urbanismo de la Provincia de Santa Fe en calle Esmeralda entre Riobamba y La Paz, en la zona del Centro Universitario Rosario (CUR) que integra el proyecto habitacional de Reordenamiento Urbano contemplando la construcción de 321 unidades habitacionales para 1.444 beneficiarios directos. La relocalización de las familias asentadas en dichos terrenos, permitirá la recuperación de los mismos y avanzar con el máster plan previsto para la expansión de sus instalaciones y actividades. (Figura 1)

Figura 1: Proyecto Reordenamiento Urbano del CUR.Fuente: http://www.revistavivienda.com.ar/actualidad/noticias/millonaria-inversion-para-transformar-la-ciudad- universitaria-de-rosario

Se analiza un sector del proyecto, con 69 unidades de vivienda en propiedad horizontal, dispuestas en Planta Baja y tres pisos, en proceso de construcción avanzada. Configuran un partido arquitectónico razonable en cuanto a compacidad, con aceptable intensidad de uso del suelo y densidad residencial, a diferencia de otras intervenciones de la DPVyU donde predominan las viviendas aisladas, en una sola planta, con muy bajas densidades urbanas. (Figuras 2, 3, 4 y 5)

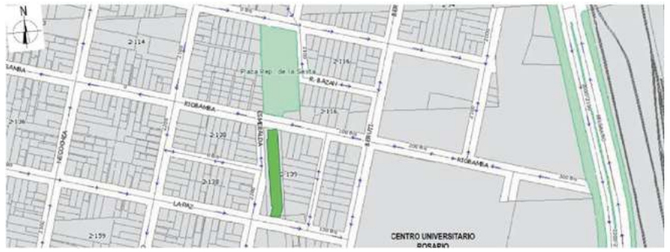


Figura 2: Conjunto de 69 viviendas en el CUR. Planta de ubicación Fuente: Elaboración propia

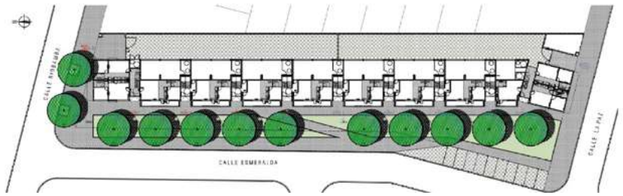


Figura 3: Conjunto de 69 viviendas en el CUR. Planta General

Fuente: Dirección Provincial de Vivienda y Urbanismo de la Provincia de Santa Fe

Figura 4: Conjunto de 69 viviendas en el CUR. Fachada Oeste Fuente: Elaboración propia

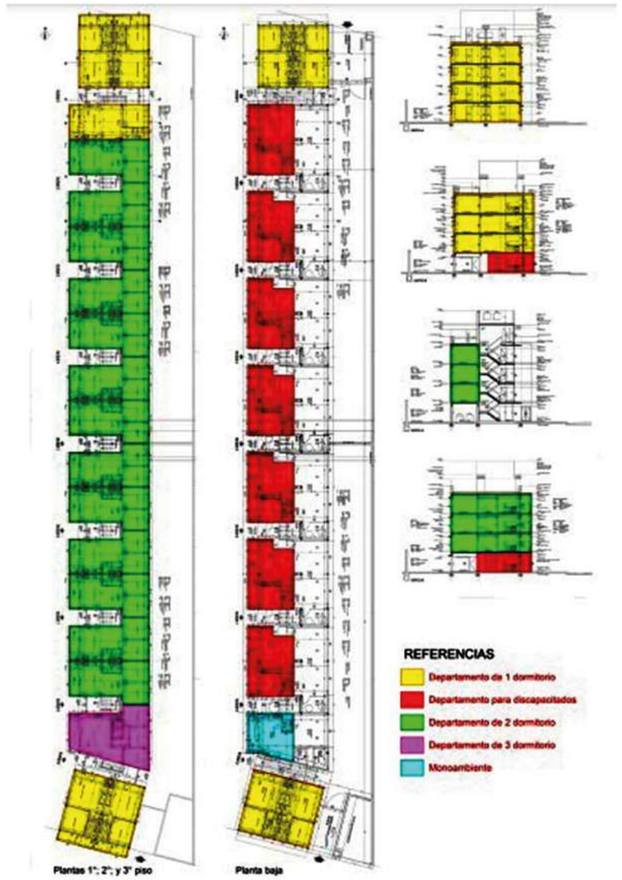


Figura 5: Plantas y Cortes

Fuente: Dirección Provincial de Vivienda y Urbanismo de la Provincia de Santa Fe

La materialidad del conjunto edilicio corresponde al sistema constructivo pesado, por vía húmeda (hormigón armado, mamposterías de ladrillos cerámicos, revoques cementicios, etc.).

En primer lugar, se calculan los valores de Transmitancia Térmica (K) de acuerdo a la Norma IRAM 11601 de los distintos cerramientos, tal como fueron proyectados (techos, paredes, entrepisos, ventanas, etc.) y se los compara con los valores máximos admisibles establecidos en la Ordenanza. (IRAM 11601)

Luego, en base a lo establecido por la Norma IRAM 11604:2001 *"Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor. Cálculos y valores límites"* se calculan los valores del Coeficiente G_{cal} para todas las tipologías de viviendas del edificio (en total 21 variantes) tanto para el escenario real como para el caso de haberse aplicado los valores exigidos por la Ordenanza. (IRAM 11604)

Una vez obtenidos los valores de Gcal, y en base a la misma Norma 11604 y a la Norma IRAM 11603:2011 *"Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina"*, se estima la demanda neta de calefacción anual para ambos escenarios. (IRAM 11603)

Suponiendo la utilización de calefactores individuales a gas natural de rendimiento standard, se calcula el consumo invernal de cada departamento y del total del edificio, y se estima el ahorro potencial medio ponderado.

Se analizan los resultados obtenidos, resaltando puntos críticos y planteando la necesidad de reglamentar el resto de las exigencias establecidas en la Ordenanza original y de sumar esfuerzos para "defender" su vigencia ante la evidente resistencia del mercado de la construcción (proveedores de materiales, cámaras de constructores, colegios profesionales, etc.) que han forzado varias "flexibilizaciones" durante los últimos años.

En Tabla 2 se exponen los valores obtenidos de Transmitancia Térmica (K) de acuerdo a la Norma IRAM 11601, tanto para el escenario correspondiente al proyecto original como los correspondientes a los valores máximos admisibles que establece la Ordenanza 8757. Se aclara que podrían haberse consignado valores de K aún por debajo de los máximos exigidos, con soluciones técnicamente factibles y económicas, pero se compara con los valores exigibles. (Tabla 2)

Tipo de cerramiento según legajo original	K (W/m^2K)	K 8757 (W/m^2K)
Techo hormigón + 2 cm EPS + pendiente + baldosas	0.78	0.38
Paredes exteriores ladrillos cerámicos huecos de 18	1.61	0.74
Paredes a palieres ladrillos cerámicos huecos de 12	1.79	0.74
Entrepisos hormigón + contrapiso + piso cerámico	2.56	0.6
Vidrios 4 mm monolíticos sin protección	5.7	2.8

Tabla 2: Valores de Transmitancia Térmica (k) para ambos escenarios

Fuente: Elaboración propia

En Tabla 3 se muestran los valores de G_{cal} (en W/m^3K), de la carga térmica neta anual de calefacción Q (en kWh), el consumo de gas natural (en m^3) y el ahorro potencial relativo al proyecto original (en %) correspondiente a una de las tipologías de vivienda del conjunto. (Tabla 3)

Caso 3°P 2 Dormitorios Zona Central	Original	Ord. 8757	
K techos	0.78	0.38	W/m²K
S techos	48.13	48.13	m²
K paredes exteriores 20 cm	1.61	0.74	W/m²K
S paredes exteriores	49.92	49.92	m²
K ventanas	5.7	2.8	W/m²K
S ventanas	10.47	10.47	m²
K pisos	2.56	0.6	W/m²K
S pisos			m²
K paredes a palieres 15 cm	1.79	0.74	W/m²K
S paredes a palieres	16.07	16.07	m²
Perímetro piso sobre suelo			m
Pérdidas piso por metro lineal zona III	1.38	1.38	W/mK
Volumen	120.33	120.33	m³
Sumatoria $K_i.S_i$	206.36	96.44	W/K
Coeficiente Global Volumétrico (W/m³K) IRAM 11604	2.41	1.50	W/m³K
Carga térmica de calefacción anual (kWh)	5000	3109	kWh
Consumo de calefacción anual (calefactores a gas natural de 75 % de rendimiento)	617	383	m³
Ahorro neto en calefacción anual para esta tipología (en m³ gas natural)	233 m³		
Ahorro relativo en calefacción anual (respecto del proyecto original)	38%		

Tabla 3: Valores de Gcal Q, consumo de gas natural y ahorro potencial estimado Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la aplicación de las Normas IRAM 11603 y 11604 para el cálculo de los parámetros indicados, y a los efectos de no plantear escenarios excesivamente optimistas, se han tomado las siguientes consideraciones:

- Renovaciones de aire n = 2/h
- Temperatura interior de confort: 20 °C
- Período invernal: Junio, Julio y Agosto (92 días)
- Temperatura media diaria del período invernal TMED: 7.8 °C
- Grados días de calefacción °D para período invernal: 717 °C
- Rendimiento de calefactores: 75 %
- Poder calorífico del gas natural consumido: 9.300 kcal/m³

Se repiten las mismas estimaciones para la totalidad de las tipologías encontradas (PB, 1°, 2° y 3° Piso, Zona central, extremos Norte y Sur, y demás variantes) ponderando según la cantidad de unidades similares por cada tipología.
Se obtienen ahorros potenciales en el consumo de gas natural en un rango comprendido entre 30 % y 45 %, según la tipología, siendo el valor medio ponderado para todo el edificio en conjunto del 37.6 %. Por otra parte, es necesario destacar que la reducción potencial de consumo de todo el edificio alcanzaría los 17.000 m3 de gas natural por año de vida útil, en virtud de la aplicación de la Ordenanza.
Por último, se observa que contrariamente a lo esperado, la tipología más ineficiente no es la del 3° Piso con la cubierta expuesta (G_{cal} = 2.45 W/m³K), sino la del 1° Piso con el entrepiso expuesto (G_{cal} = 2.61 Wm³K), que tendrá no sólo mayor demanda de calefacción sino también mayor riesgo de condensación superficial.

CONCLUSIONES

La Municipalidad de Rosario cuenta con una herramienta normativa que aporta concretamente al logro de estos objetivos, como se evidencia en el estudio presentado, y que llevó años de esfuerzo y trabajo integrado poner en vigencia de manera progresiva. Cabe mencionar nuevamente que esta Ordenanza fue pionera y ejemplo para el diseño de normas de eficiencia energética en otras ciudades argentinas. La Ordenanza ha sido "ajustada" (o flexibilizada) recientemente para facilitar su cumplimiento por parte de los agentes constructores, reduciendo los resultados de su aplicación en detrimento de los usuarios y del ambiente. Actualmente, se plantea la discusión respecto de su carácter obligatorio, instancia que, de concretarse, implicaría un grave retroceso en la política de ahorro energético y de habitabilidad edilicia y urbana, así como un perjuicio económico y vivencial a corto, mediano y largo plazo para los ocupantes de nuevas construcciones, con repercusiones ambientales a toda escala.
Los casos de estudio son útiles para analizar las distintas variables involucradas en el proceso de construcción de edificios, entre ellos las viviendas de interés social, relacionadas con la tecnología, el potencial de ahorro energético, el mercado, y las respuestas implementadas por la industria de la construcción; y las relativas a las políticas públicas en materia urbanística y habitacional, mediante las cuales se establecen los criterios y las pautas que orientan los procesos de construcción del Hábitat Social.
El indispensable ahorro energético ante el acelerado agotamiento de los recursos, la reducción de costos de funcionamiento edilicio en el marco de la crisis económica actual, la optimización de las condiciones de habitabilidad, asociadas al acondicionamiento térmico en el contexto del calentamiento global, se evidencian como objetivos indiscutibles para las poblaciones urbanas en la mayoría de los países del mundo.
Los serios problemas que enfrenta actualmente la humanidad son de carácter diverso y la mayoría de ellos afectan de distinto modo tanto a las poblaciones de los países ricos cuanto a las de los países pobres. No obstante, la diversidad y la gravedad de los mismos, percibida como inabarcable por la mayoría de las personas y asumida como realidad paralizante, no debiera tal situación implicar inacción ni sometimiento. Cada individuo y cada colectivo social pueden generar cambios necesarios a partir de una instancia de conciencia bien informada.
Cabe entonces una profunda reflexión respecto del posicionamiento por parte de los profesionales de la arquitectura, así como de otros actores involucrados en los procesos de producción del hábitat. Resulta imprescindible un análisis crítico que supere el horizonte de las ganancias económicas e incluya aspectos trascendentales de la realidad que nos toca y que incidirán en las posibilidades de vida de las futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Di Bernardo, E., (2013) *"Propuesta para establecer un patrón de referencia de eficiencia ambiental urbano-edilicia"*. Acta de la XXXVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, pp. 05.97-05.104, 2013, ISBN 978-987-29873-0-5, Argentina.
· Di Bernardo E. (2015), *"La producción del hábitat humano en el contexto actual"*, N° 03, Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, págs. 114- 119, Ed. Revista A&P Continuidad.
· IRAM 11603-11 - *"Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina."*
· IRAM 11604-01 - *"Acondicionamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétricos G de pérdida de calor."*
· IRAM 11605-96 - *"Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos."*
· Mosconi, P.; Bracalenti L.; Cortés A., Díaz N., Duca, M. y Omelianiuk S. *"MATERIALIDAD EDILICIA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL MARCO DE LA ORDENANZA 8757/11 DE LA CIUDAD DE ROSARIO"* (2015), IX Jornada de Ciencia y Tecnología 2015, 11 de noviembre 2015, ISBN 978-987-702-187-5, Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B-CYHZtW_GnJbXJrWlBLZ2tSNzg/view
· Mosconi, P.; Bracalenti L., Perone D.; Vazquez J.; Mateos L.; Graziani M.; Duca M., Nocioni F., Cremonte J. y Giacone M. (2021) *"ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LA NORMATIVA VIGENTE PARA LA LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS DE LA CIUDAD DE ROSARIO, ARGENTINA"*, XXXIX Encuentro Arquisur, Octubre 2021, Tucumán y Santiago de Chile, Argentina y Chile, Disponible en: www.arquisur.org
· Municipalidad de Rosario, Ordenanza 8757/2011 *"Aspectos Higrotérmicos y Eficiencia Energética de las Construcciones"*. Disponible en: https://www.rosario.gob.ar/normativa/ver/visualExterna.do?accion=verNormativa&idNormativa= 75004
· R. Seffino, A. Cortés, E. Di Bernardo, A. Pisani, P. Mosconi y J. Vazquez (2011) *"INCORPORACIÓN DE ASPECTOS HIGROTÉRMICOS Y DEMANDA ENERGÉTICA DE LAS CONSTRUCCIONES EN REGLAMENTO DE EDIFICACION DE ROSARIO. VERIFICACIÓN DE SU APLICACIÓN EN UN EDIFICIO EN ALTURA DEL ÁREA CENTRAL"*, Vol 15 Año 2011 ISSN 0329-5184, XXXIV Reunión de Trabajo de la Asociación de Energías Renovables y Ambiente. XX Encuentro de la Sección Argentina de la Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar, Santiago del Estero, 4 al 7 de octubre de 2011

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO-EFECTIVIDAD ENTRE ESTRATEGIAS PASIVAS Y ACTIVAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN BODEGAS. UN ESTUDIO DE CASOS

PASSIVE AND ACTIVE STRATEGIES COST-EFFECTIVENESS COMPARATIVE ANALYSIS FOR ENERGY EFFICIENCY IN WINERIES. A CASE STUDY

Alba I. Ramos Sanz

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) / IRPHa

FAUD—UNSJ, San Juan, Argentina

—

aramossanz@faud.unsj.edu.ar

RESUMEN

Se lleva a cabo una investigación cualitativa a partir de un Estudio de Casos de una bodega con el objetivo comparar el costo efectividad de estrategias pasivas y activas para su eficiencia energética. Al análisis comparativo entre los cuatro niveles simulados de intervenciones pasivas, se incorporan los resultados obtenidos para la estrategia activa, en dos niveles de experimentación. Se construyen las tasas de descuento para el flujo económico y financiero para un horizonte de 25 años, enmarcados en el contexto macro-económico y energético local. Los resultados proporcionan: (1) la economía energética entre estrategias activas y pasivas aplicadas al caso; y (2) la estrategia económica-energética óptima para el caso analizado, entre todas las estrategias y niveles considerados.

PALABRAS CLAVES: bodegas – eficiencia energética – estrategia activa – estrategia pasiva – análisis de los costos

ABSTRACT

A qualitative research is carried out based on a Case Study of a winery with the objective of comparing the cost effectiveness of passive and active strategies for their energy efficiency. To the comparative analysis between the four simulated levels of passive interventions, the results obtained for the active strategy are incorporated, at two levels of experimentation. The discount rates for the economic and financial flow are constructed for a horizon of 25 years, framed in the local macroeconomic and energy context. The results provide: (1) the energy economy between active and passive strategies applied to the case; and (2) the economic-enery optimal strategy in for the analyzed case, among all the strategies and levels considered.

KEY WORDS: wineries – energy efficiency – active strategy – passive strategy – life cycle cost analysis

INTRODUCCIÓN

En Argentina el 93% de la Oferta Total de Energía Primaria (OTEP, MINEM; 2019) es producida con recursos propios, la fuente primaria más utilizada es el gas natural, siendo el quinto país de América Latina con mayor disponibilidad de este recurso (OPEC; 2017). El 45% de la oferta de energía secundaria nacional se compone de gas distribuido. A pesar de la constitución de su Matriz Energética, la Argentina se ubica (IEA; 2020) entre los países con menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alcanzando los 4,10 tnCO2eq/pers*año, en línea con la media mundial. El Factor de Emisión para consumo, en base a la Matriz Energética Nacional (2010), se estima en 0,38 tnCO2eq/MWh (Ministerio de Desarrollo Productivo; 2020). Desde el año 2016 se implementan políticas de quita de subsidios a los servicios, forzando el cierre de al menos 7500 pequeñas y medianas empresas (PyMEs) hasta el año 2018 (Kestelboim. M; 2018). Hasta dicha fecha, la variación porcentual acumulada en el incremento de los costos energéticos en pesos argentinos (AR$; 1555%) supera la misma en dólares estadounidenses (USD$; 512%; Ramos Sanz, A; 2020). Las estrategias que atienden a reducir la demanda energética en la industria, marcada por costos energéticos que alcanzan entre un 20 y un 50% de los costos de producción, (Revista Petroquímica; 2018) se encuentran limitadas a un contexto económico nacional desgastado. Entre las industrias regionales, los edificios destinados a la vinificación como lo son las bodegas de elaboración y de conservación del vino, pueden requerir hasta un 70% de su demanda energética en control térmico de los procesos de vinificación (Ramos Sanz, A; 2017). En este sentido, el desempeño de la envolvente construida tiene un papel relevante en la eficiencia energética de las bodegas. Algunas investigaciones demuestran el impacto de la optimización de la envolvente de edificios industriales (Barbaressi, A; Bovo, M; Torreggiani, D; 2020). Otra estrategia para reducir los costos energéticos en el sector industrial de bodegas la constituye la generación de energía solar (Perdigones, A; *et al*; 2021). Por otro lado, diagnósticos energéticos realizados en San Juan en el marco del Programa de Eficiencia Energética del Consejo Federal de Inversiones a bodegas de elaboración y conservación en el año 2020-2021, proponen usualmente la incorporación de generadores fotovoltaicos como mejora, basándose en la magnitud del recurso solar que caracteriza la zona. Las investigaciones en optimización energética de la envolvente tienden a incorporar variables económicas en sus análisis: la metodología del *Life Cycle Cost* (LCC) propone un análisis más aproximado a la realidad de las inversiones en edificios sustentables, impulsando análisis enmarcado en contextos económicos reales, mediante el empleo de la función del Valor Presente Neto (VAN o VPN). Sin estas aproximaciones, las optimizaciones en eficiencia energética se alejan de su materialización en la realidad, dado que es la variable económica la variable común de decisión en cuanto a inversiones se refiere.

METODOLOGÍA

Como objetivo de investigación, se espera representar la realidad económico-energética de la aplicación de las estrategias activas frente a estrategias pasivas para la reducción de la demanda energética en una bodega de fermentación y conservación del vino. La metodología responde a una investigación de tipo cualitativa; se aborda un Estudio de Caso de tipo experimental, en el cual se utiliza la simulación como herramienta de experimentación. Se realiza un estudio comparativo de mejoras en eficiencia energética en la bodega, mediante estrategias pasivas y estrategias activas posibles. Para ello se comparan las variables económicas -costos y tarifas de energía eléctrica, impuestos, etc.- y energéticas -cargas térmicas anuales- entre estrategias pasivas y activas, cuya finalidad persigue demostrar la conveniencia de las optimizaciones en materia de eficiencia energética, tanto desde el enfoque del ahorro energético como desde el enfoque económico. El caso relevado consiste en un edificio de tipo industrial definido como bodega de fermentación y conservación de vinos, ubicado en la Provincia de San Juan, República Argentina. Esta tipología es adecuada a los objetivos del estudio dado que generalmente estos establecimientos son de propiedad privada, empresas en las cuales entre los directivos es práctica común considerar las variables económicas como variables de decisión. La investigación implica la recogida de datos de la bodega y de la demanda energética de las instalaciones de vinificación a fin de detectar los elementos críticos de la envolvente, mediante un modelo matemático en régimen estacionario, con el cual se determinan los coeficientes de transmitancia térmica K o U de los diferentes elementos constructivos. Una vez detectados los mismos se procede a implementar la estrategia pasiva en cuatro niveles: estos niveles implican variaciones progresivas en la capa de aislación adicional. El interés en hallar soluciones a las demandas energéticas de las construcciones se observa en la promoción de softwares de simulación dinámica entre la comunidad científica (Costanzo, V. *et al*, 2018; Ferrara, M. *et al*; 2019). En la actualidad existe una amplia gama de softwares para la simulación energética de los edificios. Para el presente trabajo, el modelo se crea mediante el empleo de *Energy Plus* y de *Euclid*, el Plug-in de *Sketch Up*. *Energy Plus* 8.2 (US Department of Energy; 2013) es un software libre ampliamente utilizado en análisis técnicos e investigaciones científicas. En particular para la simulación energética de bodegas, puede consultarse el trabajo de Barbaressi *et al* (2016). La herramienta *Energy Plus* se emplea para obtener 8760 horas de simulación de la envolvente de bodega, con el termostato en 18°C. Los resultados obtenidos indican las cargas térmicas base del modelo de referencia y las cargas térmicas reducidas a partir de las optimizaciones pasivas de la envolvente en los cuatro niveles mencionados. Para la estrategia activa, el análisis implica una estimación de los costos en base a valores de referencia. La estrategia se analiza en dos niveles; uno a carga mínima es decir supliendo la misma carga térmica reducida mediante la estrategia pasiva, mientras que el otro nivel comprende el potencial total de generación de energía solar fotovoltaica, con un destino adicional al uso en bodega. Para el análisis económico, se estiman el precio de la energía actual y proyectado, los costos de ejecución de las estrategias pasivas y activas señaladas: la inversión inicial (I_0; USD$) y los ingresos anuales en concepto de ahorro en la tarifa de energía eléctrica. Los costos de los materiales se obtienen de la consulta a páginas de *e-commerce* y los costos de mano de obra respetan la relación que suelen conservar en la práctica, los cuales comprenden el 100% del costo de los materiales. Para el análisis de rentabilidad, se calculan las tasas de descuento mediante las metodologías del Coste Medio Ponderado de Capital (WACC, sus siglas en inglés) y el Modelo de Valoración de Activos Financieros (CAPM, sus siglas en inglés). Se consideran dos tipos de flujos de fondo: el flujo de fondos económico (FFE) o proyecto puro para el cual se emplea la tasa K_e, y el flujo de fondos financiero (FFF) para el cual se aplica la tasa obtenida mediante el WACC. El FFE es un procedimiento de análisis económico de la inversión cuando la misma no se halla respaldada por un crédito o una deuda emitida por la empresa y no se contempla la inversión de capital propio. Este es el análisis del proyecto económico de manera que solo interviene lo que requiere el mismo y lo que produce en consecuencia. El FFF conserva el enfoque de financiamiento mediante capital propio y/o externo; contempla el supuesto -en este caso- de un 50% de endeudamiento mediante crédito bancario a una Tasa Efectiva Anual (TEA; 2018) del 48% en ARS$, amortizado trimestralmente con el Sistema Francés. El valor del período de descuento *n* para la inversión es de 25 años, dada la vida útil de ambas estrategias pasiva y activa. Los denominados *ingresos del proyecto* consisten en el costo ahorrado en energía eléctrica. En este proyecto no se contemplan como ingresos la venta de la energía solar fotovoltaica a la empresa distribuidora de energía, dada la falta de regulación local al respecto.

Presentación del caso

El predio contiene una serie de instalaciones además de la bodega, tales

como galpones de empaque, frigoríficos y extensas superficies cultivadas con viñedos. Se realiza un relevamiento para determinar las características de la empresa, las envolventes industriales y la potencia de los equipos existentes en la bodega y el predio. La envolvente de la bodega presenta 855 m² de superficie cubierta, 976 m² de muros exteriores, 23 m² de ventanas y 80m² de portones metálicos.

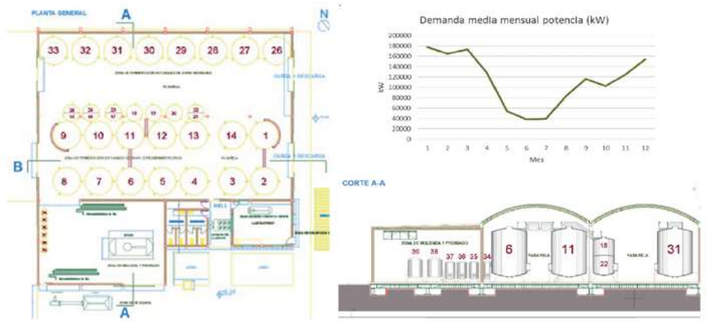


Figura 1. Planta y sección A-A de las instalaciones de vinificación del caso de estudio y perfil de demanda de potencia (kW) del predio en el cual se encuentra el caso de estudio, en el período de un año.

La bodega encierra 3.840 m³ de volumen de aire y una producción que se estima en los 755.900 litros de vino por año. La actividad presenta un comportamiento energético estacional, con fuerte incremento de la demanda de potencia (Figura 1) entre los meses de diciembre y hasta marzo. La demanda de potencia media mensual alcanza un promedio de 100.000 kW, para lo cual la empresa dispone de 200.000 kW de potencia contratada a la distribuidora de energía, en concepto de cargo fijo. La demanda anual de energía se estima en los 3.500.000 kWh, para abastecer a todos los predios e instalaciones de la empresa, dado que es éste el único recurso energético utilizado. Los procesos de vinificación se llevan a cabo en el interior de un galpón construido con muros de mampostería y estructura encadenada de hormigón armado, cubierta de chapa metálica con aislación térmica interior con lana de vidrio y carpinterías de metal. En el interior del galpón se almacenan los tachos de vinificación, los cuales se hallan alimentados por un sistema central de control térmico del mosto/vino, cuya temperatura de procesos puede variar. El control térmico es relevante durante todo el año; en la estación cálida es mayor su relevancia dado que la fermentación es un proceso exotérmico y genera calor que se hace necesario liberar de manera continuada. La fermentación puede extenderse tres meses del año -febrero a abril- mientras que a lo largo del año la bodega continúa siendo utilizada para la conservación de los vinos terminados. La Figura 1 refleja el funcionamiento en el predio a lo largo del año, período en el cual además de las actividades llevadas a cabo en la bodega, se mantienen activas las bombas de riego presurizado. La bodega se encuentra en la Provincia de San Juan, en la zona Bioclimática IIIa; el entorno en el cual se halla se caracteriza por su aridez y amplitud térmica, alcanzando en verano temperaturas máximas promedio de 33.1°C (Normas IRAM 11603). La superficie de la Provincia de San Juan, se encuentra atravesada por cuatro Isolíneas de Irradiación Solar Global diaria sobre plano horizontal, que van en promedio desde 7.5 kWh/m² hasta 6.5 kWh/m² para el mes de enero y entre 3 kWh/m² y 2.5 kWh/m² en el mes de junio (Grossi Gallegos, H; Righini, R; 2007; Secretaría de Gobierno de Energía; 2019). Estas áreas indican una heliofanía efectiva de entre 8 y 9 horas diarias en el mes de enero y de entre 4 y 6 horas diarias de sol en el mes de junio. El recurso solar disponible llega a la superficie terrestre y la eficacia de su captación se halla en función de la perpendicularidad de los rayos solares respecto del plano de la celda fotovoltaica. Para facilitar la lectura del recurso solar, se estima que, sobre plano horizontal, en los meses de verano se disponen de 7.5 HSP y en invierno de 3 HSP.

Precio de la energía

Históricamente desde la crisis energética, los precios de la energía se incrementan año a año: en consecuencia, estos precios se consideran variables crecientes a lo largo de los períodos considerados en el horizonte temporal de análisis de las inversiones. Se estima que los mismos se incrementan año a año en un 10% de su valor en USD$. Esta tasa de crecimiento son estimaciones medias a partir de observaciones simples sobre el crecimiento del precio de la energía en los últimos años. El precio de la energía considerado en el presente trabajo responde al siguiente modelo empírico:

$$Tarifa_{\,mes}\ USD\$ = [kWh_{\,Consumidos} \cdot (USD\$\,kWh) \cdot (1 + Impuestos)] + Otros \qquad (1)$$

Para cada año futuro;

$$Tarifa_{\,mes}\ USD\$ = [[kWh_{\,Consumidos} \cdot 0{,}045] + Otros] \cdot 1.10$$

Para la generación de energía solar los costos se obtienen por referencia del mercado local: considerando las auditorías energéticas realizadas en 2019 a instalaciones similares en la Provincia de San Juan el costo medio de generación de energía solar fotovoltaica por unidad de potencia (kW) es de USD$ 900.

Indicadores de Rentabilidad

Entre los indicadores más conocidos se encuentran el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). El primero de ellos representa la generación de riqueza de una inversión en términos nominales, mientras que el segundo explica la naturaleza de los flujos financieros en términos relativos. Ambos indicadores se hallan ligados a una tasa de descuento (r) y a un período definido (n).

$$VAN = I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+r)^n} \qquad (2)$$

En donde I_0 es la Inversión inicial que requiere el proyecto, BN son los beneficios netos del período y *r* es la tasa de interés o costo de oportunidad, elevada a *n* períodos considerados. La TIR es, por definición, la tasa que hace que VAN sea igual a cero. Tanto el VAN como la TIR se hallan vinculados a un valor definido como la tasa de interés *r*. En algunas valuaciones simplificadas, se utiliza *r* como la tasa de política monetaria o de un crédito bancario (en sus siglas TNA o TEA). En valuaciones más precisas la tasa se estima en función de la naturaleza de la inversión, del riesgo de mercado en el cual invierte el interesado y de otros factores que influyen directamente a una inversión, como el Riesgo País.

Tasa de Descuento

El valor de la tasa de descuento a la cual se llamará en este caso K_e se obtiene mediante la metodología del Modelo de Valoración de Activos Financieros o *Capital Assets Pricing Model* (CAPM; Gitman, L; Zutter, C; 2012).

$$K_e(USD\$) = K_f + \beta(K_m - K_f) = 17{,}34\% \qquad (3)$$

El desarrollo del procedimiento para obtener la tasa K_e es objetivo de un extenso trabajo, por lo cual no se explayará sobre este tema en particular. Para mayor detalle consultar el trabajo de (Ramos Sanz, A; 2020). Suponiendo que el proyecto de inversión se respaldara mediante un crédito, la tasa de descuento K_e se emplea para determinar la tasa de financiamiento con la metodología del Costo de Capital Promedio Ponderado o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC, sus siglas en inglés; Dumrauf; G; 2003);

$$WACC = W_d * K_d(1-t) + W_e * K_e = 26.80\% \qquad (4)$$

Es importante aclarar que las tasas de descuento obtenidas mediante las metodologías del CAPM y el WACC se desarrollan exclusivamente para el caso de estudio en el contexto nacional, para una empresa agro-exportadora

inserta en el mercado de la producción de uvas, vinos y pasas. De esta manera las tasas de descuento no pueden replicarse en proyectos diferentes, para empresas que se encuentren en otro sector o bien que se relacionen de manera distinta con los mercados locales e internacionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se emplea el modelo matemático determinístico en régimen estacionario para estimar el coeficiente de transmitancia térmica K o U de los diversos elementos constructivos. Interesa conocer los siguientes indicadores y la carga total;

$$R = e/\lambda \quad (5)$$
$$K = 1/R \quad (6)$$
$$Q = K \cdot Área \cdot \Delta T \quad (7)$$
$$(8)$$

Los resultados obtenidos mediante el modelo matemático en régimen estacionario definido en el apartado anterior, permiten una rápida comprensión sobre el desempeño de los elementos constructivos de la envolvente de la bodega frente a las condiciones climáticas exteriores y a los requerimientos de temperatura de conservación del vino. Entre los elementos de mayor superficie, la resistencia térmica proviene del elemento techo es superior, siendo los muros los elementos de menor resistencia térmica. Para la simulación en régimen variable se emplea el programa *Sketch Up*, aplicando la extensión *Euclid*. Se elabora el modelo base de bodega en tres dimensiones, dentro de *una sola zona térmica*, dado que el galpón industrial se encuentra comunicado en todos sus ambientes y dispone de un único sistema de control térmico centralizado. Los datos climáticos de entrada utilizados para la simulación dinámica corresponden a valores promediados para un año típico en un punto localizado en -31.4° de Latitud y -68.4° de Longitud, a 598 m sobre el nivel del mar. En el programa *Energy Plus* se ubica el termostato en los 18°C a lo largo del año, así como el Schedule *Conservación* señala esa misma temperatura. El modelo base se modifica desde *Energy Plus*. Para validar los datos de entrada utilizados por el software se comparan los resultados de los valores de transmitancia térmica U o K, obtenidos mediante simulación energética y mediante cálculos matemáticos propios. Puede observarse que los valores de transmitancia térmica obtenida mediante cálculos matemáticos propios y los obtenidos mediante la herramienta de simulación presentan proximidad en la condición *no film*, en la cual las conductancias superficiales exteriores se consideran despreciables. Se destaca que los valores de U son aproximados en el caso de los elementos muros exteriores y techo. En el caso del piso en contacto con el terreno natural, algunos autores sugieren considerar este elemento como adiabático, dado que el método de la transmitancia térmica no se ajusta completamente a su situación al tratarse de un componente en contacto con otro sólido semi-infinito, que es el terreno. Los resultados de la simulación dinámica del caso base, señalan una demanda energética estimada en 47.463 kWh/año para un período anual de 8.760 horas.

Componente	K-EP *no film* (W/m²°C)	K-EP *with film* (W/m²°C)	K-propios *no film* (W/m²°C)	A (m²)	K·A (W/ °C)	K·A·ΔT (W)	W (%)
Muros Ext.	3.80	2.42	3.86	976.00	3708	29664	61
Piso	13.58	4.24	9.88	855.00	8447	8447	17
Ventanas	5.89	5.89	3.85	23.00	135	1080	2
Puertas	6.68	6.68	3.98	80.00	535	4280	9
Techo	0.74	0.67	0.67	855.00	633	5064	11
TOTAL	12.83	19.90	12.60	2789.00	13458	48535	100

Tabla 1. Datos de transmitancia térmica K de los elementos que constituyen la envolvente edilicia de la bodega.

Fuente: Elaboración propia en base a datos relevados.

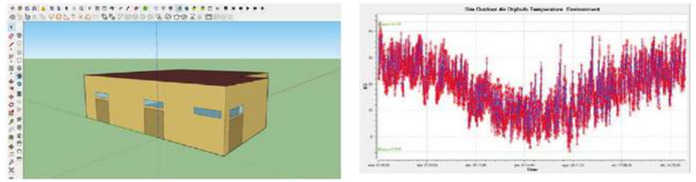


Figura 2. Resultados de 8760 horas de simulación: Temperatura Operativa interior del modelo base de la envolvente de bodega de conservación, a partir de los datos climáticos de la provincia de San Juan. Modelo en 3D de la zona térmica de bodega mediante la extensión Euclid en Sketch Up.

Fuente: Captura de pantalla de los resultados de la simulación energética del modelo base o de referencia, mediante el visor de archivos extensión .eso, xEsoView.

Se estima que la mayor precisión en la optimización termo energética de los elementos constructivos de la bodega provendría de los componentes muros exteriores y techo (Tabla 1). El relevamiento del caso señala además que la cubierta de techo de la bodega de conservación se encuentra adecuadamente aislada con lana de vidrio. Asimismo, estimando que la segunda mayor superficie de envolvente en la bodega la constituyen los muros exteriores (976m²) y que estos no se encuentran térmicamente aislados, se procede a proponer optimizaciones para dichos elementos constructivos. La optimización parte de la simulación dinámica de la bodega de conservación de vinos como caso base o de referencia, luego se cargan las propiedades térmicas del material poliestireno expandido en *Material: No Mass* y se edita el elemento *muros exteriores* en la pestaña *Construction*. Con estos *inputs* es posible proceder a la simulación dinámica de las optimizaciones pasivas del componente.

Estrategia pasiva

Considerando que el 61% de las cargas de la envolvente de la bodega proviene de la conducción térmica a través del elemento muro, se propone la incorporación de capas de planchas de poliestireno expandido, aplicadas por el lado exterior de los muros, fijado a la estructura mediante una malla metálica de 0.006 m, la cual es cubierta con revoque cementicio de 0.025 m de espesor. Los costos de mano de obra se conservan al 100% de los costos de la instalación de aislante térmico dado que a pesar de que el número de planchas pueda aumentar, la tarea de instalación es similar y este ítem es constante para N1, N2, N3 y N4, ya que no implica modificaciones estructurales. Para la experimentación, se simula la medida en niveles, marcados por la variación progresiva del espesor del aislante:

1. Nivel 1 (N1-0.02): Adición de capa de 0.02 m de espesor de poliestireno expandido.
2. Nivel 2 (N2-0.04): Adición de capa de 0.04 m de espesor de poliestireno expandido.
3. Nivel 3 (N3-0.06): Adición de capa de 0.06 m de espesor de poliestireno expandido.
4. Nivel 4 (N4-0.08): Adición de capa de 0.08 m de espesor de poliuretano expandido

Variables		Base	Estrategia Pasiva			
			N1-0.02	N2-0.04	N3-0.06	N4-0.08
Envolvente	ρ [kg/m³]	-	20	20	20	20
	e [m]	-	0.02	0.04	0.06	0.08
	λ [W/mK]	-	0.05	0.05	0.05	0.05
	R [m²K/W]	0.26	0.70	1.15	1.59	2.04
Energía	Demanda [KWh/año]	47.463	28.533	24.832	23.004	21.910
	Ahorro [kWh/ año]	-	18.930	22.631	24.459	25.553
	Δ Referencia [%]	-	40%	48%	52%	54%
Economía	Inversión Inicial [I_0, USD$]	-	- $4.205	-$6.342	-$8.479	-$10.615
	Tarifa Año1 [USD$]	-$2.136	-$1.284	-$1.117	-$1.035	-$986

Tabla 2. Cuadro comparativo de resultados económico-energéticos obtenidos para cuatro niveles de Estrategia Pasiva aplicada sobre la envolvente muros exteriores .Fuente: Datos obtenidos mediante simulación energética anual y cálculos propios.

Al igual que para el caso base o de referencia, la simulación dinámica comprende un período anual, el cual alcanza las 8.760 horas. La Tabla 2 integra la resistencia térmica y propiedades de los materiales empleados en la mejora de la envolvente construida, la energía eléctrica demandada y ahorrada por año y la inversión inicial (I_0) para realizar la mejora sobre la envolvente y la tarifa anual de energía eléctrica que se abona en concepto de la mejora realizada. Esta información se enmarca en tres variables: envolvente, energía y

economía. Para el caso de la envolvente, puede observarse el incremento de la resistencia térmica del muro a medida que aumentan los niveles de experimentación. En la misma dirección, la demanda energética disminuye hasta menos de la mitad. Las diferencias entre los ahorros energéticos obtenidos entre los 4 niveles de experimentación no supera una dispersión del 14%, pero los costos de inversión varían significativamente en la medida que se adicionan capas de aislación térmica. La tarifa anual consigue reducirse en más de la mitad de su costo, alcanzando ahorros cercanos al 60% en el nivel 4.

Estrategia activa

En este caso se realizan dos supuestos para cada nivel: (N1) se estima que la *carga térmica mínima ahorrada* mediante la estrategia pasiva (18.930 kWh/año) será provista mediante generación de energía solar fotovoltaica. El segundo supuesto para el nivel dos (N2) contempla el aprovechamiento del 100% de la energía solar, pero con un destino diferente al del suministro de la carga térmica, sino que se utiliza en el sistema de riego del predio. Este segundo supuesto tiene por finalidad observar la variación de los indicadores económicos cuando la estrategia activa se aprovecha al máximo de su potencial.

1. *En el primer supuesto* (N1-PV) en función de la carga térmica mínima ahorrada en la optimización de la envolvente de bodega (18.930 kWh/año), y estimando el costo medio de generación fotovoltaica de una unidad de potencia (kW) es de USD$ 900, para suplir los 27 kW de potencia del equipo de control térmico de la bodega, se requiere una inversión inicial USD$ 24.300. Esta inversión incluye además de los paneles, un inversor.

Para cubrir una demanda energética de 18.930 kWh a una potencia de 27 kW, se requieren 700 horas de producción de energía solar. Como se menciona en apartados previos, la ubicación geográfica de San Juan dispone de 7.5 HSP en verano, con lo cual el sistema de frío puede funcionar durante casi un tercio de las horas y por tres meses, alimentado con este recurso. Esta estrategia permite no solo suplir la energía térmica que demandan los procesos que suceden estacionalmente en la bodega, como lo es el control térmico del vino en verano, sino que continúa generando energía solar en los demás meses del año. En San Juan se registran en promedio anual 5.2 HSP, es decir que como media existen 1.898 HSP útiles acumuladas en 365 días.

2. *El segundo supuesto* (N2-PV100) considera un uso pleno de la energía solar fotovoltaica. Si tres meses -474,5 HSP acumuladas- se requieren para suplir el sistema de frío de la bodega, entonces es factible destinar las restantes 1.423,5 HSP acumuladas, hacia otros destinos como pueden ser el funcionamiento de las bombas de riego. Estos equipos disponen de una potencia similar a la de los paneles fotovoltaicos (rangos entre 22 y 29 kW), con lo cual se proveería -27 kW·1.423,5 HSP- de 38.435 kWh de energía solar promedio para riego. En este sentido, el ahorro anual medio estimado que se adiciona a los retornos por parte de la estrategia activa es de entre USD$ 1.000 y 1.340, unos USD$ 1.170 promedio anual.

La estrategia activa demanda la misma inversión para los dos niveles de estimación considerados. En el segundo nivel, la estrategia activa es más efectiva, alcanzando el 80% de ahorro tanto energético como económico.

Variables		Base	Estrategia Activa	
			N1-PV	N2-PV$_{100}$
Energía	Demanda [KWh/año]	47.463	-	-
	Ahorro [kWh/año]	-	18.930	38.435
	Δ Referencia [%]	-	40%	80%
Economía	Inversión Inicial [USD$]	-	-$24.300	-$24.300
	Tarifa Año 1 [USD$]	-$2.136	-$1.284	-$406

Tabla 3. Cuadro comparativo de resultados económico-energéticos obtenidos para dos niveles de la Estrategia Activa. Fuente: Datos obtenidos mediante cálculos propios.

SINTESIS COMPARATIVA

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en las tablas comparativas previas y se adiciona los resultados del análisis de rentabilidad financiera en el marco del flujo de fondos económico (FFE). Hasta este apartado se había destacado la efectividad de las estrategias pasivas y activas en el ahorro energético obtenido. En esta instancia se procede a valorar los indicadores de rentabilidad económica, VANE y TIRE, cuya regla de decisión es VANE>0 y TIRE > K_e.

Variables		Estrategia					
		Pasiva				Activa	
		N1-0.02	N2-0.04	N3-0.06	N4-0.08	N1-PV	N2-PV$_{100}$
Energía	Ahorro [kWh/ año]	18.930	22.631	24.459	25.553	18.930	38.435
	Δ Referencia [%]	40%	48%	52%	54%	40%	80%
Economía	Inversión I. [I_0, USD$]	-$4.205	-$6.342	-$8.479	-$10.615	-$24.300	-$24.300
	VANE [USD$]	$4.325	$3.664	$2.098	$179	-$18.684	-$6.126
	TIRE [%; 17,34%]	28%	24%	20%	18%	5%	14%
	Período de Repago [años]	6	7	9	12	81	17

Tabla 4. Cuadro comparativo de resultados económico-energéticos y financieros obtenidos para los proyectos económicos (FFE) de la Estrategia Pasiva y Activa, para distintos niveles. Fuente: Elaboración propia en base a valores obtenidos.

Puede observarse que tanto las estrategias pasivas como activas conducen a ahorros energéticos superiores al 40% de la demanda energética anual de la bodega. Sin embargo, el límite superior que alcanzan las optimizaciones energéticas mediante estrategias pasivas (54%) son muy inferiores a las que se puede alcanzar con estrategias activas (80%). Los costos de inversión (I_0) entre estrategias pasivas y activas son significativamente diferentes; la estrategia activa tanto para N1 como para N2, requiere el doble de capital que la estrategia pasiva más costosa (N4). Otra diferencia entre ambos tipos de estrategias es que las estrategias pasivas suelen tener mayor vida útil que las activas, superando en el 63% de los análisis de LCC los 30 años. Los sistemas activos tienen una vida útil máxima de 25 años. Para el diseño del flujo de fondos económico y financiero se unificó el horizonte temporal para estrategias pasivas y activas en 25 años. Los indicadores económico-financieros reflejan el hecho de que la estrategia pasiva en cualquiera de sus cuatro niveles es rentable, dado que se cumple VANE>0 y TIRE > K_e (17,34%). Los períodos de recupero simple van desde los 6 hasta los 12 años, en todos los niveles experimentados. En el caso de la estrategia activa, para cualquiera de sus dos niveles y aun consiguiendo un 80% de ahorro energético, la rentabilidad económica es negativa y el capital invertido podría recuperarse en un período tan largo como 81 años en el caso más desfavorable (N1-PV) y 17 años en el caso de N2-PV$_{100}$. En ocasiones, cuando los indicadores de rentabilidad no se alejan demasiado de las tasas de corte (Ke o WACC), pueden mejorarse mediante el empleo de recursos externos provenientes de un crédito. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en las tablas comparativas previas y se adiciona los resultados del análisis de rentabilidad financiera en el marco del flujo de fondos financiero (FFF). Anteriormente se destacó que los cuatro niveles de experimentación de la estrategia pasiva entregaron rentabilidades positivas, siendo cualquiera de ellas conveniente para la inversión en optimización energética. Dada la regla de decisión para el esquema de financiamiento externo parcial VANF>0 y TIRF > WACC (26,8%), los resultados se tornan negativos en todos sus niveles excepto N1. En este nivel, la rentabilidad mejora un 4% anual en dólares, pero el valor actual neto del proyecto financiero (VANF) se reduce en menos de una cuarta parte del valor actual neto del proyecto económico (VANE). Cabe mencionar que, en la realidad, algunas veces el crédito se invierte en el proyecto y ese capital propio que se deja de invertir, se coloca en otros instrumentos financieros que generan un ingreso periódico superior a la tasa WACC. Esta variable si bien en este trabajo no se considera en los FFF, se menciona a fin de resaltar que no se contemplan este tipo de ingresos potenciales al proyecto financiero, que generalmente mejoran el FFF y su VANF. El empleo de financiamiento externo no conduce a mejorar los indicadores de rentabilidad del proyecto económico, sino que los empeora en todos los casos. Esto responde al escenario macro-económico de la Argentina (2018-2019), en el cual las condiciones crediticias gobernadas por altas tasas de interés nominal (48%), y al cor-

to período de devolución (5 años) del crédito y a un sistema de amortización del préstamo, cuya cuota trimestral permanece constante a lo largo de los cinco años. Luego de esos cinco años -cuando se devuelve el crédito por completo- los FFF señalan ingresos positivos al proyecto económico, pero no son suficientes debido a su magnitud en dólares y al momento *n* (año 6) en que comienzan a aportar flujos positivos al proyecto financiero.

Variables		Estrategia					
		Pasiva				Activa	
		N1-0.02	N2-0.04	N3-0.06	N4-0.08	N1-PV	N2-PV_{100}
Energía	Ahorro [kWh/ año]	18.930	22.631	24.459	25.553	18.930	38.435
	Δ Referencia [%]	40%	48%	52%	54%	40%	80%
Economía	VANE [USD$]	$4.325	$3.664	$2.098	$179	-$18.684	-$6.126
	VANF [USD$]	$903	-$171	-$1.731	$3.479	-$18.205	-$11.471
	TIRE [%; 17,3%]	28%	24%	20%	18%	5%	14%
	TIRF [%; 26,8%]	32%	26%	22%	19%	6%	15%

Tabla 5. Cuadro comparativo de resultados económico-energéticos y financieros obtenidos para los proyectos financieros (FFF) de la Estrategia Pasiva y Activa, para distintos niveles de experimentación.

Fuente: Elaboración propia en base a valores obtenidos.

CONCLUSIONES

Los resultados indican la preponderancia económica de la estrategia pasiva aislación térmica de muros exteriores de la bodega en todos los niveles de experimentación, por sobre la estrategia activa de generación de energía solar fotovoltaica. En el caso de la estrategia activa los indicadores energéticos señalan que el ahorro mejora con cada nivel superior de experimentación, pero que puede superarse ampliamente con la estrategia activa N2-PV_{100}. La inversión inicial para la estrategia activa en sus dos niveles supera el doble del capital requerido para la estrategia pasiva N1, pero en el caso de la estrategia activa N2-PV_{100} la cobertura de la demanda energética es superior. Resulta complejo tomar una determinación; la estrategia activa es preferible desde el enfoque energético, pero no lo es desde el enfoque económico si nos basamos tanto en la inversión inicial requerida como en el flujo de fondos económico para un horizonte temporal de 25 años. De esta manera y considerando el enfoque económico la estrategia pasiva N1 cumple con las reglas de decisión económica-financiera y en general también los demás niveles de la estrategia pasiva son opciones rentables. Respecto de la variable tiempo se unificó un horzonte temporal de 25 años a efectos comparativos tanto para la estrategia activa como pasiva. Desde este enfoque, contemplando el período de repago simple, la estrategia pasiva en tres de sus cuatro niveles, proporciona un recupero de la inversión en un plazo menor a 10 años. Comparando la estrategia activa N1-PV y la pasiva N1, ambas con el mismo ahorro energético (18.930 kWh/año), para recuperar la inversión en el primer caso se requieren 81 años, mientras que en el segundo caso se demandan 6 años. Si se optimiza la estrategia activa a través de N2-PV_{100}, el período de recupero se reduce a 14 años. Contextualizando estos años en la vida útil de las tecnologías que se analizan se observa que un panel fotovoltaico tiene 25 años de vida útil frente a más de 30 años -50, a veces 80 años- que tiene una edificación. En el caso de la estrategia activa N2-PV_{100}, cuando se recupera la inversión, restan 9 años de su vida útil antes de su liquidación final, mientras que en el caso de la estrategia pasiva N1, cuando la inversión se recupera, pueden quedar más de 30 años de vida útil durante la cual proveerá ahorros energéticos moderados. El análisis comparativo no alteraría sus resultados si estimáramos tasas de descuento distintas o si estimáramos tarifas de energía eléctrica más caras. Podríamos observar resultados económicos distintos en caso que disminuyera la inversión inicial requerida por la estrategia activa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Barbaressi, A.; Dallacassa, F.; Teorreggiani, D.; Tassinari, P. (2016) *Retrofit interventions in non-conditioned rooms: calibration of an assessment method on a farm winery.* Journal of Building Performance Simulation, pp. 91-104. https://doi:10.1080/19401493.2016.1141994

· Barbaressi, A; Bovo, M; Torreggiani, D; (2020) *The dual influence of the envelope on the thermal performance of conditioned and unconditioned buildings.* Sustainable Cities and Society 61:102298. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102298

· Costanzo, V.; Fabbri, K.; Piraccini, S. (2018) *Stressing the passive behavior of a Passivhaus: An evidence-based scenario anal-ysis for a Mediterranean case study.* Building and Environment vol. 142, pp. 265–277. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.035.

· Dumrauf, G. (2003). *Finanzas Corporativas*. Editorial Grupo Guía S.A.

· Energía San Juan (2020) *Encuadre Tarifario*. http://www.energiasanjuan.com.ar/

· Ferrara, M.; Prunotto, F.; Rolfo, A.; Fabrizio, E. (2019) *Energy Demand and Supply Simultaneous Optimization to Design a Nearly Zero-Energy House.* Applied Sciences vol. 11. https://doi:10.3390/app9112261

· Gitman, L.; Zutter, C.; (2012) *Principios de Administración Financiera*. Editorial Pearson.

· Grossi Gallegos, H; Righini, R. (2007) *Atlas de Energía Solar de la República Argentina*. Editorial SECyT-UN-Dirección Nacional de Proyectos Especiales.

· Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11603. *Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires, Argentina, 1996.

· International Energy Agency (IEA; 2020) *Data and Statistics*. https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2%20emissions%20by%20energy%20source

· Kestelboim, M. (2018) *Informe Económico CGERA*. Editorial de la Confederación General Empresaria. http://www.cge-ra.org/V16/informes-economicos-y-empresarios/

· Ministerio de Desarrollo Productivo (2020) *Factor de Emisión*. https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/energia-electrica/estadisticas/informes-estadisticos-del-sector-electrico

· Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina (MINEM; 2019). *Datos y Estadísticas*. https://www.argentina.gob.ar/energia/datos-y-estadisticas

· Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC; 2017). *Natural gas proven reserves by country*. https://www.opec.org/library/Annual%20Statistical%20Bulletin/interactive/current/FileZ/XL/T32.HTM

· Perdigones, A.; García, I.; Porras-Prieto, C.; Gomez-Villarino, M.; Baptista, F.; García, J. (2021) *Evaluation of the cost-effectiveness of grid-connected photovoltaic solar energy in wineries.* Ciência e Técnica Vitivinícola, vol 36, pp. 45-54. https://doi.org/10.1051/ctv/ctv2021360145

· Ramos Sanz, A. (2017) *Potencial de Demanda energética cero en envolventes industriales: el caso de la vinificación en zonas de gran amplitud térmica*. Revista Internacional Hábitat Sustentable, vol. 7, pp. 40-49. https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.02.04

· Ramos Sanz, A. (2020) *Valuación de proyectos de inversión en Eficiencia Energética en PyMEs* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, República Argentina.

· Revista Petroquímica (2018) *Para cubrir los costos energéticos, las PyMEs deben multiplicar sus ventas por 14*. https://www.revistapetroquimica.com/para-cubrir-los-costos-energeticos-las-pymes-deben-multiplicar-sus-ventas-por-14/

· Secretaría de Gobierno de Energía (2019) *Guía del Recurso Solar.* https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_del_recurso_solar_anexos_final.pdf

AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN ENVOLVENTES LATERALES MULTICAPA. MEDICIONES EN LABORATORIO

AIRBORNE ACOUSTIC INSULATION OF MULTILAYER ENVELOPES. LABORATORY MEASUREMENTS OF ROSARIO

Alicia Rivoira
Sebastián Coca
Tomás O´Neill
Roberto Tambussi
Luisina Abiega

Centro de Investigaciones Acústicas CIAL /
Introducción a la tecnología A

FAUD — UNC, Córdoba, Argentina

—
alicia.rivoira@unc.edu.ar

RESUMEN

Se evalúa el aislamiento acústico al ruido aéreo de envolventes laterales multicapa de sistemas constructivos mixtos, con el objetivo de comparar su eficiencia. Los ensayos se realizan en cámaras de transmisión acústica y recepción del Centro de Investigaciones Acústicas CIAL. Estas cámaras, permiten estudiar y evaluar el aislamiento acústico a ruido aéreo suprimiendo la transmisión del sonido a través de vías indirectas. Se presentan en esta comunicación resultados en forma de tablas, con los correspondientes índices de reducción sonora y curvas de aislamiento de distintas muestras. Se comparan entre sí y con valores establecidos en Normas IRAM, de modo de identificar sistemas más eficientes y detectar problemas. Los resultados se almacenan en una base de datos. Esta información será presentada a responsables de materias de grado y posgrado para su uso en actividades educativas y se podrá accedar a ella, desde la página web de CIAL.

PALABRAS CLAVES: sistema constructivo mixto – índice de reducción sonora – evaluación en Laboratorio – eficiencia

ABSTRACT

Acoustic insulation against airborne noise of multilayer lateral envelopes of mixed construction systems is evaluated, in order to compare their efficiency. Measurements are carried out in acoustic transmission and reception chambers (side by side) of CIAL Acoustic Research Center. These chambers allow the study and evaluation of airborne sound insulation by suppressing sound transmission through indirect pathways. Main results of different samples are reported in this communication in tables and sound insulation curves, with the corresponding noise reduction índices. Experimental findings are compared each other and with IRAM Standard established values, in order to identify the most efficient systems and detect problems. Subsequently, results are stored in a database. This information will be presented to those responsible for undergraduate and postgraduate courses for use in educational activities and can be accessed from CIAL website.

KEY WORDS: mixed construction systems – sound reduction index – laboratory evaluation – efficiency

INTRODUCCIÓN

El ruido ha sido definido como una señal sonora cuya información no es útil o deseada. Puede decirse también, que es un sonido de espectro complejo y variable. La exposición al ruido puede provocar efectos perjudiciales para la salud, como dolor de cabeza, disconfort, cambios de humor, dificultades de observación, concentración y sordera.

Las fuentes de ruido que atentan contra el confort acústico de los usuarios de la arquitectura son numerosas: fuentes externas como el tránsito vehicular, estaciones de servicio, obras en construcción, actividades comerciales y de recreación, etc., y fuentes internas como el uso de equipamiento de audio y video.

Las molestias ocasionadas por el ruido, dependen de diversos factores. Ellos pueden ser: la energía sonora, el tiempo de exposición, características del sonido, tipo de receptor y actividad, entre otros. ¿Por qué es necesario actuar contra el ruido? Como plantea Segues (2015) las actuaciones contra el ruido mejoran el descanso, las condiciones laborales, suponen un ahorro en gasto sanitario y un ahorro en horas laborales perdidas, contribuyendo a mejorar el confort acústico de los usuarios.

Alain Muzet, (2007), señala qué en Francia, los estudiantes cuyos colegios lindan con zonas ruidosas (industrias, aeropuertos o carreteras con mucho tránsito) tardan más en aprender a leer, presentan mayor agresividad, fatiga, tienen mayor tendencia al aislamiento, y cierta dificultad de relación con los demás.

Morales (2006), señala que la revista médica británica The Lancet (2005) publica un estudio donde se analiza el comportamiento de 2.800 niños de entre 9 y 10 años, de 89 escuelas primarias próximas a tres grandes aeropuertos: Schiphol en Amsterdam, Barajas en Madrid, y Heathrow en Londres. Según la investigación, “los menores pueden retrasar hasta dos meses su edad de aprendizaje por cada incremento de cinco decibeles en el nivel de ruido aéreo”. También plantea, que según la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana, los colegios ubicados en el centro de Santiago de Chile, soportan – en sus aulas– niveles que superan los 80 dB. Mientras que la OMS recomienda un máximo de 35 dB, para un lograr un aprendizaje adecuado.

Acciones contra el ruido son imprescindibles de modo de contribuir a la calidad de vida de los usuarios. Pero mientras las fuentes de ruido continúen siendo una amenaza para la salud pública y confort acústico, los arquitectos podemos diseñar espacios y sus envolventes interiores, exteriores, en medianeras, de modo de evitar y/o disminuir la transmisión acústica a través de ellas. Tenemos la oportunidad de dar respuesta a la problemática del ruido a través de su diseño y materialización. En consecuencia, es necesario plantear cerramientos eficientes que aíslen acústicamente del ruido aéreo proveniente de otros locales o del exterior.

Se entiende por aislamiento acústico, a la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran a la señal sonora deseada y por aislamiento acústico a ruido aéreo de un cerramiento, a la pérdida de energía que experimentan las ondas acústicas al atravesar el muro. El asilamiento acústico depende tanto de las características físicas del material que compone el cerramiento y su puesta en obra como de las características del ruido.

El presente trabajo forma parte de una investigación de calidad acústica de envolventes laterales de sistemas constructivos mixtos y presenta resultados de aislamiento acústico de envolventes laterales mixtas y continuará con la valoración y mediciones de aislamiento acústico de sistemas multicapa vía seca utilizadas en la arquitectura educacional. Éste se realiza desde la cátedra de Introducción a la tecnología A y Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas CIAL. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de Córdoba.

METODOLOGÍA

Se realizan ensayos de Laboratorio de aislamiento acústico de envolventes laterales multicapa mixtas, en cámaras del CIAL – FAUD – UNC tomando como referencia lo establecido en la Norma Iram 4063-3:2002 Acústica: Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. La cámara utilizada cuenta con dos recintos adyacentes: cámara de emisión o transmisión acústica y cámara de recepción (Fig. 1). Ellas permiten estudiar y evaluar el aislamiento acústico a ruido aéreo de cerramientos de diversos materiales y composiciones, al suprimir la transmisión del sonido a través de vías indirectas. La superficie de la muestra a evaluar en cámara es de 4m2 aproximadamente y se ubica entre ambas cámaras.

Fig. 1. Planta y vistas cámaras de transmisión y recepción. CIAL – FAUD – UNC.

Las condiciones del laboratorio están definidas en las Normas 4063-3 y Norma ISO 140-1. Si bien las cámaras del CIAL, no responden a la normativa vigente en tamaño y superficie de la muestra a evaluar, se considera que los resultados obtenidos pueden constituir un aporte para proponer alternativas de uso eficiente de envolventes multicapa (Tabla 1).

	Normas	CIAL
Volúmen cámara de emisión (m^3)	60	94,91
Volúmen cámara de recepción (m^3)	50	25,41
Tiempo de reverberación (s)	1≤TR≤2	1≤TR≤2
Superficie muro a evaluar (m^2)	10	4
Rango de medición	100 Hz a 5 KHz	100 Hz a 5 KHz

Tabla 1: Características de las cámaras-Tabla comparativa Normas ISO 140-1 e IRAM 4063-3 y cámaras CIAL.

Fuente: Elaboración propia.

El método de medición consiste en generar un nivel sonoro a un lado del muro (cámara de transmisión) y medir cual es el nivel sonoro del otro lado (cámara de recepción). El nivel de presión sonora adoptado es superior a 80 dB. Se tomaron 18 mediciones con 6 posiciones fijas en cámara de transmisión y 3 en cámara de recepción. Para cada posición individual, el tiempo de promediación es de 10 segundos en cada banda de frecuencia. En las mediciones en cámaras de ensayo se utilizan: amplificador profesional Behringer, subwoffer o altavoz Mackie, baffle Peavy, fuente omnidireccional, micrófonos, y software propio del Centro. La fuente está ubicada en la cámara transmisora y se alimenta con ruido rosa desde el amplificador. Un micrófono se encuentra en la cámara transmisora y otro en la receptora. La aplicación determina la aislación sonora al ruido aéreo como:

$$R = L_1 - L_2 + 10\log\frac{S}{A} \quad \text{(dB)}$$

L1: nivel sonoro medido en la cámara transmisora.
L2: nivel sonoro medido en la cámara receptora.
S: área de la muestra.
A: área de absorción sonora equivalente de la cámara receptora.

DESARROLLO.

Se realizan, en un primera etapa, los ensayos de las muestras enumeradas en Tabla 2. Se detallan las características de los cerramientos.

Ensayo	Muro 140 mm mampostería (ladrillo común 120 + revoque en ambas caras)	Montante (70 mm)		Placa de yeso (12,5 mm)	Espesor resultante (mm)
		Con cámara de aire	Con lana de vidrio		
E 01	X				140
E 02	X	X		X	140+70+12,5
E 03	X	X		X (doble)	140+70+12,5+12,5
E 04	X		X	X	140+70+12,5

Tabla 2: Ensayos. Materiales y características de las envolventes. Fuente: elaboración propia.

Se respetan las técnicas constructivas de la zona en su montaje en el portamuestras. Se evalúa la muestra en las frecuencias: 125 – 250 – 500 – 1000 – 2000 Hz. Se compara la curva obtenida con un tipo determinado que se adopta como referencia establecido en Norma IRAM 4043-1. Se presenta en las Fig. 2,3, 4 y 5 el proceso de montaje de cada una de las muestras evaluadas y el detalle de su composición.
La temperatura y humedad relativa en ambas cámaras al momento de las mediciones 22°C y 50%.

Montaje en cámara de Muro de ladrillo de campo revocado. (Muro existente en cámara.sin datos de densidad del ladrillo)

Fig. 2: Ensayo 01: 140. (mampostería de ladrillo común 120 + revoque en ambas caras).

Montaje en cámara de estructura y paneles de yeso cartón sobre muro de mampostería de ladrillo de campo. (sin agregado de material elástico)

Fig. 3: Ensayo 02: 140 + 70 + 12,5. Montaje de la muestra.

Montaje en cámara de segunda placa de yeso cartón. (sin agregado de material elástico)

Fig. 4: Ensayo 03: 140 + 70 + 12,5 + 12,5. Montaje de la muestra.

Incorporación de lana de vidrio y montaje de placa de yeso cartón. (sin agregado de material elástico)

Fig. 5: Ensayo 04: 140 + 70+ 12,5. Montaje de la muestra.

RESULTADOS
Se presenta en Tabla 3 los resultados de las mediciones en las diferentes frecuencias con su correspondiente Rw. Se grafican los resultados obtenidos y se calcula para cada ensayo el Índice de Reducción sonora ponderado Rw, con software propio del CIAL, (Maristany, A:2007) (Fig. 6). El mismo permite comparar la efectividad de aislamiento de las envolventes y materiales con respecto a la palabra Las densidades de energía que percibe el oído humano son muy amplias y se ubican en el orden de 10^{14} entre los valores máximos y mínimos y por ello que se utiliza una unidad logarítmica para relacionar los distintos valores: el Belio. La unidad práctica es el decibelio, que brinda una escala de 140 dB para el margen audible.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	Rw (dB)
Ensayo 1	32.67 dB	34.95 dB	35.63 dB	42.26 dB	45.68 dB	39
Ensayo 2	35.7 dB	35.9 dB	43.5 dB	48.3 dB	50.7 dB	44
Ensayo 3	34.7 dB	37 dB	44.3 dB	48.6 dB	51.1 dB	45
Ensayo 4	36.1 dB	38.4 dB	44.5 dB	49.4 dB	52.2 dB	46

Tabla 3: Resultados de aislación acústica de envolventes ensayadas e índice de Reducción sonora ponderada (Rw)

Fuente: elaboración propia.

Nota: El índice ponderado de reducción sonora (Rw) es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia sonora W1 que incide sobre la pared bajo estudio y la potencia sonora W2 transmitida a través de la muestra $Rw = 10 \lg \frac{w1}{w2}$. Iram 4063-3 ecuación (4). Este índice permite comparar la eficiencia de los diferentes tipos de envolventes.

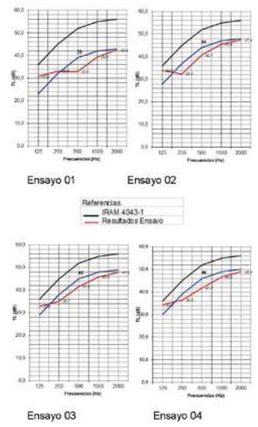


Fig. 6: Resultados aislamiento a ruido aéreo e Índice de reducción sonora ponderado Rw.

En las Fig. 7, 8 y 9 se presentan gráficos comparativos de los diferentes ensayos con los resultados correspondientes de aislamiento acústico a ruido aéreo de las muestras y valores de la curva de referencia (Norma Iram 4043)

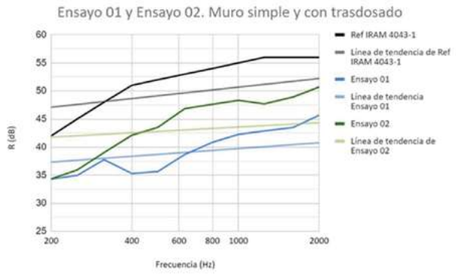


Fig. 7: Ensayos 01 y 02. Valores referenciales de Norma IRAM 4043 – 1

Análisis comparativo
Ambas envolventes presentan aislamientos más bajos en 200 Hz (34,3 y 34,34 dB) (mínima frecuencia analizada en esta etapa del estudio). A partir de los 300 Hz la envolvente con cámara de aire (E 02) manifiesta un claro aumento en el aislamiento, llegando en algunas frecuencias a 8 dB. Las líneas de tendencia se mantienen casi paralelas entre sí, pero la línea de tendencia tomada como referencia (IRAM 4043-1) presenta mayor pendiente.

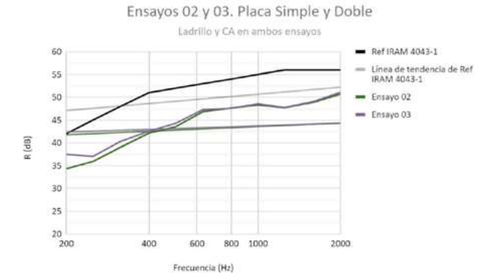


Fig. 8: Ensayos 02 y 03. Valores referenciales de Norma IRAM 4043 – 1

Análisis comparativo
Se observa que las curvas presentan una configuración similar. Los máximos valores de aislamiento se presentan en 2000 Hz (50,7 dB para la placa simple y 51,1 dB para la doble placa). Es despreciable el aumento del aislamiento debido a la incorporación de otra placa del mismo espesor, en el resto de las frecuencias.

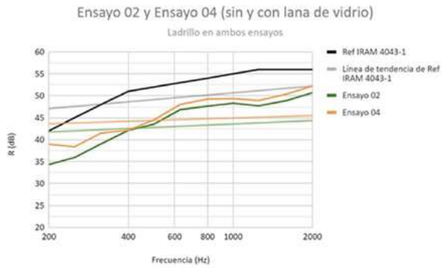


Fig. 9: Ensayos 02 y Valores referenciales de Norma IRAM 4043 - 1

Análisis comparativo

Al introducir un material absorbente en la cámara, la energía acústica vé impedido su paso por el material y la energía se disipa como energía calórica generada por fricción. Se produce de este modo una mejora en el aislamiento acústico del muro.

Eficiencia del aislamiento.

Se presenta en Tabla 3, la relación entre el índice de desempeño Rw obtenido en cada ensayo, con la percepción de personas.

Ensayo	Rw obtenido	Grado de privacidad de la palabra.
01	39	La voz alta se escucha como murmullo
02	44	La voz alta se percibe con esfuerzo
03	45	La voz alta se percibe con esfuerzo
04	46	La voz alta se percibe con esfuerzo

Tabla 3: Indice de Reducción sonora ponderada (Rw) de envolventes evaluadas y grado de efectividad ante la palabra. Fuente: Ricardo Estelles Díaz. Aislación acústica. Grado de privacidad de la palabra.

Almacenamiento de la información.

Los resultados de los ensayos realizados se almacenan en una base de datos propia, realizada en ACCESS 2016. Esta base de datos presenta información de materiales para acondicionamiento acústico y sus coeficientes de absorción para diferentes frecuencias y sistemas constructivos y sus valores de aislamiento acústico en distintas frecuencias.

Allí se introducen datos administrativos como datos del laboratorio, identificación de la muestra, responsables de la medición, datos de temperatura y humedad relativa de las cámaras, datos de la muestra, como descripción gráfica y escrita de la muestra analizada, características de montaje, datos del ensayo, como condiciones de temperatura y humedad relativa y resultados en tablas y gráficos, entre otros. (Fig. 10)

Fig. 10: Base de datos. Formulario de consulta. Descripción de sistema evaluado y Resultados.

CONCLUSIONES

La construcción mixta evaluada, permite aportar soluciones vía seca y/o mejoras a una envolvente vía húmeda existente que presenta limitaciones en el aislamiento acústico, a través de sistemas flexibles, minimizando los tiempos de construcción, de fácil montaje y obra limpia.

Los resultados obtenidos nos permiten observar un importante aumento de la aislación acústica al incorporar la cámara de aire de 70 mm y el panel de yeso cartón a un muro de mampostería de ladrillo común de uso frecuente como cerramiento en nuestro medio. El máximo de aislación se presenta en el rango de 400 a 1000 Hz, alcanzando un máximo de 8 dB. Luego disminuye levemente para frecuencias superiores. Se continuará con la evaluación de la envolvente con cámara de aire de 35 mm.

La duplicación de la placa del mismo espesor no aporta una mejora en el aislamiento acústico del muro. La contribución de una segunda placa se observa para bajas frecuencias, alcanzando su máximo en 200 Hz con 3 dB. Se continuará con la evaluación de las envolventes con distintos espesores de placa.

La incorporación de material absorbente en la cámara de aire, permitió aumentar el aislamiento del paramento en 2 dB cómo máximo. Por arriba de los 600 Hz el aumento es aislamiento es homogéneo. Es necesario ensayar con diferentes densidades de lana de vidrio y diferentes espesores para evaluar los efectos que producen estos parámetros a la aislación del muro.

Es preciso notar que el muro utilizado en la evaluación en cámara ha sido construido con anterioridad a este ensayo, por lo cual no es posible establecer la densidad de los ladrillos utilizados y su consiguiente peso superficial sin deteriorar las condiciones de la cámara.

Las técnicas constructivas utilizadas para el montaje de las muestras de envolventes ensayadas, reproducen las técnicas usuales en el medio. Los ensayos se repetirán utilizando material elástico en los puentes acústicos, (montantes y soleras) de modo de comparar los resultados obtenidos.

El almacenamiento de la información en una base de datos abierta permite realizar un aporte a profesionales del medio preocupados por el confort acústico y a cátedras de la FAUD-UNC que desarrollan esos contenidos.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección del Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas CIAL - FAUD – UNC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Estellez Díaz, R. (2005). Aislación acústica. Documento elaborado para el curso Acondicionamiento Acústico. Facultad de Arquitectura de Montevideo. UdelaR.

· Instituto Argentino De Normalización y Certificación. (2015). IRAM 4043-1:2015 – Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento al ruido aéreo.

· Instituto Argentino De Normalización y Certificación. (2002). IRAM 4063-3: 2002 – Acústica. Medición de aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción.

· Frutos Vázquez, B. Olaya Adán, M. y Ceballos Nieto, J. (2008). Análisis acústico de soluciones constructivas con hojas compuestas de entramado autoportante. En Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, Instituto Eduardo Torroja (Eds). Actas de las II Jornadas de Investigación en construcción. (905-919).

· Maristany , A. (2007). Software de cálculo de Rw. De uso interno CIAL – FAUD – UNC.

· Morales, C. (2006). El ruido deja en silencio al planeta. Ciencia y Trabajo. Ruido laboral. 8 (20). A 45-A 49.

· Muzet, A. (2007). Environmental noise, sleep and health. Sleep Medicine Reviews. 11 (2), 135-142.

· Ruiz, L. Delgado, E. Neila, F.J. y Vega, S. (2012): Comparativa del comportamiento acústico entre fachadas multicapas ligeras y fachadas tradicionales. Materiales de Construcción [en línea], manuscrito aceptado. doi: 10.3989/mc.2012.03211

· Segues, F. (2015). Elementos para una gestión proactiva del ruido. Rutas. Revista de la Asociación técnica de carreteras. Nro. 163. Abril – Junio 2015. 10-17. http://www.atc- piarc.com/rutas_descargar.php?numID=163

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS INFRAESTRUCTURAS DEL PROGRAMA NACIONAL 700 ESCUELAS, LOCALIZADAS EN ZONAS BIOAMBIENTALES DIFERENCIADAS DE SAN JUAN

COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO INFRASTRUCTURES OF THE NATIONAL PROGRAM 700 SCHOOLS, LOCATED IN DIFFERENTIATED BIOENVIRONMENTAL ZONES OF SAN JUAN

Cristian Gonzalo Sguario
María Guillermina Ré

Instituto Regional de Planeamiento y Habitat (IRPHa)

FAUD — UNSJ, San Juan, Argentina

—

gonzalo.sguario@faud.unsj.edu.ar

RESUMEN

Desde el punto de vista del Diseño Ambientalmente Consciente, el clima del lugar es un factor a considerar en el desarrollo de proyectos que respondan adecuadamente a las condiciones exteriores. El objetivo del presente trabajo es conocer las particularidades arquitectónicas de dos infraestructuras escolares del Programa Nacional 700 Escuelas emplazadas en distintas zonas bioambientales de la provincia de San Juan. Para ello se lleva a cabo un análisis comparativo, respecto a cuatro categorías: *ambiental, funcional, morfológica y tecnológica*. El diagnóstico elaborado para cada edificio escolar y la comparación entre ambos, permite concluir que los establecimientos corresponden a un prototipo arquitectónico similar, implantado en Zona Fría (V) y Zona Templada-Cálida (III). Este hecho ocasiona que las infraestructuras respondan de manera divergente en cada clima, generando situaciones de disconfort en determinadas estaciones del año. Como cierre del trabajo se reafirma la importancia de proponer respuestas arquitectónicas acordes al diseño bioclimático.

PALABRAS CLAVES: infraestructura escolar – arquitectura – funcionalidad – tecnología – ambiente

ABSTRACT

From the point of view of Environmentally Conscious Design, the climate of a place is a factor to consider in the development of projects that adequately respond to external conditions. The objective of this work is to know the architectural features of two school located in different bioenvironmental zones of the province of San Juan, which correspond to the National Program 700 Schools. A comparative analysis in four categories is carried out: *environmental, functional, morphological and technological*. The diagnosis for each building and the comparison between them, allows to conclude that both schools have similar architectural prototype, but are implanted in the Cold Zone (V) and in the Temperate-Warm Zone (III). This fact causes the infrastructures to respond differently in each climate. Discomfort situations are generated in certain seasons of the year. As a closing of the work, the importance of proposing architectural responses according to bioclimatic design is reaffirmed.

KEY WORDS: school buildings – architecture – functionality – technology – environment

INTRODUCCIÓN

Las escuelas son espacios que necesitan garantizar condiciones ambientales aceptables para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y contribuir a la relación de docentes y alumnos en periodos diarios de 5 horas promedio. En este sentido, el ambiente físico contribuye de manera decisiva al desenvolvimiento de las actividades facilitando el alcance de los objetivos educativos (San Juan, 2014, Bracho y Muñis, 2007). La consciente disposición de los recursos es uno de los principales indicadores de la calidad del sistema educativo. La infraestructura escolar, como recurso y soporte físico, se convierte en un factor fundamental en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes (Duarte et al., 2011).

En las últimas décadas, las políticas públicas de nuestro país, han puesto énfasis en la construcción de edificios escolares. En la provincia de San Juan, las escuelas erigidas desde el año 2004 mantienen un lenguaje arquitectónico tal que las caracteriza e identifica en cuanto a su morfología, funcionalidad y tecnología constructiva. Durante el proceso proyectual fueron considerados algunos principios del diseño bioclimático, con el objetivo de responder adecuadamente a las características del lugar de implantación (Ministerio de Educación, 2004).

La arquitectura bioambiental se define como aquella proyectada de acuerdo al clima y las condiciones del entorno en la búsqueda por conseguir un estado óptimo de confort higrotérmico en su interior (Garzón, 2007). Se integran al diseño, sistemas pasivos y activos, con el fin de reducir el consumo energético. Entre las estrategias utilizadas se puede mencionar el propiciar la iluminación y ventilación natural, prever protección solar en verano y ganancia directa en invierno, utilizar aislación térmica en la envolvente para aumentar la conservación de las temperaturas de confort e incorporar sistemas de generación de energía renovable.

Según Czajkowski y Gómez (2009), el Diseño Ambientalmente Consciente [DAC] establece criterios metodológicos con el fin de lograr una arquitectura sustentable y adaptada al lugar de pertenencia. En esta línea, se introduce durante el proceso de diseño, todo conocimiento pertinente al clima, estrategias bioclimáticas y materialidad de las envolventes, que permitan analizar las situaciones particulares del sitio de implantación.

A nivel nacional, se han realizado numerosas investigaciones sobre edificios escolares. Éstas han contribuido al conocimiento con el análisis de prototipos arquitectónicos, su desempeño térmico y energético y su adecuación bioclimática (Giuliano y Garzón, 2016; Melchiori et al., 2014; Marcilese y Czajkowski, 2013; Mendoza Vela, et al., 2020; Boutet, Hernández y Jacobo, 2020).

El desarrollo del artículo se enmarca en el proyecto CICITCA (2020-2022) titulado "Estructura analítica para la calificación energética y de sustentabilidad en edificios escolares existentes del Área Metropolitana de San Juan. Parte 2". La información presentada forma parte de la beca de estudiantes avanzados "Análisis del comportamiento térmico de edificios del Programa Nacional 700 Escuelas, localizados en diferentes zonas bioambientales de la provincia de San Juan, mediante simulación térmica".

El objetivo es conocer la respuesta ambiental y elaborar un diagnóstico de dos infraestructuras del Programa Nacional 700 Escuelas [PN700E] emplazadas en distintas localidades de la provincia de San Juan. Se lleva a cabo un análisis comparativo de cuatro categorías que permitan caracterizar los edificios desde los aspectos: *ambiental*, *funcional*, *morfológico y tecnológico.*

METODOLOGÍA

La presente investigación posee un carácter descriptivo/comparativo. Se procede al estudio de dos edificios escolares existentes ubicados en distintas localidades de la Provincia de San Juan, con escenarios climáticos diferenciados. Los casos de estudio son contemporáneos y pertenecen al mismo Programa Nacional de construcción de infraestructura escolar llamado "700 Escuelas". Éstos poseen una tipología edilicia similar, pero con algunas variantes.

Con el desarrollo del trabajo se busca reconocer los puntos en común y las diferencias entre ambos casos, a partir del análisis de cuatro categorías (Fig. 1). Su estudio y comparación permite elaborar un diagnóstico e identificar aspectos positivos y negativos desde la mirada del Diseño Ambientalmente Consciente.

Fig. 1: Esquema conceptual de categorías de análisis. Fuente: Elaboración propia.

- Categoría Ambiental: se aborda la relación del establecimiento con el clima de la zona bioambiental a la cual pertenece. También se analizan las recomendaciones de diseño arquitectónico de la Norma IRAM 11603 (2012), para los diferentes climas. El estudio se complementa con la utilización de programas de diseño bioclimático: Método Mahony-Evans (MET-ME; Blasco Lucas, 2013) y Bruce Novell Ampliado (BNA; Mesa, 2002).
- Categoría Funcional: se analiza el funcionamiento del establecimiento en cuanto a su organización espacial y zonificación. Las escuelas fueron diseñadas utilizando el Manual de Proyecto (Ministerio de Educación, 2004), el cual brinda información para que las edificaciones cumplan con las necesidades del sistema educativo.
- Categoría Morfológica: se estudia la forma de los edificios a partir de las sub categorías: volumetría, color y textura. La composición morfológica responde a decisiones de diseño que buscan otorgar una imagen contemporánea y lograr la identidad de la obra arquitectónica.
- Categoría Tecnológica: se identifican los materiales empleados en la envolvente, tanto de muros como de techos, analizándose las propiedades térmicas de los mismos.

Casos de Estudio

Para realizar el análisis comparativo, se seleccionan dos casos de estudio representativos de arquitectura escolar del PN700E, emplazados en distintas zonas bioambientales de San Juan. En la provincia son 25 los edificios que pertenecen a dicho Programa, los cuales se encuentran localizados principalmente en zonas suburbanas o periféricas que presentaban una ausencia significativa de establecimientos y de espacios comunitarios (Ré, 2017).

El Caso 1 corresponde a la Escuela de Educación Especial Múltiple de Pocito [EEEMP]. Se ubica en el departamento de Pocito, a 17 km del centro de San Juan y corresponde a un área rur-urbana. Es un establecimiento estatal, con matrícula de 195 estudiantes. Funciona nivel inicial y primario de educación especial en turno mañana y talleres en turno tarde.

El Caso 2 es el Colegio Secundario de Barreal [CSB]. Se encuentra localizado en Barreal, departamento de Calingasta, a 210km del centro de San Juan. Es un establecimiento estatal, al cual asisten 125 estudiantes entre 11 y 18 años de edad. Funciona nivel secundario, educación común, en turno mañana y tarde.

CATEGORÍA AMBIENTAL

Zonas Bioclimáticas

La provincia de San Juan queda dividida en cinco zonas bioambientales (IRAM 11603, 2012), las cuales deberían ser consideradas al momento de diseñar un edificio bioclimático. Las infraestructuras escolares analizadas se ubican en dos de ellas (Fig. 2). El Caso 1 corresponde a la zona IIIa (templada-cálida) y el Caso 2 pertenece a la zona V (fría). La zona IIIa se caracteriza

por veranos relativamente calurosos y temperaturas medias comprendidas entre 20°C y 26°C, y máximas medias mayores a 30°C. Los inviernos no son muy fríos y presentan valores medios de temperatura entre los 8°C y 12°C, y valores mínimos igual o mayor a 0°C. A su vez, la zona V presenta inviernos rigurosos, con temperaturas medias del orden de 4°C y mínimas menores que 0°C. Los veranos son frescos, donde las temperaturas medias no superan los 16°C.

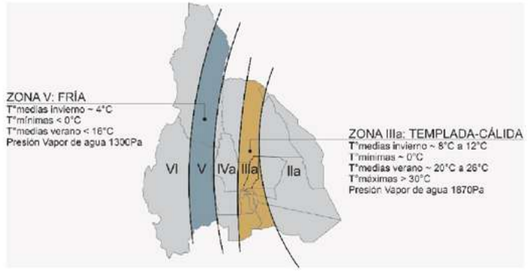


Fig. 2: Mapa de San Juan con zonas bioambientales V y IIIa destacadas.

Fuente: elaboración propia en base a Norma IRAM 11603.

A partir del uso de los softwares MET-ME y BNA se logra ver una correspondencia clara entre lo enunciado por la Norma 11603 y la base de datos climáticos de cada localidad, obtenidas a través de la Estación Experimental Agropecuaria San Juan del INTA (2012). Los resultados permiten observar que, para el Caso EEEMP (Tabla 1, izquierda), la T° media mensual mínima en el mes de julio es de 3°C y la T° media mensual máxima en diciembre es de 36,7°C. Para el Caso CSB (Tabla 1, derecha), la T° media mensual mínima se registra en agosto con -4,6°C y la T° media mensual máxima en enero con 34,3°C.

Con el procesamiento de datos en el software BNA se obtienen las gráficas de la Fig. 3. Para el Caso 1 (izquierda), la máxima temperatura registrada es en el mes de diciembre entre las 12hs y 13hs; mientras que para el Caso 2 (derecha), es en enero a las 14hs. Este software permite reconocer los horarios donde la temperatura es más elevada en verano, y más baja en invierno, y a partir de ello definir las estrategias a incorporar al diseño. A su vez, se observa, que EEEMP, al pertenecer a una zona cálida, mantiene temperaturas más elevadas que CSB en los meses de verano, en horarios desde el mediodía hasta las 18/19hs, en coincidencia con las horas de coeficientes más altos de incidencia solar. Esto exigirá indudablemente protección a las aberturas y envolventes para mejorar la calidad térmica de los espacios interiores.

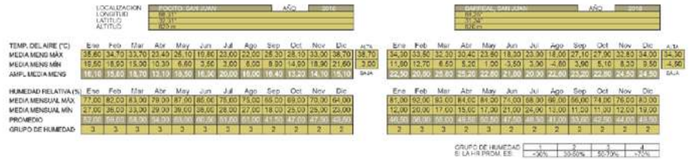


Tabla 1: Síntesis T° medias máximas y mínimas año 2018. Caso 1 (izquierda) y Caso 2 (derecha)

Fuente: elaboración propia. Software MET-ME.

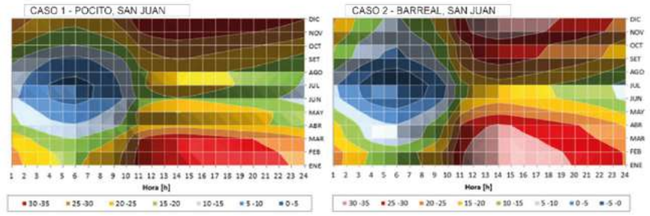


Fig. 3: T° horarias para necesidades de protección solar: Caso 1 (izquierda) y Caso 2 (derecha).

Fuente: elaboración propia. Software BNA.

Recomendaciones de Diseño

La zona bioambietal IIIa posee grandes amplitudes térmicas superiores a 14°C. La Norma IRAM 11603 aconseja el uso de edificaciones agrupadas y elementos que tiendan al mejoramiento de la inercia térmica. Además, utilizar colores claros exteriores y predominar las orientaciones N, NO, E, NE, como óptimas. Para el Caso 1, las aulas y talleres se orientan al Norte y Sur, mientras que el acceso, sector administrativo y apoyaturas educativas, lo hacen al Este, respondiendo favorablemente a las sugerencias bioclimáticas.

En la zona bioclimática V, debido a las bajas temperaturas en invierno, el asoleamiento se convierte en un factor necesario y deseable en cualquier época del año. En este sentido, según la Norma, es aconsejable buscar orientaciones NE, N y NO. En verano, se recomienda contar con aislaciones en los cerramientos para generar un confort interior adecuado. El Caso 2 posee el frente hacia el Oeste, con la ubicación del acceso, locales administrativos, biblioteca y sala de informática. Las aulas se organizan en torno a un eje longitudinal este-oeste que permite orientarlas hacia el Norte y el Sur, al igual que el Caso 1.

CATEGORÍA FUNCIONAL

Organización espacial

Ambos Casos de estudio responden a la tipología en peine. La característica principal de este tipo de implantación es que los locales cerrados se desarrollan en ejes paralelos equidistantes, dejando patios entre unos y otros, y unidos por otro bloque en eje perpendicular que contiene el ingreso principal y las funciones administrativas. El Caso 1 posee tres ejes de circulaciones, mientras que el Caso 2 posee dos ejes. La implantación 'en peine' permite que, a través de los patios, los locales cerrados puedan ser ventilados de manera pasiva y recibir luz natural según su orientación. En la Fig. 4, se esquematizan las circulaciones de cada edificio. Tanto el Caso 1 como el Caso 2, poseen locales hacia ambos lados de la circulación principal. Para que este espacio reciba iluminación y ventilación la volumetría crece en altura, donde se ubican aberturas (Fig. 4-izquierda). Para el Caso 1, en el eje Sur se localizan las aulas a un solo lado de la circulación, lo cual permite mayor ingreso de luz y ventilación sin obstáculos (Fig. 4-derecha).

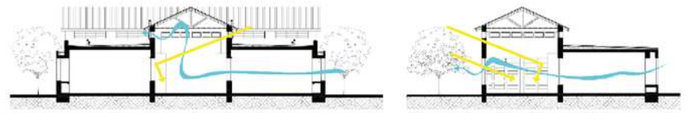


Fig. 4: Esquema ventilación e iluminación natural. Aulas a ambos laterales de circulación (izquierda). Aulas a un solo lateral de circulación (derecha). Fuente: elaboración propia.

Zonificación

Al comparar las plantas de cada establecimiento (Fig. 5), se pueden apreciar ciertas similitudes en la distribución, dimensiones y el uso de los locales. Sobre el eje central del "peine", se desarrollan los talleres y aulas destinadas a la enseñanza. El área deportiva o Salón de Usos Múltiples [SUM] queda independizada de las aulas en otro eje, con acceso independiente desde el exterior o a través de la galería de circulación transversal. Para ambos edificios, el eje transversal, contiene las áreas administrativas. En cada uno de los ejes se organizan distintos grupos de locales sanitarios y office.

Fig. 5: Zonificación, usos de locales Caso 1 (izquierda) y Caso 2 (derecha). Fuente: elaboración propia.

Como diferencia entre ambos Casos se identifica una mayor superficie del 1 respecto al 2, debido a que el primero posee un tercer eje en el cual se ubican los talleres. El Caso 1 contempla una superficie total de 2460,59m², con un FOS del 30% en relación a la superficie del terreno 8418,58m². De la misma, 257,67m² corresponden a espacios semi-cubiertos, siendo la superficie climatizada (referida a la sumatorias de los ambientes que poseen artefactos de calefacción y/o refrescamiento, descartando muros interiores), de 1758,94m². A su vez, el Caso 2 posee una superficie de 1878,52m², con un FOS del 5% en relación a la superficie del terreno de 50000m². Presenta 158,22m² de superficie semicubierta como galerías y hall de acceso. La superficie climatizada es de 1359,21m².

CATEGORÍA MORFOLÓGICA

Volumetría

Los Casos de estudio fueron proyectados en planta baja y con volumetría regular. Estos presentan características similares en cuando a su forma, al manejar un lenguaje arquitectónico bien definido que le da la identidad como establecimiento educativo. En la Fig. 6, se reconocen cinco aspectos formales que destacan, por similitud o diferencia.

- Ambos Casos se desarrollan en planta baja. Poseen cubiertas horizontales para las aulas y para las circulaciones cubiertas inclinadas a dos aguas que sobresalen en altura.
- El SUM se reconoce arquitectónicamente como un volumen individual. Se resuelve con una altura superior al de las aulas, lo cual le otorga jerarquía y lo identifica del resto del edificio.
- El acceso de los dos Casos se encuentra definido por un desfasaje volumétrico.
- El Caso 2 posee una modulación de pórticos de hormigón armado a modo de galería pergolada hacia el norte de las aulas, recurso que no se replica en el Caso 1. Esto colabora en el manejo del acceso de luz solar y, por ende, en el control de las temperaturas interiores.
- En el Caso 1, los sanitarios poseen una altura mayor que las aulas, destacándolos morfológicamente y colaborando con el ingreso de luz natural y ventilación pasiva.

La forma que presenta un edificio es un factor que afecta en gran medida el consumo energético y determina la posibilidad de responder adecuadamente al clima del lugar. En este marco, se reconocen dos indicadores que relacionan la morfología edilicia con los aspectos ambientales. Éstos vinculan la superficie de la envolvente exterior con el volumen interior en el Factor de Forma [FF], y con el área útil en el Factor Área Envolvente Piso [FAEP]. Para el Caso 1 se calcula un FF de 0,456m^{-1} y un FAEP de 2,045, mientras que para el Caso 2 los valores obtenidos son de 0,448m^{-1} y 2,108 respectivamente.

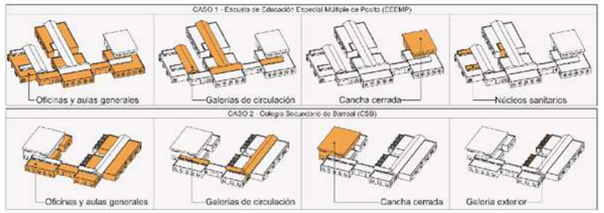


Fig. 6: Volumetría infraestructura escolar Caso 1 (arriba) y Caso 2 (abajo). Fuente: elaboración propia.

Color y textura

Los Casos 1 y 2 (Fig. 7), mantienen un lenguaje similar de fachada. Prevalece el color beige sobre los muros, y el rojo terracota en las chapas de los techos de las circulaciones. Según la Norma IRAM 11605 (1996), el color beige claro tiene un coeficiente de absorción solar de 0,35; mientras que el del color rojo mediano es de 0,80. De acuerdo a este criterio, el Caso EEEMP, por encontrarse en una zona bioambiental templada-cálida, debería tener un color de cubierta de techo claro, cercano al blanco, para evitar la absorción de calor en verano. Asimismo, para el Caso CSB, zona V, un color de paramento entre mediano y oscuro podría aumentar la absorción solar y colaborar de manera pasiva a la climatización en invierno. En la tipología escolar, las estrategias para estación fría, poseen un mayor impacto que las correspondientes a época cálida, al coincidir con el desarrollo del año lectivo, de marzo a noviembre. A partir de esta consideración, la elección de colores, en ambas infraestructuras, presentan necesidades de revisión.

Fig. 7: Establecimientos escolares analizados. Caso 1 (izquierda) y Caso 2 (derecha). Fuente: fotografías tomadas in situ por los autores del presente artículo.

En los dos edificios el acceso se encuentra definido por un pórtico, cuya tonalidad difiere de los volúmenes contiguos y lo resalta estéticamente indicando el ingreso al edifico. Sobre él se ubica el nombre del establecimiento en chapa esmaltada. La implementación de recursos análogos y la repetición de elementos permite reconocerlas como parte de un mismo conjunto, pero sin perder la particularidad en la resolución del proyecto para cada caso.

CATEGORÍA TECNOLÓGICA

Materiales de la envolvente

Se presentan detalles constructivos para techos y muros de los Casos 1 y 2 (Fig. 8). Los muros son de ladrillo cerámico macizo con revoque grueso y fino tanto en exterior como interior, dando un espesor total de 30cm. Los techos son de losa de hormigón armado [H°A°] anclados a las vigas de encadenado, cielorraso aplicado al yeso y una cubierta aislante de hormigón alivianado con perlita (poliestireno) y membrana asfáltica, siendo un espesor total de 28cm aprox. Tanto muros como techos cumplen con las normas locales de construcción sismo resistente, pero no contemplan las condiciones climáticas a las cuales se exponen.

Fig. 8: Detalles constructivos y valores de transmitancia térmica "k" de muros (izquierda) y techos (derecha) de los establecimientos escolares analizados (Caso 1 y Caso 2). Fuente: elaboración propia

Propiedades térmicas

Es aconsejable que los materiales que componen la envolvente de los edificios cumplan con los niveles mínimos de resistencia térmica para asegurar el confort interior y el bienestar de los usuarios. Sin embargo, un edificio escolar debería alcanzar el Nivel B estipulado por la Norma IRAM 11.605 (1996), que garantice una situación interior adecuada para el desarrollo de las actividades educativas. A partir de ello, las envolventes en Zona III deben verificar los valores de verano 1.25W/m².K y 0.48 W/m².K; y para la Zona V los de invierno 0.80W/m².K y 0.67W/m².K, para muros y techos respectivamente. Como se muestra en la Fig. 8, en ambos casos, los muros y techos no verifican con los valores mínimos sugeridos. No obstante, pueden proponerse soluciones constructivas para su rehabilitación y alcanzar mejoras higrotérmicas de los interiores y, por consiguiente, ahorros energéticos.

DIAGNÓSTICO

Para elaborar el diagnóstico a partir del análisis realizado anteriormente, se decide considerar la Categoría Ambiental de manera transversal a las restantes (Fig. 9). A partir de ello, se evalúan de manera subjetiva si el Caso 1 y el Caso 2 cumplen con lo recomendado por las Normas IRAM 11603 y 11605, el Manual de Proyecto del Programa 700 Escuelas y los softwares de diseño bioclimático MET-ME y BNA. Para esto, se establece una escala numérica del 1 al 4, siendo:

- 1 = no cumplen con lo recomendado y necesita intervención en su totalidad.
- 2 = no cumplen con lo recomendado y necesita intervención parcial.
- 3 = si cumplen con lo recomendado, pero puede ser intervenido para su optimización.
- 4 = si cumplen con lo recomendado y no necesita intervención de ningún tipo.

Fig. 9: Esquema síntesis de diagnóstico. Categorías de análisis, Caso 1 y Caso 2.
Fuente: elaboración propia.

El resultado del diagnóstico permite distinguir que los muros del Caso 1 poseen una mejor respuesta a las recomendaciones del DAC que el Caso 2. Ante esto, se reconoce la necesidad de realizar propuestas de rehabilitación edilicia, que les permita a ambas infraestructuras adaptarse al clima de su lugar de emplazamiento.

Si consideramos la arquitectura como un medio para el hábitat humano, un edificio bioambiental debe buscar la integración con su contexto mediato e inmediato, mejorando la calidad de vida en cuestiones de confort y procurar la reducción de consumo de energías no renovables. En otras palabras, durante el proceso de diseño se deben atender las orientaciones y la implantación en el terreno, y a su vez, considerar la trayectoria solar, la cercanía de sombras, la vegetación existente, la dirección y tipo de vientos predominantes; con el fin de alcanzar un proyecto arquitectónico que responda favorablemente a las exigencias climáticas tanto de invierno como de verano. Esto permitiría reducir el consumo en iluminación, calefacción y refrigeración.

CONCLUSIONES

A partir del análisis expuesto, podemos concluir que el Caso 1 [EEEMP] y el Caso 2 [CBS] presentan características funcionales, morfológicas y tecnológicas muy similares; existiendo algunas diferencias en cuanto a la superficie total y cantidad de aulas. Ambos establecimientos corresponden a un prototipo arquitectónico similar implantado en dos zonas bioambientales con características climáticas diferentes. Esto se manifiesta de manera negativa desde la óptica del Diseño Ambientalmente Consciente, debido a que los edificios como totalidad, no responden de la misma manera a las condiciones particulares que definen cada Zona. La falta de aislaciones térmicas en las envolventes se reconoce como un factor negativo que afecta las condiciones térmicas interiores, principalmente en la zona V, donde los inviernos son más rigurosos. Sin embargo, las circulaciones cerradas, con el cambio de altura que permite la ventilación e iluminación natural, son recursos positivos en ambas zonas. Esto brinda la posibilidad de protección frente a inclemencias climáticas (vientos), al igual que a temperaturas indeseadas (bajas en invierno y altas en verano). También otorga control sobre el manejo de las corrientes de aire y la regulación del ingreso solar.

En este sentido, la presente publicación deja de manifiesto la necesidad de avanzar con estudios posteriores sobre el comportamiento térmico-energético de tipologías edilicias similares, en zonas bioambientales diferenciadas. A su vez, se prevé avanzar en esta línea de investigación y evaluar propuestas de rehabilitación arquitectónica de edificios existentes, que permita lograr la disminución del consumo energético y el aumento del confort higrotérmico de los usuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Boutet, M. L., Hernández, A. y Jacobo, G. (2020). Methodology of quantitative analysis and diagnosis of higro-thermal and lighting monitoring for school buildings in a hot-humid mid-latitude climate. *Renewable Energy*, Elsevier, v.145, p. 2463-2476.

· Blasco Lucas, I. (2013). *Arquitectura sustentable en hábitat rural de zona árido-sísmica: aportes teórico-metodológicos*. Tesis doctoral en Arquitectura. Universidad de Mendoza.

· Bracho, T. y Muñis, P. (2007). *Indicadores de desempeño y gestión en los planteles de educación media superior.* México D. F., Secretaría de Educación Pública.

· Czajkowski, J. y Gómez, A. (2009). *Arquitectura sustentable*. Ed. Clarín. Buenos Aires.

· Duarte, J., Gargiulo, C. y Moreno, M. (2011). *Infraestructura escolar y aprendizajes en la educación básica latinoamericana:* Un análisis a partir del SERCE.

· Garzón, B. (2007). *Arquitectura bioclimática*. Editorial Nobuko, FADU Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina.

· Giuliano, G. y Garzón, B. (2016). Prototipo rural de educación en Santiago del Estero, Argentina: análisis, mejoramiento, simulación, y etiquetado térmico-energético para su adecuación bioclimática. *Estudios del Hábitat*, Vol. 14 (1) pp. 92-105.

· INTA (2012) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

· IRAM 11.603 (2012) *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

· IRAM 11.605 (1996) *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de tramitancia térmica en cerramientos opacos.* Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

· Marcilese, M. y Czajkowski, J. (2013). Análisis simplificado de la eficiencia energética de una escuela rural en La Pampa, Argentina, a lo largo de su ciclo de vida. *Hábitat Sustentable,* Vol. 3 pp. 3-14.

· Melchiori, M., San Juan, G. y Discoli, C. (2014). Comparación del comportamiento energético en dos establecimientos educativos: Campinas (Brasil) y La Plata (Argentina). *Estudios del Hábitat*, Vol 12 (2) pp. 63-81.

· Mesa, A. (2002). *BNA: Método Bruce-Novell Ampliado*. LAHV-CRICYT, Mendoza.

· Ministerio de Educación (2004). *Manual de proyecto*. Herramientas para el Programa Nacional 700 Escuelas. Argentina.

· Ré, M. G. (2017). *Arquitectura escolar. Análisis del Programa Nacional 700 Escuelas en la Provincia de San Juan.* Actas del XXI Congreso ARQUISUR. FAUD-UNS]. Eje 1. Trabajo N°30.

· San Juan, G. (2014). *Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI: Nota 5. Auditoría ambiental y condiciones de confort en establecimientos escolares.* BID.

CONSTRUCCIÓN DE PISOS Y REVESTIMIENTOS DE HORMIGÓN VIBRADO CON PLÁSTICOS DE RAEE RECICLADOS

CONSTRUCTION OF VIBRATED CONCRETE FLOORS AND LININGS WITH RECYCLED WEEE PLASTICS

Diego Velázquez
Marcelo Stipcich

IFIMAT

FCE — UNCPBA, Tandil, Argentina /
CONICET, CABA, Argentina

—
dvelazquez@ifimat.exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

El proceso de fabricación de piezas de hormigón vibrado es ampliamente conocido y muy utilizado en la actualidad para la fabricación de diversas piezas de construcción (planchas, pisos, revestimientos, etc.). A su vez, se conoce la posibilidad de alivianar hormigón mediante el agregado de virutas plásticas recicladas proveniente de equipamientos eléctricos y electrónicos descartados como residuos (RAEEs). Se fabricaron piezas de hormigón vibrado reemplazando distintas proporciones de la piedra por plásticos RAEEs. Se obtuvieron pisos y revestimientos más livianos, pero indistinguibles a la vista de las piezas convencionales. Se estudiaron las propiedades mecánicas a la flexión y a la compresión. Las propiedades de acabado superficial, homogeneidad del coloreado y estética de la pieza fueron cuidadosamente analizadas. Los resultados indican que mediante el proceso desarrollado es posible obtener piezas con material reciclado de muy buena calidad, capaces de competir en el mercado.

PALABRAS CLAVES: economía circular – hormigón alivianado – propiedades mecánicas

ABSTRACT

The manufacturing process of vibrated concrete parts is widely known and widely used today for the manufacture of various construction parts (plates, floors, cladding, etc.). In turn, the possibility of lightening concrete by adding recycled plastic chips from electrical and electronic equipment discarded as waste (RAEE) is known. Vibrated concrete pieces were manufactured by replacing different proportions of the stone with WEEE plastics. Lighter floors and coverings were obtained, but visually indistinguishable from conventional pieces. The mechanical properties to bending and compression were studied. The properties of surface finish, color homogeneity and aesthetics of the piece were carefully analyzed. The results indicate that through the developed process it is possible to obtain pieces with very good quality recycled material, capable of competing in the market.

KEY WORDS: circular economy – lightened concrete – mechanical properties

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2015, en la ciudad de Tandil existen centros de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) denominados "Punto Limpio". Actualmente la red cuenta con seis estaciones, cuatro en Tandil (Centro, Oeste, Norte y Villa Italia Norte), una en María Ignacia - Vela y otra en Gardey (localidades pequeñas pertenecientes al partido de Tandil). En estas se reciben vidrio, cartón, papel, botellas de plástico, latas, aerosoles, telgopor, envases de tetra brick, pilas, aparatos eléctricos y electrónicos, aceite de cocina usado y sachets. A lo largo de 2021 la red de Puntos Limpios del Municipio de Tandil recibió unas 520 toneladas de materiales potencialmente reciclables (Villalba 2021).

Gracias al trabajo y el impulso de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, se creó la Cooperativa de Pretratamiento de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (CooPRAEE), a través de la cual se gestionan eficientemente los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) los cuales representan aproximadamente el 7% del total en peso de los materiales recibidos en los Puntos Limpios (Municipio de Tandil 2019). Se busca en primer lugar reparar y/o reacondicionar los equipos para venta o donación, y los que no pueden ser reparados, son desarmados, separando sus componentes en diferentes categorías para su recuperación.

Cuando no pueden ser reutilizados, los componentes se procesan y clasifican para ser reciclados. Aquellos que poseen residuos calificados como peligrosos son enviados a empresas habilitadas para su tratamiento, mientras que los demás materiales (principalmente la fracción plástica, que representa más del 70% del volumen) son potencialmente reutilizables si son procesados adecuadamente para ser utilizados como insumos en la confección de nuevos productos (Gavhane et al. 2016, Kreiker et al. 2017).

Esta fracción plástica está principalmente compuesta por poliestireno (PS), poliestireno de alto impacto (HIPS), y el copolímero acrilonitrilo-butedieno-estireno (ABS) (Schlummer et al. 2007). Sus propiedades mecánicas hacen que este tipo de plásticos sean aptos para utilizarse como agregados en la elaboración de materiales para la construcción, como pueden ser mampostería o premoldeados.

La posibilidad de reutilizar los desechos plásticos como insumos alternativos para la industria de la construcción contribuye a la mitigación de los problemas de su disposición final. Un análisis comparativo mediante el enfoque de evaluación del ciclo de vida indica que el reciclaje y la reutilización de los plásticos RAEE en materiales de construcción son ambientalmente superiores a las estrategias tradicionales, como la incineración y la disposición final en rellenos sanitarios, reduciendo el impacto a menos del 50% en términos relativos (Butturi 2020). Estas tecnologías bastante simples, adecuadas para su implementación en pequeñas fábricas y que requieren una baja inversión, son una opción recomendable en los países de ingresos bajos y medianos, ya que reducen los riesgos de ecotoxicidad con respecto a las estrategias de eliminación actuales. Existe un método alternativo al utilizado en este trabajo, que consiste en fabricar un árido sintético encapsulando las virutas plásticas con cemento y carbón activado, lo cual permite estabilizar los retardantes de llama bromados presentes en el plástico. Sin embargo, el hecho de que implica modificar considerablemente el proceso productivo habitual de la fábrica, junto con que la reducción del impacto ambiental es sólo del orden del 10% (Butturi et al. 2020), hace que, al momento, la relación costo-beneficio de esta alternativa sea alta para su implementación. Complementariamente, hay que tener en cuenta que tanto para los pisos como para los revestimientos de hormigón, se recomienda pintar luego de la colocación con hidrolaca (polímero de base acuosa) para proteger e impermeabilizar las piezas.

Los hormigones con agregados plásticos (AP) son interesantes porque permiten generar nuevos materiales con características físicas diferentes a las de los materiales de construcción más usuales (ver por ejemplo, Pacheco-Torgal y De Brito 2012 o Saikia es al. 2012]. En general, proporcionan menor densidad, mayor aislamiento térmico y, aunque reducen la resistencia a la compresión, aumentan la ductilidad del hormigón (Babafemi et al. 2018, Ragaert et al. 2017).

Es usual que el agregado de plástico al hormigón conduzca a un aumento significativo en el contenido de aire del mismo debido a la forma irregular, la inmiscibilidad del plástico y la arena natural, y la naturaleza hidrofóbica del plástico (Babafemi et al. 2018). Es posible reducir ese contenido de aire aplicando un procedimiento de vibrado al momento de llenar los moldes para fabricar las diferentes piezas premoldeadas que se desee.

En este trabajo se presenta algunos detalles del desarrollo, y resultados de la caracterización de pisos y revestimientos de hormigón vibrado con diferentes diseños y colores con el agregado de hasta 50% en volumen de AP provenientes de RAEE previamente triturados, en reemplazo del agregado grueso tradicional (piedra granítica).

METODOLOGÍA

La elaboración de las piezas estudiadas en este trabajo fue llevada a cabo en las instalaciones de una pyme local dedicada a la fabricación de pisos y revestimientos de hormigón. Se utilizaron moldes comerciales de plástico y de resina con terminaciones superficiales correspondientes a diferentes diseños: símil piedra, símil madera, etc. Una vez completados con la mezcla son sometidos a un proceso de vibrado que contribuye al correcto llenado del molde y la eliminación de burbujas.

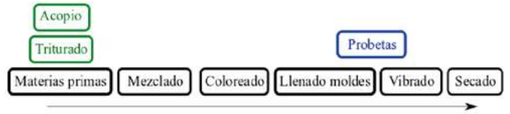


Fig. 1: Esquema del proceso productivo de la fábrica de pisos y revestimientos. Se indican en verde las dos etapas que se sumaron para la incorporación de AP, y en azul la etapa en la que se fabricaron las pribetas para los ensayos de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

En paralelo al proceso productivo habitual, que se esquematiza en la figura 1, se extrajeron probetas para realizar diferentes estudios en el laboratorio del Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT). Se fabricaron piezas y probetas con distintas concentraciones en volumen de AP provenientes de RAEE, desde 0 % (hormigón tradicional), hasta 50 %. La granulometría de las virutas plásticas obtenidas del proceso de triturado (que se realiza en las instalaciones de la misma fábrica) puede verse en la figura 2.

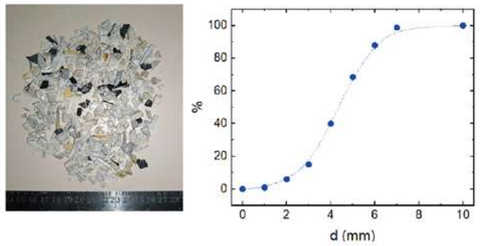


Fig. 2: Granulometría de las virutas plásticas obtenidas del proceso de triturado.

Fuente: Elaboración propia

Las distintas composiciones fabricadas y estudiadas en este trabajo se detallan en la tabla 1.

Muestra	Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	AP (kg)
0%	240	910	953	0
20%	240	650	716	166
30%	240	520	596	250
40%	240	520	476	291
50%	240	390	358	375

Tabla 1: Composición de los hormigones estudiados por m³. Fuente: elaboración propia.

Los ensayos del secado de las piezas se realizaron sobre muestras de hormigón convencional, esto es, el utilizado por la empresa para fabricar sus productos hasta la fecha, y sobre muestras de hormigón con 30 % de AP. Se analizaron tres muestras con cada composición. Se utilizaron muestras cilíndricas de 6 cm de diámetro y entre 12.0 a 15.0 cm de altura. Luego de coladas, las muestras fueron mantenidas en sus moldes durante 2 (dos) días antes de desmoldarlas.

Para los ensayos mecánicos se utilizó una máquina universal de ensayos Shimadzu DSS-10T-S. Los ensayos de compresión axial se realizaron sobre probetas cilíndricas de 6 cm de diámetro y altura variable, respetando los coeficientes de esbeltez. La composición de las muestras ensayadas fue la correspondiente a la M40 y M50 de la Tabla 1. Los ensayos de flexión de tres puntos se realizaron sobre probetas prismáticas de sección cuadrada, de 50 mm de lado; la luz de la viga fue de 150 mm en condiciones de apoyo simple. La carga fue aplicada hasta que se desarrollaran grietas permanentes de flexión sobre la viga. En ambos tipos de ensayos, la velocidad de deformación fue de 1 mm/min. En compresión se analizaron tres muestras con agregado de plástico variable entre 0% y 50%. En flexión, se analizaron 3 conjuntos de muestras: sin AP, con AP de 40% y con AP de 40% con armadura de acero. Se ensayaron tres muestras de cada grupo. La armadura consistió en una malla comercial de 50 mm x 50 mm, de alambres de acero de 5 mm de diámetro. Dicha armadura se incluyó durante la fabricación de las muestras, siguiendo el proceso habitual de fabricación de la empresa. En todos los casos, al momento de los ensayos mecánicos las muestras contaban con más de 28 días de fraguado.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la densidad de los plásticos es considerablemente menor a la del resto de los componentes de la mezcla, se llevó a cabo un análisis de la distribución de las virutas con especial interés en detectar su segregación durante la fabricación de las piezas, especialmente durante el proceso de vibrado. Para ello, se cortaron muestras obtenidas de diferentes piezas con una sierra sensitiva con disco para corte de hormigón, fueron pulidas mecánicamente con lija de hasta graduación 600 y analizadas ópticamente con una lupa binocular Mikoba 300, equipada con una cámara digital.

Por último, se determinó el coeficiente de conductividad térmica sobre muestras de (5 x 5 x 2.5) cm3, mediante el método de placa caliente, utilizando un arreglo con dos muestras ubicadas simétricamente, siendo el resultado presentado el valor promedio determinado para ambas muestras. La diferencia de temperatura entre la cara caliente y la fría fue de aproximadamente 30 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Secado de las piezas fabricadas

Más allá del proceso de fraguado que como toda pasta de base cemento, tienen las piezas fabricadas, una de las inquietudes surgidas en la empresa estuvo relacionada con los tiempos involucrados para manipulación de las piezas con plástico agregado. El conocimiento de este dato le permite, entre otras cosas, estimar cuánto tiempo pasará en volver a disponer del molde, saber si es necesario un espacio de almacenamiento con temperatura controlada, etc. Para analizar el secado del material se determinó experimentalmente la pérdida de peso de las muestras en función del tiempo con una balanza analítica electrónica de sensibilidad del orden de la décima de gramo.

Siendo que en la primera etapa de fraguado el material desarrolla un endurecimiento inicial asistido por la humedad, después del colado las muestras se conservaron en sus moldes durante 48 h. Se constató que, debido a la presencia del molde, la baja superficie libre de la muestra conduce a que el material fragüe perdiendo menos del 2% del agua proveniente de la colada. Se considera entonces, que el peso inicial de la pieza es el determinado inmediatamente después del desmolde. Un exámen inicial demuestra que el material ha logrado una resistencia suficiente para ser manipulado con precaución, sin problemas de rotura siempre y cuando no sea golpeado. Se realizó un control periódico del peso de las piezas, las cuales fueron convenientemente estivadas a temperatura y humedad constantes de 30°C/40%RH mientras duró el ensayo. El control se realizó hasta determinar que el peso del material no cambia respecto a la medición anterior, lo que indica que la pieza ha alcanzado un valor máximo de secado.

La curva de pérdida relativa de peso en función del tiempo obtenida se presenta en la figura 3, donde la pérdida relativa, pr, es:

$$p_r = \frac{(\text{peso máximo} - \text{peso instantáneo})}{(\text{peso máximo} - \text{peso final})}$$

De la curva se puede comprobar que en la muestra con agregado de plásticos el tiempo de secado de la pieza es algo más corto que en el hormigón convencional. Mientras que la muestra con plásticos agregados alcanza el valor de secado completo a los 22 días, la otra muestra de lo hace recién alrededor de los 30 días.

Estética visual de las piezas

En la figura 4 se muestran diferentes modelos de piezas elaboradas con 50% de virutas de plástico RAEE. El control dimensional confirma que no existen variaciones considerables en las dimensiones de ambas piezas. Puede observarse además que la terminación de la pieza no se ve afectada por la utilización de agregado plástico (AP). El copiado del molde es muy bueno y alcanza a reproducir hasta los mínimos detalles. El acabado superficial es liso al tacto, y no se visualizan rastros de las virutas plásticas agregadas sobre la superficie que queda expuesta luego de la colocación. Por otra parte, el coloreado puede realizarse correctamente y no se ve afectado por la incorporación de AP.

En la figura 5, se muestran cortes transversales de diferentes piezas elaboradas con 30% de AP. Se puede observar que la distribución del AP es homogénea en todo el volumen de las mismas. Además, se muestra el corte de una pieza que cuenta con un armado con varillas de acero. En la figura, las flechas color rojo indican a las virutas de plástico, las azules a las piedras y las verdes, el acero del armado. A pesar de que las densidades de los distintos agregados son considerablemente diferentes, el proceso de vibrado realizado no promueve que se origine ningún tipo de segregación de los plásticos. Adicionalmente, se genera una lámina delgada por encima de los plásticos que se ubican cerca de la superficie de la pieza, que impide que se puedan observar una vez que se desmolda.

La interfaz AP-matriz de hormigón es muy homogénea: la cara de contacto del plástico con el resto del material es continua, sin burbujas retenidas ni faltantes de material. Probablemente esto sea producto del vibrado del material. Toda la superficie de la viruta plástico está en contacto con la fase matriz. Eso genera un encapsulado individual completo de las virutas que no sólo disminuye las posibilidades de lixiviado que podría tener el material, sino que además mejora considerablemente las propiedades mecánicas del compuesto hormigón-plástico. Idéntico comportamiento puede observarse en la superficie de contacto entre las varillas de hierro del armado (indicadas con flechas verdes en la fotografía) y la matriz, lo que permite asegurar un buen comportamiento frente a la posible propagación de óxido.

Ensayos mecánicos: compresión

Los resultados obtenidos para estos ensayos, mostrados en la Figura 6, presentan las características generales esperables para hormigones con agregados plásticos (Ragaert et al. 2017, Merlo et al. 2021). Esto es, en rasgos generales, que la tensión máxima a la rotura, σ_c, y el módulo de elasticidad, E, disminuyen conforme aumenta el AP. Por su parte, la deformación máxima alcanzada al momento de la rotura, ε, se mantiene aproximadamente constante, ligeramente por debajo de la del material sin agregados, y comienza a aumentar para valores altos de AP, alrededor del 30% según nuestros resultados.

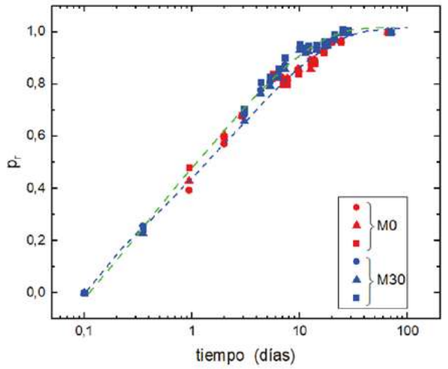


Fig. 3: Pérdida relativa de peso durante el proceso de secado para las muestras 0% y 30%.
Fuente: Elaboración propia

Fig. 4: Diferentes modelos de piezas fabricadas con 50% de AP.
Fuente: Elaboración propia

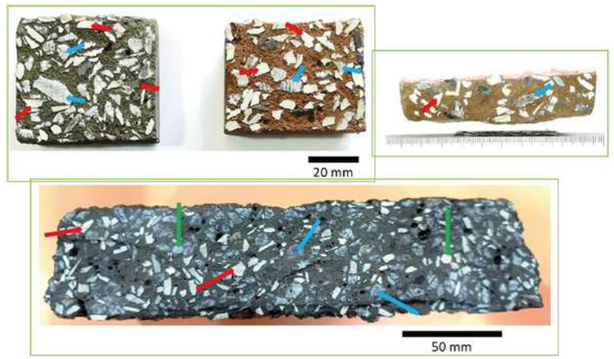


Fig. 5: Cortes transversales de diferentes piezas elaboradas con 30% de AP. Las flechas color rojo indican a las virutas de plástico, las azules a las piedras y las verdes, el aceros del armado. Fuente: Elaboración propia

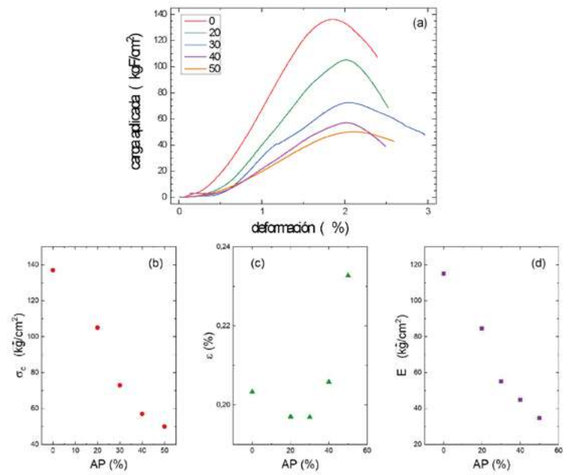


Fig. 6: (a) resultados obtenidos en los ensayos mecánicos de compresión para muestras entre 0% y 50% de AP. (a) curvas tensión - deformación y tensión crítica, σc, (b) , deformación porcentual a la rotura, σ_c, (c) y módulo de elasticidad (d), versus AP.

Ensayos mecánicos: flexión

En la Figura 7 se muestran algunos resultados obtenidos para los ensayos de flexión. En primer lugar, se destaca la diferencia entre las muestras con y sin AP. Si bien la carga soportada en flexión por la muestra de hormigón con 0% AP es mayor, el resultado responde claramente a un material sumamente frágil. Las muestras con AP, por su parte, presentan las características de un material más dúctil y de menor resistencia mecánica a la flexión.

Se determinaron las deformaciones a la fractura de cada material, resultando de 0.24 mm, 0.60 mm y 1.53 mm, para 0%, 40% y 40%+armadura, respectivamente. La determinación se realizó conforme se describe gráficamente con líneas de trazos en la Figura 7 para la curva verde (40%+armadura). Es importante destacar el aporte de la armadura en la resistencia del material. Como ya habíamos mencionado, el agregado de las virutas disminuye las características mecánicas en general del hormigón resultante. Sin embargo, la incorporación de una armadura de acero aumenta notablemente la carga máxima de la muestra y la deflexión alcanzada a la rotura, durante el ensayo. Si bien es necesario un mayor análisis, este resultado estaría indicando que en flexión, el material aumenta su ductilidad con el agregado de plástico, y la carga alcanzada a la rotura aumenta si la pieza es fabricada con armadura de acero. Esto resulta de suma importancia desde el punto de vista de la utilidad que se pretende dar al material ensayado, como lo es su aplicación en pisos y revestimientos.

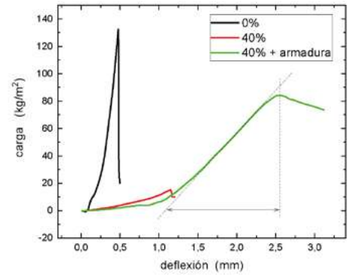


Fig. 7: resultados de los ensayos mecánicos de flexión para las muestras 0% (línea negra), 40% (línea roja) y 40% + armadura de acero (línea verde). Con líneas de trazos se detalla el criterio para el cálculo de la deflexión a la fractura de cada muestra.

Conductividad térmica

Se determinó el coeficiente de conductividad térmica para cuatro de las composiciones estudiadas en este trabajo. Los resultados obtenidos se detallan en la figura 8. Tal como es de esperar para hormigones con agregados plásticos, la conductividad térmica disminuye a medida que se agrega mayor proporción de AP al concreto (Babafemi et al. 2018). A partir de un ajuste lineal, se puede comprobar que el coeficiente de conductividad térmica disminuye con el agregado de plástico, a razón de aproximadamente 0.08 W/m2K por cada 100 kg/m3 de disminución de la densidad. Cabe mencionar que, en el caso de los revestimientos, el hecho de tener una conductividad térmica menor contribuye a que los muros cumplan con los valores de transmitancia térmica recomendados por la norma IRAM 11605.

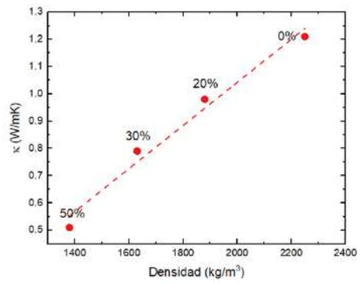


Fig. 8: Valores del coeficiente de conductividad térmica en función de la densidad.

CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó la caracterización de piezas de hormigón vibrado, alivianadas con plástico agregado en diferentes cantidades. Los plásticos provinieron de aparatos eléctricos y electrónicos descartados entre los residuos sólidos urbanos, y triturados convenientemente en la misma fábrica.

Se encontró que el agregado de plástico acorta el tiempo del secado de las piezas. Durante el sacado de las piezas posterior a la fabricación, se observó que aquellas con plástico agregado alcanzan el máximo valor de pérdida de humedad en un tiempo más corto que las fabricadas únicamente con hormigón.

La presentación final de las piezas no cambia ante el análisis visual. Las piezas fabricadas con hormigón y plástico lucen una excelente terminación superficial con muy buenas características estéticas y al tacto de la superficie expuesta. Pueden colorearse de la manera usual utilizada para las fabricadas sólo con hormigón.

Los cortes transversales de las piezas mostraron una distribución homogénea de los plásticos dentro de la pieza, y que, además, cada viruta está perfectamente encapsulada en el hormigón. Si se suma que las piezas, una vez colocadas son recubiertas con pintura impermeable, ese aspecto es de suma importancia para asegurar la disminución de un posible lixiviado.

Los ensayos mecánicos realizados permitieron observar que en compresión el material presenta las condiciones características de los hormigones alivianados con plásticos: la carga máxima y el módulo de elasticidad muestran una disminución aproximadamente lineal con el aumento de agregados plásticos, mientras que la deformación a la rotura aumenta. Sin embargo, los ensayos de flexión permiten comprobar que el agregado de plástico aumenta la ductilidad del material, y la carga máxima aumenta cuando la pieza se fabrica con armadura de acero, cuando se la compara con el mismo material sin armadura.

Por su parte, se observa una relación aproximadamente lineal entre la densidad del material con diferentes cantidades de plástico y el coeficiente de conductividad térmica. La conductividad aumenta con la densidad del material, esto implica que una pieza con mayor cantidad de plástico tendrá una mayor capacidad de aislamiento térmico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Babafemi et al. (2018) Engineering Properties of Concrete with Waste Recycled Plastic: A Review. Sustainability, 10(11), 3875; https://doi.org/10.3390/su10113875

· Butturi et al. (2020) Ecotoxicity of Plastics from Informal Waste Electric and Electronic Treatment and Recycling

· Kadari, R. et al. (2016) Quantitative Estimation of Brominated Compounds for Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Present in Computer Key Board Switches (CKBS) Using Gas Chromatography Mass Spectrometry.Journal of Analytical Chemistry 71 (1): 133-139.

· Kreiker et al. (2017). Árido sintético de plásticos de RAEE. Una alternativa sustentable para morteros y componentes constructivos. Revista Arquitecno (10) 58:64. http://dx.doi.org/10.30972/arq.0104218

· Merlo A. et al. Recycling of WEEE Plastics Waste in Mortar: The Effects on Mechanical Properties. Recycling 2021, 6(4), 70; https://doi.org/10.3390/recycling6040070

· Municipio de Tandil (2019) Boletín estadístico N°3 | Marzo 2019 - Residuos. Disponible en http://datos.tandil.gov.ar/

· Pacheco-Torgal F., Ding Y., Jalali S. (2012) Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): An overview. Construction and Building Materials 30: 714-724. (https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.11.047)

· Ragaert K., Delva L, Van Geem V. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. Waste Management 69:24-58. (http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044)

· Saikia N., De Brito J. (2012) Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation: A review. Construction and Building Materials 34:385-401. (https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.066)

· Schlummer M. et al. (2007), Characterisation of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) and implications for waste management, Chemosphere 67 (9) 1866–1876.

· Villalba L. (2021) Informe especial: Puntos Limpios municipales de Tandil. DOI: 10.13140/RG.2.2.15332.50566

ARQUITECTURA NATURAL. PROPUESTAS DE CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT SOCIAL PARA EL DESARROLLO DE UNA CIUDAD SOSTENIBLE

NATURAL ARCHITECTURA. PROPOSALS FOR THE CONSTRUCTION OF SOCIAL HOUSING FOR THE DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE CITY

Agustín Lautaro Terra Loredo
Laura Isabel Romero
Carlos Eduardo Fenoglio

Grupo de Investigación en Políticas y Gestión de las Culturas

FAUD — UNDMP, Mar del Plata, Argentina

—
aterraloredo@gmail.com

RESUMEN

La presente ponencia tiene como objetivo explorar las propuestas de construcción del hábitat social y su arquitectura en tecnología de construcción natural en el partido de General Pueyrredon. El interés en la temática es producto del ejercicio profesional y académico de los autores que motiva el desarrollo de una investigación al respecto y la presentación a beca de investigación. La metodología utilizada fue la observación, registro y mapeo de las obras de construcción relevadas dentro del partido. Los resultados obtenidos permitieron la elaboración de un primer mapeo de ubicación en la zona urbana y periurbana y de fichas técnicas con las características y criterios generales adoptados en los casos relevados. Este trabajo constituirá la base para futuras investigaciones que propongan dar respuestas a problemáticas de la planificación para ciudades sostenibles.

PALABRAS CLAVES: tecnología – sustentabilidad – políticas públicas

ABSTRACT

The objective of this paper is to explore the proposals for the construction of the social habitat and its architecture in natural construction technology in the party of General Pueyrredon. The interest in the subject is the product of the professional and academic exercise of the authors that motivates the development of an investigation in this regard and the presentation of a research grant. The methodology used was the observation, registration and mapping of the construction works surveyed within the party. The results obtained allowed the development of a first location mapping in the urban and peri-urban area and technical data sheets with the characteristics and general criteria adopted in the cases surveyed. This work will constitute the basis for future research that proposes to provide answers to problems of planning for sustainable cities.

KEY WORDS: technology – sustainability – public politics

INTRODUCCIÓN

El presente artículo es el punto de partida de una beca de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata en la cual el becario y la dirección y codirección comienzan un trabajo conjunto de revisión teórica e indagación sobre la arquitectura natural en el partido de General Pueyrredon.

En los últimos años, la "construcción natural" emerge como una respuesta -de ciertos sectores de la sociedad y de profesionales de la construcción- a la creciente crisis ambiental y de habitabilidad de nuestras construcciones; donde el uso de materiales naturales y saberes locales pueden proveer una alternativa a los métodos "tradicionales-globalizados" de construcción, como forma de avanzar en formas sustentables de construir.

Las políticas públicas que, en distintas escalas, impactan en los modelos locales de construcción del hábitat social como los Objetivos de Desarrollo Sostenible se plantean en el ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles, el objetivo de lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. En nuestro país son cada vez más los municipios que se inclinan por la construcción en adobe, Santa Rosa (La Pampa) es la primera ciudad capital de una provincia en aceptar la construcción de adobe, luego se sumaron Winifeda y Colonia Barón, Bahía Blanca, El Bolsón, San Martín de los Andes, El Hoyo (Chubut), Cachi (Salta) y Chajarí (Entre Ríos) aprobaron sus respectivas ordenanzas para promover la construcción en adobe. (Red ProTierra Argentina, 2020). Mientras que, la Municipalidad de General Pueyrredon en el año 2016 promulga la Ordenanza municipal Nº 22690 cuyo objeto es autorizar el método de construcción en tierra cruda y las tecnologías de construcción con tierras afines.

El partido fue creado por Ley Nº 1306/1879 y es uno de los 135 municipios de la provincia de Buenos Aires y dada su ubicación geográfica podemos decir que es un partido que cuenta con características marítimas y serranas; hacia el este linda con el Mar Atlántico, al oeste con la localidad de General Balcarce, al norte con el partido de Mar Chiquita y al sur General Alvarado. La ciudad de Mar del Plata es la ciudad cabecera del partido, además cuenta con la ciudad de Batán y otras localizaciones urbanas y/o periurbanas: Estación Camet, El Casal, El Boquerón, La Peregrina, Sierra de los Padres, Santa Paula, El Marquesado y Chapadmalal.

Por otro lado, existe un crecimiento de la huella urbana asociada en algunos casos a la imposibilidad del acceso al suelo urbano y a la vivienda lo que conlleva a la búsqueda de suelo en áreas periurbanas como así también, la construcción de viviendas a partir de alternativas constructivas a las conocidas tradicionalmente. Comprendemos al periurbano como el área por fuera del ejido urbano, definido por el Código de ordenamiento territorial COT, y la finalización de servicios de saneamiento básico (agua de red y cloacas) y de la existencia de amanzanamiento.

Por otro lado, compartimos con Romero (2018) que:

> la ciudad ha sufrido desde el año 2013 tensiones en el mercado de suelo urbano profundizadas por la implementación del Programa de Crédito Argentino (Pro.Cre.Ar) ante la suba de precios de lotes y/o para la construcción de viviendas financiadas con dicho crédito (p.162).

En función de lo señalado, el objetivo del presente trabajo es explorar las propuestas de construcción del hábitat social y su arquitectura en tecnología de construcción natural en el partido de General Pueyrredon. De esta manera, se espera erigir un nuevo andamiaje de conocimiento sobre la temática que contribuya a diseñar políticas públicas para el desarrollo de ciudades sostenibles.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un diseño metodológico de tipo cuantitativo – cualitativo de tipo descriptivo-interpretativo. La metodología utilizada en esta instancia del proyecto estuvo centrada en el relevamiento del marco normativo, registros, comunicaciones, programas y planes de planificación municipal que regulan la construcción natural.

Por otro lado, se realizó observación, registro y mapeo de algunas propuestas de construcción del hábitat social y su arquitectura a partir de la construcción natural ubicadas en el partido de General Pueyrredon para lo cual se consideraron algunas variables de análisis. Además, de la búsqueda de otras fuentes como Imágenes satelitales de Google Earth, medios de comunicación y redes sociales y otras investigaciones realizadas sobre el tema.

La selección muestral para el presente artículo fueron las construcciones en que los investigadores tuvieron disponibilidad de información primaria.

La integración de los instrumentos metodológicos, lo documentado, lo observado y lo conversado, desembocan en la recursividad de procesos de análisis, síntesis e interpretación que habilitan diferentes perspectivas sobre una misma realidad (Denzin & Lincoln, 2015).

DESARROLLO

La construcción del hábitat social y su arquitectura en tecnología de construcción natural

En el devenir del tiempo, la globalización de los procesos constructivos con recursos y métodos industrializados ha llevado a la implementación de "formas de construir globales" que se proyectan independientes de las características propias de cada región.

Los métodos y saberes vernáculos de construcción, han sido sustituidos por bloques de cemento, techos de chapa y "muros de 15" que son utilizados como recetas de aplicación genérica en la totalidad del territorio argentino; recetas, que al no desarrollarse pensando en las características particulares del genius loci de cada lugar, promueven respuestas ineficientes e inadecuadas tanto desde el comportamiento de los materiales, como de las formas -y saberes- del construir, o las maneras de habitar.

Cuando nos referimos al hábitat hacemos alusión a un conjunto de hechos o acciones apilados por niveles de complejidad (Giménez, 1999) y que interactúan con componentes físicos y espaciales (Múnera y Sánchez Mazo, 2012), entre otras. Por otro lado, comprendemos que la construcción social del hábitat implica las acciones de sujetos que intervienen los territorios generando condiciones de habitabilidad atravesadas por varias dimensiones: políticas, sociales, culturales, económicas, entre otras. Según Múnera (2012):

> La noción "construcción social del hábitat" se refiere a los procesos intencionados, de configuración y creación de condiciones de habitabilidad en territorios específicos, en los que participan diferentes agentes y en donde se involucra de manera particular y privilegiada a los habitantes de ellos ya sea de manera directa, o indirecta a través de sus representantes o líderes (p. 4)

La construcción natural emerge como una respuesta a una preocupación ambiental que involucra una mirada ideológica sobre el habitar desde una mirada sustentable. La búsqueda de alternativas constructivas y la recuperación de técnicas y tecnologías que sean de bajo impacto sobre los recursos naturales son premisas que acompañan la construcción natural. Estas construcciones buscan además la utilización de materiales naturales locales y consumo de energías renovables para una mejor habitabilidad de las viviendas.

Viñuales (2009) expresa que: "Dependiendo en parte de los materiales disponibles y en parte de la voluntad formal de los pueblos, se generaron diversas técnicas constructivas que emplearon tierra con exclusividad o en combinación con otros materiales de procedencia animal, vegetal y mineral" (p.7).

Desde esta perspectiva, nos encontramos que se utilizan distintas denominaciones a las técnicas constructivas utilizadas en la construcción natural (Red Protierra, 2020). A los efectos de analizar los ejemplos seleccionados tomaremos las denominaciones establecidas en la Ordenanza Municipal Nº 22690 sancionada en el año 2016 por el Honorable Consejo Deliberante de la Municipalidad de General Pueyrredon. La Ordenanza tiene como objeto

autorizar el método de construcción en tierra cruda y las tecnologías de construcción con tierras afines (artículo 1).
El anexo de la ordenanza establece categorías según: 1. Materia prima principal: tierra cruda; 2. Técnicas con bloques: adobe, bloques de tierra alivianada (bta), pared de fardos de paja, bloques de tierra comprimida (btc): 3. Técnicas monolíticas: paja encofrada, tapial, moldeo directo (cob), superadobe; 4. Técnicas con entramados: Entramado de cañas o listones (quincha), paja enrollada, rollos sobre alambre (enchorizado), técnica de malla (variante del enchorizado). 5. Técnicas con materiales reciclados: muros de neumáticos, Quincha con relleno de pet. 6. Revoques finos y gruesos y 7. cubiertas vegetales o terrazas verdes.

Habitar el territorio - Mapear la ciudad
Con el objetivo de explorar las propuestas de construcción del hábitat social y su arquitectura en tecnología de construcción natural del Partido de General Pueyrredon (Fig. 1) y a través de la observación y registro hemos comenzado a mapear dichas propuestas. La herramienta de mapeo permite sistematizar y analizar la información a fin de promover instrumentos que contribuyan a la definición de políticas públicas (Romero, 2019).

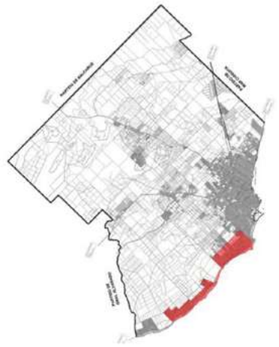


Fig. 1: Mapa del Partido de General Pueyrredon, señalando área de estudio [sin escala]
Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del trabajo tomamos en consideración el Plan estratégico de Mar del Plata 2013-2030 (PEM) que ha planteado un "Modelo de la Ciudad de cuatro frentes, diversificado e integrado", delimitando la ciudad a partir de las localidades principales y las localidades costeras.

El área de abordaje para el presente artículo se delimita a partir de implantaciones ubicadas en localidades costeras. En dicho sector se encuentran viviendas realizadas en tecnología de construcción natural a partir de asentamientos colectivos e individuales (Fig. 2).

Fig. 2: Ubicación de asentamientos colectivos e individuales ejecutados en construcción natural [sin escala] Fuente: Elaboración propia.

- Construcción natural y asentamientos colectivos
Bajo la perspectiva de la permacultura, encontramos algunos asentamientos colectivos de viviendas sustentables que buscan vivir en un ecosistema natural. A partir del relevamiento realizado encontramos tres asentamientos colectivos (Fig. 2). Dos de ellos, se encuentran en la zona del barrio San Patricio y el tercero, se encuentra ubicado en el barrio Santa Isabel.

• ECOMUNA
El Barrio de Ecomuna se trata de un asentamiento, en principio de 10 familias organizadas en comunidad para construir sus viviendas, que perseguía dos objetivos principales. Primero, el acceso al suelo y al hábitat, teniendo en consideración el difícil acceso dado por las enormes especulaciones y presiones del mercado inmobiliario. Segundo, la realización de viviendas con técnicas de bioconstrucción para vivir bajo los preceptos de la permacultura, el cooperativismo y la propiedad colectiva (Terra Loredo y Wheeler Grauberger, 2022). En la actualidad cuentan con la construcción de 45 viviendas familiares, zonas comunes, la Escuela del Mar y el edificio de la Cooperativa Caminantes (Ecomuna).

• ECOMUNITA
Es un espacio de viviendas comunitario que se ubica enfrente de Ecomuna y que al igual que este último las construcciones se materializan con materiales naturales y bajo los preceptos de la permacultura. Posee actualmente 10 viviendas, algunas de ellas todavía en construcción. No se cuenta con información en medios de comunicación.

• HIGHLAND PARK CHAPADMALAL
Este al igual que los dos previos se trata de un espacio de viviendas sustentables en comunidad permacultural. No se pudo observar la cantidad de viviendas, pero a través de la herramienta Google Earth podemos ver que el sitio es más reducido que los dos asentamientos anteriores. No se cuenta con información en medios de comunicación.

- Construcción natural y asentamientos individuales en el frente marítimo sur
De la observación realizada se registró y mapeo (Fig.2) las viviendas en asentamientos individuales en localidades costeras del Partido de General Pueyrredon. Se evidencian algunos sectores con mayores niveles de concentración de viviendas. La zona posee características residenciales de baja densidad con posibilidad de construcción de viviendas entre medianeras, semiperímetro o perímetro libre.
Debido a que existen variadas denominaciones sobre las técnicas de construcción natural hemos tomado en consideración, para el análisis de las viviendas, las categorías establecidas por la Ordenanza Municipal Nº 22690/16. Por otro lado, hemos analizado las viviendas a partir de los distintos subsistemas de la envolvente identificados como:

	SUBSISTEMAS	Observaciones
ENVOLVENTE	Subsistema estructural	Fundaciones, muros portantes, columnas, vigas y losas, escaleras
	Subsistema horizontal	Cubiertas, pisos, balcones.
	Subsistema vertical	Mamposterías, carpinterías.
	Subsistema instalaciones	Sanitaria, Eléctrica, Gas, Telecomunicaciones: TV, Te.

Tabla 1: Características de la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de casos
Para el presente artículo hemos relevado y registrado dieciséis viviendas individuales con asentamientos en localidades costeras. Del análisis de los 16 casos pudimos apreciar algunos datos cuantitativos en cuanto al análisis tecnológico (Tabla 1, 2 y 3).
La herramienta de relevamiento nos permitió analizar en términos de porcentajes los distintos subsistemas de las viviendas según la técnica constructiva enunciada en la Ordenanza Municipal Nº 22690/16 (Tabla 4).

FOTO	TECNICAS según ordenanza MGP 22690							
	SUBSISTEMA HORIZONTAL CUBIERTA			SUBSISTEMA VERTICAL MURO			SUBSISTEMA ESTRUCTURA	
	CHAPA	VERDE	OTRAS	ENTRAMADO	MONOLITICOS	BLOQUES	PORTANTE	INDEPENDIENTE
	1	1	0	0	0	1	0	1
	1	1	0	0	1	0	0	1
	0	1	0	1	0	0	1	0

Tabla 2: Herramienta de relevamiento de datos subsistemas horizontal (cubierta), vertical y estructural.
Fuente: Elaboración propia.

FOTO	TECNICAS según ordenanza MGP 22690							
	SUBSISTEMA HORIZONTAL PISO			SUBSISTEMA INSTALACIONES-DESAGUES SANITARIOS				
				POZO /CLOACA		BIODIGESTOR		
	CONVENCIONALES	SOBRE PILOTES	OTROS	TRADICIONAL	SEPARACION DE AGUAS	TRADICIONAL	SEPARACION DE AGUAS	SIN DATO
	1	0	0	0	0	1	0	0
	1	0	0	0	0	0	1	0
	0	1	0	0	0	0	1	0

Tabla 3: Herramienta de relevamiento de datos subsistemas horizontal (piso) e instalaciones desagües sanitarios
Fuente: Elaboración propia.

ANALISIS 16 VIVIENDAS INDIVIDUALES	TECNICAS según ordenanza MGP 22690							
	SUSISTEMA HORIZONTAL-CUBIERTA			SUBSISTEMA VERTICAL-MURO			SUSISTEMA ESTRUCTURA	
	CHAPA	VERDE	OTRAS	ENTRAMADO	MONOLITICOS	BLOQUES	PORTANTE	INDEPENDIENTE
RESULTADOS	50,00%	68,75%	0,00%	81,25%	12,50%	18,75%	68,75%	31,25%

ANALISIS 16 VIVIENDAS INDIVIDUALES	TECNICAS según ordenanza MGP 22690							
	SUBSISTEMA HORIZONTALPISO			SUBSISTEMA INSTALACIONES- DESAGUES SANITARIOS				
				POZO /CLOACA		BIODIGESTOR		
	CONVENCIONALES	SOBRE PILOTES	otros	TRADICIONAL	SEPARACION DE AGUAS	TRADICIONAL	SEPARACION DE AGUAS	SIN DATO
RESULTADOS	0,00%	31,25%	0,00%	0,00%	6,25%	6,25%	43,75%	43,75%

Tabla 3: Herramienta de relevamiento de datos subsistemas horizontal (piso) e instalaciones desagües sanitarios
Fuente: Elaboración propia.

- Subsistema estructural. El 68.75% de las viviendas analizadas poseen una estructura de muros portantes, mientras que el restante 31.25% poseen una estructura independiente de madera con la técnica de poste y viga.

- Subsistema envolvente horizontal cubierta. Observamos que el 68% posee en parte o en totalidad cubierta con sustrato vegetal, mientras que el 50% posee en parte o en su totalidad cubierta de chapa.

- Subsistema envolvente horizontal piso. Vemos que el 68.75% de las viviendas poseen pisos tradicionales (contrapiso de hormigón, carpeta y terminación) apoyados sobre el suelo natural, mientras que el 31.25% restante poseen un piso elevado sobre pilotes ya sea de hormigón o madera, la estructura del entrepiso elevado es de madera y terminación.

- Subsistema envolvente vertical muro. Tomando el criterio y terminología de la ordenanza 22690 MGP, el 75% de las viviendas poseen sistemas de entramados, el 6.25% sistemas monolíticos y el 25% sistemas de bloques. Se da en algunos casos que una misma vivienda cuenta con dos o más técnicas juntas.

- Subsistema de instalaciones (sanitarias-desagües). Se observa que el 6.25% de las viviendas poseen pozo/cloaca con separación de aguas y ninguna vivienda con sistema de pozo/cloaca tradicional. Por otro lado, 6.25% poseen biodigestor tradicional, el 43.75% biodigestor con separación de aguas y el 43.75% restante sin datos.

Por otra parte, pudimos indagar las viviendas que fueron o están siendo llevadas a cabo bajo el ejercicio de un profesional (arquitecto o MMO) las cuales representan el 50% de los casos analizados. La otra categoría serían las viviendas construidas por autoconstrucción las cuales representan el 25%, de las cuales el 12.50% se realizaron con algún tipo de asesoramiento profesional informal, y el 12.50% se realizaron sin asesoramiento. Del restante 25% no obtuvimos dicho dato. Por último, de las viviendas analizadas el 43.75% se encuentran finalizadas y el 52.25% restantes se encuentran en obra actualmente.
A efectos de comprender la tecnología y técnica constructiva analizaremos una vivienda como ejemplo. Esta vivienda forma parte del conjunto de 16 casos que sirvieron para este primer mapeo y para el desarrollo de este artículo. Se trata de una vivienda unifamiliar, de perímetro libre, desarrollada en el barrio de Santa Isabel. Para el análisis tomamos como base las categorías expresadas en la "Tabla 2" donde se detallan los subsistemas de la vivienda y las variantes constructivas.

Fig. 3: Ejemplo de vivienda realizada en técnica de construcción natural Fuente: Elaboración propia.

- Subsistema estructural. Se trata de una estructura de tipos muros portantes, ya que las cargas de la cubierta de sustrato vegetal son soportadas por los muros de entramado de madera.

- Subsistema envolvente horizontal cubierta. Posee una cubierta de sustrato vegetal. Esta se compone de una estructura de madera compuesta por vigas de 2"x8" y 2"x10" y cabios de 2"x6", una serie de capas aislantes, y por último 10 cm de sustrato vegetal.

- Subsistema envolvente horizontal piso. Este subsistema se encuentra elevado del suelo natural primero, para salvar una gran pendiente del terreno y segundo para separar la vivienda de la humedad propia de la tierra. Se eleva sobre 46 pilotes de durmientes de vía ferroviaria reciclados (quebracho), sobre dichos pilotes tiene una plataforma de madera con estructura de vigas primarias de 3"x8" y vigas secundarias de 2"x6", por encima una capa de fenólicos, tiranteria secundaria con aislación térmica (celulosa) y la terminación del piso.

- Subsistema envolvente vertical muro. Según la Ordenanza Municipal Nº 22.690/16 se definen tres grandes grupos de técnicas para muros (entramados, bloques y monolíticos), en este caso se trata de muros de entramados resueltos con paneles de entramado ligero de madera, con montantes y soleras de 2"x4", estos están desarrollados según el reglamento para estructuras de madera: CIRSOC 601.

- Subsistema instalaciones (sanitarias-desagües). En este caso la vivienda cuenta con el sistema de desagües primario (aguas negras) y secundario (aguas grises) separados. Las aguas negras terminan en un biodigestor, el cual hace el tratamiento de los sólidos. El desagüe secundario o de aguas grises, posee en su recorrido una serie de filtros de grasa y jabón, y termina

en una planta de tratamiento de aguas. Esta última se trata de un pozo de 1 metro de ancho x 5 metros de longitud x 1 metro de profundidad y por medio de diferentes capas pétreas y la incorporación de determinadas plantas filtra las aguas jabonosas, infiltrándose al terreno al final del recorrido.

CONCLUSIONES

La construcción natural se presenta como una alternativa de los modos convencionales de construir, por diferentes aristas una parte de la sociedad se inclina por modos de vida más sustentables apelando a un mejor manejo de los recursos y un menor impacto al medio ambiente, esto a nivel de planificación local, nacional y mundial encuentra su concordancia con la agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para este trabajo en específico tomamos un área de estudio delimitada por el conocimiento de los investigadores, la cual se trató del sector costero sur del periurbano marplatense. En ella identificamos tres asentamientos de vivienda colectiva y dieciséis viviendas individuales, ambos grupos con tecnología de construcción natural.

Al indagar sobre la existencia de viviendas realizadas en construcción natural nos encontramos que no existen registros, ni en los colegios profesionales ni en el municipio, que discriminen por categoría las obras realizadas en construcción natural que cuentan con profesionales actuantes.

Por otro lado, en relación con el tema propuesto, se advierte la ausencia de un conocimiento sistematizado -y fundamentado en el proceso científico- sobre el comportamiento de los materiales y métodos de la bioconstrucción; así como otra normativa que regule su uso e implementación-, lo que dificulta en sobremanera la correcta implementación de instrumentos para el diseño y ejecución de políticas municipales de desarrollo en construcción natural.

El principal aporte que pretende este trabajo y el plan de beca (Políticas públicas de construcción natural) que impulsa esta presentación, es la construcción de datos cuantitativos y cualitativos, además de sistematizar el conocimiento de este tipo de propuestas en su mayoría viviendas, que sirvan para diseñar futuras políticas públicas de desarrollo sostenible para la ciudad de Mar del Plata y demás localidades del partido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Argentina. Ministerio de Obras Públicas (s.f.). *Plan estratégico Mar del Plata 2013-2030. Del diagnóstico hacia la acción. Para una ciudad inclusiva y sustentable. Anticipo de conclusiones.* Buenos Aires: Ministerio de Obras Públicas. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/interior/secretaria-de-planificacion-territorial-y-coordinacion-de- obra-publica/planes-locales/buenosaires

· Daga, D.; Zulaica, L. y Vásquez, P. (2020). El periurbano de Mar del Plata (Argentina): clasificación digital de los usos del suelo y análisis de las transformaciones en el cinturón hortícola. *Revista Geográfica de América Central*, 2, (65), 175-205.

· Denzin, N. & Lincoln, Y. (2015). *El campo de la investigación cualitativa*. España: Gedisa.

· Ecomuna (s.f). *Información* [Página de Facebook]. Facebook. Recuperado el 29 de mayo de 2022 de https://www.facebook.com/comunidadentransicion/about

· Giménez, G. (1999). Territorio y cultura. *Estudios sobre las culturas contemporáneas.* Época II, V (9), 25-31.

· Múnera López, M.C. (julio de 2009). Construcción social del hábitat: Más allá de una política de producción de vivienda. Primer Congreso sobre "Hábitat popular e inclusión social". Quito, Ecuador.

· Ordenanza Municipal Nº 22690 de 2016 [Honorable Consejo Deliberante] Por la cual se autoriza el método de construcción en tierra cruda y las tecnologías de construcción con tierras afines. 26 de abril de 2016. Municipalidad de General Pueyrredon. Disponible en: https://concejomdp.gov.ar/biblioteca/docs/022690.html

· Romero, J. (2018). Vivienda y uso de suelo. En: Mar del Plata entre todos – Monitoreo ciudadano (coord.), *Segundo Informe de Mar del Plata Entre Todos – Monitoreo Ciudadano: para saber qué ciudad queremos, necesitamos saber qué ciudad tenemos* (pp.156-179). Mar del Plata: Red Mar del Plata Entre Todos.

· Romero, L. (2019). Cartografía cultural del partido de General Pueyrredon. La construcción de una herramienta de planificación y gestión. En E. Fuentes Firmani y J.A. Tasat (Coord.), *La Gestión Cultural en la Argentina. Formación, profesionalización e investigación* (pp.323-338). Buenos Aires: Editorial RGC.

· Terra Loredo y Wheeler Grauberger (2022). Trabajo práctico. *Seminario: políticas públicas, desarrollo y ambiente.* Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Mar del Plata: Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.

· Viñuales, G. (2009). Restauración de arquitecturas de tierras. Buenos Aires: CEDODAL. Disponible en: https://issuu.com/cedodal/docs/restauracion_de_arquitecturas_de_tierra

HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS SUPERFICIES TRANSPARENTES DE LA ENVOLVENTE EDILICIA VERTICAL

TOOL FOR THE ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE ENERGY EFFICIENCY OF TRANSPARENT SURFACES OF THE VERTICAL BUILDING ENVELOPE

Emilia Urteneche
Dante Andrés Barbero
Irene Martini

Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC)

CONICET— UNLP, FAU— UNLP, La Plata, Argentina

—
emiliaurteneche@iipac.laplata-conicet.gov.ar

RESUMEN

El parque edilicio del sector Salud en Argentina es, generalmente, ineficiente con respecto al consumo energético. Esto genera desequilibrios entre la habitabilidad, las altas tarifas y los presupuestos necesarios para afrontar las demandas de climatización, por ejemplo, las cuales están directamente vinculadas con la eficiencia energética de la envolvente edilicia. Con el objetivo de reducir dicha demanda, se plantea una metodología orientada al reacondicionamiento de las superficies transparentes de la envolvente vertical, debido a su importancia desde el punto de vista térmico y del bienestar de los pacientes. Para ello, se desarrolla una herramienta que permite identificar las características técnico-constructivas de las aberturas existentes y proponer estrategias de mejoramiento mediante técnicas de diseño pasivo. El reacondicionamiento sistematizado de la edilicia del sector Salud representa una alternativa viable para reducir el consumo energético del sector y los gastos presupuestarios consecuentes, mientras que se mejoran la habitabilidad y los aspectos ambientales.

PALABRAS CLAVES: sector salud – ahorro de energía – aberturas – diseño pasivo

ABSTRACT

The building stock of the health sector in Argentina is generally inefficient with respect to energy consumption. This generates imbalances between habitability, high tariffs and the budgets needed to meet air conditioning demands, for example, which are directly linked to the energy efficiency of the building envelope. In order to reduce this demand, a methodology aimed at improving the transparent surfaces of the vertical envelope is proposed, due to their importance from the thermal point of view and the well-being of patients. To this end, a tool is developed to identify the technical-constructive characteristics of existing openings and to propose improvement strategies using passive design techniques. The systematised refurbishment of health sector buildings represents a viable alternative to reduce the sector's energy consumption and consequent budget expenditure, while improving habitability and environmental aspects.

KEY WORDS: health sector – energy savings – openings – passive design

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista del consumo final de energía en Argentina, en el año 2018 se observa que aproximadamente el 34% corresponde a los Sectores Residencial y Comercial-Público (MinEM, 2018). Dentro de este último Sector, el Comercial y Público, se incluye el subsector Salud. Los establecimientos de salud hospitalarios se consideran los edificios con el mayor consumo de energía por unidad de superficie (Alexis y Liakos, 2013). El consumo energético principal en este tipo de edificios corresponde al uso continuado de equipos de climatización para mantener unos niveles satisfactorios de confort térmico y de calidad del aire interior, con el fin de controlar la propagación de enfermedades.

Por otro lado, se observa que el parque edilicio del subsector Salud en Argentina es, en general poco eficiente con respecto al consumo energético, advirtiendo desequilibrios entre la necesidad de mantener niveles de habitabilidad razonables, alta operatividad y elevados presupuestos para afrontar las demandas requeridas. Aunque las prestaciones asistenciales relacionadas a la producción de salud son evaluadas sistemáticamente mediante diversos índices tales como el número de egresos y los indicadores de internación, no existe un seguimiento similar en los aspectos relacionados a la calidad edilicia, y a la eficiencia de los sistemas electromecánicos, que intervienen directamente en la calidad de los servicios prestados (C. Discoli, 1998). Asimismo, se advierte que los procesos de actualización llevados a cabo en los últimos años en los establecimientos del subsector Salud, en general, estuvieron centrados en nuevos requerimientos funcionales y tecnológicos, sin contemplar estrategias tendientes al mejoramiento de la eficiencia de la envolvente edilicia de las edificaciones.

Si se tiene en cuenta que los factores que generan los mayores consumos de energía en la arquitectura son los desequilibrios térmicos en el interior de la edificación, generados por las ganancias y las pérdidas de calor, hay que tomar en consideración un elemento clave: la envolvente arquitectónica, ya que, los materiales que la componen son los encargados de realizar el intercambio de calor entre el espacio interior y el entorno. Una de las funciones más importantes de la envolvente arquitectónica es la de controlar los factores físicos que son parte del medio ambiente (calor, luz, sonido), para garantizar las condiciones de confort térmico, visual y acústico, mediante un consumo eficiente de energía (Maristany et al., 2017). Un trabajo previo del Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC), facilitó la identificación del estado actual de la edilicia sanitaria y su envolvente, sistematizando sus condiciones higrotérmicas y su estado en cuanto al cumplimiento de las normativas vigentes. Se observó que en la mayoría de los establecimientos relevados, las soluciones constructivas que conforman la envolvente vertical y horizontal de los mismos, no cumplen con las condiciones de acondicionamiento higrotérmico que exige la Ley 13.059/2003 de la provincia de Buenos Aires (Urteneche et al., 2021b).

En muchos casos, las mayores pérdidas y/o ganancias de calor tienen lugar a través de las superficies transparentes de la envolvente edilicia vertical, por lo que estas tienen un fuerte impacto sobre el consumo energético edilicio (de Gastines et al., 2015). Asimismo, las ventanas posibilitan el ingreso de luz natural y permiten las visuales al exterior, lo cual influye en el bienestar de los pacientes y en el rendimiento del personal sanitario. Hay varios estudios que abordan la eficiencia energética de la envolvente edilicia de los establecimientos de salud hospitalarios, centrándose en sus superficies opacas: muros y techos. Por ejemplo, el trabajo realizado por Basualdo, Reus Netto y Czajkowski (2015) tiene por objetivo plantear una propuesta de mejoramiento de la envolvente edilicia del Hospital de Alta Complejidad “El Cruce” de Florencio Varela a partir de la incorporación de aislación térmica en los muros y techos, que permita disminuir la demanda energética del mismo. Por su parte, Fernández y Garzón (2020), se centran en la rehabilitación de los muros exteriores de los Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS) en San Miguel de Tucumán, a partir del mejoramiento de su eficiencia termo-energética. Asimismo, no se cuenta con tantas herramientas para el estudio del comportamiento energético, a partir del cálculo del coeficiente de transmitancia térmica (K) de las aberturas, como en el caso de la envolvente opaca. En la planilla incluida en la Ordenanza N°8757/2011 de Rosario no se tiene en cuenta la materialidad de los marcos de las aberturas. Por otra parte, la herramienta online de Calificación y Etiquetado de Carpintería de Obra[1] que permite calcular la clase de Eficiencia Energética de las aberturas, conforme a la norma IRAM 11507-6/2018, sólo contempla las carpinterías de aluminio y PVC.

En función de lo expuesto y en línea con la herramienta desarrollada en un trabajo previo, para la evaluación energética de las envolventes edilicias de distintas áreas hospitalarias (Urteneche et al., 2021a), el objetivo del presente trabajo es aportar una herramienta para el análisis del comportamiento energético de las superficies transparentes de la envolvente edilicia vertical en particular, a partir del cálculo del coeficiente de transmitancia térmica y del factor solar. Esto permitirá identificar las características técnico-constructivas de las ventanas existentes, verificar su cumplimiento con las normas de acondicionamiento higrotérmico vigentes y posteriormente, proponer estrategias de mejoramiento, mediante técnicas de diseño pasivo.

METODOLOGÍA

El presente trabajo plantea el desarrollo de una herramienta que permita evaluar la eficiencia energética de las superficies transparentes de la envolvente edilicia vertical de los establecimientos hospitalarios. La metodología propuesta consta de dos etapas: (i) Diagnóstico del comportamiento energético de las ventanas existentes a partir del desarrollo de una herramienta específica y (ii) Evaluación energético-económica de las propuestas de mejoramiento de las ventanas existentes. Cada una de las etapas se desarrolla a continuación.

DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS EXISTENTES A PARTIR DEL DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA ESPECÍFICA

Para el análisis del comportamiento energético de las ventanas, a partir del cálculo del coeficiente de transmitancia térmica y del factor solar, se desarrolla una herramienta que facilita y automatiza las operaciones y verificaciones necesarias. Esta consiste en una planilla elaborada en una hoja de cálculo, la cual tiene en cuenta las Normas IRAM vigentes. Para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica media ponderada (K'_m) según Norma IRAM 11507-4, se plantea la ecuación [1], la cual expone la relación entre las distintas variables tenidas en cuenta.

$$K'_m = \frac{\sum_1^n (K_i \cdot S_i)}{\sum_1^n S_i} \qquad [1]$$

Donde K'_m es la transmitancia térmica media ponderada en W/m²K, Si es la superficie de cada uno de los componentes de la ventana en m2 y K_i es la transmitancia térmica en W/m²K.

En el caso de elementos transparentes con protecciones solares interiores o exteriores, se debe tener en cuenta la resistencia térmica que aportan las mismas, entonces se tiene la ecuación [2].

$$R_t = \frac{1}{K'_m} + \sum_1^n R_p \qquad [2]$$

Donde R_t es la resistencia térmica total del elemento transparente con las protecciones solares en m²K/W, K'_m es la transmitancia térmica media ponderada en W/m²K y R_p es la resistencia térmica de la protección solar en m²K/W.

Finalmente, el coeficiente de transmitancia térmica total (K_t) del elemento transparente con sus protecciones solares estará dado por la ecuación [3] que

responde a la Norma IRAM 11601, la cual establece que la transmitancia térmica es la inversa de la resistencia térmica.

$$K_t = \frac{1}{R_t} \qquad [3]$$

En cuanto al funcionamiento de la herramienta, los datos ingresados responden a las ecuaciones desarrolladas anteriormente. Algunos de éstos deben ser ingresados manualmente (celdas con trama), como es el caso de las superficies, mientras que otros podrán seleccionarse de una lista desplegable (celdas sombreadas), por ejemplo, la materialidad (véase Fig.1). Además, se han utilizado fórmulas y funciones de la planilla de cálculo (por ejemplo, la función SI) para posibilitar las operaciones. La herramienta permite verificar el cumplimiento de la Norma IRAM 11601, que establece que las ventanas deben presentar un valor de transmitancia térmica total menor que 4 W/m²K. Asimismo, se tiene en cuenta las categorías de aislación térmica presentadas en la IRAM 11507-4, exigibles en función del desempeño térmico requerido en las condiciones ambientales de uso previstas para la zona climática donde se instale la ventana (IRAM 11603). La estructura de la planilla se sintetiza en la Figura 1.

Herramienta para determinar el comportamiento térmico de ventanas		
K ventana calculado (W/m².°C)	Nivel IRAM 11507-4	FS*

Medidas abertura en (m)**		
alto	ancho	Superficie total (m²)
Material marco:		
K marco (W/m².°C):		
Superficie marco (m²):		
Tipo de vidrio:		
K vidrio (W/m².°C):		
Factor Solar (FS):		
Superficie vidrio (m²):		

Protección solar:	
Tipo de protección solar interior:	
Resistencia (R) protección solar interior:	
Tipo de protección solar exterior:	
Resistencia (R) protección solar exterior:	

*FS = Factor Solar
**En la Norma IRAM 11507/4 se adopta la medida 1230 mm x 1480 mm como base de cálculo, según normativa europea

Fig. 1: Estructura de la planilla. Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN ENERGÉTICO-ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LAS VENTANAS EXISTENTES

En esta etapa se utiliza la herramienta, para evaluar y comparar las diferentes estrategias de mejoramiento de las ventanas existentes desde el punto de vista energético. Además, se emplea el Índice de eficiencia energético-económica (Discoli et al. 2016), el cual sintetiza la relación entre la optimización del comportamiento térmico y el costo económico de la inversión necesaria para la aplicación de las mejoras tecnológico-constructivas. La ecuación 4 incluye la reducción en el flujo de energía durante una hora por metro cuadrado de envolvente, para una variación de 1°C, en relación al costo en pesos argentinos (126,50$ a 1 U$$ al 8/06/22 según cotización del Banco Nación).

$$IE = \frac{K_0 - K_1}{CI} \qquad [4]$$

Donde IE es el Índice de Eficiencia energético-económica en W/m²°C$, K0 es la transmitancia térmica de la envolvente original en W/m²°C, K1 es la transmitancia térmica de la propuesta tecnológica constructiva adoptada en W/m°C y CI es el costo de inversión necesario para la aplicación de las mejoras tecnológico-constructivas en $.

De esta manera, se calculan los Índices de eficiencia para cada una de las propuestas de mejoramiento. Cuanto más bajo resulta el valor, menos favorable es la situación.

DESARROLLO

Como ejemplo de aplicación de la herramienta se trabajó en el área de Internación del Hospital Zonal General de Agudos (HZGA) "Dr. Ricardo Gutiérrez" (Figura 2), perteneciente a la región sanitaria XI de la Provincia de Buenos Aires. En la mayoría de los casos, las áreas de Internación y Atención ambulatoria (Consultorios externos y Emergencias) son las que requieren mayor consumo de energía para climatización, debido a que estas áreas se caracterizan por tener mayores superficies vidriadas, generando pérdidas térmicas por renovaciones de aire y por envolvente.

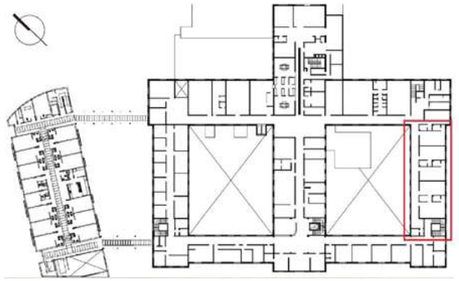


Fig. 2: Servicio de Internación clínica en la planta alta del Hospital "Gutiérrez". Fuente: Elaboración propia

En el área de estudio, el espacio de circulación se orienta al noroeste y la fachada sureste es la que pertenece a las habitaciones, por lo que se prioriza la intervención sobre la misma (Figura 3).

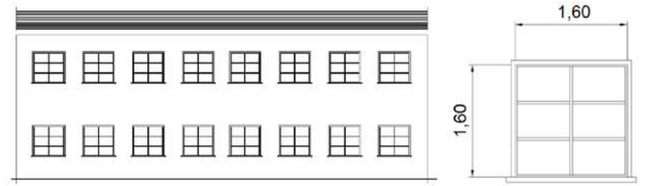


Fig. 3: Vista sureste del servicio de Internación clínica del Hospital "Gutiérrez". Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LAS VENTANAS EXISTENTES A PARTIR DEL DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA ESPECÍFICA

La envolvente vertical transparente de la fachada sureste de las habitaciones está constituida por ventanas tipo banderola con marco y hoja de chapa doblada y vidrios simples con persianas de madera, las cuales no se encuentran en buen estado de mantenimiento. Se aplicó la herramienta desarrollada para el análisis del comportamiento energético de las ventanas, a partir del cálculo del coeficiente de transmitancia térmica y del factor solar (Figura 4).

A partir de la aplicación de la herramienta, se observa que las ventanas de las habitaciones de la fachada sureste cumplen con la Norma IRAM 11601, y verifican en la última categoría de aislación térmica (K5) establecida en la IRAM

Herramienta para determinar el comportamiento térmico de ventanas		
K ventana calculado (W/m².°C)	Nivel IRAM 11507-4	FS*
3.07	K5	0.18

Medidas abertura en (m)**		
alto	ancho	Superficie total (m²)
1.60	1.60	2.56
Material marco:		Chapa
K marco (W/m².°C):		6.02
Superficie marco (m²):		0.77
Tipo de vidrio:		Vidrio simple incoloro 4 mm
K vidrio (W/m².°C):		5.80
Factor Solar (FS):		0.84
Superficie vidrio (m²):		1.79

Protección solar:	
Tipo de protección solar interior:	Ninguna
Resistencia (R) protección solar interior:	0
Tipo de protección solar exterior:	Cortina de enrollar de madera, metálicas, de PVC o aluminio
Resistencia (R) protección solar exterior:	0.155

*FS = Factor Solar
**En la Norma IRAM 11507/4 se adopta la medida 1230 mm x 1480 mm como base de cálculo, según normativa europea.

Fig. 4: Aplicación de la herramienta en el caso de la ventana existente. Fuente: Elaboración propia

11507-4. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no se está contemplando el grado de deterioro en el que se encuentran tanto las carpinterías como las protecciones. En función de lo expuesto, con el objetivo de mejorar la habitabilidad y el comportamiento higrotérmico de las ventanas existentes, se proponen estrategias de mejoramiento para las mismas que permitan obtener una mejor categoría de aislación térmica según IRAM 11507-4.

EVALUACIÓN ENERGÉTICO-ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LAS VENTANAS EXISTENTES

Se proponen a modo de ejemplo dos opciones de intervención con tecnologías ampliamente difundidas en el mercado local como lo son las carpinterías de aluminio y PVC (Cloruro de Polivinilo). Se plantea reemplazar el vidrio simple por un doble vidriado hermético (DVH) 4-9-4 mm y para eso, es necesario cambiar la perfilería de chapa existente. En función de lo expuesto, en primer lugar, se aplica la herramienta para verificar el comportamiento energético de las ventanas con marco y hojas de aluminio con ruptura de puente térmico (RPT) y DVH, para luego proceder de la misma manera, con las de PVC (Figuras 5a y 5b). En ambos casos se trata de una ventana corrediza de dos hojas.

A partir de la aplicación de la herramienta, en las Figuras 5a y 5b se observa que, el reemplazo de la carpintería existente (chapa doblada) por una carpintería de aluminio con RPT con DVH 4-9-4 mm, permite mejorar el coeficiente de transmitancia térmica (K) y alcanzar la categoría de aislación K4 de IRAM 11507-4. En cambio, con una carpintería de PVC de 2 cámaras con DVH 4-9-4 mm se logra llegar a la categoría de aislación K3 de IRAM 11507-4. Luego de la utilización de la herramienta, se recurrió al aplicativo online de Calificación y Etiquetado de Carpintería de Obra conforme a la norma IRAM 11507-6/2018 y para ambas carpinterías se obtuvo clase A de Eficiencia Energética para el período de calefacción en la zona 3 (Buenos Aires, La Pampa, San Luis, Córdoba y parte de Santa Fe y Entre Ríos).

Por otra parte, se obtuvo el costo de inversión (CI) necesario para cada una de las propuestas de mejoramiento de las ventanas existentes. En el caso de la carpintería de aluminio con RPT con DVH 4-9-4 mm implica un CI[2] de $77.780 (línea Módena de Aluar), mientras que la de PVC de dos cámaras con las mismas características de DVH, significa un CI de $78.288 si el PVC es nacional y $103.507 si el PVC es importado. Finalmente, se calcula para cada una de las propuestas, el Índice de eficiencia energético-económica (Discoli et al. 2016 op. cit), el cual sintetiza la relación entre la optimización del comportamiento térmico y el costo económico de la inversión necesaria para la aplicación de las mejoras tecnológico-constructivas (Ecuación 4).

$$IE = \frac{K_0 - K_1}{CI} \qquad [4]$$

Herramienta para determinar el comportamiento térmico de ventanas			
K ventana calculado (W/m².°C)		Nivel IRAM 11507-4	FS*
2.25		K4	0.17
Medidas abertura en (m)**			
alto	ancho	Superficie total (m²)	
1.60	1.60	2.56	
Material marco:		Aluminio con RPT	
K marco (W/m².°C):		4.20	
Superficie marco (m²):		0.77	
Tipo de vidrio:		DVH incoloro - incoloro 4-9-4 mm	
K vidrio (W/m².°C):		3.15	
Factor Solar (FS):		0.79	
Superficie vidrio (m²):		1.79	
Protección solar:			
Tipo de protección solar interior:		Ninguna	
Resistencia (R) protección solar interior:		0	
Tipo de protección solar exterior:		Cortina de enrollar de madera, metálicas, de PVC o aluminio	
Resistencia (R) protección solar exterior:		0.155	

*FS = Factor Solar
**En la Norma IRAM 11507/4 se adopta la medida 1230 mm x 1480 mm como base de cálculo, según normativa europea.

Fig. 5a: Aplicación de la herramienta para el caso de la carpintería de aluminio con RPT

Fuente: Elaboración propia

Herramienta para determinar el comportamiento térmico de ventanas			
K ventana calculado (W/m².°C)		Nivel IRAM 11507-4	FS*
1.98		K3	0.17
Medidas abertura en (m)**			
alto	ancho	Superficie total (m²)	
1.60	1.60	2.56	
Material marco:		PVC 2 cámaras con refuerzo	
K marco (W/m².°C):		2.20	
Superficie marco (m²):		0.77	
Tipo de vidrio:		DVH incoloro - incoloro 4-9-4 mm	
K vidrio (W/m².°C):		3.15	
Factor Solar (FS):		0.79	
Superficie vidrio (m²):		1.79	
Protección solar:			
Tipo de protección solar interior:		Ninguna	
Resistencia (R) protección solar interior:		0	
Tipo de protección solar exterior:		Cortina de enrollar de madera, metálicas, de PVC o aluminio	
Resistencia (R) protección solar exterior:		0.155	

*FS = Factor Solar
**En la Norma IRAM 11507/4 se adopta la medida 1230 mm x 1480 mm como base de cálculo, según normativa europea.

Fig. 5b: Aplicación de la herramienta para el caso de la carpintería de PVC

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del reemplazo de la carpintería existente por una carpintería de aluminio con RPT con DVH 4-9-4 mm, se obtiene IE=0,00001054 W/m²ºC$ mientras que para la carpintería de PVC de 2 cámaras con DVH 4-9-4 mm, se obtiene IE=0,00001401 W/m²ºC$ en el caso del PVC nacional y IE=0,00001053 W/m²ºC$ para el PVC importado. Cuanto más bajo resulta el valor del IE, menos favorable es la situación, por lo que, en el caso de aplicación planteado, resulta más conveniente reemplazar la carpintería existente por una carpintería de PVC nacional de 2 cámaras con DVH 4-9-4 mm. Asimismo, se observa que en la relación costo-beneficio, es más conveniente reemplazar la carpintería existente por una carpintería de aluminio con RPT que por una carpintería de PVC importado.

CONCLUSIONES

Las redes de establecimientos hospitalarios al ser estructuras energo-intensivas, representan un escenario con significativas potencialidades para la implementación de medidas de mejoramiento de la eficiencia energética, que al ser aplicadas a la envolvente edilicia, permiten disminuir la demanda de climatización en los edificios hospitalarios.

En función de lo expuesto y continuando con el desarrollo presentado en trabajos previos respecto a la evaluación de las pérdidas energéticas por envolvente de las distintas áreas hospitalarias (Urteneche et al. 2021a op. cit), este trabajo permitió avanzar específicamente en las superficies transparentes de la envolvente edilicia vertical. Las ventanas tienen un fuerte impacto sobre el consumo energético edilicio pero al mismo tiempo, posibilitan el ingreso de luz natural y permiten las visuales al exterior, lo cual influye en el bienestar de los pacientes y en el rendimiento del personal sanitario.

El trabajo aporta una herramienta para el análisis de la eficiencia energética de las superficies transparentes de la envolvente edilicia vertical de los establecimientos hospitalarios, a partir del cálculo del coeficiente de transmitancia térmica y del factor solar. A diferencia de la planilla de cálculo que brinda la Ordenanza Nº 8.757 de Rosario, en este caso se tiene en cuenta la materialidad de los marcos de las carpinterías, mediante el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica media ponderada (K'm) conforme a la Norma IRAM 11507-4. Además, actualmente, la mayoría de los hospitales del sistema público cuentan con ventanas con tecnologías que no son contempladas en la herramienta online de Calificación y Etiquetado de Carpintería de Obra que permite calcular la clase de Eficiencia Energética de las aberturas, conforme a la norma IRAM 11507-6/2018.

La aplicación de la herramienta desarrollada permite identificar las carac-

terísticas técnico-constructivas de las ventanas existentes, verificar su cumplimiento con las normas de acondicionamiento higrotérmico vigentes para posteriormente, proponer estrategias que permitan mejorar la eficiencia energética de la envolvente edilicia sanitaria. En cuanto al alcance de la herramienta, la misma puede ser utilizada en cualquiera de las zonas bioclimáticas propuestas en la Norma IRAM 11603, lo cual favorece la aplicación en provincias en las que estas normas no tienen carácter obligatorio.

NOTAS

1 https://etiquetadoventanas.energia.gob.ar/

2 Para obtener los CI, se realizó un promedio de los presupuestos solicitados en la ciudad de La Plata, durante el mes de mayo del corriente año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Alexis, G. K. y Liakos, P. (2013). A case study of a cogeneration system for a hospital in Greece. Economic and environmental impacts. *Applied Thermal Engineering*, *54*(2), 488–496.

· Basualdo, D., Reus Netto, G. y Czajkowski, J. D. (2015). Análisis y propuesta de acondicionamiento bioclimático del Hospital de Alta Complejidad "El Cruce" de Florencio Varela. *AVERMA*, *3*(5), 125-134.

· De Gastines, M., Correa, E. y Pattini, A. (2015). Evaluación del balance energético de ventanas en Mendoza. *AVERMA*, *19*(5), 1-12.

· Discoli, C. (1998). *El diagnóstico de la gestión productiva-energético-ambiental de las redes territoriales del sector salud*.

· Discoli, C. A., Martini, I., Viegas, G. M., Barbero, D. A. y Rodríguez, L. G. (2016). Pautas para el reciclado masivo de la envolvente edilicia residencial. *URBANO*, *33*, 54–65.

· Fernández, A. y Garzón, B. (2020). Rehabilitación de muros exteriores en centros de salud en San Miguel de Tucumán para su eficiencia térmico-energética. *AVERMA*, *24*, 31–40.

· LEY 13.059, Boletín Oficial de la República Argentina (2003). https://normas.gba.gob.ar/ar-b/ley/2003/13059/3792

· IRAM 11.601: Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo, (2004).

· IRAM 11.603: Clasificación Bioambiental de la República Argentina, (2012).

· IRAM 11.507-4: Carpintería de obra y fachadas integrales livianas: ventanas exteriores. Parte 4 - Requisitos complementarios: aislación térmica, (2017).

· IRAM 11.507-6: Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Parte 6 – Etiquetado de eficiencia energética, (2018).

· Maristany, A., Abadía, L. y Rivoira, A. (2017). Hacia una metodología de análisis energético integral de la envolvente arquitectónica y urbana. *De Res Architettura*, *2*, 35–56.

· MinEM. (2018). *Balance Energético Nacional 2018*. http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos. Accedido: 10/06/2022

· Ordenanza N°8757, (2011). https://www.rosario.gob.ar/normativa/ver/visualExterna.do?accion=verNormativa&idNormativa=75004. Accedido: 10/06/2022

· Urteneche, E., Fondoso-Ossola, S. T., Barbero, D. y Martini, I. (2021a). Development of a Tool for the Identification and energy Analysis of buildings' envelopes of different Hospital Areas. In RPIC (Ed.), *XIX Reunión de trabajo en Procesamiento de la Información y Control (RPIC)* (p. 5).

· Urteneche, E., Martini, I., Barbero, D. A. y Discoli, C. A. (2021b). Estado del arte de la envolvente edilicia del subsector salud en la Microrregión Gran La Plata. *AVERMA*, *25*, 49–59. https://asades.org.ar/revista-averma-edicion-2021/

SOSTENIBLE, BIOMIMÉTICA O RESILIENTE, TRES PROPUESTAS PARA UNA MISMA ARQUITECTURA

SUSTAINABLE, BIOMIMETICS OR RESILIENT, THREE PROPOSALS FOR THE SAME ARCHITECTURE

Daniel Edgardo Vedoya

ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano)

FAU – UNNE, Resistencia, Argentina

devedoya@gmail.com

RESUMEN

En 1992, la científica Janine Benyus propone el comienzo de un nuevo paradigma en la protección de nuestro planeta, centrado en la Biomímesis (de Bio = vida, y mímesis = imitación). En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, centrada en la sostenibilidad económica, social y ambiental. La Arquitectura compartió estas innovaciones conceptuales aportando propuestas acordes: arquitectura sostenible (o sustentable), arquitectura biomimética (o bioinspirada), y actualmente complementadas con la idea de una arquitectura resiliente. En síntesis, una arquitectura que ofrezca soluciones ambientales acordes con el momento actual, sin descuidar aspectos tales como vida útil, ahorro energético, valor residual, huella de carbono, etc. El presente trabajo intenta dar respuesta a estas demandas con una metodología centrada en lo que nos enseña la naturaleza, mediante un abordaje desde las formas, los procesos y los sistemas.

PALABRAS CLAVES: formas – procesos – sistemas – agenda 2030 – ODS

ABSTRACT

In 1992, the scientist Janine Benyus proposed the beginning of a new paradigm in the protection of our planet, centered on Biomimicry (from Bio = life, and mimesis = imitation). In September 2015, the United Nations General Assembly approved the 2030 Agenda for Sustainable Development, focused on economic, social and environmental sustainability. The Architecture shared these conceptual innovations providing consistent proposals: sustainable architecture (or sustainable), biomimetic architecture (or bioinspired), and currently complemented with the idea of a resilient architecture. In short, an architecture that offers environmental solutions in keeping with the current moment, without neglecting aspects such as useful life, energy savings, residual value, carbon footprint, etc. The present work tries to respond to these demands with a methodology focused on what nature teaches us, through an approach from forms, processes and systems.

KEY WORDS: forms – processes – systems – 2030 agenda - SDO

INTRODUCCION

La Asamblea General de las Naciones Unidas, reunida en el año 1972 en la ciudad de Estocolmo (Suecia) emitió una declaración en la que se hace una referencia exhaustiva al desarrollo económico y social, por una parte, y al desarrollo científico y tecnológico, por otra. El principio 1 de la Declaración de Estocolmo expresa: *"El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, a la igualdad y a condiciones adecuadas de vida en un medio ambiente de una calidad tal que permita una vida de dignidad y bienestar".*

Continuando con esta reseña cronológica, en 1987, las Naciones Unidas encomendaron a la doctora Gro Harlem Grundtland, junto a un grupo de científicos, la elaboración de un informe que se dictó bajo la consigna "Nuestro futuro común", que luego se hizo conocido con el nombre de "Informe Brundtland", en el que, entre otras recomendaciones, se fundaba la tesis del desarrollo duradero que exige que se satisfagan las necesidades básicas de todos y que se extienda a todos la oportunidad de colmar sus aspiraciones a una vida mejor, en el sentido de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. En este precepto aparecen dos conceptos destacables: el derecho y sus límites; es decir, el derecho que tienen los habitantes de la tierra de hacer uso de los recursos naturales y los límites a ese derecho como condición fundamental de resguardo para las generaciones futuras en igual sentido. Se trata de disponer de lo dado por la naturaleza de manera racional, tomando recaudos para su conservación y reproducción, posibilitando así que las generaciones futuras también puedan hacer uso de ellos.

En el Informe Brundtland se hace mención por primera vez al desarrollo "duradero" o "sostenible", y se lo expresa en estos términos:

"3. El desarrollo duradero. *27. Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. (…) El desarrollo duradero exige que se satisfagan las necesidades básicas de todos y que se extienda a todos la oportunidad de colmar sus aspiraciones a una vida mejor."* (Informe Brundtland, 1987).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, reunida en Río de Janeiro entre los días 3 al 14 de junio de 1992, aprobó el Informe "Nuestro Futuro Común", al tiempo que emitió lo que se conoce como "Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo", informe que luego se generalizó bajo el nombre de "Informe Brundtland".

En dicha Declaración se reafirma lo que en su momento aprobó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, reunida en Estocolmo en 1972.

El Informe Brundtland está redactado en los seis idiomas oficiales de las Naciones Unidas: árabe, chino, español, francés, inglés y ruso. En las 147 páginas de la traducción del informe al español, las palabras "duradero" y "sostenible" son mencionadas repetidamente. La palabra "sustentable" no se lee en ninguno de sus pasajes.

Si bien los vocablos "sostenible" y "sustentable" sólo aparecen en el español, el uso común ha conseguido generalizar el empleo indistinto de ambos vocablos, al punto que hoy se encuentra abundante bibliografía ocupada en diferenciar sustantivamente los alcances de uno y otro.

El Informe Brundtland, que introduce el concepto de desarrollo "duradero" o "sostenible", deja claramente expuesta la exigencia de satisfacer las necesidades básicas de todos y que todos logren colmar sus aspiraciones a una vida mejor.

Años más tarde, en el Septuagésimo Período de Sesiones de las Naciones Unidas, realizado en la ciudad de Nueva York (USA), se aprobó el Documento Final de la Cumbre de las Naciones: "*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*", en el que se propone un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, contenidos en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En un capítulo aparte, pero no por eso desvinculado de esta cuestión, Bryony Schwan y Janine Benyus crean el Biomimicry Institute, en 2006, en Missoula (Montana, Estados Unidos), imbuidos de la necesidad de producir un acercamiento a la naturaleza y fundamentalmente, lo que ésta nos deja como enseñanza. Complementariamente, el libro de Benyus "*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*" ("*Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*", en su versión en español), forma parte de los orígenes y trabajos posteriores inspirados en la Biomímesis.

La arquitectura no está exenta de las especulaciones que se hacen en cuanto al empleo de estos nuevos conceptos, con sus diversas y variadas connotaciones, destacándose diferentes aportes: *arquitectura sustentable, arquitectura verde, eco-arquitectura, arquitectura ambientalmente consciente* y, más recientemente, *arquitectura de la resiliencia*, etc.

Estas diferentes propuestas no se oponen al espíritu que subyace en el Informe Brundtland, por cuanto son distintas impresiones de lo que en definitiva debe ser el desarrollo, conduciendo al mismo efecto: satisfacer las necesidades presentes sin comprometer el derecho que asiste a las futuras generaciones, respetando la exigencia fundamental de satisfacer las necesidades básicas de todos, haciendo extensiva la oportunidad de aspirar a una vida mejor.

DESARROLLO

Formas, sistemas y procesos

Las formas naturales sirven a la arquitectura como base para un buen diseño, teniendo en cuenta lo que dicta esta nueva disciplina, la biomímesis, en cuanto que no interesa lo que podemos extraer de la naturaleza, sino de lo que podemos aprender de ella (Benyus, 2012). Por consiguiente, la copia simplemente formalista y figurativa de la naturaleza no entra dentro de los lineamientos de la biomímesis. La forma no es sólo la manera en que los objetos se nos presentan, interviene en su génesis otros factores determinantes, como la función que le da significado, la estructura (sistema) que le da sostén, y el proceso, esa sucesión de acciones que fueron necesarias para su materialización.

Si miramos a nuestro alrededor con intención de conocer lo que nos rodea, de comprender qué y cómo son las cosas que vemos, iremos descubriendo gradualmente que aquello que nos era ajeno comienza a ser nuestro. Nuestra relación con la realidad exterior se realiza por medio de sensaciones (visuales, táctiles, olfativas, auditivas, etc.). Generalmente la percepción a través de los sentidos es asociativa aunque en el ser humano es fácilmente comprobable la preeminencia de las percepciones canalizadas por medios visuales.

Una forma es inherente a una determinada cosa, es aquello que conocemos de esa cosa en primera instancia, lo observable, lo que percibimos a través de los sentidos. La forma es la manera como la cosa se presenta ante nosotros, o sea cómo se nos aparece, es un hecho de base sensitiva; la manifestación de la forma se produce a través de la vista y los demás sentidos que proveen datos que son procesados y coordinados por el cerebro.

Es así que el primer conocimiento formal que tenemos de una cosa es siempre sensorial y no inteligente.

Más adelante se tendrá oportunidad de ir conociendo otros aspectos con la intervención de la razón, con lo que se tendrá una noción racional de la cosa.

Las formas pueden representarse geométricamente, y así pueden ser lineales, planas, cúbicas, rectas, curvas, quebradas, etc., y se conocen también planos abiertos, cerrados, calados, etc. Pero existen además formas en movimiento que acontecen en el tiempo y en el espacio. Nos interesa no sólo cada uno de los objetos, en forma aislada, sino la interacción que se produce entre

ellos, no sólo las propiedades de cada proceso en forma independiente, sino las propiedades de la totalidad.
Aquí adquiere relevancia el concepto de estructura de la forma porque pone de manifiesto la "red" de relaciones entre los componentes o entre los procesos que los involucran. Toda forma es el fruto de un acontecimiento anticipado. Toda manifestación formal es consecuencia de un complejo proceso que parte de una causa, la función que dio origen a la conformación de la cosa, la forma propiamente dicha, y la trascendencia que implica la presencia de esa forma en su entorno.
Transponiendo estos conceptos a la arquitectura, tendremos oportunidad de concebir una arquitectura sustentable, Bioinspirada, y orientada hacia la resiliencia.
La arquitectura bioinspirada es una filosofía contemporánea que busca soluciones sostenibles en la naturaleza mediante la **comprensión de las normas que las rigen**. Es un enfoque multidisciplinario que sigue los principios naturales que funcionan mejor que muchas de las tecnologías más avanzadas de la actualidad, porque consumen menos energía y no producen residuos ni dejan huellas. En manos de los arquitectos se centra el compromiso de ponerlos en práctica, con el objeto de que funcionen como el sistema natural que los inspiró.
Por su parte, la arquitectura de la resiliencia utiliza procesos naturales y vegetación local para la gestión del agua, de la tierra, de la temperatura y de la calidad del aire, con el objetivo de crear entornos urbanos más saludables.
En cualquier ciudad, la arquitectura de la resiliencia se refiere a las áreas naturales que proporcionan hábitat, protección contra inundaciones, aire y agua limpios, alimentos y recreación, incluyendo sistemas de gestión de aguas pluviales y drenaje que emulan el comportamiento de la naturaleza, almacenando agua para mejorar su calidad.
Enfocar la resiliencia hacia la sostenibilidad es centrarse en desarrollar la habilidad para superar los cambios inesperados. Más allá de considerar a las personas como causantes externos de las dinámicas de los ecosistemas, se estudia cómo formar parte e interaccionar con la biosfera (esa esfera de aire, agua y tierra que rodea al planeta), en la que se encuentran todas las formas de vida. El ser humano depende de la biosfera e interacciona con ella a través del uso de los diferentes servicios ecosistémicos: el agua que usa para cocinar y beber, los cultivos que produce para alimentarse, la regulación del clima y los vínculos que establece con los ecosistemas.
En cuanto a la protección frente al medio ambiente y sus depredadores Santibáñez Saucedo explica en su libro "Biodiseño"[1] que los animales tienen:

- Control de la temperatura
- Gestión del agua
- Impermeabilización y control de humedad.
- Ventilación y renovación del aire.
- Gestión de residuos
- Técnicas constructivas
- Detalles constructivos y geométricos

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una Arquitectura sostenible/sustentable debe necesariamente identificarse con los ODS de las Naciones Unidas, y tener presentes las Conclusiones contenidas en el Informe "Armonía con la Naturaleza" (Naciones Unidas, 2020). En este informe, *"el Secretario General destaca los logros alcanzados en el segundo semestre de 2019 y el primero de 2020 que siguen poniendo de manifiesto un cambio de paradigma en la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, de una sociedad centrada en el ser humano a otra centrada en la Tierra"*
Son muchos y variados los ejemplos de propuestas de una arquitectura que, en uno u otro sentido, aporta soluciones que tienen relación con los objetivos de desarrollo sostenible.
El trazado de las ciudades modernas, basado en la distribución en retícula propuesta por Hipódamo de Mileto (s. V a.C), ofrece una nueva concepción urbanística para lograr una mejor orientación de las calles, con ventilación cruzada y una distribución apropiada de los canales de desagüe urbano (Fig. 1).

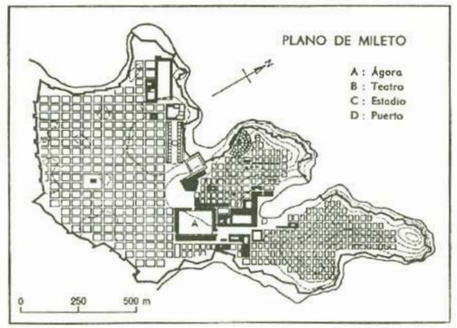
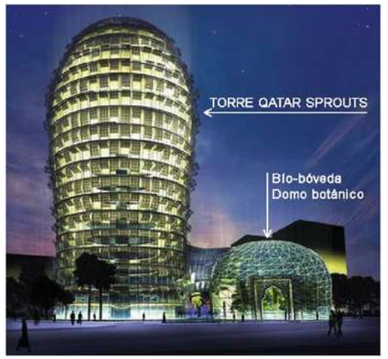


Fig. 1: Plano de Mileto, Hipodamo – Fuente: https://ellegadodehipodamos.files.wordpress.com/2015/11/mileto.jpg

En un mundo acuciado por la peste que asoló a finales del siglo XIX y principios del XXI, los cinco puntos de la arquitectura racionalista, planteados por Le Corbusier, dieron un primer paso hacia la búsqueda de un acercamiento a la naturaleza, con la propuesta de la "terraza jardín", que hoy se manifiesta en los "techos verdes", y sus derivaciones hacia las "fachadas verdes", los "bosques verticales", etc. La ventana corrida horizontal también contribuyó para lograr espacios mejor ventilados.
El proyecto de la Torre Qatar Sprouts, en Qatar (Emiratos Árabes del Oriente Medio), que propone un edificio que emula el comportamiento de un cactus del desierto (el "sprouts"), aprovechando el aire fresco nocturno, y cerrándose durante el día al calor intenso mediante un sistema de celosías accionadas por medio de sensores (Figs. 2 y 3). El acceso al edificio se produce a través de una bio-bóveda en forma de invernadero, donde las plantas están destinadas a convertir el CO_2 del ambiente en oxígeno al tiempo que le confiere un valor estético verde.



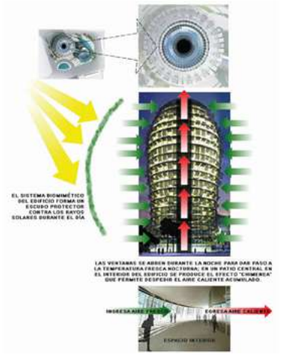


Fig. 2: Torre Qatar Sprouts – Fuente: https://inhabitat.com/qatar-cactus-office-building/ | Fig. 3: Torre Qatar Sprouts, interacción exterior/interior – Fuente: Producción propia

El edificio de la Torre Eastgate Center, en Harare, (Zimbabwe), proyecto del arquitecto Mick Pearce, reproduce de los termiteros africanos la diagramación de sus galerías internas, que permiten mantener una temperatura interior constante y adecuada, logrando una economía sustancial de un 35% menos en relación con el consumo promedio de otros edificios convencionales (Figs. 4 y 5).
La Torre 30 St Mary Axe (The Gherkin o "Pepinillo"), en Londres (UK), del arquitecto Norman Foster, utiliza la mitad de energía que una torre similar como consecuencia de su estructura tipo Diagrid, donde los huecos de cada piso proporcionan conductos de ventilación natural. El vidrio aislante de doble efecto canaliza el aire a través de sus dos capas de vidrio, aislando las ofi-

cinas.El edificio explota la convección de calor, sacando el aire caliente en el verano y calentando el interior mediante calefacción solar pasiva. Al permitir el paso de la luz solar, logra un ambiente de trabajo agradable, con los costos de iluminación más bajos (Figs. 6).

Fig. 4: Torre Eastgate, Harare, Zinbawe – Fuente: https://www.eaconstructionsdigest.com

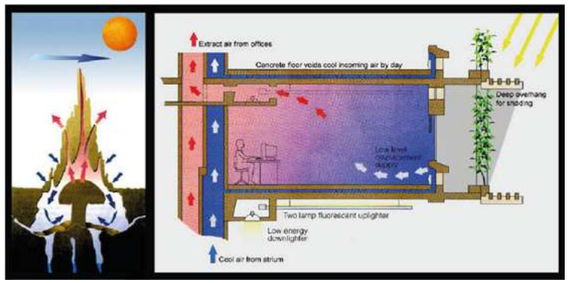


Fig. 5: Comparación del interior con un termitero – Fuente: https://www.mickpearce.com/Eastgate.html

Fig. 6: Torre Swiss-Re, Arq. Norman Foster. Fuente: httpsmodernarchitecture09.weebly.comnorman-foster.html

La casa BIQ (Bio Intelligent Quotient), es un edificio de cuatro plantas y 15 departamentos calefaccionados y refrigerados mediante la acción de su fachada "biorreactiva", resuelta con paneles tipo “sándwich” de vidrio doble, que contienen en su interior microalgas (del tamaño de una bacteria), cultivadas a base de luz, agua, nutrientes y dióxido de carbono. Las algas se mantienen en su cubículo vivas y en movimiento, generando biomasa que, cuando es extraída se transforma en biogás. Así, son simultáneamente fuente de energía y acumuladores de la luz solar, tanto para calentamiento de agua como para intercambiar calor (Figs. 7, 8 y 9).

Fig. 7: Casa de algas BIQ, Hamburgo – Fuente: https://almeidaarquitectura.wordpress.com/author/luisa950227/ | Fig. 8: Casa de algas. Ddetalle de paneles de la fachada Fuente: https://almeidaarquitectura.wordpress.com/author/luisa950227/

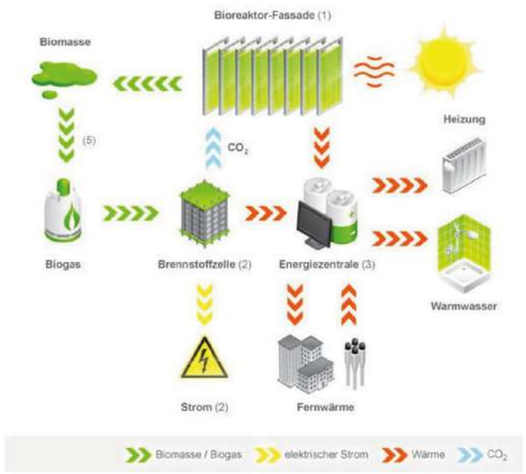


Fig. 9: Casa de algas. Detalle del bioreactor – Fuente:https://almeidaarquitectura.wordpress.com/author/luisa950227/

CONCLUSIONES

Al comienzo del siglo XX, ni la sociedad en su conjunto, ni la comunidad científica y tecnológica en particular, poseían la capacidad suficiente para alterar los sistemas ecológicos. Al fin del siglo ya lo tenían, pero el proceso de modificación y deterioro del medioambiente es tal, que ya resulta una inevitable y contundente realidad.

Son notorios los cambios producidos en la atmósfera (calentamiento global, agujero de ozono, etc.), en el suelo (vertederos ilegales, basurales, etc.), en el agua (derretimiento de los glaciares, desprendimientos en la Antártida, contaminación de los ríos, etc.), en las plantas (desertificación, agotamiento de recursos forestales, alimentos transgénicos, etc.), en los animales (clonación, extinciones masivas, etc.), y en las relaciones entre éstos.

Como arquitectos, componedores de espacios habitables, nuestro rol es excepcional y nos compromete ante las necesidades de la sociedad y la protección de nuestro planeta.

Resulta evidente, teniendo en cuenta las sucesivas Asambleas Generales de las Naciones Unidas, la permanente preocupación de los Estados Miembros por encontrar soluciones adecuadas y apropiadas para salvaguardar el orden ecosistémico de nuestro planeta.

No obstante, no dejan de ser valiosas propuestas que sólo serán eficientes en la medida que se las ponga en práctica, tomando medidas sustanciales que mitiguen el deterioro ambiental, con el irrenunciable compromiso de:

✓ Reflexionar sobre la importancia de lograr una relación armoniosa entre los seres humanos y la Naturaleza.

✓ Reconocer que la Armonía con la Naturaleza es fundamental para lograr un verdadero desarrollo sostenible.

✓ Permanecer en consonancia con las medidas adoptadas en todo el mundo para:

- proteger la biodiversidad;
- modificar las modalidades de consumo y producción;
- combatir los efectos adversos del cambio climático;
- poner fin a la contaminación por plásticos;
- construir comunidades resilientes; y,
- reducir la desigualdad en las generaciones presentes y futuras.

Los arquitectos tenemos en nuestras manos herramientas apropiadas para contribuir en esta empresa de características globales.

Ya sea que llamemos a esta nueva arquitectura sostenible, sustentable, resiliente o bioinspirada, lo esencial es ponerla en práctica sin dilación.

NOTAS

1 Biodiseño. Aportes Conceptuales de Diseño en las Obras de los Animales. Tesis doctoral, Facultad de Arte de la Universidad de Barcelona, 2007.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· ALEXANDER, Christopher (1980): *Sistemas que generan sistemas.* En "*Tres aspectos de matemática y diseño*". Barcelona (España): Tusquets Editores
· BENYUS, Janine M. (2012): *Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona (España): Tusquets Editores S.A.
· BRUNDTLAND, Gro Harlem et alt. (1987): Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "*Nuestro Futuro Común*". Decisión 14/14, 14° Período de Sesiones. Asamblea General de las Naciones Unidas. Nairobi (Kenia), 8 al 19 de junio de 1987
· GARCÍA SANTIBÁÑEZ SAUCEDO, Héctor F. (2007): *Biodiseño. Aportes Conceptuales de Diseño en las Obras de los Animales.* Tesis doctoral. Barcelona (España): Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Barcelona.
· NACIONES UNIDAS (1972): *Declaración de Estocolmo.* Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo (Suecia)
· NACIONES UNIDAS (1992): *Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.* Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro (Brasil)
· NACIONES UNIDAS (2003): *La Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable.* Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Johannesburgo (Sudáfrica)
· NACIONES UNIDAS (2015): *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Asamblea General de las Naciones Unidas. Nueva York (USA)
· NACIONES UNIDAS (2020): *Armonía con la Naturaleza*. Septuagésimo Quinto Período de Sesiones de las Naciones Unidas. . Nueva York (USA)
· WAGENBERG, Jorge (2005): *La rebelión de las formas* - Barcelona (España): Tusquets Editores

TRANSFORMAR RESIDUOS EN PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLES, CERTIFICABLES Y VALORABLES EN EL MERCADO

TRANSFORM WASTE INTO SUSTAINABLE, CERTIFIABLE AND VALUABLE CONSTRUCTION PRODUCTS IN THE MARKET

Marta Edith Yajnes
Susana Ines Caruso
Abraham Becerra Araneda
Roberto Rafael Busnelli
Mariana Carla Berardino

Centro Experimental de la producción /
Mat Lab, IA / 3IA

FADU — UBA, Buenos Aires, Argentina /
IA SyS — UNSAM, San Martin, Argentina

—
marta.yajnes@fadu.uba.ar

RESUMEN

Este trabajo estudia la incorporación de residuos en nuevos productos a través de la investigación realizada por equipos interdisciplinarios de dos centros de investigación de universidades públicas con la capacitación de alumnos y de una asociación vecinal.
Se abarca desde el relevamiento de residuos en el territorio hasta la certificación y transferencia a la comunidad de prototipos de productos, incluyendo caracterización fisicoquímica y mecánica de los residuos, su influencia en la factibilidad de aprovechamiento, precauciones para fraccionamiento y uso, además de ensayos en laboratorios certificados.
Es un aporte a la remediación del daño ya efectuado sobre el ambiente, promocionando tecnologías que alcanzan la sustentabilidad mediante una base triple: mejora de la envolvente edilicia, elevación de la calidad de vida de sus habitantes y sus capacidades laborales y disminución del impacto ambiental ocasionado por la generación y disposición de residuos en el territorio al evitar su arrojo a basurales y/o su entierro.

PALABRAS CLAVES: envolvente – capacitación – transferencia – remediacion – calidad de vida

ABSTRACT

This work studies the incorporation of waste in new products through research carried out by interdisciplinary teams from two public university research centers with the training of students and a neighborhood association.
It ranges from the survey of waste in the territory to the certification and transfer to the community of product prototypes, including the physicochemical and mechanical characterization of the waste, its influence on the feasibility of use, precautions for fractionation and use, and tests in certified laboratories.
This work contributes to the remediation of the damage already done to the environment, promoting technologies that achieve sustainability through a triple base: improvement of the building envelope, elevation of the quality of life of its inhabitants and their labor capacities and reduction of the environmental impact caused for the generation and disposal of waste in the territory by avoiding its dumping in landfills and/or its burial.

KEY WORDS: envelope – training – transfer – remediation – quality of life

INTRODUCCION

La problemática generada por el incremento y falencias en la disposición final de Residuos Industriales No Peligrosos (RINP) y Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que incluyen los Residuos de Construccion y Demolición (RCD) producidos en el partido donde se inserta este trabajo, dio nacimiento a una línea de investigación que se lleva a cabo coordinadamente entre dos universidades públicas del Area Metropolitana de Buenos Aires, para transformar estos residuos en materiales constructivos, tendiendo a la creación de mercado en la industria del reciclado. Frecuentemente, los residuos mencionados se acumulan en rellenos sanitarios y en su proceso de degradación producen gases de efecto invernadero y contaminaciones varias. Un importante eje de investigación y desarrollo en el mundo son el diseño y la verificación técnica de materiales basados en RINP-RSU. Paralelamante se ha incrementado el impulso dado a una variedad de nuevos materiales fabricados a partir de RCD y de podas y cultivos locales, para intentar paliar el gran impacto en el uso de energía, producción de CO_2 y contaminación ambiental asociados al ciclo de vida de los edificios.(Wilson, (1993); Mehta, (2010), Dondi (2016)).
En las últimas décadas asimismo, ha ido en aumento el número de investigaciones sobre materiales cementicios con agregados que reemplazan canto rodado, piedra partida y arena, o que disminuyen el contenido de cemento, Babafemi, (2018); Shafigh (2014), Ibhadobe O. (2017).
En ambas universidades se trabaja en grupos multidisciplinarios incluyendo pasantes de investigación, profesionales de diferentes disciplinas y un doctor en Ingeniería de Materiales, buscando dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Ver Fig.1.

Fig. 1: Indicación de ODS seleccionados. Fuente: Elaboración propia en base a https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda- 2030-para-el-desarrollo-sostenible/

En el territorio donde trabajamos existe una parte de su población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) viviendo en zonas con falencias según el Censo 2010. Esta población tiene capacidades laborales vacantes y con demanda de resolución, según Varela Daich, L. (2016), en lo que Curutchet, G. et al (2012) llaman degradación ambiental y pobreza urbana. La economía social y solidaria es una opción posible, según se lee en Coraggio, J. L.. et al (2011) y así se plantea en este proyecto.

METODOLOGÍA

Estudios de caso de reinserción productiva de residuos:

En el tema de la economía circular y negocios sustentables se consideraron los trabajos de Haas, W et al. (2015), Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1995), Senge, P. M., & Carstedt, G. (2001), Nidumolu, R. et al (2010), Prieto Sandoval, V. et al (2017), Painter, M. et al (2018).
Con respecto al uso de residuos de mampostería se refiere a Yajnes et a l(2014), (2015) y (2017). Yory (2007) hace hincapié en la necesidad de remediar el daño ambiental ocasionado. Dentice et al (2019) estudian la industria local, Dadon, J. et al (2019) el funcionamiento integral del partido de trabajo, mientras Yajnes (2020) registra los residuos en el territorio.
En el área del manejo de residuos textiles se cuenta con los trabajos de Ángeles Rojas (2015), Magalhães (2017), Del Mar Barbero et al. (2016) y Yajnes, M (2020) este último para identificación de fibras textiles y su relevamiento. Lei Gu, Togay Ozbakkaloglu, (2016), Babafemi A. (2018) y Ojeda et al (2020) fueron referentes para el estudio de residuos plásticos en concretos.

Caracterización de residuos: Los residuos se caracterizan en detalle en función de su materialidad, tanto en sus aspectos físicos como químicos. El proceso incluye la factibilidad de obtención del mismo y las potencialidades logísticas para su empleo.

Relevamiento de residuos: El relevamiento de residuos se realiza combinando diferentes instrumentos desde la recomendación boca a boca de los diferentes actores del proceso productivo, la propuesta de gobiernos locales y asociaciones industriales hasta los datos aportados directamente por industrias que se acercan al proyecto.

Búsqueda de estándares mínimos a cubrir por los productos: Todos los productos que se desarrollan y se transfieren a la comunidad para su incorporación en el mercado deben cumplir con las normativas técnicas para su función. La totalidad de los ensayos se desarrolló en INTI.

Desarrollo de productos: Se busca en esta oportunidad cubrir todos los componentes de un Sistema Constructivo de muro doble de cerramiento, como por ejemplo capa exterior, aislación térmica y capa interior.

DESARROLLO

Objetivos

En este trabajo se exploran y caracterizan productos para un sistema constructivo basado en el empleo de RCD y RINP, aptos tanto para obras nuevas como para la rehabilitación y la ampliación sostenible de edificios, con el objetivo de promover la economía circular en el marco de la economía social. a partir de la gestión sostenible de residuos a través de su puesta en valor. Además, se discutirá sobre la aplicación de estos nuevos desarrollos en casos de estudio locales.

Hipótesis

Es posible generar sistemas constructivos de autoconstrucción aptos tanto para obra nueva como para rehabilitar y ampliar edificaciones siguiendo pautas de sostenibilidad, a partir de la gestión de RCD y de RINP provenientes de la industria textil. Se espera que la reinserción de estos residuos en la cadena productiva actúe como incentivo para generar oportunidades de economía circular. La gestión de residuos y la autoconstrucción de los sistemas crearán empleos que promueven la economía social en áreas urbanas y conurbanas. La aplicación de estos sistemas en edificios con destino social además incentivará el desarrollo sostenible de la comunidad. Estos nuevos componentes y sistemas, cumplirán su función mejorando las variables de materiales convencionales. En relación a la estructura y capas externas de muros, se reducirán los procesos a realizar en obra. En relación a los revestimientos interiores, se cumplirá con condiciones de liviandad y propiedades de aislación térmica y acústica. Se incorporan en forma novedosa materiales aisantes térmicos con la misma metodología. En todos los casos se evitará o reducirá la utilización de derivados del petróleo y de agregados provenientes de procesos extractivos, así como se sustituirán importaciones de materiales vírgenes, en especial en lo referido a la aislación térmica.

Desarrollo de productos. Caracterización de residuos y fraccionamiento. Ver fig. 2

Cascotes de mampostería:se trata de restos de mampostería de ladrillos comunes sin morteros de asiento ni revoques, triturados mecánica o manual-

mente con mazas y tamizados a 12 mm, restando el polvo fino resultante. El residuo ya convertido en recurso tiene una densidad de entre 900 y 1000 kg/m3.

Poliestireno expandido: se trata de restos de EPS utilizados en obras de construcción para aislación térmica con densidades de entre 10 y 20 kg/m3 y de embalajes de electrodomésticos y traslado de medicamentos, con densidades de entre 30 y 50 kg/m3. Este residuo se tritura en máquinas construidas ad hoc por el equipo de investigación y se transforma en recurso una vez tamizado por la propia máquina, aquiriendo un rango de diámetros de entre 3 y 6 mm.

Fibras textiles: se trata de los restos laterales de la producción de telas planas a través de telares industriales, estos restos son irreducibles y son denominados orillo y falso orillo, siendo el primero el recorte de emprolijamiento de la tela y el segundo el descarte que se genera por la sujeción de la misma a ambos lados. Luego de varias pruebas de asociatividad con el cemento de diferentes materiales, se optó por aquellos de origen acrílico. Un rollo estándar de tela de 2000 metros lineales genera 4000 metros lineales de orillo y de falso orillo, cada m2 de placa consume 3 kilos por lo que se podrían fabricar placas para 14 m2 (2,6 x 5,46 mts).

Papeles de obra: se trata de bolsas de cemento, cal, yeso, adhesivos en polvo, pastinas, cajas de revestimientos, etc. que,aún siendo aprovechables, se desechan en vertederos. Se intenta incentivar la reutilización de estos papeles y cartones, desarrollando y aplicando tecnología apropiada para la fabricación de productos de base cementicia (Caruso & Yajnes, 2016).

Fig. 2: Imágenes dealgunos de los residuos a caracterizar. Fuente: Elaboración propia

Búsqueda de estándares mínimos a cubrir por los productos

Se estudian las normativas a cumplir para resistencia a compresión de bloques, conductividad térmica para placas de aislación térmica y comportamiento al fuego de las mismas y de las placas de revestimiento interno así como de permeabilidad y capilaridad para ambas.

Relevamiento de residuos

Se pone como ejemplo el relevamiento de industrias textiles en el partido de trabajo realizado como parte de los estudios de la tesis de maestría de una de las investigadoras del proyecto. Se clasificaron previamente las industrias por rubros y subrubros de forma de identificar claramente el tipo de residuos que se pueden encontrar y organizar así la logística. Ver Fig. 3. Este modelo es aplicable al resto de los residuos con las adaptaciones del caso.

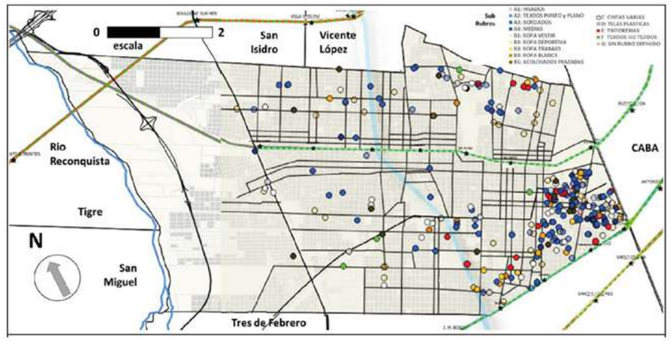


Fig. 3: Atlas de residuos industriales del partido de General San Martin.

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de productos

Bloques del Sistema Ladrillón: Bloque de cerramiento tricapa, capa externa MC 1:3mortero de cemento con agregado de ferrite, alma de hormigón de cascote y EPS 1:1:1:3,75, consumo de cemento 300 kg/m3, densidad 950 kg/m3 y capa interior de mortero de cemento MC 1:3 sin color. Medidas finales 39 cm de largo, por 19 cm de alto por 11 cm de espesor total. Ver Fig. 4.

Fig. 4: Bloque del Sistema Ladrillón. Fuente: Elaboración propia

Placas de papel cemento para revestimiento interior: Son livianas, resistentes al fuego y con propiedades de aislación térmica y acústica. Ver Fig. 5.
Pueden usarse como placas para cielorraso y como revestimiento de paredes interiores.
A diferencia de las placas de yeso, no se deterioran al contacto con el agua, en el caso de ocurrir una filtración.
Fueron pensadas en tamaños más pequeños que las placas de yeso para poder aplicar una tecnología simple, permitiendo ser manipuladas con facilidad en las etapas de fabricación.
Pueden ser aplicadas sobre pared como una cerámica, reemplazando el revoque y ahorrando así el material y mano de obra en ese rubro. O pueden ser fijadas sobre listones de madera o montantes metálicas como las placas de yeso (Caruso & Yajnes, 2014).

Fig. 5: Placas de papel cemento. Fuente: Elaboración propia

Placas textiles para aislamiento térmico: Se trata de una placa de espesor variable según los requerimientos térmicos de la zona bioclimática a partir de 3,5 cm y medidas de 40 x 50 cm que incorporan fibras textiles acrílicas proveniente de la tejeduría plana en una mezcla cementicia. Alcanza valores de aporte a la resistencia térmica final del muro, en un muro doble, que pueda tener su capa interior separada por perfileria generando al mismo tiempo una cámara de aire para aumentar la aislación térmica y permitir el paso de instalaciones eléctricas. Ver Fig. 6.

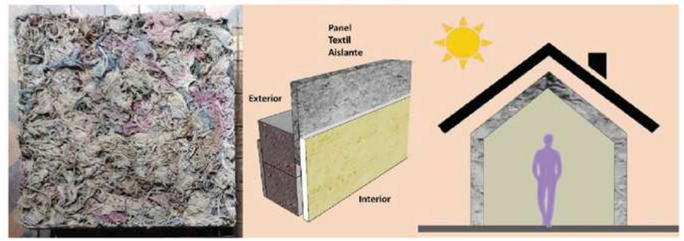


Fig. 6: Placa cementicia textil de aislación térmica. Fuente: Elaboración propia

Ensayos

Se resumen los resultados obtenidos para las mezclasde los productos de hormigón que incorporan residuos de EPS y cascote para el alma de los bloques del Sistema Ladrillón. Ver tabla 1. En cuanto a aislación térmica de los productos de la tabla inferior, se informa lo investigado en el artículo de Mercader-Moyano et al (2016), donde se reporta que se ha realizado una comparación de resultados de los cálculos de conductividad térmica realizados por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (INTI) de dos mezclas de 632 y 710 kg/m3, y proporciones de 1:5 y 1:3,5 de cemento y EPS triturado, respectivamente, con los resultados tabulados para las densidades establecidas de hormigones fabricados con inclusión de EPS virgen para las densidades de 300, 500, 1000 y 1300 kg / m3. Del estudiosurge que los valores obtenidos con material de reciclado fueron mejores aún que los obtenidos con material virgen según norma IRAM 11601:2002.

Componentes: Cemento-Arena-Cascote-EPS-Agua-Ligante					
Tipo de Ensayo	Tipo de Muestra	Cantidad de Muestras	Densidad Material kg/m3	Normas	Resultado
Mezclas					
Densidad Optica de Humos HEPS 1:1.1:3,75	Probetas 7,5cm x 7,5cm x 2cm	8	950	IRAM 11912:1995 ASTM E662	9 sin llama y 5 con llama, Nivel 1: *Materiales que generan Baja cantidad de Humos. Densidad*
Propagación de Llama HEPS 1:1.1:3,75	Probetas 45cm x 15cm x 2cm	6	980	IRAM 11910:1994 ASTM E162:1994 NBR 9442/1986	3,7 Clase RE2: *Material de Muy Baja Propagación de Llama* Clase A NBR 9442/1986
Resistencia mortero EPS N° 1 compresion MC 1:0,5:3:2,5 + fibras	Probetas 4cm x 4cm x 16cm	3	1500	IRAM 1622:2006	3,3 Mpa a 3/7 dias y 4,6 Mpa a 28 dias, apta muro no portante
Resistencia mortero EPS N° 2 compresion MC 1:0,5:3:1,5 + fibras	Probetas 4cm x 4cm x 16cm	3	2000	IRAM 1622:2006	6,8 Mpa a 7 dias y 10,1 Mpa a 28 dias, apta muro portante
Conductividad Térmica (λ)	Probetas 30cm x 30cm x 2cm	5	632 710	ISO 8301:1991 / ASTM C518 IRAM 1860	0,17 W/m K ± 3% 0,18 W/m K ± 3%
Producto: Bloque tricapa largo, alto, espesor, capas ext e int MC 1:3 1cm, alma HEPS 12 cm, 3 huecos 6,3 cm diam					
Resistencia Compresión HEPS	Bloques 40cm x 40cm x 13cm	3	alma 1350	IRAM 11561-4:1997	7 Mpa apto muro portante
Resistencia a la Compresión HEPS 1:1:1:3,75	Bloques 40cm x 40cm x 13cm	3	alma 950	IRAM 11561-4:1997	3 Mpa apto muro no portante
Producto: Bloque tricapa compacto largo, alto, espesor, capas exterior e interior MC 1:3 1cm, alma HEPS 9 cm					
Resistencia Compresión alma HEPS 1:1:1:3,75	Bloques 40cm x 40cm x 11cm	3	alma 950	IRAM 11561-4:1997	4 Mpa apto muro no portante

Tabla 1 Ensayos Hormigones con EPS y cascotes. Fuente: Elaboración propia.

Según la Norma IRAM 11601:2002, respecto a la Conductividad Térmica el Papel Cemento es más eficiente que materiales de similar densidad como Placas de Yeso, Hormigones normales con escoria de alto horno, de arcilla expandida, celular y con poliestireno expandido, Fibrocemento y algunos tipos de Madera, y respecto a la Permeabilidad al Vapor de Agua es similar a maderas de densidad media. Ver tabla 2.

A continuación se informan los resultados de la placa cementicia textil. Ver Tabla 3.

Componentes: Cemento - Papel - Arena - Agua - Carbonato de Calcio 2% del peso total					
Tipo de Ensayo	Tipo de Muestra	Cantidad de Muestras	Densidad Material kg/m3	Normas	Resultado
Mezclas					
Densidad Óptica de Humos 1 : 2 : 1/4 : $1^{1/4}$	Probetas 7,5cm x 7,5cm x 2cm	8	980	IRAM 11912:1995 ASTM E662	Nivel 1: Materiales que generan Baja cantidad de Humos. Densidad Óptica Corregida entre 1 y 136
Propagación de Llama 1 : 2 : 1/4 : $1^{1/4}$	Probetas 45cm x 15cm x 2cm	6	980	IRAM 11910:1994 ASTM E162:1994 NBR 9442/1986	Clase RE2: Material de Muy Baja Propagación de Llama Clase A NBR 9442/1986
Resistencia a la Compresión 1 : $1^{3/4}$: 1/5 : $1^{1/4}$	Probetas cilíndricas Ø 10cm x alto 20cm	3	1037	IRAM 1546:2013 IRAM 12566:2005	2,9 Mpa
Conductividad Térmica (λ) 1 : 2 : 1/4 : $1^{1/4}$	Probetas 60cm x 60cm x 8 cm	2	970	ISO 8302:1991 ASTM C177:2013 IRAM 11559:1995	0,23 W/m K ± 3%
Permeabilidad al Vapor de Agua (δ) 1 : 2 : 1/4 : $1^{1/4}$	Probetas 30cm x 30cm x 2cm	5	980	IRAM 1735	(3,2 ± 0,3)10-2 g/m.h.kPa
Productos					
Resistencia a la Compresión 1 : 2 : 1/4 : $1^{1/4}$	Ladrillos 24cm x 12cm x 5,5cm	3	980	IRAM 11561-4:1997	2,5 Mpa

Tabla 2. Ensayos Papel Cemento. Fuente: Elaboración propia.

Componentes: Cemento-Fibras acrílicas-Agua HTEX1: 1;0,25;1,75					
Tipo de Ensayo	Tipo de Muestra	Cantidad de Muestras	Densidad Material kg/m3	Normas	Resultado
Densidad Óptica de Humos 1 : 1/4 : 1,75	Probetas 7,5cm x 7,5cm x 2cm	8	450	IRAM 11912:1995 ASTM E662	96 sin llama y 54 con llama Nivel 1: *Materiales que generan Baja cantidad de Humos. Densidad Óptica Corregida* e/1 y 136
Propagación de Llama 1 : 1/4 : 1,75	Probetas 45cm x 15cm x 2cm	6	450	IRAM 11910:1994 ASTM E162:1994 NBR 9442/1986	3,03 Clase RE2: *Material de Muy Baja Propagación de Llama Clase A NBR 9442/1986*
Conductividad Térmica (λ) 1 : 1/4 : 1,75	Probetas 30cm x 30cm x 2cm	5	700*	ISO 8301:2010 / ASTM C518:2017 IRAM 1860:2002	0,106 W/m K ± 3%
Permeabilidad al Vapor de Agua (δ) 1 : 1/4 : 1,75	Probetas 30cm x 30cm x 2cm	5	450	IRAM 1735	3,5 $^{-2}$ g/m.h.kPa
Capacidad de Succión Capilar prom. (Cm) [kg/m2] 1 : 1/4 : 1,75	Probetas cilíndricas diam 15cm x 30 cm alto	5	450	IRAM 1871:2004 UNE-EN 772-11:2011	39,1 ± 0,8

Tabla 3. Ensayos Placas Térmicas. Fuente: Elaboración propia.

Para conductivifdad térmica se requirió enrase con mortero de cemento lo cual incremento la densidad aparente, se presume para una densidad sin enrase de 500 kg/m3 se podría utilizar un lambda de 0,087 W/m K correspondiente a tableros de partículas aglomeradas en general, dado que el valor de aprox. 0,11 coincide con ese material para 700 kg/m3 de densidad.

Transferencias

Se han transferido los diferentes componentes del sistema constructivo a miembros de una Biblioteca Popular local que tiene fuerte actuación social y de formación educativa y laboral en una de las áreas mas degradadas del partido. Dentro del grupo de 12 personas que se han capacitado, se cuenta con alto porcentaje de mujeres con voluntad y experiencia en trabajos de construcción. Este grupo trabaja ya en su propio espacio en la capacitación del resto de sus integrantes. Ver Fig. 6.

Fig. 6: Capacitaciones para la fabricación de placas cementicias textiles y de papel cemento.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSION DE RESULTADOS

Gestión de residuos

Se detalla en uno de los casos de estudio con una envolvente exterior de 50 m2, la cantidad y tipo de residuos para cada producto no llevados a disposición final: Cascotes de mampostería 1400 kg en granulometría máxima de 12mm equivale a 1,50 m3 finales, obtenidos a partir de un volumen de arrojo sin fraccionar de 3,25 m3. (Yajnes et al. 2017). Poliestireno expandido 5,50 litros granulometría 6mm, el volumen original dependerá si se trata de placas compactas o piezas de formas complejas y su densidad. (Yajnes et al. 2015).

Se estudia la posibilidad de uso de Pellets de envases plásticos de PP y HDPE para mortero con dosificación 1:2:1 (cemento: arena: plásticos) y relación agua/cemento de 0,4. Este material podrá reemplazar 150 kilos de agregado de cascotes de demolición para el hormigón de bloques. Papeles de obra 100

kilos provenientes de 500 bolsas de 50 kg de cemento. (Yajnes et al. 2015). Orillo y falso orillo de la tejeduría plana acrílica textil 150 kilos.

Economía circular

El empleo de residuos reincorporados en procesos productivos constituye un ejemplo de aplicación de economía circular ya que se evita su disposición final, acarreo de residuos y compra y acarreo de nuevos productos. Solo para el caso de placas interiores de papel cemento se ahorran 17 placas de roca yeso, 45 kg de masilla, 83 mts de cinta, 50 lts de enduido y 10 lts de pintura. En los materiales de Papel Cemento y fibras naturales, al ser fabricados con insumos locales, se produce un ahorro en derivados del petróleo por traslados. Las fibras disminuyen la necesidad de arena por su contribución a las propiedades mecánicas del material. Por otro lado todos los materiales fabricados tienen mayor o igual capacidad térmica que productos de mercado. La liviandad del material influye también positivamente en el rubro traslados, para el caso en que se deban transportar desde el sitio de fabricación hasta la obra, siendo ese ahorro aún mayor en productos fabricados in situ con los propios residuos de papel y cartón de obra.

Sistemas constructivos

El uso de sistemas constructivos donde las piezas salen terminadas de fábrica,propone un sustancial ahorro de tiempos de obra y sus consecuencias, como evitar días de lluvia, riesgo de fisuras de revoques y aportes ambientales por reducción de emisión por cortes de piezas.

Economía social

El valor social de este proyecto radica no solo en la generación de puestos de trabajo sino en la capacitación laboral y preparación para futuros micro emprendimientos. Se destaca que para la generación de 50 m2 del Sistema Ladrillón se ocupan 4 personas para 624 bloques, 4 personas para 420 placas de papel cemento de 40 x 30 cm y 4 personas para las placas térmicas de 40 x 50 cm x 4 cm, durante 5 jornadas laborales de 8 horas. Se emplea el siguiente equipamiento: 1 mesa vibradora, 1 equipo de picado de cascotes, 1 máquina trituradora de EPS, 1 molino triturador de papel, 1 mesa con moldes de preparación de textiles y 1 para las placas de papel cemento, para ladrillones 4 moldes dobles y 128 bandejas termoformadas con sus interfaces, para las placas de papel cemento se requieren 168 moldes. Estos tiempos de producción se calculan en base a una capacitación previa de 5 jornadas por cada tecnología, como las ya realizadas.

CONCLUSIONES

Se pusieron en valor residuos textiles, de papel y plásticos que surgen de la industria local a fin de reinsertarlos en circuitos productivos. Esta reinserción reemplaza a materias primarias vinculadas con el extractivismo. Por lo tanto, se produjeron materias primas secundarias que promueven una economía circular por su utilidad en la fabricación de nuevos productos y sistemas constructivos. Esto último ayudará a reducir la huella extractiva de la construcción, promoverá la formación de empleos de baja inversión inicial y la generación de productos de construcción de reducido impacto ambiental que mejorarán el hábitat humano.

Las experiencias presentadas en este trabajo serán útiles para reinsertar en la industria de la construcción residuos textiles, papeles y plásticos varios, tanto clasificados como no clasificados en origen. Los métodos de fabricación y mezclas propuestas en este trabajo fueron sencillos y generaron productos y Sistemas Ladrillón, placas de Papel Cemento y placas térmicas, que cumplen con las especificaciones de los ensayos normados actuales. Por lo tanto, los productos y sistemas estudiados tienen altas probabilidades de ser homologados para los mercados argentino e internacional. Se exploró un amplio rango de dosificaciones que será útil para futuros estudios sobre el uso de residuos textiles, celulósicos y plásticos en productos cementicios. Finalmente, se avanzó en el diseño y prototipado de productos y sistemas constructivos que incorporan residuos textiles o plásticos tomando ventaja de las diferentes características de cada universidad interviniente en la presente propuesta conjunta.

Se está trabajando actualmente en la incorporación de residuos plásticos en formato de pellets con agregados tales como plastificantes y fluidificantes para uso en pavimentos, siendo en este caso requerimientos de resistencia a flexión entre otros ensayos. Los pellets son provistos por una industria local que ha manifestado la voluntad de trabajo industria - universidad.

Morteros con estos residuos plásticos en formato conocido como escamas o chips, ya fueron caracterizados mecánicamente por autores del presente trabajo (Becerra et al 2019) con resultados satisfactorios para uso en productos cementicios portantes y no portantes en elementos verticales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Ángeles Rojas, J. S., & Orozco Hernández, M. E. (2015) Propuesta de manejo de residuos generados por la actividad textil en la localidad de San Andrés Ocotlán, municipio de Calimaya, Estado de México.http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/ 27476. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México.

· Babafemi A. (2018). Engineering Properties of Concrete with Waste Recycled Plastic: A Review. *Sustainability*. 10: 3875-3901.

· Becerra, A. et al (2019). Caracterización de materiales cementicios de bajo impacto ambiental con agregado de HDPE, *Actas de las XXXIII Jornadas de Investigación+XV Encuentro Regional, 2019,* FADU UBA. Buenos Aires.

· Caruso S. I. & Yajnes M. E. (2014). Proyecto SI TRP 18 - Mezclas con bajaproporción de Cemento u otrosligantesaplicables a Materiales y TécnicasConstructivasutilizando Papel Reciclado y FibrasNaturales en su Composición. *Actas de las XXVIII Jornadas de Investigación SI + RED. FADU UBA. Buenos Aires.*

· Caruso S. I. & Yajnes M. E. (2016). PIA TRP 01: avances en la gestión de papeles de obra orientados a la producción de materiales in situ. Análisis de criterios y normas aplicables a los ensayos sobre esos materiales en Argentina. *Actas de las XXX Jornadas de Investigación SI+ Configuraciones, Acciones y Relatos.* FADU UBA. Buenos Aires.

· Coraggio, J. L., Acosta, A., & Martínez, E. (2011). Economía social y solidaria: El trabajo antes que el capital. Abya-Yala. Quito Ecuador.

· Curutchet, G., Grinberg, S., &Gutiérrez, R. (2012). Degradación ambiental y pobreza urbana: un estudio transdisciplinario sobre la contaminación en la región metropolitana de Buenos Aires. *Ambiente y sociedade,* XV(2), 173-194.

· Dadon J., Kozak D., Busnelli R. (2019) *Atlas de Residuos Sólidos Industriales del Partido de General San Martin*. UNSAM San Martin.

· Del Mar Barbero-Barrera, M., Pombo, O., & de los Ángeles Navacerrada, M. (2016). Textile fibre waste bindered with natural hydraulic lime. Composites Part B: *Engineering*, 94, 26-33

· Dentice, Tomasini, Salles y Tosi (2019) Capitulo 4 Desarrollo Industrial Entramado productivo del partido de General San Martin. En *Atlas de Residuos Sólidos Industriales del Partido de General San Martin*. Vol. 1. 2019 IA UNSAM. Dadon, compilación Busnelli.

· Dondi M. (2016). Lightweight aggregates from waste materials: Reappraisal of expansion behavior and prediction schemes for bloating. *Construction and Building Materials* 127 (30): 394- 409.

· Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765-777.

· Lei Gu, TogayOzbakkaloglu, Use of recycled plastics in concrete: A critical review, *Waste Management* Volume 51, May 2016, Pages 19-42

· Magalhães (2017) *Estudo do potencial de aplicação de resíduos têxteis em elemen-*

tos de betão leve. Tesis de maestría en ingeniería civil. Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal. Direccion/codirección Briga de Sá-Queirós da Silva Pinto.
· Mercader-Moyano, P., Yajnes, M. E., & Caruso, S. I. (2016). Caracterización experimental delcompuesto de base cemento, áridos finos y EPS reciclados de obras derehabilitación. *Revista de la Construcción*, 15(3), 97-106.
· Mehta P. (2010). SustainableCements and Concrete fortheClimateChange Era – A Review. *Proceedings of the 2nd ConferenceonSustainableConstructionMaterials and Technologies*. UniversitàPolitecnicadelle Marche, Ancona, Italy.
· Nidumolu, R., Prahalad, C. K., & Rangaswami, M. R. (2010). Por qué la sustentabilidad es hoy el impulsor clave de la innovación. *Harvard Business Review*, 88(7), 42-50.
· Ojeda, J. P., Mercante, I. T., & Fajardo, N. H. (2020). Ensayos mecánicos sobre morteros con agregados de plástico reciclado dosificados según modelo de conductividad térmica. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 36(2), 465-474.
· Painter, M., Hibbert, S., & Cooper, T. (2018). *The Development of Responsible and Sustainable Business Practice: Value, Mind-Sets, Business-Models*. Disponible en https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10551-018-3958-3.pdf bajado el 3/9/2018
· Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1995). Economía de los recursos naturales y del medio ambiente Economicsof natural resources and theenvironment (No. 333.7 P359). Celeste Ed: Colegio de Economistas de Madrid
· Prieto Sandoval, V., Jaca, C., &Ormazabal, M. (2017). *Economía circular. Memoria Investigaciones En Ingeniería*, (15), 85-95. Disponible en http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308
· Senge, P. M., & Carstedt, G. (2001). Rumbo a otra revolución industrial. *Gestión*, 6(3), 14-25.
· Shafigh P. (2014). Agricultural wastes as aggregate in concrete mixtures - A review. *Construction and Building Materials*. 53 (28): 110-117.
· Varela Daich, L. (2016). Demandantes, autoconstructores y técnicos. Formas de resistencia en las villas de la Ciudad de Buenos Aires frente a las erradicaciones de la última dictadura militar. *Revista Quid* 16, 88-120.
· Wilson A. (1993). Cement and concrete environmental considerations. *Environmental Building News* 2 (2): 1-11.
· Yajnes, Sutelman & pasantes FADU UBA (2014), *El camino del Cascote en Buenos Aires, Argentina*.Disponible en http://cep-fadu-uba.blogspot.com.ar/pdf
· Yajnes, M (2020) "La problemática territorial de la gestión de residuos en la Región Metropolitana de Buenos Aires, caso de estudio Partido de General San Martín". TIF GAM UBA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.Marta Edith Yajnes.
· Yajnes, M. E., Trulls, M. D., & Putruele, M. B. (2015). Buscando transformar residuos en recursos cuantificación de residuos de construcción y demolición en buenos aires. In *Proceedings of the II International congress on sustainable construction and eco-efficient solutions* Seville 2015 (p 565-580).
· Yajnes, M. E., Caruso, S., Kozak, D., Kozak, A., & Mühlmann, S. (2017). Waste management and block production of recycled material in situ in a building of intermediate scale in the city of Buenos Aires, Argentina. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sustainable Construction and Eco-Efficient Solutions*. (2017), p 1035-1058. Universidad de Sevilla.
· Yajnes, M (2020) *Identificación de fibras textiles*. Disponible en https://sites.google.com/fadu.uba.ar/mey/inicio
· Yory, C. (2007) Del espacio ocupado al lugar habitado: una aproximación al concepto de topofilia. *Revista Barrio, Taller* 12, 56.
· Norma IRAM 11910:1994. Materiales de construcción. Reacción al fuego. Clasificación de acuerdo con la combustibilidad y con el índice de propagación superficial de llama. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 11912:1995. Materiales de construcción. Reacción al fuego. Determinación de la densidad óptica del humo generado por combustión o pirodescomposición de materiales sólidos. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 1622:2006. Cemento pórtland. Determinación de resistênciasmecánicas. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 11561-4:1997. Requisitos bloques No Portantes de Hormigón. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 1546:2013. Hormigón de cemento pórtland. Método de ensayo de compresión. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 12566:2005. Ladrillos cerámicos macizos para la construcción de muros – Requisitos. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 11559:1995. Acondicionamiento térmico de edificios. Determinación de la resistencia térmica y propiedades conexas en régimen estacionario. Método de la placa caliente con guarda. Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 1735:2001. Materiales de construcción - Método de ensayo de la permeabilidad al vapor de agua. http://www.iram.org.ar/
· Norma IRAM 11601:2002. Aislamiento térmico de edificios Métodos decálculo Disponible en http://www.iram.org.ar/
· Norma ASTM C518. Standard Test Method For Steady-State Thermal Transmission Properties By Means Of The Heat Flow Meter Apparatus (Standard + Redline PDF Bundle). Disponible enhttps://www.astm.org/
· Norma ASTM C177:2013. Standard Test Method For Steady-State Heat Flux Measurements And Thermal Transmission Properties By Means Of The Guarded-Hot-Plate Apparatus. Disponible enhttps://www.astm.org/
· Norma ASTM E162:1994. Standard Test Method For Surface Flammability Of Materials Using A Radiant Heat Energy Source. https://www.astm.org/
· Norma ASTM E662. Standard Test Method For Specific Optical Density Of Smoke Generated By Solid Materials. Disponible en https://www.astm.org/
· Norma ASTM C177:2013. Standard Test Method For Steady-State Heat Flux Measurements And Thermal Transmission Properties By Means Of The Guarded-Hot-Plate Apparatus. Disponibleenhttps://www.astm.org/
· Norma NBR 9442/1986. Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de ensaio.Disponible enhttp://www.abnt.org.br/
· Norma ISO 8301:1991. Thermal insulation -- Determination of steady-state thermal resistance and related properties -- Heat flow meter apparatus. Disponible enhttps://www.iso.org/standard/15421.html
· Norma ISO 8302:1991. Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance and related properties — Guarded hot plate apparatus. Disponible en https://www.iso.org/standard/15422.html

XII Creta

Área B - Investigación

Eje 3

XII Creta

LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA MEJORA HABITACIONAL DEL HÁBITAT POPULAR: HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO COMUNITARIO

SOCIAL INVOLVEMENT IN THE HABITATIONAL IMPROVEMENT OF POPULAR HABITAT: INSTRUMENTS FOR COMMUNITY DIAGNOSIS

Guadalupe Ale
Jesica Belen Esparza
Graciela Melisa Viegas

IIPAC, FAU CONICET

FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—

guadale8@yahoo.com.ar

RESUMEN

El hábitat popular es el resultado de las relaciones entre espacio social-hábitat y territorio. Este modo de habitar es particular de una sociedad forzosamente desigual entre sectores apoderados y sectores desposeídos. En este contexto existen grandes deficiencias, tanto habitacionales, como de acceso a los servicios urbanos. Para dar una respuesta a la problemática, las acciones de mejoramiento habitacional requieren de un diagnóstico inicial a partir del cual se puedan proponer estrategias. Este diagnóstico debe ser fundamentalmente participativo, incorporando la apreciación directa de los habitantes para garantizar así la apropiación de las propuestas posibles. Este trabajo profundiza sobre antecedentes y resultados previos de experiencias de diagnóstico del hábitat popular. Específicamente, propone una metodología de entrevistas y encuestas a informantes calificados y representativos de Barrios Populares del Partido de La Plata, entendiéndose estas como un espacio de encuentro e intercambio de conocimientos entre técnicos y habitantes, y donde se ponen en común los resultados esperados sobre las estrategias de mejoramiento habitacional.

PALABRAS CLAVES: barrios populares – inclusión – entrevistas a actores calificados

ABSTRACT

The popular habitat results from the relations between social-habitat space and territory. This mode of inhabitation is a particular form of a society that is forcibly unequal among empowered and deprived groups. In this context there are significant shortcomings, both habitational and with access to urban services. To give an answer to this problem, actions for habitational improvement require an initial diagnosis, based on which strategies can be proposed. This type of diagnosis must be fundamentally participatory, including direct insight of the inhabitants, thus ensuring the adoption of possible proposals. This paper delves into precedents and previous diagnoses outcomes of popular habitat experiences. Specifically, it proposes a methodology of interviews with and surveys of qualified and representative informers of Popular Neighborhoods of La Plata City; understanding them as a place for knowledge encounter and exchange between technicians and inhabitants, in which expected results from the habitational improvement strategies are shared.

KEY WORDS: popular neighborhoods – inclusion – interviews to qualified actors

INTRODUCCIÓN

La urbanización popular informal se caracteriza por ser parte de un sistema de complejidad multidimensional que involucra problemas relacionados con la propiedad del suelo urbano, las normas y regulaciones vigentes, la cantidad y calidad de los servicios provistos, la calidad ambiental del área en que tiene lugar el asentamiento informal *(Los Asentamientos informales son áreas residenciales en las cuales: 1) Los habitantes no ostentan derecho de tenencia sobre las tierras o viviendas en las que habitan, bajo modalidades que van desde la ocupación ilegal hasta el alquiler informal; 2) Suelen carecer de servicios básicos e infraestructura urbana; y 3) Las viviendas podrían no cumplir con las regulaciones edilicias y de planificación y suelen estar ubicadas geográfica y ambientalmente en áreas peligrosas. Además, los asentamientos informales pueden ser una manera de especulación inmobiliaria a todos los niveles de ingresos de los residentes, tanto ricos como pobres. Además de la inestabilidad del derecho de tenencia, los habitantes no disponen de infraestructura y servicios básicos, espacio público y áreas verdes, y están expuestos de manera constante al desalojo, las enfermedades y la violencia (Enfoques de barrios marginales urbanos. Fuente: ONU - Hábitat III, 2015))*, el proceso de ocupación en sí mismo, y las condiciones socio-económicas de los ciudadanos, se encuentra estrechamente ligada con el estado de vulnerabilidad; el aumento de la resiliencia, por un lado, y la implementación de mecanismos de adaptación a las problemáticas del medio. (Smolka, 2010) (Arteaga, 2021)

El hábitat popular es el resultado de las relaciones entre espacio social-hábitat y territorio. Este modo de habitar es particular de una sociedad forzosamente desigual entre sectores apoderados y sectores desposeídos. La problemática se define como "procesos de ocupación de territorios y construcción de barrios por iniciativa popular, y tienen como protagonistas a la población de menores ingresos y escasas posibilidades de acceso al territorio urbano formal. La ausencia de planeamiento es una de las características inherentes a estos procesos, que no se rigen por las normas de regulación urbana, así como la falta de previsión y construcción de los servicios necesarios por parte de las instituciones públicas." (Canese de Estigarribia, et al.; 2019). En este contexto existen grandes deficiencias, tanto habitacionales, como de acceso a los servicios urbanos. Para dar una respuesta a la problemática, las acciones de mejoramiento habitacional requieren de un diagnóstico inicial a partir del cual se puedan proponer estrategias.

Según el último informe publicado por el Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP) *(Hasta la creación del Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP) no había datos oficiales sobre los barrios populares existentes en el país arrojando como resultado un desconocimiento en torno a su (a) localización y delimitación geográfica; (b) composición sociodemográfica; (c) geografía e infraestructura barrial; y, (d) situación dominial y tenencia de la tierra. Ante el déficit habitacional producto de la sucesiva e histórica falta de políticas de suelo y vivienda que respondan de manera inmediata a las necesidades y posibilidades de acceso justo al suelo de los sectores populares, las ocupaciones de tierra son el modo en que miles de familias resuelven su necesidad de vivienda, conformando barrios populares. Estos barrios, desde sus orígenes presentan graves problemas de infraestructura y de habitabilidad, tienden a estar ocupados por familias en situación de pobreza e indigencia y suelen ser invisibilizados por la sociedad en general. (RENABAP, 2022))* en mayo del 2022, en el territorio argentino, existen 5.687 Barrios Populares, donde viven aproximadamente 1.100.000 familias. Se estima (según media nacional de 4,6 miembros por cada familia) que unas 5.060.000 personas viven en asentamientos informales (o barrios populares, según RENABAP) en todo el territorio nacional, es decir un 11% de la población total del país (según estimación del INDEC, 2022). En cuanto al acceso a los servicios básicos, el estudio concluye que en el 66% de los asentamientos informales, la mayoría de las familias no cuentan con acceso formal a la red de energía eléctrica; el 97.3% no cuenta con acceso regular a la red cloacal y en el 90.8% la mayoría de las familias no tiene acceso al agua corriente.

Asimismo, en el 22% de los asentamientos informales relevados, la mayoría de las familias bebe agua de pozo y simultáneamente elimina sus excretas a través de un pozo ciego sin cámara séptica, lo cual genera un riesgo sanitario alto. A esto se le suma que el 60% de los asentamientos se inunda cada vez que llueve, y en el 40% no ingresa el camión de basura. Mientras que el 70% de los asentamientos tiene dentro de su barrio, o a menos de 10 metros, un factor de riesgo (23,3% ribera de arroyo, 16,2% camino de alto tráfico, 15,8% basural, 9,5% torres de alta tensión).

El último informe realizado sobre el estado de los asentamientos informales en el Gran La Plata, lo realizó la Universidad Católica de La Plata (UCALP) en el año 2020. En el mismo, se han registrado 260 asentamientos en donde viven 200.000 personas, de las cuales 18.000 son niñas y niños de entre 0 y 5 años. En el caso de los asentamientos, i. el 50% no tiene acceso formal a la red eléctrica; ii. el 40% no tiene su calle principal asfaltada; iii. el 80% tiene basura acumulada en las esquinas o presencia cercana de un basural a cielo abierto, iv. el 80% no tiene acceso a la red formal de gas; v. el 90% no tiene acceso a cloacas. El 50% no tiene presencia de luminaria pública, entre otras falencias. (UCALP, 2021). En el caso de las viviendas, la mayoría presenta condiciones de irregularidad, precariedad, escasa o nula accesibilidad a los servicios de infraestructura, pavimento e iluminación. Las mismas, poseen una calidad constructiva insuficiente desde el punto de vista de su habitabilidad, del saneamiento y de su conexión a una fuente de electricidad segura.

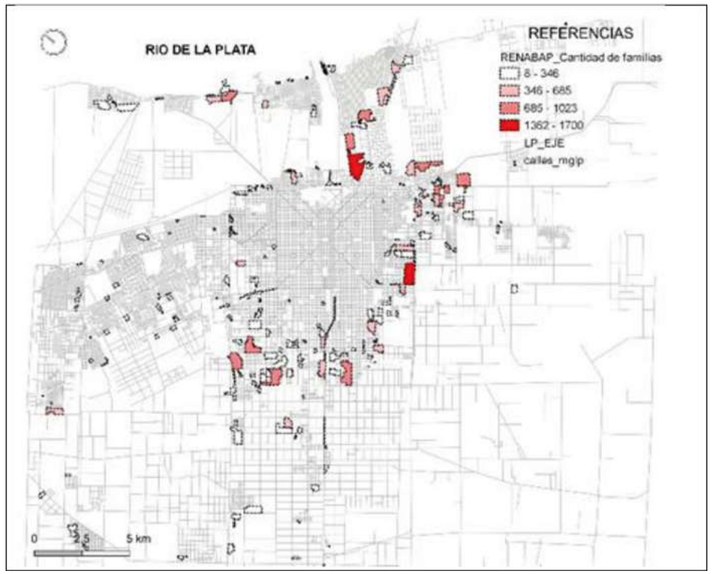


Fig. 1. Barrios Populares del Gran La Plata: cantidad de familias.

Fuente: Elaboración propia en base a RENABAP, 2018.

En cuanto al estado habitacional, las viviendas poseen una construcción precaria en distinto grado, producto de ser parte de procesos de autoconstrucción familiar, sin asistencia técnica. Dentro de las carencias que se vislumbran, las referidas al acceso a Servicios Públicos el 84,2% posee conexión irregular de energía eléctrica (12.10% medidor domiciliario; 3.7% medidor comunitario), sólo el 1,1% posee servicio a red cloacal (sólo el 27,4% posee cámara séptica; el 65.3% cuenta con pozo ciego y el 6,2% otros sistemas). El 14,2% cuenta con conexión formal regular total o parcial al agua corriente (y el 68,4% cuenta con conexión irregular, el 9,5% con agua de pozo y el 7,9% restante provisión de agua por otros medios). En cuanto a la provisión de energía para cocción, calefacción o generación de agua caliente, el 98,4% usa gas en garrafa y el sólo 1,6% restante accede al servicio por red. (RENABAP, 2018).

Los indicadores e índices expuestos, nos muestran el problema de la pobreza en el campo del hábitat popular. Cuando esgrimimos la idea de dar respues-

ta al hábitat, nos referimos al conjunto de condiciones ambientales y materiales que permiten la satisfacción de las necesidades vitales y la supervivencia de una especie, ya sean estas, tangibles o intangibles. El hábitat humano está determinado, entonces, por factores económicos, sociales, culturales, y políticos que facilitan o limitan el acceso a todos los bienes y servicios que la sociedad produce. Asimismo, constituye el entorno especial natural modificado por el hombre y la provisión de un conjunto de bienes físicos y servicios e infraestructura urbana, conformando así, un territorio.

El plan de trabajo de investigación que llevo a cabo "Evaluación de las condiciones habitacionales en barrios representativos del hábitat popular del Partido de La Plata a partir de entrevistas a informantes calificados" se encuentra enmarcado en los lineamientos del proyecto "Problemáticas ambientales del hábitat popular en la periferia del Gran La Plata. Políticas públicas / sociales, como respuesta, en el marco de la producción social del hábitat (PSH) y la tecnología para la inclusión social (TIS)" *(Director: SAN JUAN, Gustavo Alberto; Co director: DISCOLI, Carlos Alberto. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC – FAU – UNLP/CONICET). 01/01/2018-31/12/2022")* y del proyecto de investigación denominado "Plan de mejoramiento integral de viviendas en sectores poblacionales en riesgo socio-territorial localizados en asentamientos informales del Partido de La Plata. Estrategias orientadas a la envolvente edilicia, el saneamiento y el acceso a la energía" (PICT 2019- 2019 04135). El equipo de trabajo de dicho Proyecto proporcionará un relevamiento base realizado según datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010 (INDEC, 2010) y del Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP, 2018), imágenes satelitales 2020, relevamiento de campo de fotografías 2021, y su respectiva proyección a la realidad actual. Por lo tanto, a partir del relevamiento a realizar por medio de encuestas y entrevistas a informantes calificados, se estimará cuáles son las viviendas con aptitud, tanto desde el punto de vista edilicio como desde el punto de vista social, susceptibles de percibir mejoras constructivas.

En este sentido, el trabajo apunta a la necesidad de incluir la opinión de los habitantes, desde sus propios usos y costumbres, para la generación del diagnóstico del estado de la vivienda. Del mismo modo, a partir de este acercamiento, se prevé la posterior aceptación de inclusión de mejoras. En palabras de Pelli: "El diagnóstico de la situación habitacional que hace de punto de partida de la acción de mejoramiento debe tener como componente predominante la apreciación directa de los propios habitantes." (Pelli, 1995). En las entrevistas se indagará también sobre las percepciones subjetivas que los habitantes de los barrios tienen sobre sus necesidades habitacionales (prioridades, urgencias, intereses, conflictos), sus opiniones acerca de las mejoras mediante TIS, su disposición a participar en un proyecto de mejoramiento de sus viviendas, entre otras, ya que "la población es quien mejor conoce los problemas que enfrenta, por lo que tiene muy claras sus prioridades." (Motta, 2018). Esto permitirá, una vez validados los resultados de la investigación con los habitantes de los barrios, una mejor receptividad y un mayor compromiso con las propuestas preliminares de mejoras habitacionales que serán el producto de esta investigación.

La perspectiva bajo la cual se enmarca la investigación se acopla a la del Habitat International Coalition de América Latina (HIC-AL), que entiende la participación no sólo como un método de consulta, sino como un encuentro de conocimientos entre, por un lado, el técnico que aporta saberes especializados, y, por el otro, el usuario que brinda información sobre sus necesidades, expectativas y posibilidades. (Motta, 2018).

"La participación ciudadana cumple un rol de promotor de las tomas de decisiones que se realizan en torno a la consolidación del hábitat urbano. En la producción social del hábitat, la autoproducción de la vivienda pone a las usuarias y los usuarios en sujetos que toman las decisiones a la hora de construir su vivienda y su barrio." (Turner, 1976 y 1977).

"La producción social del hábitat, principalmente aquella que se apoya en procesos autogestionarios colectivos, por implicar capacitación, participación responsable, organización y la solidaridad activa de los pobladores, contribuye a fortalecer las prácticas comunitarias, el ejercicio directo de la democracia, la autoestima de los participantes y una convivencia social más vigorosa." (Ortiz Flores, 2012).

En base al plan de trabajo propuesto, surgen algunas interrogantes que se espera poder corroborar al concluir la investigación:

- ¿Qué problemáticas habitacionales sufren los habitantes de los barrios populares? ¿Se observan patrones de las mismas en las distintas viviendas de los barrios?
- ¿Cómo perciben las necesidades habitacionales los habitantes de los barrios populares? ¿Coinciden estas con las necesidades que vemos como "objetivas" los arquitectos?
- ¿Qué estrategias tienen los habitantes de los barrios populares para mejorar sus condiciones habitacionales y de vida?
- ¿Se corrobora la información proyectada estimativamente, con los datos recabados en relevamiento de campo?
- ¿Qué nivel de receptividad tendrán los habitantes a propuestas de mejoras habitacionales autogestivas?

En este marco, el objetivo general del trabajo de investigación es evaluar las condiciones habitacionales en barrios representativos del hábitat popular del Partido de La Plata, a partir de un diagnóstico de la situación social, habitacional y ambiental preexistente, mediante entrevistas y encuestas a actores involucrados (habitantes, referentes sociales, agrupaciones barriales, estudiantes, investigadores), con vistas a proponer posibles estrategias autogestivas de mejora de la vivienda.

En este trabajo se presentan los avances en la conformación de una encuesta/entrevista a informantes calificados de los Barrios Populares.

METODOLOGÍA

Con el fin de generar un diagnóstico que permita conocer el estado habitacional en los Barrios Populares y que incluya el punto de vista y valoraciones de sus habitantes, se deciden emplear métodos participativos de recolección de información.

Los Barrios Populares representativos se seleccionarán en base a su estado general (poco precario, precario, muy precario), y la disponibilidad y conexión con informantes calificados.

Los informantes calificados son referentes o promotores barriales que participan en la comunidad barrial a través de alguna organización, teniendo una visión global de su situación.

Se plantean tres etapas en las que se relevará información con distinta profundidad.

1. Esta etapa recabará datos de infraestructura, equipamiento, ambiente, accesibilidad, formalidad, y estado general de los barrios, llevándose a cabo mediante mesas de actores con informantes calificados. Se complementará por observación del equipo de trabajo.
2. Se indagará a los informantes calificados sobre cuáles viviendas del barrio consideran que pueden recibir mejoras, y se seleccionarán otras en base al relevamiento del equipo de trabajo. A estos posibles casos se les realizará una encuesta corta a modo de sondeo, que servirá para descartar los casos que no presentan aptitud o disposición a recibir mejoras. La encuesta indagará sobre cuestiones de estado edilicio y de habitabilidad.
3. Una vez seleccionados los casos a intervenir, se les hará una encuesta y entrevista en profundidad. Se realizarán preguntas acerca de la situación social, habitacional, de higiene, confort higrotérmico, y funcionamiento de la vivienda. Se indagará sobre estrategias utilizadas para mejorar sus condiciones de vida ante las problemáticas presentes, y cuáles son las que necesitan resolución con más urgencia.

Al completarse la información relevada, se sistematizará, contrastándose con las proyecciones realizadas a partir de datos de los censos nacionales 2001 y 2010 y RENABAP (2018) realizadas con anterioridad por el equipo de trabajo de pertenencia como método de verificación.
Se llevará a cabo una prueba piloto en un barrio seleccionado junto con el equipo de trabajo del Centro Interdisciplinario de Estudios Complejos (CIEC). Según los resultados obtenidos, se reelaborarán y/o reestructurarán las etapas.

DESARROLLO

El relevamiento realizado por el equipo de trabajo surge que, de los 211 Barrios Populares de La Plata, 18 son aptos para llevar a cabo esta investigación por tener características de precariedad intermedias. De estos, se han subseleccionado 5 en los que se tiene contacto con referentes barriales.
Con el fin de combinar recursos y conocimientos, se ha generado un espacio de trabajo conjunto con el CIEC, dado que este está realizando una investigación también en los Barrios Populares del Partido de La Plata, en marco del Proyecto "Atención primaria del hábitat en barrios populares del Gran La Plata, ante la emergencia sanitaria del COVID- 19", cuyo objetivo es caracterizar e identificar viviendas en condiciones habitacionales críticas, y formular un programa de atención primaria del hábitat para dar respuesta a la precariedad habitacional y falta de trabajo profundizado por el aislamiento social. Para poder articular su participación y que el relevamiento sea útil a ambos grupos de trabajo, se han agregado preguntas relacionadas a cuestiones de salud, enfermedades, discapacidades, y convivencia a las encuestas y entrevistas.
Con los recursos y experiencia para trabajar en campo del CIEC, se ha podido plantear una instancia de prueba piloto, en la que se comprobarán las falencias de la puesta en práctica de las encuestas y entrevistas, pudiéndose corregir para su implementación posterior.
Se ha decidido, también, la existencia de una jornada previa en la que se capacitará a los entrevistadores para la correcta comprensión de las preguntas, interpretación de las respuestas, e indicaciones para las cuestiones observables. Se realizará un manual de estudio que podrán llevar al momento del relevamiento. Asimismo, se está considerando una instancia de capacitación de informantes y promotores barriales, para obtener mejores resultados tanto en las encuestas y entrevistas, como en la mesa de actores.
Los lineamientos que orientarán el análisis y las guías se plantean agrupados por problemáticas (aunque se encuentran interrelacionadas) y usándolas como punto de partida:

1. Situación social

Referido a comprensión de temas de composición familiar: rango etáreo, actividad laboral, actividad educativa, convivencia. Estado de salud: problemas de salud crónicos o recurrentes, discapacidades, acceso al servicio de salud y forma, cobertura médica.

2. Servicios y seguridad en la vivienda

Implica descripción de situación de acceso a servicios (agua, electricidad, gas, cloacas), forma, procedencia, usos y costumbres. Situación de titularidad/propiedad del lote y/o vivienda. Tipo y estado constructivo de la vivienda: tipo de vivienda, de construcción, estructura, materiales predominantes. Esquema en planta y corte con distribución de los espacios.

3. Higiene personal y saneamiento

Comprende cuestiones de acceso a agua potable, desagües seguros, y combustión para cocinar. Modos de cocción y lavado de alimentos. Saneamiento de la vivienda.

4. Confort higrotérmico

Indaga sobre patologías como humedad, hongos, rajaduras. Asoleamiento, iluminación, ventilación, excesivo frío o calor.

5. Funcionamiento de la vivienda

Describe espacios, dimensiones, y funciones de las viviendas, cantidad de familias y/o habitantes, cantidad de habitaciones, finalización de la obra.

Con esta perspectiva de abordar las preguntas desde las problemáticas es que se llevarán a cabo las tres etapas participativas.

ETAPA 1. Analizará la escala barrial/sectorial mediante la modalidad de mesa de actores.

Con materiales de referencia del barrio como mapas y planos se realizará una serie de preguntas acerca de las condiciones del barrio, su accesibilidad, sus problemáticas ambientales y de formalidad, y equipamiento e infraestructura.

Estado general				Observación
muy precario	precario	poco precario	observaciones:	
Equipamiento				Mesa de Actores
Dónde se encuentran los equipamientos de salud cercanos? Cuál es su categoría? Son públicos o privados? Hacen falta más?				
Dónde se encuentran los establecimientos educativos cercanos? Qué niveles abarcan? Son públicos o privados? Son suficientes?				
Existen equipamientos comunales? Funcionan? Dónde se encuentran? Hacen falta más?				
Existen espacios verdes en el barrio? Dónde se encuentran? Son de acceso público? En qué estado se encuentran? Son utilizados? Dan abasto?				

Fig. 2. Extracto de la guía de preguntas para la mesa de actores. Fuente: Elaboración propia.

ETAPA 2. Será el primer acercamiento a la escala de vivienda con una modalidad de encuesta corta que servirá para descartar casos no aptos.

Se realizará a los habitantes de viviendas preseleccionadas, ya sea por información otorgada por los referentes, o por observación y/o resultados del relevamiento previo del equipo de trabajo.

Revestimiento							
Muro interior		Muro exterior		Cielorraso		Cubierta	
Aberturas							
Aluminio		Madera		Chapa		Otro, ¿Cuál?	
PLANO Y FUNCIONAMIENTO DE LA VIVIENDA							
Cantidad de ambientes		*Cantidad de ambientes para dormir*		*Observaciones:*			
Plano							
Planta							

Fig. 3. Extracto de encuesta corta.Fuente: Elaboración propia.

ETAPA 3. Indagará en profundidad sobre los casos seleccionados sobre los cuales se realizarán las propuestas de mejora. La modalidad será de encuesta larga y entrevista.

CONFORT HIGROTÉRMICO											
Humedad											
sí		no		Dónde? Cómo se ve? De qué son las paredes? Presenta hongos? Le preocupa? Afecta su día a día?							
Asoleamiento											
Entra el sol? Por dónde? Calienta la vivienda? Es escaso en invierno? Es excesivo en verano?											
Ventilación											
ventanas		puertas		rejillas		cruzada		simple		forzada	
Frío											
Es excesivo? Es la envolvente deficiente? Hay filtraciones de aire? Falta de calefacción? Por dónde llega más frío?											
Calor											
Los pisos se calientan? Las paredes? Es excesivo el sol? Hay cómo refrescarlo? Dónde hace más calor?											

Fig. 4. Extracto de entrevista en profundidad. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Al estar la investigación en su etapa más preliminar, no es posible aún sacar conclusiones, ya que el trabajo de campo todavía no se ha realizado. Sin em-

bargo, el hecho de haber comenzado a realizar las guías da cuenta de la complejidad de la problemática, demostrando estar atravesada por múltiples aristas, de distintas escalas y factores.

Conocer el estado de las viviendas de los barrios populares del Partido de La Plata es un insumo fundamental para una mejora integral del hábitat en la región. Este plan hace énfasis en el relevamiento "in situ" a partir de entrevistas a actores calificados en barrios populares seleccionados previamente, para luego poder contrastar esta información con aquella preexistente en el instituto de investigación donde se desarrollará la presente beca de investigación. El presente abordaje, permitirá tener información actualizada y concreta, no sólo del estado habitacional de los Barrios Populares, si no también de las opiniones y percepciones de quienes los habitan. y hará posible poder consensuar con los mismos habitantes las estrategias de mejora para sus propias viviendas.

Es importante también, resaltar que el trabajo propuesto busca articular saberes populares, saberes técnicos, y políticas públicas orientadas al hábitat popular. Esto es un aporte muy valioso tanto para la disciplina como para los habitantes de barrios populares, ya que los intercambios, si se plantean desde una postura de igualdad, y no de jerarquías, es muy fructífero, dando herramientas nuevas a ambas partes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· ARTEAGA, A. (2021). "Desarrollo metodológico para la evaluación de la gestión del riesgo hídrico. Ejercicio de aplicación sobre el caso del Arroyo del Gato en la región Gran La Plata, Argentina". Tesis Doctoral. Doctorado de Arquitectura y Urbanismo, FAU; UNLP. Disponible en: https://doi.org/10.35537/10915/114454

· SMOLKA, M. & MULLAHY, L. EDITORES (2010). "Perspectivas urbanas: temas críticos en políticas de suelo en América Latina". Lincoln Institute of Land Policy (LILP) ISBN: 978-1-55844-176-7

· INDEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020). Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-46

· Astorga, Alfredo (1991). Manual De Diagnóstico Participativo. Editorial Humanitas Cedepo. Argentina. Disponible en: https://planificacionyadministracion.files.wordpress.com/2019/05/manual_de_diagnostico_partic ipativo_alfr.pdf

· Canese de Estigarribia, M.; Espinola, M.; Sagui, N.; Ibarra Diaz, G.; Pignata, R.; Velazquez Gauto, N.; Villalba Medina, G.; Laterra, D.; Chamorro, J; Godoy Gimenez, Bañuelos, V. (2019) Urbanización popular en la ciudad de Asunción, Paraguay. Revista INVI 34(95) : 9-42. Disponible en: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://200.89.73.130/index.php/INVI/article/viewFil e/1457/1415

· Miranda Gassull, Virginia (2017). El hábitat popular. Algunos aportes teóricos de la realidad habitacional de sectores desposeídos. Territorios 36, 217-238.ONU, O. d. (2015). Agenda 2030. Objetivos para el desarrollo Sustentable, ODS. Obtenido de: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

· Motta, Jorge Martín (2018). Procesos de mejoramiento del hábitat y la vivienda en Latinoamérica. La Participación como instrumento de Producción de la ciudad. Revista Cuestión Urbana - Año 2 Nro. 3. Pág. 27-57. Centro de Estudios de Ciudad (CEC) de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: http://cec.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/15/2018/07/Revista-Cuesti%C3%B3n- Urbana-Nro-03-1.pdf

· Ortiz Flores, Enrique (2012). Producción social de la vivienda y el hábitat. Bases conceptuales y correlación con los procesos habitacionales. Publicación de Hábitat International Coalition América Latina HIC-AL. México DF. Disponible en: https://hic-al.org/2018/12/28/produccion-social-de-la-vivienda-y-el-habitat-bases-conceptuales- y-correlacion-con-los-procesos-habitacionales/

· Pelli Víctor Saúl (1995). El mejoramiento habitacional de los asentamientos espontáneos. Revista Cuaderno Urbano, 2. Pág. 57-63. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina. Disponible en: https://revistas.unne.edu.ar/index.php/crn/article/view/2054/1794

· RENABAP (2018). Registro Nacional de Barrios Populares, Secretaría de Integración Socio Urbana, Ministerio de Desarrollo Social de la Nación. Buenos Aires, Argentina. Mapa disponible en: https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap/mapa

· TECHO (2016). *Relevamiento de Asentamientos Informales*. Obtenido de: https://www.techo.org/argentina/

· Taylor, S.J. Bogdan, R. (1992). Introducción a los métodos cualitativos en investigación. La búsqueda de los significados. Pág. 100-132 Ediciones Paidós, España. Disponible en: http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2015/08/Taylor-y-Bogdan.- Entrevista_en_profundidad.pdf

· Turner, John F. C. y Robert Fichter (Coord.) (1976). Libertad para construir. El proceso habitacional controlado por el usuario. Siglo XXI Editores. México DF. Disponible en: https://archive.org/details/freedomtobuild0000unse

· Turner, John F.C. (1977). Vivienda, todo el poder para los usuarios. Hacia la economía en la construcción del entorno. H. Blume Ediciones. Madrid. Disponible en: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5330675/mod_resource/content/1/Turner-Vivienda- todo-el-poder-para-los-usuarios.pdf

· UCALP Universidad Católica de la Plata (2021) Informe: *Indicador de integración y desarrollo 2020 para el Gran La Plata*, Observatorio Socio-económico de la Universidad Católica de La Plata. La Plata, Provincia de Buenos Aires. Disponible en: https://www.ucalp.edu.ar/wp-content/uploads/2020/09/Indicador-de-Integraci%C3%B3n-y- Desarrollo-2020-para-el-Gran-La-Plata-Observatorio.pdf

TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

WORK AND PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION

Mariano Andres De Schant
Viviana Carmen Rodriguez

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

madsfaud@yahoo.com.ar

RESUMEN

Con el objetivo de establecer parámetros más eficaces en la evaluación y diseño de procesos de construcción este trabajo aborda la cuestión de la productividad haciendo foco en la carga de trabajo y el desempeño de los elementos constructivos.
La evolución en los sistemas constructivos lleva implícita una optimización de los recursos empleados y un aumento de productividad en términos económicos, pero ésto no siempre se corresponde con una reducción de la carga laboral ni con un aumento de los estándares de desempeño del edificio y sus componentes.
Se presenta un estudio realizado sobre construcciones locales representativas de las formas de construcción tradicional-artesanal (Chalet Marplatense), tradicional-racionalizado (vivienda social), industrial-liviano (Steel-Framing), y autoconstrucción en donde a partir de la caracterización de un segmento representativo del cerramiento vertical se establecieron comparaciones y correlaciones de la condición material, determinados indicadores de carga de trabajo, y desempeño a fin de validar la hipótesis planteada.

PALABRAS CLAVES: producción – vivienda – eficiencia – gestión – ergonomía

ABSTRACT

With the aim of establishing more effective parameters in the evaluation and design of construction processes, this work addresses the issue of productivity, focusing on the workload and the performance of the construction elements. The evolution in construction systems implies an optimization of the resources used and an increase in productivity in economic terms, but this does not always correspond to a reduction in the workload or an increase in the performance standards of the building and its components.
A study carried out on local constructions built in traditional, rationalized, industrialized and self-building construction methods is presented, where from the characterization of a representative segment of the vertical enclosure, comparisons and correlations -of material condition, workload indicators, and performance- were established in order to validate the proposed hypothesis.

KEY WORDS: production – housing – efficiency – management – ergonomics

INTRODUCCIÓN

El articulo presenta una parte de la investigación que propone una mirada sobre la construcción centrada en la calidad y la productividad en tanto dimensiones inherentes a los procesos productivos, que tienen consecuencias sobre el desempeño de los edificios en condiciones de uso, por ende, sobre la calidad de vida de los usuarios de los edificios, de acuerdo a las condiciones tecnológico-productivas bajo las cuales han sido construidos.

El análisis se centra en los procesos productivos en sus complejidades tecnológicas, productivas, laborales, organizacionales, sumando la perspectiva de la ergonomía, ya que resulta de interés estudiar las demandas de esfuerzo físico, cognitivo y psicosocial que la tarea, la organización y el ambiente imponen, y que la persona debe enfrentar.

Se espera realizar un aporte al conocimiento de la incidencia de los factores de producción sobre la productividad y la generación de valor desde esta perspectiva transdiciplinar, y contribuir a la creación de instrumentos que puedan ser utilizados para establecer criterios y normas orientadas la mejora de la productividad y de las condiciones laborales, sumando al fortalecimiento de emprendimientos y organizaciones, entendiendo que se contribuye a aumentar su expectativa de sostenibilidad y por ende, las condiciones de vida y desarrollo de la sociedad.

Análisis

Se presenta una parte de la investigación centrada en el estudio comparado de cuatro formas de producción: el tradicional-artesanal (Chalet Marplatense); el tradicional-racionalizado (vivienda de interés social); el industrial-liviano (Steel Framing); y la producción informal (autoconstrucción), buscando establecer relaciones entre los recursos utilizados y el desempeño obtenido.

A los fines de explicitar criterios y metodología, se muestra el análisis y comparación de la cantidad de trabajo necesario para construir una unidad de cerramiento vertical y el desempeño térmico obtenido en cada caso.

La cantidad de trabajo se estableció a partir de la cantidad de masa insumida en la construcción, y la cantidad de operaciones realizadas, criterio que a su vez es considerado por la normativa (Res. SRT 295/03, 3345/15 , 886/15, 13/20, entre otras) que regula los aspectos ergonómicos del trabajo.

Unidad de análisis

Se estableció como unidad de análisis un cerramiento vertical con capacidad portante, entrepiso o cubierta, de altura de 2,60 m y largo de 3,60 m, siendo el espesor variable de acuerdo al sistema. Las dimensiones se establecieron considerando el valor con mayor recurrencia de los establecidos en las Normas de Habitabilidad, Superficies y Medidas Mínimas del Reglamento General de Construcciones de M.G.P. (Secc.3, Cap..5, Art..1. de la Ordenanza 6997)

En términos constructivos se considera cerramiento vertical a la porción de muro comprendida entre la capa aisladora y el nivel de apoyo del entrepiso superior o la cubierta.

A fin de realizar la comparación entre las distintas materialidades características de cada modo productivo se establecieron las siguientes condiciones funcionales: tener capacidad portante como muro de carga, de entrepiso o de cubierta; tener capacidades aislantes hidrófuga, acústica, e higrotérmica.

CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMAS DE PRODUCCIÓN

Tradicional - artesanal

La forma de producción Tradicional - Artesanal se caracteriza en que el factor dominante en su capacidad productiva y de calidad está determinada por el conocimiento técnico y la habilidad del trabajador. Los maestros transmiten a los aprendices el arte de su oficio, a través de la incorporación por observación y práctica de destrezas y saberes y de las reglas generales a que debe someterse para lograr la perfección en el trabajo. Los oficios están definidos en relación al material que se trabaja: picapedrero, albañil, yesero, o por la parte que construye: techista, frentista, colocador de mosaicos, etc.

La organización productiva está formalizada en la empresa constructora, de característica manufacturera y con división técnica organizada por rubros de obra en correspondencia con un oficio determinado, y con organización en categorías laborales fundadas en la tradicional división jerárquica de maestros, oficiales y aprendices, basada en el nivel de conocimiento y habilidad alcanzado.

En términos de su organización espacial, se encuadra en la forma denominada de "Planta móvil". Los recursos productivos -materiales, mano de obra, y medios de elaboración- son trasladados a cada sitio de obra. Los materiales llegan a la obra en su mayoría a granel y con un grado de elaboración primario. Estos insumos son elaborados y transformados en un proceso de adecuación e integración hasta conformar el edificio. La construcción in situ implica que cada parte del edificio deba ser construida en su lugar definitivo. Esto determina que los puestos de trabajo son móviles, debiendo ser desmontados, trasladados y/o reconfigurados no sólo para cada componente a ejecutar, sino también para cada etapa del proceso constructivo. En lo referido a procesos y procedimientos en su mayoría se encuentran especificados bajo la forma de "reglas del arte" siendo estas las que por tradición a dado prueba de su efectividad y eficacia. El trabajo es intensivo, dominantemente manual y con poca asistencia mecánica.

Tradicional-Racionalizado

Esta forma productiva mantiene ciertas características del modo artesanal, principalmente la división en gremios por oficios y el uso intensivo de mano de obra. La característica principal está en la tecnología de los materiales. Éstos no sólo son desarrollados para mejorar sus prestaciones funcionales -aumento de la resistencia mecánica, disminución del peso relativo, mayor durabilidad- sino también para hacer más eficiente el proceso constructivo. Aquí la eficiencia esta dada por: la sustitución de trabajo in situ por trabajo incorporado en el material (morteros preparados, revoques, pegamentos de baldosas, etc.); reducción en el consumo de otros materiales con los que conforma sistema (morteros y revoques), estandarización de medidas y coordinación modular reduciendo desperdicios; y fabricación bajo norma y con certificación.

La estandarización de materiales y componentes está coordinada con la racionalización en un sentido taylorista de tareas y procedimientos, y se encuentran formalizadas -prescriptas- en las "especificaciones técnicas" elaboradas por los fabricantes sobre la manera correcta de utilizar el material para no alterar sus cualidades, procedimientos que pueden diferir de las reglas del arte tradicionales.

En relación a los medios de elaboración, si bien mantienen en su mayoría las características de los empleados en la forma artesanal, algunos sufren transformaciones en función de las particularidades de los nuevos materiales. Por ejemplo la llana dentada para la aplicación de pegamentos, en la que el tamaño del diente determina la cantidad material a depositar, que está a su vez en función del tipo de baldosa a pegar. En tareas que requieren una alta carga física aparece la asistencia de máquinas, principalmente en operaciones de mezclado, "picado" y corte.

Industrial-Liviano

La forma de producción Industrial Liviana, también llamada Construcción en Seco deriva del sistema Platform Frame en madera. El sistema está basado en el montaje de los distintos componentes mediante tornillos autoperforantes. Éste es un tornillo de alta tecnología, que realiza los cuatro pasos para fijar una pieza en sola una operación: perfora, rosca, fija y aprieta, como operaciones básicas, también pueden incorporar el fresado tanto para atra-

vesar placas como para permitir que la cabeza del tornillo se introduzca en la placa. La herramienta es la atornilladora con regulación de torque y profundidad que automatiza el momento de corte de su accionar evitando rotura del material y lesiones al operador.
La organización productiva mantiene la estructura funcional de división por rubros de obra y oficios. Lo que era la albañilería ahora es armador de bastidor o panetería y emplacador , instalaciones y terminaciones se mantienen en la forma tradicional (colocación de pisos y revestimientos).
En la formación en el oficio de armadores de bastidor y emplacadores se observa una fuerte incidencia del sistema Durlock, de ahí que también se lo conozca como “durloquero”. Es importante destacar que el primer oficio en convertirse a este sistema fue el de los yeseros, ya que se planteaba como una innovación tecnológica a la construcción de cielorraso tradicional. La conversión se dio a través de cursos de capacitación dados por el fabricante -Eternit- articulados por sus representantes comerciales -en el caso de Mar del Plata fue la firma "El emporio del yesero". Este es el modelo de capacitación de la mano de obra en nuevas tecnologías de la construcción.
En la formación técnica de los recursos profesionales el conocimiento para el desarrollo de proyectos y dirección de obras con este sistema es promovido por institutos que agrupan empresas del sector como el INCOSE, en articulación con el sector académico y consultoras privadas, en un proceso que llevó décadas. Hoy el steel framing se encuentra declarado como sistema constructivo tradicional por la Secretaría de Vivienda y Hábitat dependiente del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de la Nación (Resolución 5-E/2018).

Producción informal - autoconstrucción

La forma de Producción Informal llamado genéricamente Autoconstrucción, ha sido estudiado ampliamente como fenómeno social de sectores de bajos ingresos, principalmente para proveerse de vivienda. Existe un consenso en que aproximadamente un 70% la vivienda individual es construida por este medio, y que el proceso de construcción tiene una duración promedio de 16 años hasta llegar al estadío de vivienda completa.
A los fines de este análisis nos centramos en el autoconstructor aislado, por ser la forma más generalizada en nuestro medio.
A diferencia de los modos formales, no se tiene un objetivo económico, sino la satisfacción de una necesidad. La familia se constituye en la organización productiva, y como tal gestiona los recurso productivos, capital, trabajo, materiales y medios de elaboración. Por eso se define a la autoconstrucción como un proceso de autogestión constructiva. La división técnica, funcional y jerárquica no está presente como tal; sino que el autoconstructor realiza simultánea e indistintamente tareas de administración, construcción, logística, etc, es decir, asume los distintos roles en función de los requerimientos de la construcción y de sus propias capacidades.
En términos de su calificación, el autoconstructor es considerado trabajador inexperto. Podrá tener algún conocimiento y experiencias previas, pero la falta de una práctica constante y un aprendizaje no formalizado o tutorado por un experto, hace que su productividad sea baja con un alto indice de falla. Por esta razón y dependiendo de lo complejo, lo riesgoso (instalaciones en general y en particular la de gas) y de sus posibilidades financieras, contrata expertos. Suele suceder en estos casos que el autoconstructor participe como asistente o ayudante del instalador. Esta forma de participación le posibilita tomar conocimiento sobre aspectos técnicos, procedimientos, materiales, y medios de elaboración.
Los medios de elaboración de que dispone son en general herramientas manuales como pala, martillo, tenaza, cuchara; baldes, carretilla; y alguna herramienta eléctrica como taladro y amoladora angular. Por una razón de costo, y por desconocimiento de los tipos y calidades requeridos en función del uso, estas son de segundas o terceras marcas y de la clase hobbista (uso poco intenso y frecuente). Cuando la tarea requiere de medios de mayor coste estos suelen ser alquilados o solicitados en préstamo a algún conocido o familiar, lo que implica jornadas de trabajo intensivo y extensivo (más de 8 hs) para reducir el periodo de renta o préstamo que por lo general es de dos días (fin de semana).

CARACTERÍSTICAS MATERIALES DE LOS COMPONENTES ANALIZADOS

La composición material del componente tomado como referencia para el análisis en cada forma productiva, se corresponde con las tipologías más representativas en el medio local. Se computó el peso del componente según se definió en la unidad análisis, y se realizó el cálculo de transmitancia térmica según norma IRAM 11601.

Tradicional - artesanal

Composición material. Mampostería de ladrillo común, 5,5x11,5x24; Revoque grueso, MAR, 1/4.1.3; Revoque fino, MAR, 1/8.1.3; Azotado hidrófugo, MCI 1.3; Revestimiento en piedra Mar del Plata, espesor aproximado 15 cm. Peso del componente 9900 kg. Transmitancia térmica 2,17 Wm²/K

Tradicional-racionalizado

Composición material. Mampostería de ladrillo Hueco Portante, 18x19x40; Revoque grueso, MAR, 1/4.1.3; Revoque fino preparado; Azotado hidrófugo, MCI 1.3; Revoque grueso, MAR, 1/4.1.3; Revestimiento cementicio mineral. Peso del componente 5187 kg. Transmitancia térmica 1,31 Wm2/K

Industrial-liviano

Composición material. PGC Y PGU ,100, 0,89; Barrera de vapor, film polietileno 200 µm; Placa de yeso, 12,5 mm; Placa rigidizadora, laminado fenólico 5 capas 10 mm; Membrana hidrófuga permeable al vapor; Placa cementicia 10 mm; Lana de vidrio esp. 10 cm. Peso del componente 345 kg. Transmitancia térmica 0,36 Wm²/K

Producción informal -autoconstrucción

Composición material. Mampostería de ladrillo Hueco, 18x18x33; Revoque grueso, MC, 1.3. (cemento albañilería); Revoque hidrófugo, MCI 1.3 (cemento albañilería). Peso del componente 5096 kg. Transmitancia térmica 1,81 Wm²/K

CUANTIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES REALIZADAS.

Metodología

Se parte del concepto de operación, que se descompone en movimientos simples tales como Alcanzar, Sujetar, Desplazar, Colocar, Soltar, etc. (se elaboró un listado propio en el marco de los estudios de Métodos, Tiempos y Movimientos, donde se toma como referencia el concepto de Therblig y su evolución posterior hasta listados como el del método OCRA). Se identifica una secuencia de movimientos presentes en casi todas las operaciones de construcción, independientemente del sistema constructivo que se analice. Así por ejemplo, la colocación de un ladrillo lleva dos operaciones, colocar el mortero de asiento y luego colocar el ladrillo. La colocación del mortero de asiento comienza cuando el albañil desplaza la cuchara hacia el balde con material (alcanzar), luego carga la cuchara (sujetar), desplaza hacia la hilada (desplazar) y termina con la descarga del material en la posición correspondiente (colocar y soltar). Para colocar el ladrillo, el albañil alcanza con la mano la pila de ladrillos, sujeta uno, lo desplaza hacia la hilada, lo coloca en su posición y lo suelta. La secuencia muestra los movimientos básicos, otros accionamientos como batir la mezcla antes de cargar la cuchara, el enrasado o los golpecitos con la cuchara para alinear el ladrillo con el hilo de referencia se consideran incluidos dentro de la secuencia.
En el caso de los sistemas constructivos en seco como el steel framing, si con-

sideramos el montaje de una placa de terciado fenólico, la colocación de la placa sobre el bastidor es una operación, y luego se contarían las sucesivas operaciones de atornillado. La operación "montaje de la placa de terciado fenólico" queda definida de la siguiente manera: alcanzar la placa (ir hacia la pila de placas). Por el tamaño de la placa esto requiere de dos personas. Sujetar la placa por sus extremos. Desplazar hacia la ubicación del bastidor. Colocar en su posición. Soltar. En este caso la operación es colectiva, o sea que para su realización en las condiciones dadas requiere necesariamente de dos o de mas personas. La operación de "atornillado" que consiste en la colocación de tornillos de fijación T2-alas se compone de los siguientes movimientos: alcanzar los tornillos que se encuentran en la cartuchera sujeta al cinturón porta herramientas que lleva el trabajador, sujetar un tornillo, desplazar hacia el punto de ubicación del tornillo en la placa. La colocación implica dos acciones: una colocar el tornillos en la punta de la atornilladora y otra la de atornillar. Por último soltar, que es retirar la atornilladora. En uso estricto del concepto de therblig algunos de estos movimientos estarían comprendidos en "usar" y "ensamblar", pero este estudio no busca evaluar la eficacia de los movimientos sino se busca establecer una unidad que permita comparar la cantidad de acciones que requiere la construcción de cada uno de los sistemas constructivos analizados.
En resumen la dinámica del proceso de construcción está representada por la secuencia y la cantidad de operaciones. La cuantificación de las operaciones, en los términos planteados, nos permite tener una dimensión de la labor de construir.
La representación del proceso es mediante empleo de un cursograma sinóptico (OIT, 1986), método de registro en la forma de un *diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones*. En función de los objetivos de este estudio a las "inspecciones" las hemos considerado como operaciones que están relacionadas con el montaje de los medios de control de la geometría del cerramiento como son medir, aplomar, escuadrar, etc. adoptándose para estas el símbolo de "inspecciones".

ANÁLISIS COMPARADO DE LOS MODOS DE PRODUCCIÓN

La siguiente tabla sintetiza los valores obtenidos para cada modo de producción.

	Tradicional Artesanal	Tradicional Racionalizado	Industrial Liviano	Producción Informal
Transmitancia	2,17	1,31	0,36	1,81
Peso del componente	9900	5187	345	5096
Operaciones	21345	5079	1833	2115

Tabla 1: Resumen. Fuente: Elaboración propia.

En relación al **desempeño térmico** se observa que los valores de Transmitancia Térmica tienen correspondencia con el grado de desarrollo tecnológico de los materiales y sistemas empleados.
En el caso del TA su valor alto esta determinado por su constitución monolítica y la presencia de la piedra. Con el tiempo esto se mejoró con la incorporación de una cámara de aire entre el muro de ladrillo y la piedra, si bien esta opción fue descartada por encontrarse en un periodo de transición hacia el TR, dado el objetivo de comparar esquemas constructivos “puros”.
Los valores obtenidos para el TR y el IL son relativamente equivalentes, representan una mejora de desempeño del orden del 33% al 36 %. Esto se debe a que son diseñados con sentido de eficiente energética y productiva.
En el PI el valor del K del muro analizado es un 20 % mayor que el del TR. Si bien tecnológicamente son semejantes por el uso del ladrillo cerámico, las condiciones de producción y el tipo de ladrillo empleado hacen la diferencia.
En la comparativa en el **peso total** del componente las diferencias entre sistemas constructivos es más notoria. La reducción del peso es un indicador del grado de evolución tecnológica de los materiales y sistemas empleados en cada modo productivo.
La cuantificación de las **operaciones** es un indicador de la cantidad de trabajo puesto en la construcción del componente.
El modo TA elabora en el lugar la mayoría de los materiales, principalmente los correspondientes a la obra gruesa, a lo que se le suma el empleo de piezas relativamente pequeñas (ladrillo) y la necesidad de efectuar de forma reiterada operaciones de ajuste y control.
La racionalización de procesos se verifica en los modos TR e IL. Del TA al TR hay una reducción en las operaciones del 76 % y de este al IL de un 64 %.
En el modo PI se contabilizaron 2115 operaciones, 282 más que el IL, y menos de la mitad del TR (5079). Ésto se debe a la ausencia de las terminaciones interior y exterior (grueso y fino).

CORRELACIÓN DE LOS DATOS Y PRIMERAS CONCLUSIONES

Peso total del componente sobre la totalidad de las operaciones para su construcción.
Al comparar la cantidad de material con la totalidad de las operaciones realizadas obtenemos un valor para determinar la eficiencia de los procesos constructivos en al trabajo insumido. Esta correlación se expresa en Kg por operación, que es un valor promedio de la carga física. Relacionado a la cantidad de operaciones, permite apreciar la relación entre productividad y exigencia física a la que esta sometido el trabajador.

	Tradicional Artesanal	Tradicional Racionalizado	Industrial Liviano	Producción Informal
Peso del componente	9900	5187	345	5096
Operaciones	21345	5079	1833	2115
Peso / Operaciones	0,46	1,02	0,19	2,40

Tabla 2: Peso sobre Operaciones. Fuente: Elaboración propia.

A través de esta relación se pueden caracterizar cuatro tipos de procesos productivos dependiendo de la mayor o menor cantidad de operaciones y de la magnitud del coeficiente P/O como se detalla en el siguiente gráfico.

P/O - Alto	2	Alta Productividad - Alta Exigencia	4	Baja Productividad - Alta Exigencia
P/O - Bajo	1	Alta Productividad - Baja Exigencia	3	Baja Productividad - Baja Exigencia
		Pocas Operaciones		Muchas Operaciones

1.- Alta Productividad y Baja Exigencia: es la situación ideal. Representa el sistema más eficiente económicamente y humanamente. Se basa en la asistencia mecánica, y el control y ajuste están implícitos en el armado.
2.- Alta Productividad y Alta Exigencia: basa su productividad en el optimizar el rendimiento de la mano de obra.
3.- Baja Productividad y Baja Exigencia: trabajo extensivo y poco asistido mecánicamente.
4.- Baja Productividad y Alta Exigencia: sistema poco eficiente y de alto costo humano.
Según estas características quedan encuadrados de la siguiente manera.

P/O - Alto	TRADICIONAL RACIONALIZADO	PRODUCCIÓN SOCIAL
P/O - Bajo	INDUSTRIAL LIVIANO	TRADICIONAL ARTESANAL
	Pocas Operaciones	Muchas Operaciones

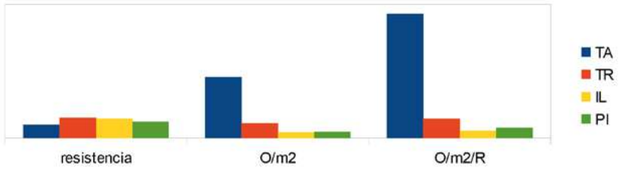
La forma IL se construye con pocas piezas, de un peso relativo bajo debido a un diseño eficiente, uniones simples y realizadas con máquinas, montaje con pocas y simples operaciones de control.
La forma TR se basa en optimizar el rendimiento de la fuerza de trabajo a través de materiales que sustituyen trabajo como los morteros preparados, aumentando el tamaño de los componentes, y mecanizando algunas tareas.
La forma TA se basa en las capacidades del artesano. La masividad del sistema constructivo y la poca asistencia mecánica a los procesos determina que el trabajo sea dosificado de manera de conservar la fuerza de trabajo.

En el caso de la PS la relación entre peso total y cantidad de operaciones es alta, porque lo que se construye es obra gruesa, que constituye el núcleo del cerramiento. Equivale a más del 80 % de su peso si se lo considera con las terminaciones, pero la ejecución de éstas casi duplica la cantidad de operaciones. Como la productividad es un término relativo en este caso la baja productividad está en relación a los recursos empleados y el resultado obtenido.

Comparación entre desempeño térmico y cantidad de operaciones

Esta comparación nos permite establecer la cantidad de operaciones necesarias por metro cuadrado de cerramiento por unidad de resistencia térmica.

	Tradicional Artesanal	Tradicional Racionalizado	Industrial Liviano	Producción Informal
Resistencia R	0,49	0,76	0,72	0,61
Operaciones /m²	2280	543	196	226
O /m²/ R	4656	713	271	372



Fuente: Elaboración propia.

Evaluar la cantidad de Operaciones que se necesitan para la construcción de una determinada cantidad de materia nos da un parámetro objetivo de la cantidad de trabajo que dicha construcción requiere. Al compararlo con los estándares de desempeño del componente edilicio
-en este estudio, la Resistencia Térmica-, se puede evaluar la eficiencia de esos sistemas. Dado que el valor de Resistencia Térmica está referido al metro cuadrado de cerramiento, se calculó el valor Operaciones por metro cuadrado para poder así relacionar los dos indicadores. Como se muestra en los cuadros, en los valores de resistencia térmica no hay una marcada diferencia, siendo el menor el correspondiente al modo Tradicional Artesanal y el de mejor desempeño el TR.
En la relación operaciones / m2 los valores marcan una diferencia muy pronunciada entre el TA y el resto, por las razones que ya fueron mencionadas.
Estas diferencias se amplían en el indicador O/m2/R, el modo TA es el menos eficiente en su capacidad de producir aislación térmica, pero el PI tiene un desempeño próximo al IL que es el más eficiente.

CONCLUSIONES

La productividad es la relación entre los input y los output en un proceso global o en sus etapas. Considerarla nos permite evaluar qué tan bien se están utilizando los recursos. Las organizaciones productivas evalúan su productividad en la relación entre la totalidad del monto invertido y el beneficio neto obtenido, o al evaluar el recuso humano en las horas/hombre que insume la construcción de la totalidad de un edificio o una parte de este. Esta es una manera de la economía de valorar el uso de los recursos. La hora/hombre puede ser considerada como una unidad técnica, que en definitiva refleja qué monto se invierte en disponer de esa fuerza trabajo.
En el estudio se ha analizado cómo las distintas formas de producción se definen a partir de las características de los recursos que emplean, siendo ellos materiales, mano de obra, medios de elaboración, conocimiento, etc. En cada forma productiva los recursos se articulan conformando un sistema socio-técnico que alcanza un estado de eficiencia dentro de su propia lógica.
Al articular variables como productividad, desempeños, horas/hombre, masa acumulada, movimientos, pesos, etc., encaminamos la búsqueda hacia la identificación de indicadores cuantitativos que se integren en metodologías que permitan integrar la evaluación trascendiendo lo estrictamente disciplinar y orientándose hacia una perspectiva transdiciplinar. En la intersección entre el trabajo humano y la producción del habitar, se articulan una dimensión humana y una dimensión económica, una dimensión individual y una dimensión social.
A nivel individual, tanto el trabajo como el habitar llevan implícita la calidad de vida, y en ella, la salud y la seguridad, tanto para el trabajador como para el habitante o usuario.
Pero las elecciones de tecnología y producción inciden en los resultados de productividad, de calidad, de salud o de seguridad, y que llevan implícito un costo social, ya que es la sociedad quien afrontará de una u otra manera los costos de corregir los resultados no deseados. Aquí es donde cobran sentido realizar estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· IRAM 11601 (2002) *Aislamiento térmico de edificios. Método de calculo.* Instituto Argentino de Normalización.
· Ministerio de Trabajo (1979) *Ley N° 19.587, Ley de Riesgo del Trabajo, Nº 24557, y otras. Decreto Reglamentario N° 351 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.* http://www.infoleg.gob.ar/
· Ministerio del Interior, Obras Publicas y Vivienda (2018) *Resolución 5 / 2018* https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-5-2018-306503
· Mundel, M. (1970)"*Estudio De Movimientos Y Tiempos- Principios Y Prácticas*". Ed. CECSA, España.
· O.I.T. (1986) *Introducción Al Estudio Del Trabajo.* Ginebra, Suiza.
· Rivas, R. R. (1992) *Ergonomía: Decisiones En El Levantamiento De Carga Con Ayuda De PC.* Editorial Universidad, Buenos Aires
· Rivas, R. R. (2005) *Ingeniería Humana. Aspectos Claves.* BsAs. ISBN 950-43-6533-7.

CONVIDAR TECNOLOGÍA. REFLEXIONES Y APRENDIZAJES EN EXPERIENCIAS PATAGÓNICAS

INVITING TECHNOLOGY. REFLECTIONS AND LEARNINGS IN PATAGONIC EXPERIENCES

Ana Laura Minari
Josefina Centeno Crespo
Pilar del Campillo
Paula Peyloubet
Santiago Ríos

Programa de investigación "Co-construcción del Conocimiento", Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS), CONICET

FAUD — UNC, Córdoba, Argentina

—
arqminari@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo relata una experiencia donde, en base a una co-producción previa de tecnología en la localidad de Bariloche, se activan acciones concretas en territorio frente a la emergencia ocasionada por los incendios forestales ocurridos en Lago Puelo.
Se propone el concepto de convidar tecnología, ya que el objetivo consiste en compartir un desarrollo colectivo de tecnología relacionada a bienes situados, que impulsen procesos productivos a partir de saberes locales.
El abordaje se asienta sobre una metodología cualitativa que amalgama la investigación con la acción, en el marco de una perspectiva que reivindica la pluriversalidad de conocimiento.
Como resultado, se co-construye y adapta un sistema tecnológico generando autonomías laborales y cognitivas, dando lugar a nuevos escenarios de oportunidades.
Las reflexiones se vinculan con experiencias de Hábitat en las que trabaja este equipo de investigación, fundadas en valores asociativos, solidarios y en búsqueda de lógicas productivas diferentes a las hegemónicas.

PALABRAS CLAVES: hábitat—co-construcción—saberes locales—desarrollo tecnológico

ABSTRACT

This paper reports an experience where, based on a previous co-production of technology in Bariloche, specifications are activated in territory in response to the emergency caused by the forest fire that occurred in Lago Puelo.
The concept of Inviting Technology is proposed, since the objective is to share a collective development of technology related to localted resources, which promotes productive procesess based on local knowledge.
The approach is based on a qualitative methodology that amalgamates research with action, within the framework of a perspective that claims the pluriversality ok knowledge.
As a result, a technological system is co-constructed and adapted, generating labor and cognitive autonomies, giving rise to new opportunity scenarios.
The reflections are linked to experiences in Habitat in which this research team works, based on associative values, solidarity and in search of productive logics different from the hegemonic ones.

KEY WORDS: habitat—co-construction—local knowledge—technological development

INTRODUCCIÓN

En un mundo con una profunda desigualdad social y una compleja crisis ambiental, es necesario reconocer que gran parte de los desafíos de las tecnologías en arquitectura están íntimamente vinculadas con los sectores sociales que dinamizan y con el modo de relacionarse con los bienes naturales.

En ese sentido, el presente trabajo relata una experiencia llevada adelante en la región andino- patagónica de nuestro país desde la premisa del Convidar Tecnología. La misma, conlleva el desafío de aproximarse a una propuesta tecnológica situada, donde se comparte no sólo el desarrollo colectivo de una tecnología en madera local que impulsa procesos productivos solidarios, sino, y de manera principal, los modos y valores en que se lleva adelante el proceso tecnológico, en el marco de saberes múltiples, decisiones consensuadas y de relaciones construidas desde el afecto.

La localidad de Lago Puelo (Chubut), como gran parte de la Comarca Andina, se encuentra en un territorio donde prevalecen especies forestales exógenas (pinos varios), en cantidades importantes y sin un cuidado sobre su crecimiento ni aprovechamiento adecuado de su madera. Los incendios desatados en Marzo de 2021 en esa localidad, constituyeron una situación conmovedora a partir de la cual, comienza el trabajo conjunto entre este equipo de investigación y compañeros de la ciudad de Bariloche con experiencia en procesos tecnológicos a partir del Pino Ponderosa, junto a actores de la comunidad puelense. Como resultado, se produce un intercambio donde se co-construye y adapta un sistema tecnológico generando autonomías laborales y cognitivas, que da lugar a nuevos escenarios de relaciones y oportunidades: sucede un *convidar tecnología*.

METODOLOGÍA

Conocimiento situado y acción sentida

El equipo de investigación que aquí se presenta, forma parte del programa de estudio Co- construcción del Conocimiento: una propuesta empírica, teórica y política que viene desarrollándose desde hace más de veinte años en el campo del hábitat y la arquitectura (Peyloubet, 2018). Profundizando en el posicionamiento del equipo, diremos que adscribimos a la propuesta de Haraway (1995) "a favor de los conocimientos situados y encarnados y contra las formas variadas de declaraciones de conocimiento irresponsable e insituable. Irresponsable significa incapaz de dar cuentas de algo" (Haraway, 1995, p.326). Son estos conocimientos los que admiten la posibilidad de conversaciones compartidas en la epistemología y conexiones llamadas solidaridad en la política, para el tránsito hacia un conocer más profundo, amplio y complejo que busca transformar los sistemas del conocimiento y las maneras de mirar. Siendo que los discursos académicos producen verdades poderosas, maneras de crear el mundo y de intervenir en él (Escobar, 2007) consideramos urgente exigir(nos) conocimientos responsables y dispuestos a las conversaciones para habilitar verdades otras y diversas, en el campo del saber y hacer arquitectónico.

Compartimos también la mirada que invita a sentipensar (Fals Borda, 1987), a corazonar (Rivera Cusicanqui, 2018) en un "intento de comprender las vivencias y emociones que acompañan el acto del pensar" (Rivera Cusicanqui, 2018, p. 86).

La propuesta investigativa cobra sentido, ante todo, en su quehacer en territorio. Como lo propone la perspectiva de la Investigación Acción Participativa (Fals Borda y muchos otros), este quehacer no se reduce al ámbito del conocimiento tecnológico, sino que se amplía a la creación de historias diferentes de aquellas que podrían haber sido si los participantes no hubieran intervenido para transformar sus prácticas, comprensiones y situaciones, y, por lo tanto, haber transmutado las historias que, de otra manera, parecería probable que sobreviniesen. Esto sucede en la acción colectiva y en la construcción y reconstrucción de las historias colectivas, para una transformación de los (nuestros) mundos, aunque, no logremos cambiar "el" mundo (Kemmis y McTaggart, en Vasilachis, 2006). Se trata de salir del contexto habitado de manera exclusiva por aquellas mentes consideradas expertas para explorar "laboratorios" a cielo abierto, escenarios reales donde conviven problemas concretos, palpables, con vidas, existencias, conocimientos y modos de hacer.

La elección por una Investigación Acción Participativa (IAP), para Fals Borda (1987), supone entonces una investigación que se hace en dos canales: uno analítico-reflexivo (en diálogo con las teorías) y otro narrativo (en diálogo con todos los actores involucrados). Para llevar adelante este tipo de tarea, resulta imprescindible el empleo de herramientas metodológicas como la conversación entre todos/as aquellos/as que intervienen, en una doble hermenéutica, dando lugar a los saberes disponibles (codificados, pero también y, fundamentalmente, a aquellos brindados por la experiencia de la cotidianeidad y de lo común), en un entorno de respeto y valoración.

Por último, pero no menos importante, la tecnología arquitectónica se convierte en la excusa que nos pone a conversar en el territorio, y en la forma de materializar la propuesta teórica, empírica y política. La metodología implica entonces un trabajo en red que involucra actores de diferentes sectores: municipal, de ciencia y tecnología, de emprendimientos productivos asociativos, de aserraderos, de escuelas técnicas, familias de la comunidad. A partir de estas redes se conforman los escenarios de convites tecnológicos que compartimos aquí.

DESARROLLO

Crónicas tecnológicas en Patagonia

A partir de esta instancia del relato, compartimos parte de una experiencia desarrollada entre la localidad de Lago Puelo (provincia de Chubut) y la ciudad de Bariloche (provincia de Río Negro).

La región de Patagonia Andina (cordillera y precordillera) posee un vasto territorio plantado con especies forestales exógenas tal como el Pino Ponderosa (entre otras) en cantidades relevantes:

> El desarrollo de forestaciones con especies exóticas de rápido crecimiento, principalmente pináceas (Pinus ponderosa, P. radiata, P. contorta y Pseudotsugamenziessii), ha sido estimulado por las leyes de promoción de la actividad forestal desde la década del 60 (en la actualidad Ley Nº 25.080 y sus prórrogas), sin embargo la gran mayoría de la superficie plantada no ha sido sometida a los manejos forestales adecuados y, en consecuencia, no se ha alcanzado la rentabilidad económica prevista inicialmente, reduciendo su potencial de producción industrial. Por otra parte, constituyen un peligro real como fuente de dispersión de plagas forestales y/o de incendio. Adicionalmente, algunas de estas especies son altamente invasivas y han comenzado a cambiar la matriz natural debido a la falta de manejo. (Centro de Investigación y Extensión Andino Patagónico, 2009, p.16).

Asimismo, es posible detectar que en el territorio de la zona cordillerana (norpatagónica) existe una problemática estructural compleja, revelada por la emergencia recurrente de los incendios que deja al descubierto las falencias y los vacíos relacionados con políticas de mantenimiento y cuidado del territorio y la comunidad. A los fines analíticos, tal problemática se divide en tres dimensiones, aunque creemos que deben ser comprendidas de manera integral, en una perspectiva *ambiental*:

1) Dimensión Forestal: Incendios propagados a partir de la combustibilidad de bosques plantados con especies exógenas poco o nada controlados en la zona deprecordillera. Sumado al peligro en el que se encuentran diversas especies nativas debido a la invasión que produce el crecimiento masivo de especies exógenas (pino ponderosa y otras).

2) Dimensión Económica y Socio-Productiva: El turismo como principal actividad económica regional, genera dependencias laborales en torno a la

estacionalidad y variabilidad de la actividad. Al mismo tiempo, se subutiliza el disponible forestal local, a partir del cual podría asentarse una actividad productiva que diversifique el empleo y extienda la capacidad laboral.

3) Dimensión Habitacional: Déficit habitacional generalizado en la región: falta de vivienda, mejoramientos y equipamiento barrial, sumado a las situaciones de emergencia por daños de incendios cíclicos.

Sostenemos que frente a esta situación, es necesaria la articulación de acciones complementarias para dar respuestas enmarcadas en un sistema de decisiones interdependientes, bajo una gestión que propicie el desarrollo de una red interactoral participativa. Iniciativa que compone un gran desafío y una enorme oportunidad para hacer proposiciones transformadoras y transversales frente a una problemática de múltiples aristas.

La coyuntura desatada en Lago Puelo durante los primeros meses del año 2021, suscitó un fuerte interés para este equipo, que desde el año 2013 se encuentra inmerso en un trabajo socio-productivo con valores asociativos y complementarios en la vecina localidad barilochense: un proceso colectivo que, partiendo de la intención de diversificar el uso de madera de pino ponderosa, propone impulsar el crecimiento y las autonomías de las pequeñas economías locales[1].

A inicios del año 2021, junto a las unidades productivas de Bariloche (cooperativas y asociaciones de la economía popular antes mencionadas), nos encontrábamos trabajando en el co-diseño de sistemas tecnológicos prefabricados para viviendas (nuevas o posibles ampliaciones), en madera de pino de la región[2]. Las señales fueron claras: se debía aprovechar el bagaje tecnológico y cognitivo construido en Bariloche y compartirlo para poner en marcha acciones similares en la comarca andina, azotada por la emergencia de los trágicos incendios.

Como en todo proyecto de investigación, iniciamos la búsqueda de financiamiento. Fue así, que presentamos un Proyecto de investigación y Desarrollo (PID)[3], en el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) de la Nación, apuntando no solo a adaptar la tecnología desarrollada en Bariloche, para brindar una respuesta habitacional a las familias que perdieron sus hogares, sino también, a promover un circuito virtuoso entre empleo de madera de la región (utilizando también aquellos pinos que se quemaron), producción, y trabajo mediante la conformación de grupos productores locales.

Se iniciaron los vínculos correspondientes con el Municipio puelense, consensuando las acciones necesarias para poner en marcha el circuito de actividades y comenzando el reconocimiento de actores que podrían participar del proceso de producción de viviendas. Se acordó que parte de la prefabricación (estructura de dos viviendas) se produjera en Bariloche con la Cooperativa LABURAR y la Pre-cooperativa de Carpinteros y Herreros de Bariloche. La otra parte de la producción (dos viviendas más) podría materializarse con organizaciones de la economía social de Lago Puelo, propiciando una autonomía productiva y una serie de encuentros para intercambiar saberes y experiencias en torno al sistema constructivo.

Se hicieron visitas a diferentes aserraderos de la región para un reconocimiento de la producción forestal local. Así, comenzaron a tejerse relaciones e interacciones entre los grupos productivos de Bariloche, el equipo de investigación, la Municipalidad de Lago Puelo y diversos productores locales que darían comienzo a un verdadero convite tecnológico.

Fig. 1 y 2: Primer viaje a Lago Puelo en el mes de agosto de 2021. Reconocimiento del territorio, áreas afectadas por los incendios.Fuente: Archivo fotográfico del programa Co-construcción del Conocimiento.

En el mes de agosto de 2021, durante el primer viaje a Lago Puelo, se desarrolló un encuentro productivo que consistió en la fabricación de las matrices y en la producción de los primeros componentes modelo. Se contó con la participación de miembros de cooperativas y representantes de distintos grupos de trabajo local.

Entre todos/as dibujamos las plantillas sobre placas fenólicas, se cortaron las tablas correspondientes y se colocaron los tacos guía en las diferentes matrices (fueron un total de cinco: cabriada, panel frontal, panel lateral, panel complemento y panel de techo). La documentación técnica preparada previamente por el equipo de investigación permitió agilizar y efectivizar la tarea: se dispusieron banners especialmente diseñados para consultar los datos técnicos necesarios (medidas, cortes de tablas, cantidad de tornillos y clavos necesarios por unión, etc.).

Fig. 3 y 4: Manos a la obra. Construcción de las matrices que servirán a modo de plantilla para el armado de componentes prefabricados en madera: cabriadas, paneles verticales, complementos y paneles de techo. Fuente: Archivo fotográfico del programa Co-construcción del Conocimiento.

Al finalizar las jornadas fue posible hacer un montaje experimental con los componentes producidos; esto permitió verificar los encastres de las uniones entre los diversos elementos. Tomados de las manos y formando una ronda alrededor del pequeño módulo montado se cerró el primer taller compartido: ¿acaso no son necesarios los rituales para celebrar los encuentros?

Fig. 5 y 6: Montaje inicial del módulo experimental producido de manera colectiva. Fuente: Archivo fotográfico del programa Co-construcción del Conocimiento.

Con este espíritu, nuevas redes comenzaron a tejerse por la Comarca Andina, entre aserraderos, carpinteras/os, constructoras/os, vecinas/os de la comunidad, compañeras/os de la Municipalidad y de instituciones de CyT. El contacto se mantuvo firme a pesar de la distancia geográfica. Las comunicaciones, las conversaciones y el intercambio de información y legajos se convirtieron en acciones constantes que nos acercaban a partir de los objetivos compartidos.

De manera simultánea, se generaron nuevas alianzas (además de la generada a partir del convite tecnológico con las instituciones de Bariloche), que se tradujeron en un Emprendimiento Productivo de Carpinteros y Constructores, futura Cooperativa, poniendo en marcha un potencial socio productivo que viabilizará la producción de vivienda y trabajo local, excediendo los límites de este financiamiento actual. Para ello se gestionó con el Municipio, un

galpón-taller en orden de poder llevar adelante la producción, garantizando el correcto acopio de los materiales y componentes.

Fig. 7: Alianza fruto del convite tecnológico entre la Cooperativa Laburar, la Pre-Cooperativa de Carpinteros y Herreros de Bariloche y el nuevo emprendimiento de carpinteros/as y constructores/as de Lago Puelo. Fuente: Archivo fotográfico del programa Co-construcción del Conocimiento.

Al mes de junio de este año, podemos contar que los componentes prefabricados en Bariloche (para dos viviendas), han sido trasladados en camión[4] a Lago Puelo. El emprendimiento puelense en gestación ha finalizado la producción de componentes de una tercera vivienda y emprende la de una nueva, ambas con adaptaciones para amoldarse a las preexistencias en buen estado de dos viviendas afectadas por los incendios.

Fig. 8, 9 y 10: Trabajo de producción desarrollado en Bariloche y traslado a Lago Puelo de los componentes constructivos. Fuente: Archivo fotográfico del programa Co-construcción del Conocimiento.

Se concretó también la etapa de fundación para la primer vivienda (platea) y se está trabajando de manera complementaria, en la adecuación de los restos de los cimientos de otras dos viviendas, manteniendo y resguardando los elementos estructurales y significativos que conservan un buen estado, en un intento de recuperar también parte de lo intangible como la memoria de lo que una vez existió.

Con este relato intentamos plasmar la importancia de trabajar en territorio cuando las acciones mismas se realizan junto a diversos actores locales (relacionados al sector productivo, educativo junto a la presencia del Estado), a través de proyectos financiados con fondos del área de Ciencia y Tecnología, mediante prácticas de aplicación concretas, reales y necesarias a cada contexto.

Otros modos de comprender lo *tecnológico* en el campo de la Arquitectura

A la hora de participar de este espacio, creemos necesario poder reflexionar sobre la manera en la que se hace referencia a la tecnología desde el discurso dominante, atravesada por una mirada hegemónica mercantil que, muchas veces, se concentra en el producto y deja por fuera otros aspectos que consideramos fundamentales a la hora de (re)pensar las arquitecturas y los modos de producir hábitat.

Esto nos enfrenta a las primeras interpelaciones: ¿Qué pasa con las arquitecturas cada vez más descontextualizadas, cada vez más alejadas de las problemáticas reales de los territorios?

¿De los saberes locales que proponen soluciones locales, de los materiales disponibles en cada territorio, sus procesos y tiempos de producción, de las economías que intervienen?

¿Cómo pensamos los procesos productivos de hábitat? ¿Cuál es el rol de las tecnologías en este sentido? Esto nos permite poner en valor la perspectiva de lo situado antes mencionada, pensada no solamente desde el diálogo entre saberes sino también desde la manera de relacionarnos con la Tierra, sus tiempos y sus límites.

En este sentido, creemos que es necesario comprender que la tecnología no es neutral, más bien está atravesada por un paradigma que responde a una forma de ver, entender y hacer en el mundo que ha dejado por fuera saberes, valores, afectos, para reproducir modelos hegemónicos globales. Comprender que no es neutral y que es también política, permite asumir lo necesario y urgente de repensar sus formas y replantear su impacto en el mundo, donde las respuestas deben ser situadas, sostenibles, complejas, colectivas y comprometidas.

Es decir, por un lado, pensar las tecnologías en base a propuestas críticas en y desde los territorios, y por otro lado y, al mismo tiempo, convocar otros saberes en la construcción de una nueva mirada. Esto revela un posicionamiento epistémico, necesario a la hora de repensar cuestiones ligadas a nuestras prácticas arquitectónicas muy pocas veces cuestionadas desde ese lugar.

Por último y en la misma dirección, creemos importante repensar los discursos de sustentabilidad y desarrollo relacionados a la tecnología y la arquitectura y poder reflexionar sobre la relación entre categorías como desarrollo sustentable, arquitectura sustentable o tecnología sustentable que nos permiten revisar críticamente el "modelo de sustentabilidad" que estamos apoyando desde la academia.

Sabemos que la gran bandera de los discursos dominantes desde diversos ámbitos, es la promoción de la sustentabilidad, en donde desde la tecnología y la arquitectura se ha depositado la responsabilidad, desde distintas estrategias, de buscar soluciones más amigables. Sin embargo, es necesario revisar estas estrategias, desde qué lugar se llevan a cabo y cuál es el sentido de la sustentabilidad en estos discursos, muchas veces desde una mirada reduccionista y mercantil a partir de una perspectiva instrumental de la tecnología; siendo necesario incorporar la sostenibilidad de las propuestas en el marco de un pensar situado, desde el lugar, con los otros y otras, acompañado de un discurso de cambio de paradigma, que afronte la búsqueda de otras maneras posibles, que permitan imaginarnos otras formas sustentables y sostenibles de vivir.

IN-CONCLUSIONES

El convidar supone un posicionamiento político e ideológico que insta a romper con maneras estereotipadas de resolver problemas puntuales, estáticos y lineales como lo son las llamadas Transferencias Tecnológicas.

Estas operaciones simples, muchas veces lineales, automáticas, no dan espacio a los actores intervinientes, su subjetividad e intereses. Dejan fuera procesos espontáneos de las comunidades vulnerables, quienes emplean estrategias de resoluciones cotidianas a partir de sus saberes, brindando respuestas a sus deseos y necesidades, haciendo uso de verdaderos potenciales de cambio y transformación.

Los productos de las transferencias no resultan suficientes ni adecuados para dar respuestas útiles a los problemas, ya que los mismos no deben asentarse únicamente en la materialización (expresión física), de los mismos.

Resulta clave brindar la confianza en el hacer y en el cómo hacer de las comunidades, mediante la posibilidad de ampliar el espacio de participación en la toma de decisiones, reconociendo para ello las potencialidades, capacidades y creatividad por parte de estos sectores involucrados, en la generación, transformación y evolución de su hábitat.

La tecnología es un bien abierto, de propiedad colectiva, por lo que Convidar Tecnología, implica co-construir tanto desde lo cognitivo como desde lo

productivo y afectivo mediante un diálogo horizontal que abra instancias de conversación genuinas y amplias, donde la relación e interacción (integración) con el otro se da de igual a igual. A su vez, no se trata de impulsar actos meramente solidarios que se limiten a las funciones de brindar y de dar sino también de generar una retroalimentación constante mediante vínculos de reciprocidad, generando idas y vueltas de interconexión y de enriquecimiento mutuo. Creemos fimemente que la tecnología tiene un rol transformador y responsable en la producción de otras maneras de habitar, que asuman otros valores, solidarios, justos y democráticos.

El espacio de reflexión que proponemos también invita a la interpelación constante: ¿Cuál es el rol de las tecnologías? ¿Cuál es el rol de la academia? ¿Cuál es el rol de la arquitectura?

¿Cómo pensamos asumir y enfrentar estos desafíos desde la enseñanza, la formación, la profesión, la investigación? ¿Podemos seguir sosteniendo discursos desde un paradigma alineado a una lógica del desarrollo desde la perspectiva moderna racional? ¿Cuál es, entonces, la mirada sobre la sustentabilidad? Es urgente, en ese sentido, hacer una profunda revisión de miradas poco críticas y reduccionistas de ciertas nociones, que empujan hacia un modelo de arquitectura global, mercantilista, de soluciones proyectuales parciales, descontextualizadas de la realidad, de los territorios y de la urgente necesidad de encontrar alternativas frente a la crisis socio-ambiental.

El desarrollo de tecnología que proponemos tiene que ver fundamentalmente con un proceso colectivo y el hecho de formar parte del mismo, abre la posibilidad a compartir, a cuidar de manera solidaria y complementaria, saberes y modos de pensar diferentes con valores distintos a los hegemónicos y tradicionales. A partir de este momento, quedan todos y todas, formal e informalmente, invitados a formar parte de este convite.

NOTAS

1 En Bariloche, la primera etapa del proceso colectivo logró materializarse en un Salón de Usos Múltiples en el barrio 96 Viviendas, que se inauguró en el año 2018. De manera sinérgica, trabajamos cooperativas de trabajo, talleres de oficios y escuelas de formación técnica (Cooperativa LABURAR, Taller Angelelli, Escuela Técnica Nehuen Peuman de Fundación Gente Nueva y Fundación San José Obrero), junto a instituciones del ámbito de Ciencia y Tecnología (CIECS-CONICET-UNC e INTA Bariloche), un aserradero local (GW) y sectores municipales. A su vez, diversos financiamientos, en su mayoría provenientes del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Nación, acompañaron este desarrollo.

2 En el marco de un Proyecto Federal de Innovación Productiva (PFIP).

3 PID N° 00004: “Módulos habitacionales para la emergencia, a partir de componentes prefabricados estandarizados de madera regional, con potencial para el desarrollo de emprendimientos socio productivo locales. Municipio de Lago Puelo. Chubut”.

4 Facilitado por Parques Nacionales Nahuel Huapi.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN FORESTAL ANDINO PATAGÓNICO (2019). *Compilación integral de datos bajo metodología WISDOM, en la región de la comarca andina ampliada*. Bariloche, Río Negro.

· ESCOBAR, A. (2007). *La invención del Tercer Mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo.* Caracas, Venezuela: El perro y la rana.

· FALS BORDA, O. y BRANDAO, C. (1987). *Investigación Participativa*. Montevideo, Uruguay: La Banda Oriental.

· HARAWAY, D. J. (1995). *Ciencia, cyborgs y mujeres. La invención de la naturaleza.* Madrid, España: Cátedra

· PEYLOUBET, P. (2018). *Convidar Tecnología. Una propuesta a partir de la Co-construcción.* Buenos Aires, Argentina: Diseño.

· PEYLOUBET, P. (et. al.) (2018). *Co-construyendo tecnología. De la confianza al afecto pasando por los saberes.* Buenos Aires, Argentina: Diseño.

· VASILACHIS DE GIALDINO, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona, España: Gedisa.

· RIVERA CUSICANQUI, S. (2018). *Un mundo ch´ixi es posible. Ensayos desde un presente en crisis.* Buenos Aires, Argentina: Tinta Limón.

EL MAPA GEOTÉCNICO COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICAS Y GESTIÓN PÚBLICA PARA LA PLANIFICACIÓN URBANA. LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA COMO CASO DE ESTUDIO

THE GEOTECHNICAL MAP AS AN INSTRUMENT OF POLICIES AND PUBLIC MANAGEMENT FOR URBAN PLANNING. THE CITY OF MAR DEL PLATA AS A CASE STUDY

Emilio Polo Friz

Grupo de investigación Ciudad y Proyecto

FAUD —UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—

emilio_polo@hotmail.com

RESUMEN

La presente ponencia tiene como objetivo analizar el valor de la implementación de los mapas geotécnicos como instrumentos de desarrollo de políticas públicas -y de gestión-, en relación a la planificación urbana, tomando como caso de estudio la ciudad de Mar del Plata.
El interés en esta temática está centrado en que Mar del Plata, al igual que gran parte de las principales capitales latinoamericanas, ha desarrollado su planificación urbana sin tener en consideración factores de estructuración territorial básicos, como son la geología y la geotecnia; desconociendo así, sus áreas vulnerables y sus sectores de potencial riesgo geotécnico-geológico.
La metodología utilizada, se basó en la sistematización de información y el desarrollo de un mapa geotécnico para la ciudad de Mar del Plata. El presente trabajo, constituye parte del análisis fundamentado y sistematizado sobre el comportamiento de los mapas geotécnicos como instrumentos para la construcción de ciudad y la planificación territorial.

PALABRAS CLAVES: planificación urbana – instrumentos de gestión – políticas públicas – geotecnia y mecánica de suelos

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the value of the implementation of geotechnical maps as instruments for the development of public policies -and management-, in relation to urban planning, taking the city of Mar del Plata as a case study.
The interest in this theme is centered on the fact that Mar del Plata, like a large part of the main Latin American capitals, has developed its urban planning without taking into account basic territorial structuring factors, such as geology and geotechnics; thus ignoring its vulnerable areas and its sectors of potential geotechnical-geological risk.
The methodology used was based on the systematization of information and the development of a geotechnical map for the city of Mar del Plata. The present work constitutes part of the substantiated and systematized analysis of the behavior of geotechnical maps as instruments for city construction and territorial planning.

KEY WORDS: urban planning – management instruments – public policies – geotechnics

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Mar del Plata -Provincia de Buenos Aires, Argentina-, al igual que gran parte de las principales capitales en Latinoamérica, ha desarrollado su planificación urbana sin tener en consideración factores básicos de estructuración territorial, como son la geología y la geotecnia; desconociendo así, sus áreas vulnerables o sectores de potencial riesgo geotécnico para obras de arquitectura o de ingeniería civil.

Teniendo en consideración que el conocimiento particularizado de la naturaleza del subsuelo es un factor determinante; ya que como indica Brandl (2004), el 80-85 por ciento de los fallos en la construcción están relacionados con los problemas del suelo y/o las fundaciones; los problemas relacionados con el terreno pueden tener consecuencias económicas, sobre la seguridad pública, constructiva o estructural, así como la posibilidad de pérdida de vidas humanas -las cuales poseen un valor inconmensurable-.

La gestión del subsuelo, en los últimos años, ha cobrado una relevancia significativa en la agenda de la planificación de los conglomerados urbanos por su valor estratégico como instrumento de potencial desarrollo, donde las geociencias urbanas buscan proporcionar una base científica para el diseño y planificación de políticas públicas en lo que refiere al crecimiento y organización de las ciudades.

En tal sentido, la ausencia de un conocimiento fundamentado y sistematizado sobre el comportamiento del suelo marplatense, dificulta en sobremanera la correcta implementación de instrumentos para el diseño y ejecución de políticas municipales de desarrollo, así como la adecuada implantación de obras de arquitectura e ingeniería civil de mediana y alta complejidad.

En este contexto, y en respuesta a la problemática antes expuesta, el arq. Emilio Polo se encuentra desarrollando su tesis doctoral; la cual, tiene como propósito, a partir de la recopilación de datos existentes y su sistematización sobre un Sistema de Información Geográfica (GIS), determinar los rasgos característicos de los diferentes tipos de suelos presentes en la ciudad de Mar del Plata, estableciendo zonas de caracterización geotécnica diferenciada (áreas con potencial de desarrollo urbano, zonas de riesgo geotécnico, etc.) con el objeto de ofrecer tanto un nuevo conocimiento en el campo de la geotecnia local, como un instrumento de planificación territorial y desarrollo urbano de la ciudad, centrado en las dinámicas propias del suelo marplatense, su interacción con la obra arquitectónica -construida y a construir- y las diferentes alternativas de cimentación utilizada.

Como parte de este trabajo de investigación doctoral -aún en desarrollo-, a través de la sistematización y análisis de los distintos modelos de fundaciones existentes, y en relación a los tipos de suelos característicos detectados, se propone también avanzar en una selección de aquellos modelos de cimentación más adecuados para cada sector de la ciudad.

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación, sobre el cuál se fundamenta la presente ponencia, se aborda desde una metodología cuanti-cualitativa; la cuál, se desarrolla a partir de la recopilación de datos existentes (estudios de suelo de la ciudad de Mar del Plata, imágenes satelitales, información geo-referenciada, planos de niveles, etc.), con su correspondiente sistematización sobre un Sistema de Información Geográfica (GIS). El programa utilizado para el desarrollo del GIS, es el denominado QGIS -software de código libre que permite manejar tanto formatos raster, como vectoriales y bases de datos-.

A partir de la información de tipo primaria obtenida, y su sistematización, se buscó establecer los rasgos característicos -con análisis interpretativo y descriptivo- de los diferentes tipos de suelos encontrados en la ciudad; estableciendo en este contexto, zonas de caracterización geotécnica diferenciada (zonas con potencial de desarrollo urbano, zonas de riesgo geotécnico, etc.), así como su impacto en el desarrollo de políticas públicas relacionadas con la planificación territorial.

La integración de instrumentos metodológicos, información de tipo primaria y secundaria, lo observado y lo conceptualmente interrelacionado, permite el desarrollo de procesos de análisis que promueven una síntesis e interpretación de diferentes perspectivas sobre una misma realidad.

DESARROLLO

> *"Las ciudades son un conjunto de muchas cosas: memorias, deseos, signos de un lenguaje; son lugares de trueque, como explican todos los libros de historia de la economía, pero estos trueques no lo son sólo de mercancías, son también trueques de palabras, de deseos, de recuerdos."*
>
> Ítalo Calvino. Ciudades Invisibles.

La ciudad contemporánea es un campo en conflicto. Un entramado territorial, social, político y urbano en constante tensión; donde los actores convergentes son múltiples y fluctuantes, donde la imagen resultante de la ciudad producto de esta tensión es, predominantemente, caótica y fragmentada; donde las dinámicas de expansión y crecimiento de la urbe, están íntimamente ligadas a procesos de reestructuración social, económica, política y territorial.

En este escenario, podemos establecer que toda metrópoli, se transforma en un espacio de ejercicio de poder, donde "gestionar ciudad", implica gestionar desarrollo, conflictos, necesidades, demandas, territorialidades...

Donde, en los últimos 30 años, la gestión estratégica del subsuelo de las ciudades ha llegado a representar un tema de extrema relevancia en la agenda de la planificación de los conglomerados urbanos; y donde las geociencias urbanas, estudian los ambientes geológicos de las ciudades con el fin de proporcionar una base científica para un uso racional en lo que refiere a planificación y desarrollo de la ciudad. Siendo de fundamental importancia conocer -con precisión- las características geológico-geotécnicas de un territorio sobre el cual va a ejecutarse tanto una política pública, como una obra construida -sea esta, de arquitectura o de ingeniería civil-.

Es importante destacar que -desde una conceptualización del territorio- una política pública debe *"asumir su compromiso tanto con la producción como con el consumo de bienes simbólicos. Democratizar la* [ciudad] *es crear condiciones efectivas para que los diferentes sectores participen de todo el proceso (...)"* (Escobar, 1997), donde el lugar en donde se desarrollan estas tensiones entre lo local, la cultura propia y la globalización -verdadero escenario de vida-, es el espacio público.

Giménez, Páramo, Castells, y Burbano Arroyo coinciden en la conformación del territorio por medio de la apropiación del espacio público, cuyo poder es el otorgado por las instituciones para su uso, pero donde la valoración está representada por los significados de las prácticas sociales que le otorgue la comunidad.

Por otro lado, Giménez (2000) refiere a que el territorio evoluciona en razón geopolítica y geoeconómica, funcionado como espacio estratégico, como soporte privilegiado y como lugar de "*inscripción territorial*".

En este sentido, el territorio es considerado como espacio apropiado y valorizado, caracterizado por el valor de uso y valor de cambio, donde el desarrollo urbano y el crecimiento -poblacional y de la "mancha urbana"- de las ciudades es uno de los procesos de apropiación del territorio -en términos de dinámica urbana- más sobresalientes e interesantes de la segunda mitad del siglo XX y esta parte el siglo XIX, donde las urbes actuales se caracterizan por procesos de crecimiento y altas densidades de población, en sectores espaciales –o urbanos- relativamente reducidos, *"con insuficiente o nula planificación* [los cuales] *se traducen en conflictos sociales, ambientales y territoriales"* (Alberto, 2005, p. 2)

Es así, como plantea Acuña Araya (2001), el crecimiento urbano expansivo, con muy bajas densidades y sin ningún patrón de planificación -sumado esto

a los factores relacionados con el valor de la tierra urbanizada-, conlleva consecuencias -graves- directas e inmediatas sobre el territorio, como la ocupación de áreas rurales desprovistas de infraestructura, zonas de relleno o de riesgo geotécnico, áreas inundables, etc.

-[In] Contexto

> "No hay arquitectura sin concepto. Una idea general, un diagrama o un esquema que da coherencia e identidad a un edificio. El concepto, no la forma, es lo que distingue a la arquitectura de la mera construcción. Sin embargo, no hay arquitectura sin contexto (excepto para la utopía). Una obra arquitectónica está siempre situada o "en situación", localizada en un sitio."
>
> Bernard Tschumi (2005)

Si bien el abordaje de la temática mecánica de suelo durante el siglo XX ha evolucionado, incluyendo la comprensión de los esfuerzos efectivos (Terzaghi en los años '20), la dinámica de coloides y arcillas (Goy, Chapman en el '10, Lambe y Mitchell en los '50), la dilatación en corte (Taylor en 1948 y Estado Crítico con Roscoe, Schofield y Wroth en los '60), incorporando luego la fase fluida mixta y suelos no saturados (Bishop, Aitchinson, Fredlund y Morgenstern en los '60). Iniciándose una nueva etapa con el estudio de la geo-química mediada por microorganismos, (Santamarina C., 2004); actualmente no es muy extendida la cantidad de trabajos de investigación que profundicen en el análisis de la creación de mapas geotécnicos como instrumentos de desarrollo territorial o base conceptual para políticas públicas.

Guillermo García Herrera (2013) -Universidad de Oviedo, España- en su trabajo fin de máster en recursos geológicos e ingeniería geológica, titulado Estudio Geológico-geotécnico del Subsuelo Urbano de la ciudad de Santander, busca realizar un estudio geológico-geotécnico en detalle del subsuelo urbano de la ciudad, labor no llevada a cabo hasta la actualidad en ese territorio. Para ello, el magister ha procedido a recopilar un enorme volumen de información previa, a partir del cual ha elaborado un nuevo mapa geotécnico de la metrópoli, identificando y caracterizando las principales unidades geotécnicas que constituyen su subsuelo.

La ciudad de Santander, capital de la comunidad de Cantabria, es una población costera con una singular importancia estratégica desde un punto de vista económico e industrial, donde podemos advertir algunos puntos muy significativos en común con la ciudad de Mar del Plata. Esta urbe cuenta en la actualidad con una población de 178.465 habitantes (INE, 2012), siendo una de las ciudades más importantes del norte de España.

Desde otra perspectiva, el Ingeniero Civil Pavel Hruškovič (2011) en su tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid -España-, aborda un método para identificar causas de problemas técnicos de proyecto geotécnico, a partir del estudio con detalle del problema de la identificación de riesgos en los proyectos de construcción, con especial atención en el proyecto geotécnico, entendido en sentido global, como una serie de actividades llevadas a cabo durante las fases de viabilidad, redacción de proyecto, ejecución, explotación, y mantenimiento, cuyo resultado en edificación suele ser una obra de cimentación, mejora del terreno, o contención.

Teniendo en consideración que los procesos de expansión y crecimiento de las ciudades, así como el de las áreas metropolitanas, están íntimamente ligadas a los procesos de reestructuración económica, política y social basadas en principios de liberalización económica y de desregulación del Estado, el trabajo presentado por los estudiantes Elvis Alcántara Quispe, Nora Arteaga Fernández y Danny Torres Lucano (2014) para el curso de Geotecnia Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca -Perú- pretende indagar en los criterios geotécnico-ambientales necesarios para planificar adecuadamente el desarrollo urbano de una ciudad.

En este trabajo se establece, como criterio general, que las obras de desarrollo urbano incluyen la implementación de cimentaciones, túneles y taludes; y que, si bien las mismas que tienen una gran variedad de metodologías y técnicas de ejecución, todas generan tanto un impacto ambiental, como un impacto en el desarrollo urbano-territorial de las ciudades, el cual debe ser estudiado a detalle a fin de morigerar los aspectos negativos de las mismas.

En lo que refiere a mapas geotécnicos, si bien las principales ciudades latinoamericanas y europeas cuentan con estos instrumentos, en la mayoría de los casos no se ha profundizado en su análisis como objeto de estudio.

Alguno de los casos de trabajos de investigación referidos a mapas geotécnicos, los podemos encontrar en trabajos de grado presentados como requisitos parciales para optar al título de Ingeniero Civil, tal es el caso de la tesis desarrollada por Lorena López Flórez y Fabio Robayo González para la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Lasalle -Bogotá, Colombia-. Cuyo propósito ha sido el de sintetizar en mapas geotécnicos, el comportamiento de las diferentes variables zonificadas, basándose en información existente, ya que la práctica de la geotecnia en Barrancabermeja -Departamento Santander, Colombia - se ha venido realizando sin una metodología unificada ni una tecnología clara de sus objetivos, datos básicos y contenido. Esta zonificación preliminar, plantean los autores, servirá como una herramienta guía de fácil manejo, que contribuya hacia una mejor planificación y desarrollo urbano del mencionado municipio –el trabajo desarrollado por el arq. Polo, persigue el mismo objetivo-.

En Argentina, existen algunos antecedentes muy interesantes y relevantes como el Mapa Geotécnico de la Región Sudeste de la Provincia de Buenos Aires de 1975, desarrollado por el Dr. Víctor Mauriño, la Lic. María García y el Lic. Vicente Muglia, quienes plantean la importancia estratégica de las cartas geotécnicas como base fundamental para la planificación de cualquier programa racional de desarrollo.

Entre 1998 y 2001, bajo la dirección de H. V. Rimoldi y sobre la base del Convenio celebrado por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) de la Subsecretaría de Industria, Comercio y Minería con la UBA, por intermedio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se llevó a cabo la tarea preliminar de la elaboración de la Carta Geológico Geotécnica de la Ciudad de Buenos Aires.

En este sentido, si bien no existen trabajos con similares características en la región como el propuesto para la tesis doctoral que se encuentra desarrollando, podemos advertir que un mapa de características geotécnicas de la ciudad de Mar del Plata, en correlación con modelos de cimentación y en consideración las formas de construir locales, tendría muchas aplicaciones como herramienta de planificación y desarrollo urbano; donde se considera que el trabajo presentado podrá tener aplicaciones teóricas y prácticas tanto en investigaciones relacionadas con la geotecnia -a nivel local y regional-, como en proyectos relacionados con obras de arquitectura o ingeniería civil.

- Consideraciones sobre el crecimiento no planificado

Ivanega, en su ponencia *Construcciones urbanas y medio ambiente* de 2009, clasifica en cuatro grandes grupos, los problemas a los que se enfrentan las ciudades como consecuencia de su crecimiento no planificado:

a) dificultades en el acceso a la infraestructura y servicios;
b) contaminación por desperdicios y emisiones;
c) degradación de recursos; y
d) exposición a peligros ambientales.

En los estudios realizados por Echechuri et al. (1998); Ferraro et al. (2011); Zulaica y Ferraro (2010), entre otros, se establece que la mayoría de estas problemáticas enunciadas, pueden verificarse en el periurbano de la ciudad de Mar del Plata, partido de General Pueyrredon; siendo éstas, consecuencia del crecimiento "espontáneo" y sin planificación -como política pública- de la "*mancha urbana*".

En este sentido, Gómez Orea (2002), plantea que el ordenamiento del territorio define la estructura espacial de la ciudad -desde un marco físico- te-

niendo en consideración las formas de apropiación y utilización del suelo, como campo de acción donde se han de ubicar las actividades sociales, económicas, culturales regulando el comportamiento de los agentes socioeconómicos de la comunidad; todo ello orientado en pos de conseguir un desarrollo equitativo, equilibrado y sostenible de los diferentes sectores intervinientes o en conflicto.

Como refiere Gómez Orea (2007): *"planificar no es una actividad privativa de los poderes públicos, ni de las grandes empresas u organizaciones, sino algo inherente a la actividad humana en general y al individuo en particular, en cuanto es capaz de diagnosticar su situación actual a la luz de su evolución histórica y de las previsiones de cambio, de identificar sus aspiraciones y objetivos y de decidir su comportamiento para alcanzarlos"*, donde podemos inferir que un proyecto de ordenamiento territorial, permitirá definir los *"escenarios deseados"* -o deseables- a los que se pretende llegar, con el objeto de resolver -o reducir- las tensiones o conflictos entre los distintos actores intervinientes.

Si bien es cierto que durante las décadas del '60 y '70, en el Municipio de General Pueyrredon se elaboraron planes urbanísticos integrales y parciales (entre ellos el Plan Regulador de la Ciudad de Mar del Plata y del Partido de General Pueyrredon en 1958-60, el Estudio de Ajuste y Aplicación del Plan Regulador en 1961-62, el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano en 1970-73, el Programa de Ordenamiento Físico Especial del PGP Partido de General Pueyrredon en 1974-78-) y más cercano en el tiempo, el primer Plan Estratégico de Mar del Plata y el Partido de General Pueyrredon -PEM- desarrollado en 2004 (donde se buscó poner en marcha diferentes instrumentos de planificación urbana para la ciudad y el partido, con el fin de obtener una estrategia global e integral y un diagnóstico participativo sobre el territorio municipal), ninguno de estos instrumentos de gestión territorial incluyeron o tuvieron en consideración las características geológico-geotécnicas del territorio (aunque los planes estratégicos desarrollados en 2004 y 2013 manifiestan la intención de incorporar instrumentos de gestión ambiental sustentable, éstos, no fueron implementados o desarrollados en forma eficiente).

La dinámica de los planes de acción desarrollados -e implementados- en el Municipio de General Pueyrredon deja evidenciar una discontinuidad en la política de ordenamiento territorial para la ciudad, donde autores como Zulaica y Ferraro establecen en sus análisis que el impacto de dichas políticas (y sus deficiencias de aplicación) se dan en detrimento del desarrollo de las áreas periurbanas y rurales de la ciudad y del partido, impactando también en las áreas céntricas y macrocéntricas, principalmente en los tejidos con potencialidad de ocupación y/o renovación urbana.

Es así que en base a las conclusiones de Zulaica y Ferraro (2015), la ciudad se expandió en su periurbano un 78% en los últimos 20 años -sin ningún tipo de planificación-, fundamentalmente sobre los principales ejes de comunicación y en especial, en los sectores 3 y 4. (ver figura 1). Donde se establece que el proceso de consolidación y densificación adquiere relevancia principalmente en el sector 4, y donde se manifiestan fuertes contrastes entre segmentos de la población con altos recursos económicos y asentamientos con elevados niveles de pobreza.

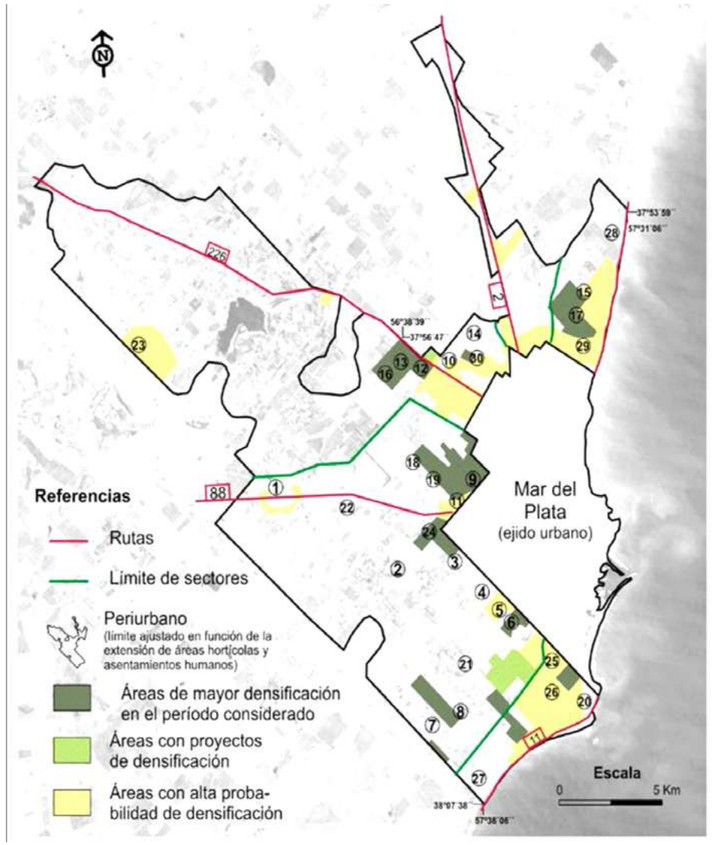


Fig. 01. Proceso de densificación periurbano de la ciudad de Mar del Plata, Zulaica y Ferraro (2012).

CONCLUSIONES

La transformación de nuestros territorios y ciuadades, en base a procesos de globalización y reforma del Estado -en el sentido amplio de la palabra-, adquiere un dimensión física y simbólica; donde, dicha transformación, representa la constitución de una nueva organización espacial característica de los nuevos procesos de acumulación del capital (tal como establecen Borja, J. y Castells, M. (1998).), de organización de la producción, de integración de los mercados, del papel asignado al Estado central, provincial y municipal y del ejercicio del poder.

En este contexto, la -adecuada- gestión del territorio es una necesidad fundamental para el desarrollo socio-económico de las ciudades en dirección a un proceso sustentable. Los diferentes instrumentos de gestión y regulación urbanística son esenciales en la gestión de la tierra urbana, en la medida que inciden directamente en la construcción y configuración del territorio.

Las zonificaciones geotécnicas -que delimitan los sectores de comportamiento diferenciado de los distintos suelos existentes en una urbe- se presentan como un importante instrumento técnico que permite definir aspectos físico-químicos como: resistencias características de cada tipo de suelo, estimación de grado de amenaza por factores naturales, caracterización geotécnica de suelos y rocas, identificación y caracterización de las fuentes de materiales de construcción, definición de la estabilidad posible de cada zona ante obras de arquitectura y de ingeniería civil como edificios de viviendas o carreteras y/o puentes, y llegar al uso recomendado del suelo desde el punto de vista de estabilidad; pero también representan configuraciones parcializadas de un escenario mucho más complejo y dinámico, donde, como establece Rienzo (Rienzo et al. 2008) *"los modelos geológicos tridimensionales pueden proporcionar una representación espacial de la variabilidad geológica y constituir una base para la planificación del subsuelo y para la ejecución de diversos proyectos"*.

Donde, una de las principales ventajas de la cartografía en base a los sistemas GIS, es su capacidad de procesar gran cantidad de información proveniente de distintas fuentes, lo que permite minimizar posibles interpretaciones subjetivas en el proceso de caracterización de las unidades geotécnicas, facilitando la sistematización y análisis de grandes volúmenes de datos, así como el análisis, zonificación y clasificación del territorio en base a determinados criterios; llevándose esto a cabo mediante la superposición de capas de información o mapas temáticos previamente preparados.

Es así que, el interés en el subsuelo de la ciudad para la planificación de políticas públicas y/o el diseño de estructuras edilicias e infraestructuras civiles,

ha dado lugar a plantear la necesidad del desarrollo de instrumentos que permitan la caracterización del subsuelo de la ciudad de Mar del Plata.
En este sentido, entendiendo que la ciudad es un sistema complejo y de múltiples relaciones, cualquier incertidumbre relativa a las condiciones geológicas requiere un enfoque multidisciplinario para el análisis de datos, no solo para optimizar la planificación de las obras civiles o de arquitectura, sino para establecer políticas públicas, estrategias de planificación, gestión y distribución territorial de los recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Acuña Araya, L. (2001). Documento final del grupo urbanismo y uso de suelo, San José de Costa Rica, Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Planificación Urbana.
· Adell, G. (1999). Theories and Models of the Peri-Urban Interface: A Changing Conceptual Landscape. Londres, Ouput 1, Research Projet: Strategis Environmental Planning and Management for de Peri-Urban Interface, DPU.
· Alberto, J. (2005). "El crecimiento urbano y su incidencia en la vulnerabilidad social y ambiental, el caso del Gran Resistencia", en Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005, Resistencia, Universidad Nacional del Nordeste.
· Allen, A. (2003). "La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo", en Cuadernos del CENDES, Caracas, Vol. 20, Nº 53, pp.7-21.
· Barsky, A. (2005). "El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires", en Revista Electrónica Scripta Nova, Barcelona, V. IX, Nº 194 (36).
· Bishop, A.W. y Blight GE. (1963). Some aspect of effective stress in saturated and unsaturated Soil. Geotechnique, volumen 13, número 3, 1963: pp.177-1197.
· Bocco, G.; Mendoza, M. y Velázquez, A. (2001). Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping–a tool for land use planning in developing countries. Geomorphology, 39: pp.211-219.
· Borja, J., Castells, M., Belil, M., & Benner, C. (1998). Local y global: la gestión de las ciudades en la era de la información (Vol. 5). Madrid: Taurus.
· Bozzano, H. (2004). Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles: aportes para una teoría territorial del ambiente, Buenos Aires, Espacio Editorial.
· Brandl, H. (2004). The Civil and Geotechnical Engineer in Society: Ethical and Philosophical Thoughts, Challenges and Recommendations. The Deep Foundations Institute, Hawthorne.
· Burrough, P. (1987). Principles of geographic information systems for land resource assessment. International Journal of Geographical Information Systems, 1(2).
· Calvino, I., & Bernárdez, C. ;. (2005). Las ciudades invisibles (12a. ed.--.). Madrid: Siruela.
· Casagrande (1932). The Structure of Clay and its Importance in Foundation Engineering". Journal Boston Soc. Civ. Engng. N° 19, pp.168-208
· Chapman, R. (1998). The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques, International Journal of Project Management, Volume N° 16, Issue 6, pp.333-343.
· De Santis, F. (2006). Los suelos de acuerdo a la nueva versión del Sistema Unificado de Clasificación de suelos modificado en la norma ASTM D-2487-00. Boletín N° 86 Sociedad Venezolana de Geotecnia.
· Di Pace, M. (2004). Ecología de la ciudad, Buenos Aires, Editorial Prometeo-UNGS.
· Echechuri, H.; Bengoa, G.; Ferraro, R. y Goyeneche, H. (1998). El periurbano marplatense como sistema complejo. Mar del Plata, Síntesis del proyecto de investigación sobre el periurbano de Mar del Plata durante los años 1997/1998.
· Escobar, T. (1997). "Identidad, políticas culturales e integración regional". En: Mercosur: La dimensión cultural de la integración. Buenos Aires, CICCUS.
· Forero Dueñas, C. (1994). En: Conceptos y Metodología Básica de Zonificación Geotécnica. V Congreso Colombiano de Geotecnia. Medellín.
· Fredlund, D. G. y Morgenstern, N. R. (1977). The shear strength of unsaturated soils. Canadian Geotechnical Journal, Volumen 15, N° 3.
· El May, M.; Dlala, M. & Chenini, I. (2010). Urban geological mapping: Geotechnical data analysis for rational development planning. Engineering Geology, 116(1), pp.129–138.
· Eastman, J. (1999). Multi-criteria evaluation and GIS, in Geographical Information Systems. Nueva York: John Wiley and Sons, Ltd.
· González De Vallejo, L., et al. (2006). Ingeniería Geológica. Pearson Educación. Madrid. pp.382-385.
· Ivanega, M. (2009) "Construcciones urbanas y medio ambiente", en FERNÁNDEZ RUIZ, J.; Cisneros Farías, G. y Otero Salas, F. (coordinadores), Régimen jurídico del urbanismo. Memoria del primer congreso de derecho administrativo mexicano, México, D. F., Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
· Lacreu, Héctor L (1997). Aportes de las geociencias a la formación ciudadana. Revista Alternativas, Serie: Espacio Pedagógico Año II N°7:63-89. Consultado 06 de mayo de 2020.
· Lambe, T. W. y Whitman R.V. (1969). Soil mechanics, Wiley, Nueva York.
· Morley, J. (1996). Acts of god: The symbolic and technical significance of foundation failures. Journal of performance of constructed facilities, pp. 23-30, paper No. 8014.
· MUNICIPALIDAD DE GENERAL PUEYRREDON (MGP). (2004). Plan Estratégico de Mar del Plata y el Partido de General Pueyrredon. Mar del Plata: MGP.
· ----------(2006). Plan de Gestión Territorial de Mar del Plata y el Partido de General Pueyrredon. Mar del Plata: MGP.
· ----------(2013). Plan Estratégico Mar del Plata 2013-2030. Tomo 3: Programas y Proyectos. Mar del Plata: MGP.
· ----------(2013). Plan Estratégico Mar del Plata 2013-2030. Anticipo de conclusiones. Mar del Plata: MGP.
· Rienzo, F.; Oreste, P. & Pelizza, S. (2008). Subsurface Geological-Geotechnical Modelling to Sustain Underground Civil Planning. Engineering Geology, 98(1). pp.187–204.
· Rimoldi H. V. (2001) Carta Geológico Geotécnica de la Ciudad de Buenos Aires. Primera parte: Carta Geológica y base de datos de estudios geotécnicos. Tomo I, SEGEMAR. Serie de Contribuciones Técnicas. Buenos Aires.
· Rodríguez Ortiz, J. M.; Oteo Mazo, C. y Serra Gesta, J. (1982). Curso aplicado de cimentaciones, Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos, Madrid.
· Rosete, F. y Bocco, G. (2003). Los sistemas de información geográfica y la percepción remota. Herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales. Gaceta Ecológica, (68): pp.43-54.
· Santos, M. (1988). Metamorfoses do espaço habitado, Edit. Hucitec, São Paulo. Pp. 126 trad. española en Santos, M. (1996): Metamorfosis del espacio habitado, Ed. Oikos-Tau, Barcelona. pp.120.
· Sastre, P. (2010). Sistemas de Información Geográfica (SIG). Técnicas básicas para estudios de biodiversidad. Instituto Geológico y Minero de España. 58 pp.
· Savioll, C. (1978). El suelo y las cimentaciones. Editorial Espacio.
· Tchemodanova, V. (1998). Metodología de evaluación de susceptibilidad y amenaza por fenómenos de deslizamiento, derrumbe, caída de bloques, flujo de tierra y erosión. Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bogotá.

· Terzaghi, K. y Peck R. B. (1980). Mecánica de suelos en la Ingeniería práctica. Segunda edición. Cuarta reimpresión. Editorial El Ateneo S.A. España.
· Tomlin. C. (1990). Geographic information systems and cartographic modelling. Prentice Hall.
· Tschumi, B. (2005). Concepto, contexto, contenido. En: Arquine: revista internacional de arquitectura, número 34. pp.78. (Edición digital).
· Velázquez, A.; Bocco, G. y Torres, A. (2001). Turning scientific approaches into practical conservation actions: The case of comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México. Environmental Management, 27(5): 655-665.
· Verga, J. et al. (2012). Las Cartas Geotécnicas y los Proyectos Urbanos: La Carta Geotécnica del Área Sur de la Ciudad de Buenos Aires, Buenos Aires-Argentina.
· Vitruvio Polion, M. L. Los Diez Libros de Arquitectura. En: https://www.u-cursos.cl/fau/2015/0/AO104/1/foro/r/1_Vitrubio_Los_diez_Libros_de_Architectura.pdf
· Zulaica, L.; Ferraro, R. Y Vázquez, P. (2011). "Análisis temporal de los usos del suelo en el periurbano de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredon (1989-2009)", en I Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica y IV Reunión de Usuarios de Tecnologías de la Información Geográfica del NEA, Resistencia, Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica, Universidad Nacional del Noreste y CONICET, pp.479-492.
· Zulaica, L. y Ferraro, R. (2010). "Crecimiento urbano y transformaciones territoriales en el sector sur del periurbano marplatense", en Revista Huellas, Santa Rosa, Nº 14, pp.53 a 77.
· Zulaica, L. y Ferraro, R. (2012). "Procesos de crecimiento, indicadores de sustentabilidad urbana y lineamientos de intervención en el periurbano marplatense", en Arquisur Revista, Santa Fe, Nº 2, pp.122-141.

ESTRATEGIAS TECNOLOGICAS DE MEJORAMIENTO HABITACIONAL DE BARRIOS POPULARES EN EL PARTIDO DE LA PLATA. CARACTERI-ZACION Y ESTUDIO MORFOLOGICO DE SECTORES URBANOS

Mariana Vincent
Jesica Esparza
Graciela Viegas
Gustavo San Juan

CONICET, Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido

FAU—UNLP, La Plata, Argentina

—

marianavincent@iipac.laplata-conicet.gov.ar

RESUMEN

Este trabajo presenta los avances respecto a una metodología capaz de caracterizar el estado habitacional de barrios populares en forma masiva y a su vez desarrollar un estudio detallado de las viviendas y sus características constructivas. Desde una mirada socio-ambiental y socio-territorial, la metodología permite diagnosticar su situación para la generación de estrategias y propuestas tecnológicas orientadas a la mejora de los aspectos de habitabilidad tales como, el saneamiento, la envolvente edilicia y el acceso a la energía. El trabajo analiza los conceptos rectores, genera una matriz para clasificar los barrios en cuanto a su localización, sus dimensiones y sus particularidades morfológicas y tipológicas, que serán la base de las mejoras habitacionales a replicar masivamente. Los resultados determinan que es posible una clasificación de la totalidad de los barrios populares en diversos grupos, por su complejidad, vulnerabilidad y distribución en el territorio. A lo que se supone que dichas mejoras pueden ser concebidas con beneficios de hábitat y habitabilidad para los habitantes a partir de la implementación de proyectos de intervención.

PALABRAS CLAVES: mejoramiento habitacional – barrios populares

ABSTRACT

Advances regarding a methodology capable of characterizing the housing situation of popular neighborhoods in a massive way and developing a detailed study of the houses and their constructive characteristics. From a socio-environmental and socio-territorial perspective, the methodology allows diagnosing their situation in order to generate strategies and technological proposals aimed at improving habitability aspects such as sanitation, building envelope and access to energy. The work analyzes the guiding concepts and generates a matrix to classify neighborhoods in terms of their location, dimensions, morphological and typological particularities, which will be the basis of the housing improvements to be extensively replicated. The results demonstrate that it is possible to classify all popular neighborhoods into different groups, due to their complexity, vulnerability and distribution in the territory. Belonging to the implementation of intervention projects these improvements can be conceived with benefits to habitat and habitability for the inhabitants.

KEY WORDS: housing improvement – popular neighborhoods

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla en el marco de un proyecto de investigación financiado por la ANPCyT denominado “Plan de mejoramiento integral de viviendas en sectores poblacionales en riesgo socio-territorial localizados en asentamientos informales del Partido de La Plata. Estrategias orientadas a la envolvente edilicia, el saneamiento y el acceso a la energía” (PICT 2019- 2019 04135). Asimismo, los avances de este trabajo se desprenden de una beca doctoral del CONICET titulada “Mejoramiento del hábitat popular de La Plata. Estrategias orientadas a la envolvente de la vivienda, su habitabilidad, saneamiento y acceso a la energía en forma masiva” (período 2021-2026). El proyecto tiene por objetivo generar estudios de base para definir un Plan de mejoramiento edilicio (co-gestionado con los actores actuantes) basado en aspectos de habitabilidad, saneamiento, generación y conservación de la energía, a partir de un diagnóstico socio-territorial-ambiental de la población en riesgo, localizada en asentamientos informales del Partido de La Plata. Para ello, dentro de los objetivos específicos se encuentra proponer medidas de mejoramiento edilicio bajo la perspectiva de la habitabilidad, el saneamiento y el acceso a la energía no contaminante, segura y económica, en el marco de los constructos de Pobreza Energética (PE) y Tecnología para la Inclusión social (TIS). Particularmente la beca doctoral pretende enfocarse en la definición de las estrategias de mejoramiento edilicio en forma masiva. Para llegar a esa instancia, se debe abordar primero la caracterización de dicho sector poblacional, y de las viviendas, para posteriormente avanzar en las posibles medidas de mejoramiento edilicio.

En este marco se trabaja en la problemática del hábitat popular. Hoy en día, se entiende que el proceso de modernización y desarrollo actual, no ha sido de crecimiento lineal y continuo para un importante porcentaje de la población mundial. Se ha modificado la estructura tradicional de la ciudad, tanto en su morfología, como en su funcionamiento institucional, generando barreras cada vez más rígidas y generando una tensión entre quienes pueden adaptarse al nuevo contexto y quienes “quedan fuera”. Los asentamientos informales, los cuales se originan por una necesidad habitacional, constituyen el producto de las dificultades socio-económicas, el desempleo y la exclusión social de grupos sociales “marginados”. Aquí, la localización es promovida por intereses de emergencia y no de seguridad física, por lo tanto, los emplazamientos se realizan en terrenos, por lo general periféricos –de gestión estatal o privados- con importante fragilidad ambiental -en áreas inundables, en cercanías a basurales a cielo abierto, en terrenos sin infraestructura de servicios, sin accesibilidad y/o con falta de equipamiento y apoyo de salud y educativo, incrementando su situación de vulnerabilidad social (Esparza-San Juan, 2021).

Como nuestro elemento de estudio es el hábitat popular es fundamental delimitar la definición más propicia y que brinda la posibilidad de mejorar, la escrita por Garzon (2005) en la que el hábitat popular es expresado como aquel que refleja los valores, cultura y factores de poder de la sociedad que los genera. Para la búsqueda de estrategias de mejora se parte del concepto de que este tipo de hábitat surge de una pobreza y exclusión que son condicionantes del espacio humano, desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Sus habitantes son “modificadores/transformadores” de su espacio a través de sus obras y actividades y no son meros ocupantes.

En el partido de La Plata, se trata en su mayoría de barrios que se han conformado a partir de un proceso de toma de tierras, cuyas condiciones habitacionales son de extrema vulnerabilidad con viviendas precarias, de chapa o madera, en algunos pocos casos pisos de cemento, y sin baños al interior de la vivienda. En los sectores en donde las viviendas son de tecnología ladrillera tradicional, se registra el mayor índice de hacinamiento, con numerosos problemas de infraestructura y acceso a servicios básicos (Esparza-San Juan, 2021).

En este contexto deficitario, se detecta la necesidad de generar acciones a partir de un acompañamiento que oriente los esfuerzos de dicho sector poblacional por mejorar su hábitat para hacerlos más eficientes, permitir que mejoren la habitabilidad de las viviendas y la calidad de vida de su población.

En este sentido es posible pensar la mejora del hábitat popular con una mirada desde la sustentabilidad ambiental. En la persecución de este objetivo, se entiende que el rol de la investigación debe conjugar cuatro pilares: la investigación, el desarrollo y la extensión (Barros, 2011, ver figura 1).

- La investigación: entendiendo los procesos de gestión, transferencia, investigación proyectual y comportamental, y el estudio de actores.
- El desarrollo: implica el cómo hacerlo, buscando la elección de la tecnología apropiada, los productos y sistemas junto con los medios de comunicación pertinentes.
- La Extensión: implica que los procesos de vinculación social o transferencia a la comunidad sean mediante procesos participativos.
- La Docencia: entendiendo la importancia de la docencia formal y la no formal.

De acuerdo a Barreto (2006), el mejoramiento habitacional con una concepción social/espacial es integrar social y espacialmente a estos grupos a la ciudad formal contrarrestando los problemas ambientales, sociales, culturales, económicos, entre otros que determinan la situación de sus habitantes. Respecto a la vivienda como un proceso evolutivo de integración física y social a ser resuelto en forma participativa por sus habitantes.

A su vez se entiende que para llegar a este nivel de mejoría se debe considerar lo que expresó Pelli (1995) con una visión propositiva del asunto, planteando pautas de mejoramiento dividiéndolas en: reconocer el valor de la situación habitacional preexistente, proponer una solución habitacional por la transformación, reconocer la situación habitacional de insatisfacción y destinar la solución habitacional a los usuarios previos de la que se transforma.

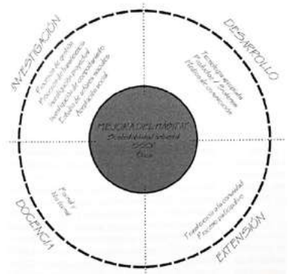


Fig. 1: Esquema de investigación posible, entendimiento de mejora del hábitat deseado.

Fuente: San Juan G. y Barros V. (2011). Tecnología para mejora del hábitat de agricultores familiares.

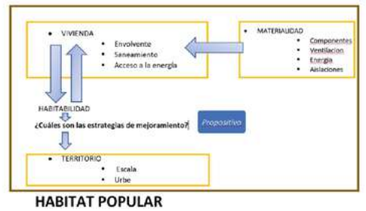


Fig. 2: visualización impronta de diferentes escalas en la concepción del habitat popular y la habitabilidad

Fuente: Elaboración propia

Cuando se piensa en la mejora de sectores urbanos, el diseño de las estructuras urbanas debería ser una herramienta que permita valorar la calle como escenario protagónico de lo público en los barrios populares, pero superando las carencias y limitaciones que obligaron a que sea éste casi el único espacio en el que los pobladores tienen la posibilidad de manifestarse colectivamente (Carvajalino, 2005).

Otro concepto vital es el de habitabilidad, que de acuerdo con Arcas-Abella (2011), según una serie de requerimientos básicos establecidos en normativas, se delimita la habitabilidad o no de una vivienda pero esta está condi-

cionada por diversas "habitabilidades".

- Si se expresa sobre condiciones materiales (calidad del material, perdidas o no de sus propiedades,textura,salud del mismo).
- Si se la identifica con un limitado abanico de modelo de vivienda (se entiende dentro de un preconcepto limitado de posibles lugares de ser habitados y cuáles no lo serían).
- Si se la recluye a la escala doméstica (si no se considera que la habitabilidad de una vivienda se apoya de servicios y edificios públicos que la rodean y proveen).
- Si se la plantea sin considerar los residuos y recursos implicados (si se cuenta a la vivienda como un ente aislado y no como un consumidor de recursos y expulsor de residuos dentro de un sistema).

Este marco, el presente trabajo tiene por objetivo desarrollar una metodología que permita conocer el estado habitacional de los barrios populares del Partido de La Plata, para su posterior mejoramiento involucrando tecnologías sociales que den respuesta a problemas de habitabilidad, saneamiento y acceso a la energía de las viviendas existentes, así como en viviendas de emergencia o temporales nuevas. Para ello se propone en una primera instancia el desarrollo de una matriz para clasificar los barrios en cuanto a su localización, sus dimensiones y sus particularidades morfológicas y tipológicas, que serán la base de las mejoras habitacionales a replicar masivamente. En una etapa posterior, una vez clasificados los barrios, se plantea avanzar en la conformación de los mosaicos urbanos en cada barrio seleccionado como caso de estudio.

METODOLOGÍA

La metodología incorpora el estudio de información de base, y la incorporación de nuevos desarrollos para complementar y alcanzar el objetivo.

El instituto de Investigaciones (IIPAC-UNLP-CONICET) donde se desarrolla este trabajo, cuenta con antecedentes y datos preliminares sobre población de riesgo socio-territorial. En dicho trabajo y en el marco de esta investigación se realizó un estudio particularizado de la situación de los barrios populares determinando criticidades. Para ello se trabaja en un Sistema de Información Geográfica (QGIS), con la base de datos del Registro Nacional de Barrios Populares (ReNaBaP, 2018). Esta metodología permite el análisis de datos en hojas de cálculo, así como el cruce de información con otras variables ambientales, y su posterior espacialización en el territorio.

Una vez analizados los barrios y sus criticidades, se seleccionan aquellos que reúnen ciertas características como tamaños territoriales similares, consolidaciones medias y posibilidades de mejorar constructivamente. En esta instancia se desarrolla una matriz de datos que permite caracterizarlos. Sobre este número reducido se avanza en la caracterización lote a lote de la manzana urbana donde están localizados. Para el análisis de los lotes que conforman el mosaico urbano de los barrios seleccionados se realizó un relevamiento visual por Google Earth, y posteriormente se dibujaron en 2 dimensiones e incluso se realizó una carga de base de datos.

Los modelos simplificados que se realizaron mediante el relevamiento visual, permiten en un futuro calcular la demanda de energía de los sectores urbanos en los asentamientos informales identificados previamente, definir cantidades de viviendas, tipos de construcción, entre otras, con lo cual poder definir aquellos sectores que requieren soluciones edilicias urgentes. Esto permite entonces analizar el estado cuantitativo y cualitativo de los asentamientos y sus viviendas.

DESARROLLO

Como se mencionó inicialmente, se partió de la definición de los conceptos claves del trabajo para establecer un parámetro de análisis y un punto de partida de esta investigación. Con el propósito de mejorar la habitabilidad de viviendas de barrios populares de forma masiva, se comenzó por entender que esta comprende las estrategias que mejoran o solucionan la eficiencia energética, el saneamiento y el acceso a la energía en escala masiva.

Dichas estrategias nos delinean las pautas de diseño que están a su vez condicionadas por la tecnología y las configuraciones topológicas posibles. El hábitat popular está situado dentro del territorio que a su vez nos presenta una configuración de la cual podemos identificar diversas tipologías urbanas (de sectores urbanos) que son una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la escala masiva.

A partir de estos conceptos se analizó el estado habitacional de los barrios populares en el partido de La Plata (ver figura 3) en relación a sus características de vulnerabilidad socio-territorial y el riesgo socio-ambiental de sus habitantes determinando criticidades. Se analizan los riesgos de exposición a inundaciones, tal como se ve en el mapa de la figura 4.

Las variables con las que se analizan los barrios son cinco: cantidad de familias, año de creación, servicios disponibles y grado de formalidad de estos (cloacas, electricidad y agua) (ver figura 5).

A partir de esta delimitación de los conceptos principales que guían la ruta de la investigación, y tomando como base los datos del RENABAP, se realizó una matriz (ver figura 6) para clasificar los barrios del partido de La Plata con el fin de llegar a una decena de casos que permitan analizar en profundidad y que tengan potencialidad para ser mejorados. Se buscó barrios que no estén consolidados plenamente ni que hayan surgido en un pasado inmediato, posean una expansión territorial media y con necesidades insatisfechas medias. La decena de barrios seleccionados cumplen con estos requisitos y a su vez contaban con referentes sociales que favorecen la obtención de datos actualizados. A partir de la identificación de estos barrios se indagó en las particularidades morfológicas y materiales de los mismos para poder generar leyes que unifiquen los criterios y llegar eventualmente a un mosaico de tipologías reconocibles, replicables y mejorables.

La matriz plantea un diagnóstico situacional a partir de 4 temáticas:

- Riesgo social ambiental (cercanías a áreas inundables, cavas, basurales u otros).
- Vulnerabilidad Socio territorial (grado o condición socio-económica, acceso a los servicios públicos y equipamientos).
- Características del barrio (población de los barrios, grado de consolidación).
- Análisis morfológico (calidad constructiva y consolidación edilicia).

La misma se encuentra en estado de desarrollo.

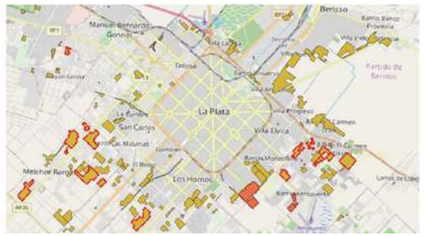


Fig. 3: visualización de la ubicación de los barrios a analizar y clasificar en el área del gran La Plata

Fuente: Elaboración propia

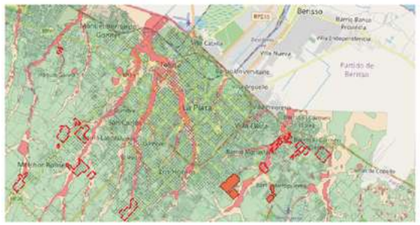


Fig. 4: visualización vulnerabilidad socio-territorial (riesgo inundaciones)

Fuente: Elaboración propia

fid	id_renabap	Barrio	Provincia	Departamen	Localidad	Año de Cr	Electricid	Cloaca	Agua	Familias e
1029	1109	11 y 194	Buenos Aires	Ensenada	Punta Lara	2010	Conexión irreg...	Desagüe sólo a ...	Acarreo de hidr...	1
79	88	116 y 77	Buenos Aires	La Plata	Villa Elvira	1990	Conexión irreg...	Desagüe sólo a ...	Conexión irreg...	1
1008	1095	154 y 413	Buenos Aires	La Plata	Arturo Seguí	1985	Conexión irreg...	Desagüe a cám...	Conexión irreg...	2
42	47	155 y 46	Buenos Aires	La Plata	Los Hornos	2005	Conexión irreg...	Desagüe a cám...	Conexión irreg...	1

Fig. 5: visualización variables para clasificar los barrios y distinguir potencialidades y limitaciones

Fuente: Elaboración propia

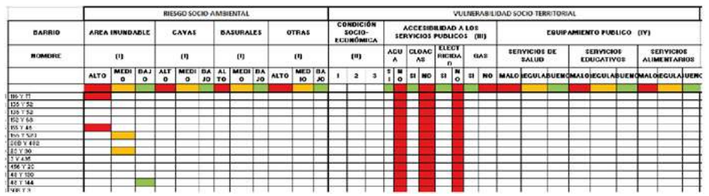


Fig. 6: Avances en la matriz para visualización de barrios con potencialidad de mejoras.

Fuente: Elaboración propia

Una vez que la matriz esté desarrollada nos permitirá visualizar los barrios potenciales de ser mejorados, para comenzar a analizar particularidades, y poder desarrollar el collage urbano con definición. La matriz funciona con un sistema semáforo para poder visualizar aquellos barrios más críticos (rojo), aquellos de criticidad media(naranja) y aquellos aún menos críticos(verde) El análisis detallado nos permite determinar la calidad constructiva de las viviendas de dichos barrios, la accesibilidad a los servicios básicos de infraestructura y las características constructivas. Esto permitirá encontrar patrones de intervención cuando se analicen viviendas con aptitud social y tecnológica para la incorporación de mejoras habitacionales en general y edilicias en particular.

En cuanto al análisis específico de cada lote de los barrios la información que se volcó en los datos fueron: orientación del edificio, presencia de vegetación, acceso con calle asfaltada al lote, material de la cubierta y condición del edificio (público o privado). Datos que luego serán de utilidad para que las mejoras propuestas tengan mayor porcentaje de éxito y de viabilidad de aplicación.

El análisis de diversos barrios con este grado de precisión permitió unificar los datos y poder visualizarlos de modo que se puedan generar lineamientos generales que ayuden a la replicabilidad de las mejoras y de los análisis. La comparativa y la heterogeneidad de la ocupación del territorio de los barrios a analizar permite una futura catalogación. (ver figura 7 y 8).

Fig. 7: Barrio analizado lote por lote para visualizar potencialidades de mejoramiento y su escala. La Granjita

Fuente: Elaboración propia

Fig. 8: Barrio analizado lote por lote para visualizar potencialidades de mejoramiento y su escala. La Aceitera

Fuente: Elaboración propia

Con la visualización del análisis de estos dos barrios se ilustra el potencial de mejora de estos. La accesibilidad, las orientaciones principales de las construcciones y los materiales de las cubiertas y la presencia de vegetación o no condiciona el margen de actuación. Se reveló por estas variables que ambos barrios son potenciales a mejoras significativas llevando a condiciones de habitabilidad donde aún no las hay. Estos poseen potencial por contar en su mayoría con accesibilidad solar 56%, parte de los terrenos con vegetación 82%, acceso asfaltado que facilita mejoras 38% y presentan una homogeneidad con un alto porcentaje de tipos de techo chapa galvanizada 67% que son compatibles con futuras mejoras.

CONCLUSIONES

Lo que quedó plasmado en el trabajo es un modo replicable de analizar un sector urbano en pos de poder generar las estrategias de mejoramiento más propicias aumentando las probabilidades de que logren ser exitosas y certeras.

Mediante un método lógico secuencial, esta metodología se podría reproducir ante trabajos en diversos contextos socio-territoriales u incluso socio-económicos. Partiendo de una delimitación teórica que enfoca el objetivo rector, se analiza la totalidad para luego poder desagregar las particularidades y poder agrupar los barrios que realísticamente serían plausibles de mejoras.

Una vez finalizado el análisis general, quedaron delimitados la docena de barrios modelo a mejorar. Se bajó nuevamente de escala para poder analizar la realidad socio-territorial particular de esos barrios para una vez conocido poder realizar un mosaico urbano con potencialidades de mejoras tecnológicas y edilicias con el fin de mejorar la habitabilidad de la vivienda.

La principal conclusión del proceso de trabajo fue la importancia del trabajo conjunto con el proyecto rector entrelazado con la información disponible. Este análisis consciente de datos permite la generación de información más clara y precisa para que pueda ser de utilidad en futuros usos. Los datos ordenados y con objetivos claros, favorecen un mejor diagnóstico para lo que en el futuro represente una toma de decisiones y mejoras con mayor índice de éxito.

El análisis del método de trabajo de nuestros predecesores y el esclarecimiento del marco teórico con conceptos claros a respetar fueron fundamentales para entender las variables que había que incorporar en la matriz ordenadora. Esto se enfatiza en el hecho que depende de las variables a considerar los resultados y la calidad y cantidad de barrios que pueden ser resultado de mejoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Arcas-Abella, J., Pagès-Ramon, A., & Casals-Tres, M. (2011). El futuro del hábitat: repensando la habitabilidad desde la sostenibilidad. El caso español. *Revista INVI*, *26*(72), 65–93.

· Barreto Miguel A y Romagnoli Venettia (2006). Cuaderno Urbano N° 5, pp. 151-176, Resistencia, Argentina.

· Barros, Victoria; San Juan Gustavo (2011). Tecnología para la mejora del há-

bitat de agricultores familiares. IIPAC UNLP. La Plata, Argentina.
· Bayona Hernando Carvajalino – (2005). Hábitat Popular y Programas de Mejoramiento: Intervenir Escenarios en Proceso de Consolidación. Revista Invi Nº 53, Mayo 2005, Volumen 20: 108 A 13. Universidad de Chile, Chile.
· Esparza, Jesica; San Juan, Gustavo (2021)Ciudad informal: asentamientos populares en riesgo hídrico. Caso de estudio: La Plata, Buenos Aires, Argentina. Trabajo presentado en el Observatorio FAU, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
· Carvajalino Bayona, H. (2005). Hábitat popular y programas de mejoramiento: intervenir escenarios en proceso de consolidación. *Revista INVI*, *20*(53).
· Garzon Beatriz; Auad Ana; Abella Maria Laura y Brañes Noemi(2005) La transformación del hábitat popular desde talleres integrados de investigación y acción participativa.Revista Invi N55, Noviembre 2005, Volumen 20:121 a 138. UnivO´Neill, Tomas, Peyloubet, Paula, Barea,
· German. Hábitat popular. Resistencia cultural materializada. Revista INVI (en línea). 2006, 21(57),62-73 (fecha de consulta 8 de junio de 2022). ISSN 0718-1299 Universidad de Chile, Chile.
· Pelli Victor Saul (1995) El mejoramiento habitacional de los asentamientos espontáneos. Cuaderno urbano: espacio, cultura y sociedad. Vol 2 Núm. 2. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina.
· Peyloubet, Paula, colaboradores Barea German y Ó neill Tomas. Hábitat popular: materialización de un paisaje social diverso. Cultura de la pluralidad. Revista INVI Nº 57, agosto 2006, volumen 21: 62 A 73. Universidad de Chile, Chile

TECNOLOGÍAS SOCIALES PARA EL MEJORAMIENTO DEL HÁBITAT POPULAR PERI-URBANO Y RURAL. DESARROLLOS TECNOLÓGICOS, TÉCNICAS DE VINCULACIÓN SOCIAL Y APROPIACIÓN TECNOLÓGICA

SOCIAL TECHNOLOGIES FOR THE IMPROVEMENT OF THE POPULAR PERI-URBAN AND RURAL HABITAT. TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS, SOCIAL BONDING TECHNIQUES AND ADOPTION

Graciela M. Viegas
Laura E. Reynoso
Gustavo A. San Juan

Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido

Consejo de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido
FAU — UNLP, La Plata, Argentina

—

gachiviegas@yahoo.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo analizar el proceso de desarrollo tecnológico, vinculación social y apropiación de 5 tecnologías de interés social orientadas a la mejora del hábitat popular en viviendas existentes (A) o nuevas (B). Las tecnologías sociales son: i. Aislamiento térmico alternativo; ii. Tratamiento de efluentes domiciliarios; iii. Calefón solar; iv. Módulo sanitario; v. Tabique sanitario; vi. Calefactor solar de aire. Las mismas fueron desarrolladas y construidas en conjunto con organizaciones sociales y entidades gubernamentales del sistema científico-tecnológico. Se funda sobre los lineamientos de la investigación-acción, que consiste en la búsqueda de soluciones a los problemas de las comunidades u organizaciones sociales populares a través de la ideación de proyectos de investigación y desarrollo en forma participativa. Los resultados demuestran que: i. los proyectos de gestión participativa requieren mayores esfuerzos y tiempos, pero viabilizan positivamente los procesos para su posterior apropiación tecnológica y replicación; ii. existen iniciativas en territorio que buscan la mejora del hábitat, pero requieren del apoyo Estatal para su concreción.

PALABRAS CLAVES: tecnología social – apropiación – investigación acción participativa – mejora del hábitat

ABSTRACT

This paper aims to analyze five social interest technologies appropriate for popular habitat improvement of (a) existing and (b) new houses. This analysis includes the processes involved in the technological development, the technology social bonding and its suitability to the social context. The five social technologies analyzed are: i. Alternative thermal insulation; ii. Treatment of residential effluents; iii. Solar water heater; iv. Sanitary module; v. Sanitary partition; vi. Solar air heater. These technologies were developed and built in conjunction with social organizations and scientific-technological government entities. This research is based on action research that seeks solutions for communities or popular social organizations problems, through participatory research and development projects. The results show that: i. Participatory management projects require greater efforts and time, but they enable subsequent technology adoption and replication; ii. There are initiatives in the local context that seek to improve the habitat that require governmental support for their realization.

KEY WORDS: social technology – technology adoption – participatory action research – habitat improvement

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en un proyecto de investigación denominado “Plan de mejoramiento integral de viviendas en sectores poblacionales en riesgo socio-territorial localizados en asentamientos informales del Partido de La Plata. Estrategias orientadas a la envolvente edilicia, el saneamiento y el acceso a la energía”. El mismo tiene por objetivo generar estudios de base para definir un Plan de mejoramiento edilicio (co-gestionado con los actores actuantes) basado en aspectos de habitabilidad, saneamiento, generación y conservación de la energía, a partir de un diagnóstico socio-territorial-ambiental de la población en riesgo, localizada en asentamientos informales del Partido de La Plata. Para ello, dentro de los objetivos específicos se encuentra proponer medidas de mejoramiento edilicio bajo la perspectiva de la habitabilidad, el saneamiento y el acceso a la energía no contaminante, segura y económica, en el marco de los constructos de Pobreza Energética (PE) y Tecnología para la Inclusión social (TIS).

En este marco, hace algunos años se vienen desarrollando diferentes tecnologías para la inclusión, trabajadas bajo la perspectiva de la participación social, buscando incorporar e integrar las visiones y acciones de los actores intervinientes (habitantes, organizaciones sociales, académicas, gestionarias, científico-técnicas y gubernamentales, entre otras). Se busca que la población que reside en el hábitat popular pueda incorporar conocimiento para la mejora progresiva de su hábitat.

Las demandas de dichas tecnologías surgieron inicialmente a través de encuentros realizados en el Consejo Social (CS) de la Universidad Nacional de La Plata, que trabaja en las problemáticas de la región del Gran La Plata y nuclea a diversas organizaciones sociales y gubernamentales que desarrollan trabajo en territorio. Posteriormente se incorporaron las necesidades del ámbito de la Agricultura Familiar a través de encuentros de articulación con el Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región Pampeana del INTA (IPAF- Pampeana, INTA). Sin embargo, en la actualidad se está extendiendo a otras localizaciones geográficas a partir de las acciones realizadas.

Para el desarrollo de las tecnologías aquí expuestas se ha buscado utilizar la metodología multi-actoral (Coraggio, 2006) así como fundarse sobre los conceptos de “Producción social del Hábitat (PSH) (Di Virgilio, et al, 2014) (Enet, et al, 2008) (San Juan, et al, 2016) y “Tecnología para la Inclusión Social (TIS)” (Thomas, et al 2015). La PSH entiende que la vivienda popular va construyéndose progresivamente y es un espacio dinámico que utiliza diferentes recursos: económicos (que pueden ir variando día a día según el trabajo disponible); humanos, (los esfuerzos a veces son individuales y muchas veces colectivos y solidarios); materiales (en la economía popular los excedentes de materiales de construcción o reciclados van siendo utilizados de manera alternativa y rotatoria). En general la vivienda es autoproducida, con esfuerzos y colaboración de los grupos sociales del territorio qué habitan. De esta manera, la producción social del hábitat no sólo genera mejoras sobre las viviendas, sino también sobre el barrio o área que la contiene. Esta manera de encarar los proyectos, requiere de la planificación y acción a través de los Proyectos Participativos de Hábitat Popular (PPHP), los cuales son complejos por su trabajo grupal, interactivo, de gestión planificada entre múltiples actores (pobladores, técnicos, funcionarios) que conforman las secuencias de resolución e implementación del proyecto habitacional. Se basan en la acción colectiva direccionada por objetivos comunes y la articulación estratégica de diferentes recursos individuales e institucionales. Un proceso constante de reflexión, evaluación y aprendizaje grupal en el que se elaboran, transfieren y sintetizan conocimientos, valores, capacidades, percepciones, etc. (por ende, tecnología), en relación con el procesamiento del proyecto y de su entorno más significativo. (Rodríguez et al. 2004).

El hábitat Popular en el Partido de La Plata

El hábitat popular es una forma particular de habitar surgida como resultado de la desigualdad entre los sectores apoderados y los sectores desposeídos, en respuesta a las relaciones entre el espacio social-hábitat y el territorio. En Latinoamérica se la reconoce como problemática desde la década del 70, a partir del desarrollo del modelo neoliberal (Miranda Gassull, 2017). Al año 2022, en América Latina más de un tercio de la población es pobre (33,7%, 209 millones de personas), mientras que la tasa de pobreza extrema en la región pasó del 13,1 % en 2020 al 13,8 % en 2021. Dentro de esta condición, las personas más afectadas son las mujeres, ya que según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en 2020 el 13,4% de los hombres no recibían ingresos propios, mientras que en el caso de las mujeres ese porcentaje era del 25,8%. De acuerdo a la CEPAL (2022), dos tercios de la población latinoamericana vive en ciudades de 20.000 habitantes o más y casi un 80% en zonas urbanas. Más del 25% de esa población vive en asentamientos informales, demostrando el nivel de urbanización y desigualdad que la caracteriza. El 55% de dichos asentamientos, no cuentan con acceso a infraestructura básica de saneamiento ni a una conexión de electricidad segura (TECHO Internacional, 2016).

En Argentina en el segundo semestre de 2021 el porcentaje de hogares por debajo de la línea de pobreza alcanzó el 27,9%, y es importante destacar que en estos hogares residen el 37,3% de los argentinos. Dentro de este conjunto se distingue un 6,1% de hogares por debajo de la línea de indigencia, que incluyen al 8,2% de las personas (INDEC, 2022). De acuerdo al último registro oficial sobre villas y asentamientos realizado en forma descentralizada en conjunto con las organizaciones sociales (Mayo del 2022), se reconocieron 5.687 barrios populares, en los cuales residen más de 1 millón de familias o lo que equivale a millones de personas (estimando 4,6 personas por familia). Esto significa que más del 10% de la población argentina vive en asentamientos informales. Más del 60% de estos asentamientos no cuenta con acceso formal a la red eléctrica, más del 97% no tiene acceso a la red cloacal y más del 90% no tiene acceso al agua corriente. En el 22% de los asentamientos las familias beben agua de pozo y simultáneamente eliminan sus excretas a un pozo ciego sin cámara séptica, lo que conlleva problemas de salud.

En el ámbito de desarrollo de esta investigación, el estudio del estado de los asentamientos informales en el Gran La Plata lo realizó la Universidad Católica Nacional (UCALP) en el año 2020, la cual registró 260 asentamientos en donde viven 200.000 personas. En cuanto a los servicios urbanos en los asentamientos, se registra que el 50% no tiene acceso formal a la red eléctrica, el 80% no tiene acceso a la red formal de gas y 90% no tiene acceso a cloacas (UCALP, 2021). En el caso de las viviendas, la mayoría presenta condiciones de irregularidad, precariedad, escasa o nula accesibilidad a los servicios de infraestructura, pavimento e iluminación.

En este marco, se han desarrollado en los últimos años, trabajos de vinculación social entre diferentes actores, que han permitido el desarrollo de tecnologías alternativas para mejorar diferentes problemáticas del hábitat popular. Para este trabajo se han considerado a las viviendas existentes que presentan condiciones de consolidación mínimas como para recibir mejoras, sin dejar de considerar y evaluar las necesidades de viviendas nuevas que permitan a las familias paliar la situación de emergencia habitacional hasta poder progresar en la concreción de su vivienda definitiva.

Las tecnologías abarcan el diseño de viviendas nuevas, así como desarrollos para viviendas existentes. Se consideraron las viviendas existentes que presentan condiciones de consolidación mínimas como para recibir mejoras, así como las necesidades de viviendas nuevas que permitan a las familias paliar la situación de emergencia habitacional hasta la concreción de su vivienda definitiva. El presente trabajo tiene por objetivo analizar el proceso de desarrollo tecnológico, vinculación social y posterior apropiación de 5 tecnologías sociales orientadas a la mejora del hábitat popular en viviendas existentes

(A) o nuevas (B). Las tecnologías sociales son: i. Aislamiento térmico alternativo; ii. Tratamiento de efluentes domiciliarios; iii. Calefón solar; iv. Módulo Sanitario; v. Tabique sanitario; y vi. Calefactor solar de aire.

METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se estructura a partir de un estudio analítico descriptivo de tres aspectos de las tecnologías desarrolladas:

i. *Descripción y análisis de las tecnologías* en base a la necesidad a la que pretenden responder, al proceso tecnológico, a los requerimientos y condicionantes para su desarrollo y en función de los recursos disponibles y críticos involucrados. Los métodos y técnicas implican la exposición de la documentación técnica, fotografías, y demás información necesaria.

ii. *Descripción, análisis y evaluación del proceso de vinculación/ capacitación social* durante las etapas de diseño, construcción, capacitación y divulgación de las tecnologías. Para ello se describirán los procesos de capacitación, tiempos en cada etapa, grupos participantes, actividades realizadas y aprendizajes obtenidos.

iii. *Apropiación de las tecnologías* mediante la generación de emprendimientos productivos en los grupos sociales involucrados. En esta etapa se recurrirá al análisis de los procesos de gestión que se han producido para su desarrollo.

Para el abordaje de estos aspectos se tomaron las siguientes metodologías y conceptualizaciones asociadas a la producción social del hábitat: i. la autoconstrucción o gestión de los recursos y la fuerza del trabajo por la propia familia; ii. la autoproducción, cuando la gestión de suelo y la construcción, es realizada por los individuos, familias o grupos organizados; iii. la autogestión, que le incorpora a la auto-producción, aspectos vinculados a la red de relaciones de poder dadas en el territorio; y iv. la co gestión del hábitat que involucra las relaciones entre el Estado y las organizaciones, integrando distintos roles con una participación más activa.

DESARROLLO

Las tecnologías se han formulado en función de los avances y mejores prácticas en el campo de la construcción sostenible. En su desarrollo se involucran las necesidades y características de los barrios populares que se articulan con saberes populares, académicos y de la gestión. Se busca que las tecnologías sean: a. viables técnica, económica y tecnológicamente para su replicación o producción masiva; b. que produzcan menos desechos, reduzcan el impacto ambiental y se adapten al cambio climático; y, c. que sean flexibles y adaptables. Como aspecto fundamental, se persigue la generación de empleo y la organización de cooperativas de trabajo, impulsando la generación de emprendimientos socio-productivos y nuevas cadenas de valor o planes de negocios.

i. Descripción y análisis de las tecnologías

Las tecnologías desarrolladas responden, en principio, a la necesidad urgente de familias que viven en condiciones muy precarias, que han sufrido la pérdida de la vivienda, o que viven situaciones de violencia que demandan un nuevo lugar donde vivir. En este sentido se ha desarrollado una solución habitacional modular, que se ha descrito en trabajos previos. Para el caso de viviendas en condiciones recuperables, que permiten o admiten mejoras en su envolvente o la incorporación de servicios sanitarios, o de acondicionamiento térmico inexistentes, se han diseñado las siguientes tecnologías: i. Aislamiento térmico alternativo; ii. Tratamiento de efluentes domiciliarios; iii. Calefón solar; iv. Módulo Sanitario; v. Tabique sanitario; vi. Calefactor solar de aire. Las mismas se presentan en la Fig. 1.

i. Aislación térmica alternativa (ATA)

Se trata de un sistema constructivo versátil, de muy bajo costo y replicable, para resolver el aislamiento termo-acústico de viviendas en barrios populares, utilizando material reciclado y desarrollado mediante emprendimientos socio-productivos con actores de la economía social y popular. Las ATA se elaboran a partir de un material compuesto mayormente por EPS reciclado, que permite mejorar la habitabilidad, reducir el uso de sistema de climatización eléctrico o por quema de biomasa, mejorar la salud y reducir el número de incendios. Las posibles aplicaciones de este material (placas auto portantes, paneles sándwich, revoques) utilizan componentes y herramientas de fácil adquisición, así como métodos productivos sencillos que pueden ser auto-construidos y co-gestionados por los grupos sociales destinatarios generando además micro-emprendimientos a través de las cooperativas de trabajo.

ii. Tratamiento de efluentes domiciliarios (TED) primarios y secundarios

Se trata de un componente esencial en una vivienda, sobre todo en viviendas en barrios populares, donde generalmente el sistema de TED, no se realiza o se resuelve de manera incorrecta. Esto produce la contaminación de los acuíferos o del terreno superficial, generando problemas de salud en la población, especialmente en los niños. Para dar respuesta a esta problemática se trabajó a partir de la ejecución de los siguientes componentes: (i) Cámara desengrasadora (utilizando materiales reciclados), (ii) Cámara séptica (utilizando materiales reciclados), (iii) Humedal construido y (iv) Terreno de infiltración.

iii. Calefón Solar

Se trata de un sistema de calentamiento de agua para dar respuesta a la frecuente inexistencia de servicios para la provisión de agua caliente. Este sistema se construye con materiales simples, de fácil acceso y con herramientas de fácil adquisición. Los calefones solares se han construido en diversas jornadas de capacitación comunitaria, con muy buena aceptación social por parte de los grupos involucrados.

iv. Módulo Sanitario de Emergencia (MSE)

Se trata de un prototipo de módulo que contiene espacio para el inodoro, lavatorio, sector para lavado de ropa y ducha. El sistema permite distintos tipos de conformación, de acuerdo a las necesidades particulares. Está orientado a familias del hábitat popular y a pequeños productores de la agricultura familiar, en cuyo hábitat existen deficiencias en las infraestructuras de captación de agua y saneamiento, las cuales condicionan la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de abastecimiento al no cumplirse con las condiciones mínimas de protección sanitaria. El desarrollo de infraestructuras para el aseo, higiene personal y calidad de la producción en el caso de los productores, da respuesta a dichas problemáticas.

v. Tabique Sanitario (TS)

Se trata de un componente individual que puede estar integrado a una unidad de vivienda o a un módulo sanitario para resolver las instalaciones de baño y cocina en estos espacios habitables. Está desarrollado en construcción en seco en madera o chapa galvanizada (permitiendo incluir placas cementicias o de roca de yeso anti-humedad) y aloja en su interior las cañerías de agua fría y caliente, los desagües, para un inodoro, ducha y canilla, bacha de cocina, bacha de baño, desagüe para lavarropas. El TS permite rápidamente otorgar un sistema sanitario completo para las familias en situación de emergencia. Este tabique posee ciertas características en relación a los servicios de agua y gas, sin embargo, puede ser modificado según las necesidades o artefactos a considerar.

vi. Calefactor Solar (CS) modelo CSA-02

Se trata de un componente individual que se adiciona a una vivienda para su acondicionamiento térmico desde el lado exterior de los muros perimetrales, el cual debe estar orientado perpendicular al norte solar o alternativamente hasta 15° de rotación. El calefactor solar se basa en cuatro elementos: 1. una caja, la cual se puede realizar en madera o metal (con o sin aislación térmica); 2. una superficie absorbedora de la radiación solar, la cual se resuelve con una chapa ondulada pintada de color negro mate (puede ser nueva o reciclada); 3. una cubierta transparente que puede ser un vidrio simple (4 mm) o un policarbonato alveolar (4 mm); y 4. conductos de inyección de aire al interior que son caños de PVC de 110 mm de un diámetro, con tapas interiores para regulación del flujo de aire convectivo.

Fig. 1: Tecnologías desarrolladas en respuesta a las problemáticas.

Fuente: Elaboración propia

ii. Descripción, análisis y evaluación del proceso de vinculación/capacitación social

Para llevar adelante la vinculación social de las tecnologías se desarrollaron 8 pasos que abarcan el análisis de las problemáticas a resolver, el diseño de las tecnologías, las actividades de construcción y las actividades de divulgación/capacitación para su posterior apropiación por parte de los actores intervinientes. A continuación, se describen cada uno de los pasos.

Paso 1: Diseño de la tecnología a partir de la demanda concreta de los actores del hábitat popular, en este caso del Gran La Plata. Contrastación con los actores destinatarios, a partir de talleres participativos. Diseño Inicial de la propuesta. En esta instancia se ha observado la necesidad de poner énfasis en los aspectos vinculados a la perspectiva de género. Específicamente en los temas que se relacionan con la vivienda, el sector sanitario, el tratamiento de efluentes.

Paso 2: Ejecución de la documentación planimétrica detallada o esquemática, de cada uno de los componentes intervinientes que conforman el prototipo. Modelizaciones en dos dimensiones (2D) y tres dimensiones (3D). Para aquellos casos que lo requieran, el diseño incorpora en su etapa de investigación y desarrollo (I+D) actividades previas en laboratorio de aquellas pruebas o verificaciones en relación a las solicitaciones requeridas (por ejemplo, pruebas térmicas, ignífugas, mecánicas, de calidad microbiológica, entre otras). Realización de cómputo y presupuesto de materiales, inicial.

Paso 3: Realización de capacitación, teórico-conceptual y técnica, mediante talleres participativos. Se realiza una Capacitación **"antes"** previa a la construcción del componente. En este encuentro, se explicitan los fundamentos técnicos y físicos involucrados en la elección de los materiales o en la elección del desarrollo del sistema. Esta actividad se apoya con material documental, ya sean manuales y/o videos, pizarrón o papeles, banners explicativos diseñados ad hoc, o presentaciones realizadas del tipo power point. Esto asegura la comprensión de los fenómenos que se producen y por otro lado promueve la innovación en los procesos de gestión y materialización favoreciendo el aprendizaje conjunto.

Paso 4: Materialización del prototipo, incluyendo tareas en taller y en obra. Se realizan Capacitaciones "entre", durante la construcción o materialización del componente, justificando las decisiones adoptadas, revisando posibles optimizaciones y posibilidades de resolución técnica. Durante la construcción se hace un relevamiento fotográfico y fílmico. Una vez construído el componente se realiza una Capacitación "post" con modalidad de taller donde se debate y registra lo realizado y aprendido, y se conversa sobre las modalidades de uso de cada uno de los componentes.

Paso 5: Diseño de las herramientas gráficas y audiovisuales, para la construcción, paso a paso y difusión de la tecnología (Manuales y Videos) desarrollados en función de la experiencia de más de 20 años de trabajo en territorio y la transferencia al medio. Si bien los desarrollos están orientados a la tecnología sencilla, se requiere de tres componentes para su transmisión y adopción: i. Manuales paso a paso; ii. Videos explicativos y iii. Capacitación.

Paso 6: Confrontación, corrección y evaluación por parte de diferentes actores, involucrados en la mejora del hábitat popular (dentro y fuera de cada experiencia). El material desarrollado es puesto a consideración por diferentes actores, tanto gestionarios, técnicos o expertos y representantes de organizaciones populares, dependiendo de cada tecnología. Se busca recabar información sin fines estadísticos, que permita mejorar las tecnologías o componentes, así como el material desarrollado. Para la evaluación por parte de cada uno de los actores, se desarrolla una ficha, a modo de orientación para el actor, sobre los siguientes ejes con una serie de preguntas:

- Comprensión de la tecnología
- Diseño gráfico y audiovisual
- Posibilidad de gestionar recursos y proyectos con este material
- Opinión general del manual y el audiovisual

Como resultado general se obtuvo que los actores consultados han considerado que los componentes constructivos de las tecnologías están debidamente explicados, y los pasos para su construcción son relativamente claros y sencillos. El material se considera útil para gestionar recursos y realizar proyectos de mejora en el hábitat. También se proponen algunas sugerencias como: a. incorporar elementos que mejoren la comprensión de ciertas tecnologías (como los TED); b. la posibilidad de integrar estas tecnologías en marcos educativos más amplios, por ejemplo en diplomaturas específicas que permitan aprender este tipo de componentes; c. desarrollar comparativas de costo y eficiencia entre las tecnologías propuestas y las tradicionales o comerciales; y d. especificar en algunos casos tiempos y espacio físico para la ejecución de la tecnología.

Paso 7: Adecuación del producto final. A partir de la información recolectada se realiza el ajustes de los materiales realizados en primera instancia y se conforma la documentación final que será utilizada para la difusión.

Paso 8: Difusión del producto. Comunicación de los desarrollos en el ámbito académico, científico y social para la replicación de las experiencias en otros contextos.

Los pasos expuestos (Fig. 2) establecen una práctica de vinculación social mediante tecnologías para la mejora del hábitat, probada y validada por la experiencia del grupo de trabajo.

Fig. 2: Pasos desarrollados para la vinculación social de las tecnologías.

Fuente: Elaboración propia

iii. Apropiación de las tecnologías

Las tecnologías sociales expuestas tienen como objetivo el mejoramiento de las condiciones de vivienda y del barrio, y persiguen en última instancia el desarrollo de pequeños emprendimientos productivos para generar trabajo en un sector poblacional excluido. Es por ello que en los pasos de vinculación social se incluyen diferentes tipos de capacitaciones así como de manuales y videos de divulgación y explicación de los pasos constructivos, las etapas de planificación para la construcción, los cómputos de materiales y herramientas necesarios para su concreción, así como la difusión de diferentes formas de financiación para las organizaciones populares.

En este sentido se ha podido generar un emprendimiento productivo centrado en la construcción modular en madera de unidades de viviendas o módulos sanitarios (Fig. 3a). Estos pueden involucrar el uso de las demás tecnologías desarrolladas: los sistemas de tratamiento de efluentes, el tabique sanitario, el calefactor solar de aire, los calefones solares y los aislamientos térmicos. En la actualidad, la cooperativa de trabajo Barrios Productores LTDA, se ha asociado con la Facultad de Arquitectura de la UNLP, el rectorado de la UNLP, la Secretaría de Hábitat y Desarrollo de la Comunidad de la Provincia de Buenos Aires, el Centro Tecnológico de la Madera de la UNLP y el Municipio de Tapalqué, para la construcción de viviendas para una comunidad productiva agroecológica. Es fundamental destacar la importancia de esta iniciativa, así como también la complejidad de la articulación de diferentes actores en el marco de la co-gestión del hábitat.

Por otro lado, en la cooperativa de Recicladores Sol-Plat de La Plata, se ha comenzado a gestionar una pequeña planta de producción de placas de aislamiento térmico alternativo utilizando poliestireno expandido de descarte para su comercialización (Fig. 3b). Esta iniciativa, ha puesto en marcha la capacitación del grupo en la generación de emprendimientos a través del programa Emprendé Conciencia (Fundación INVAP y Ministerio de Desarrollo Productivo). El emprendimiento involucra la gestión de: 1. la recuperación de la materia prima en asociación con una empresa farmacéutica; 2. la mano de obra con la cooperativa; y 3. distintos ensayos técnicos con institutos de investigación y unidades académicas de la UNLP, entre otros organismos. La capacidad de movilizar distintos intereses para la ejecución del proyecto y la disponibilidad de financiamiento son claves para el avance de esta iniciativa.

Fig. 3: Emprendimientos productivos desarrollados: a. Viviendas para una comunidad productiva agroecológica. Producción de placas de aislamiento térmico alternativo. Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

El presente trabajo expuso el desarrollo de 5 tecnologías sociales asociadas a viviendas nuevas o existentes para el hábitat popular urbano y periurbano del Partido de La Plata. Las mismas se han desarrollado en el marco de proyectos de investigación acción participativa, bajo la perspectiva de la producción social del hábitat, las tecnologías para la inclusión social y los Proyectos Participativos de Hábitat Popular. Dichos conceptos presentan la complejidad de la interacción de diversos actores involucrados y buscan la co-gestión del hábitat para potenciar los recursos y los roles de cada uno.

En este marco se ha podido evaluar las tecnologías, sus procesos de vinculación social y los emprendimientos que se han generado en este camino y se ha arribado a las siguientes conclusiones:

- El desarrollo y construcción de los prototipos, y el diseño de los Manuales y Videos, fueron realizados en forma específica, interactuando con los destinatarios. Esta manera de trabajo en el marco de Proyectos de Gestión Participativa del hábitat popular y sus desafíos son mucho más difíciles de llevar a cabo que si fueran un mero trabajo de gabinete. Esta forma de actuación, acerca la distancia entre el diseño de un producto y su adopción. Mediante la opinión de los actores se logró verificar la aceptación de todo este proceso.
- Es necesario adoptar la articulación entre saberes populares, saberes académicos y de la gestión, utilizando tecnología sencilla, con lo cual desarrollar formas viables, económicas, técnicas y tecnológicas para la parametrización y replicabilidad de su construcción y su sistema de producción.
- Tanto en el ámbito de los barrios populares como de la agricultura familiar, debemos atender a desarrollar propuestas que produzcan el menor impacto en el ambiente. Estos ámbitos presentan en su mayoría condiciones de mayor vulnerabilidad, o requieren (como en el caso de la producción fruti-hortícola) el cuidado y la salubridad de las aguas y los suelos para lograr una correcta producción.
- Debemos considerar las necesidades y características socio-territoriales de los barrios populares destinatarios, así como su capacidad organizativa, productiva y de liderazgo para producir cambios concretos. Actualmente muchas mujeres, en estos barrios, son responsables del hogar llevando adelante las tareas fundamentales para su sostenimiento.
- Debemos atender las necesidades del hábitat rural, en particular de la agricultura familiar, y las necesidades de las familias productoras que no pueden acceder a la propiedad de la tierra donde viven y trabajan. En estos ámbitos se requieren propuestas modulares, desmontables, flexibles, pero a su vez que permitan la intimidad y seguridad de las mujeres y niños, muchas veces afectadas por problemáticas de salud, de cuidado, de violencia de género y de abuso. En este ámbito las mujeres motorizan posibles cambios y mejoras, y pueden definir claramente las problemáticas respecto a la vivienda, el módulo sanitario, el aseo, la salud, el cuidado de niñes y adultes.
- Debemos brindar herramientas para potenciar el desarrollo de emprendimientos socio-productivos orientados al hábitat popular, en base a la generación de empleo y reducción de vulnerabilidades socio-territoriales. En nuestro medio es condición *sine qua non* el rol y la acción del Estado, a partir de la generación de Políticas Públicas del Hábitat Popular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022) https://www.cepal.org/es

· Coraggio, J. L. (19 de noviembre de 2003). *Las políticas participativas: ¿Obstáculo o requisito para el Desarrollo Local?* [Presentación en papel]. II Seminario Nacional Fortaleciendo la relación Estado-Sociedad Civil para el Desarrollo Local. CENOC-CEDES-UNGS,.

· Di Virgilio, M. M. y Rodriguez, M. C. (Ed.). (2014). *La Producción Social del Hábitat en América Latina: desafíos para una Región en transformación. Abordajes conceptuales, prácticas de investigación y experiencias en las principales ciudades del Cono Sur.* Café de las Ciudades. Colección Hábitat.

· Enet, M., Romero, F. G. y Olivera, G. R. (2008). *Herramientas para pensar y crear en colectivo, en programas intersectoriales de hábitat. Córdoba*. CYTED-HABYTED-RED XIV.

· Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) (2022). *Incidencia de la pobreza y la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Segundo semestre de 2021*. Disponible en: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-46

· Miranda Gassull, V. (2017). *El hábitat popular. Algunos aportes teóricos de la realidad habitacional de sectores desposeídos.* Territorios (36), 217-238.

· Rodríguez M., Buthet C., Scavuzzo J., Taborda A. (2004). *Indicadores de resultados e impactos. Metodología de aplicación en proyectos participativos de hábitat popular.* Coalición Internacional del Hábitat; Aktion Gegen Hunger und Krankheit in der Welt; MISEREOR.

· San Juan, G., Barros V., Garganta, L., Toigo, A., Viegas, G. y Varela, L. (2016). Producción Social del Hábitat. En Mapelli, E. (Ed.) *Hábitat*. Universidad Nacional de la Plata. Secretaría de Acceso Justo al Hábitat.

· TECHO. (2016). *Relevamiento de Asentamientos Informales*. Obtenido de https://www.techo.org/argentina/

· Thomas, H., Juarez , P., y Picabea, F. (2015). *Tecnología y Desarrollo. ¿Qué son las Tecnologías para la inclusión social?*. Universidad Nacional de Quilmes. Redtisa, IESCT.

· UCALP. (2021). *Observatorio Socioeconómico de la Universidad Católica de La Plata*. Obtenido de https://www.ucalp.edu.ar/la-universidad/observatorio-socioeconomico/

ANÁLISIS DE SABERES PREVIOS EN MODELIZACIÓN MATEMÁTICA CON REFERENCIA A LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE NIVELES INICIALES DE CARRERAS PROYECTUALES

ANALYSIS OF PREVIOUS KNOWLEDGE IN MATHEMATICAL MODELING WITH REFERENCE TO THE MECHANICAL PROPERTIES OF STARTING LEVELS OF PROJECTUAL CAREERS

Gilma Beatriz Goity
Carlos Fenoglio
Nicolas Hernan Oteiza
Maria Tatiana Villen
Alicia Assalone

CED

FAUD — UNMDP, Mar del Plata, Argentina

—
tatianavillen@gmail.com

RESUMEN

La elaboración del conocimiento es un proceso en el que los conceptos previos ocupan un lugarde primordial importancia. Cuando el estudiante enfrenta una nueva situación de aprendizaje, lo hace apoyado en el bagaje conceptual que ya posee.
Dado que el conocimiento es producto del aprendizaje, el aprender es incorporar lo nuevo a lo viejo.
Para esclarecer interrogantes planteados y analizarlos se diseñó un nuevo instrumento durante el 2020. Su aplicación de manera presencial, debía realizarse el primer dia de clases de ese año, pero debido a la pandemia, fue efectuado en el 2022. Se trabajó con una entrevista semiestructurada que releva información, con respuestas de elección múltiple y respuestas abiertas, sobre el conocimiento y comprensión de los estudiantes de las temáticas en el área tecnológica de las carreras proyectuales de la FAUD UNMdP, haciendo pie en Arquitectura, con proyección interdisciplinar. Y particularmente en las Propiedades Mecánicas.

PALABRAS CLAVES: pedagogía – arquitectura – tecnología – diagnóstico

ABSTRACT

The elaboration of knowledge is a process in which previous concepts occupy a place of paramount importance. When the student faces new learnings situation, he does so supported by the conceptual baggage he already has.
Since knowledge is the product of learning, learning is adding the new to the old.
To clarify questions raised and analyze them, a new instrument was designed during 2020. Its application, had to be carried out on the first day of classes of that year, but due to the pandemic, it was carried out in 2022.
We worked with a semi-structured interview that reveals information, with multiple choice answers and open answers, about the knowledge and understanding of the students of the topics in the technological area of the project careers of the FAUD UNMdP, mainly in Architecture, with interdisciplinary projection. And particularly in the Mechanical Properties.

KEY WORDS: pedagogy – architecture – technology – diagnosis

INTRODUCCIÓN

Se emprende durante el 2000, el primer trabajo encodificador acerca de los modos en que el predisciplinar organiza los algoritmos espaciales del lenguaje gráfico, recopilando dibujos en Facultades de Arquitectura de cinco universidades argentinas. El caso FAUD UNMDP, se profundiza en el par: gráfica y rendimiento académico, prolongando el trabajo a Planes de becarios, cubriendo las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial.

A partir del año 2018 se comenzó a trabajar en el proyecto "Indagación de saberes previos para el andamiaje didáctico en niveles iniciales del área tecnológica de la arquitectura" que continuó durante el año 2019 y finalizará en el 2020, donde, de acuerdo a los objetivos propuestos, se diseñó un instrumento de aplicación para recuperar los datos que determinaron variables, índices e indicadores para obtener una visión de cada unidad que compone la materia Introducción a las Construcciones turno Mañana, ofreciendo la posibilidad de una recomposición global tendiente a reformularlas.

En el Año 2020 comenzamos un nuevo proyecto de investigación que se inicia con los siguientes interrogantes: ¿En qué procesos matemáticos los estudiantes presentan mayores dificultades? ¿Qué desarrollo de competencias generales tienen en el manejo de fórmulas y unidades? ¿Qué saben de aspectos tecnológicos los estudiantes de arquitectura, al momento del ingreso a la carrera? ¿Qué conocerán de familias de materiales y de las solicitaciones? ¿Qué terminología reconocen?

Para esclarecerlos nos proponemos analizar el conocimiento y comprensión de los estudiantes con referencia a temáticas en el área tecnológica de las carreras proyectuales de la FAUD UNMdP, haciendo pie en Arquitectura, con proyección interdisciplinar. Y particularmente, para una mayor profundización en la investigación, en el recorte correspondiente a las Propiedades Mecánicas de los materiales de construcción.

El objetivo básico de las materias tecnológicas es capacitar al estudiante en los temas del área.

Cada instante de aprendizajees un proceso en el que los conceptos previos ocupan un lugar de primordial importancia. Cuando el estudiante enfrenta una nueva situación de aprendizaje, lo hace apoyado en el bagaje conceptual que ya posee. El docente, desde su rol esencialmente motivador, procura generar tal cambio interior en el estudiante a través de diferentes estímulos plasmados en actividades que constituyen aprendizajes significativos. Éstos tienen dos tipos de componentes: los cognitivos, como la habilidad, la capacidad y la destreza. Y los motivacionales, que son los que actúan sobre la voluntad, la intención, la disposición o el querer. "Aprendes lo mejor que puedes cuando tienes algo que te importa y en lo que te gusta participar" Gardner Howard. (1994).

Es función del docente crear un medio estimulante para que el alumno geste su propio conocimiento, y así alcanzar los objetivos propuestos. Pero está claro que cada docente de primer año, desde su posición inmejorable, tan cercana a los estudiantes, tiene mucho por hacer para evitar la deserción que en este nivel y en las últimas décadas ha ido creciendo en las universidades de nuestro país, alejándonos de las estadísticas mundiales.

El alumno de primer año de la facultad, como el de primer año de todos los ciclos, tiene la particularidad de contar con un bagaje reciente de su experiencia anterior, y procura reconocer en el nuevo medio en el que se inserta, las semejanzas con su etapa anterior, a fin de no sentirse fuera de contexto.

El problema de la deserción es complejo y sus causas, variables, según facultades y carreras. Algunas de las razones tienen que ver con la familia y su entorno (desarraigo familiar y cultural, problemas de adaptación a nuevos grupos; y a la vida y dinámica universitaria, actitud y aptitud, carencia de modelos a seguir, de interés y descreimiento, falta de organización para aprender, deficiente manejo de los tiempos, problemas socio-económicos, etc.). Otras, con el establecimiento escolar de nivel medio del que provienen (memorístico, falta de orientación vocacional, no formativo, insuficiente desarrollo de hábitos de estudio, escasa lectura, déficit en expresión oral y escrita; y en interpretación de textos, etc.). Algunas dificultades que llevan a los ingresantes a tomar semejante decisión las encuentran en la propia facultad. El desafío es para toda la comunidad universitaria. Cada uno desde su función. En ese sentido, las cátedras de primer año, deben tener como objetivo recrear las mejores estrategias motivacionales y de comunicación que contribuyan a disminuir significativamente los porcentajes de deserción de los estudiantes.

Desde la estimulación constante, el repensar estrategias, el ritmo, el diseño de las actividades, la construcción de canales comunicacionales sólidos y eficientes, la actualización permanente, la contención a veces más allá de lo académico hasta el aprovechamiento de las tecnologías y sus usos. En definitiva, se trata de proponer mecanismos de trabajo en función del perfil de nuestros ingresantes.

El objetivo básico de Introducción a las Construcciones M es capacitar al estudiante en elconocimiento de los temas que propone la materia. Entendiendo conocimiento como capacidad dehacer, y adhiriendo a los principios de la teoría constructivista que ubica al alumno comoprotagonista de su propio proceso de aprendizaje. "El aprendizaje es un proceso, no un producto". Bruner, Jerome. (1997).

La elaboración del conocimiento es un proceso en el que los conceptos previos ocupan un lugar deprimordial importancia. Cuando el estudiante enfrenta una nueva situación de aprendizaje, lo hacea poyado en su formación previa.

Dado que el conocimiento es producto del aprendizaje como una apropiación instrumental de la realidad para transformarla, el aprender es incorporar lo nuevo a lo viejo.

METODOLOGÍA

En la perspectiva de Freudenthal, según Van den Heuvel Panhuizen (2009), "Las matemáticas – si han de tener valor humano – deben guardar relación con la realidad, mantenerse cercanas a los niños y ser relevantes para la sociedad, el uso de contextos realistas se convirtió en una de las características determinantes de este enfoque de la educación matemática. En la Educación Matemática Realista (EMR), los estudiantes deben aprender matemáticas desarrollando y aplicando conceptos y herramientas matemáticas en situaciones de la vida diaria que tengan sentido para ellos."

Según Gomez-Chacón y Maestre (2008) "La modelización matemática es el proceso de describir en términos matemáticos un fenómeno real, obteniendo resultados matemáticos y la evaluación e interpretación matemáticas de una situación real. El número de pasos mínimos sería: identificar un problema real, identificar factores importantes y representarlos en términos matemáticos, usar recursos matemáticos para obtener resultados e interpretar y evaluar estos resultados y ver cómo afectan al mundo real." En la perspectiva de Freudenthal (1991) "si se desea que las matemáticas tengan valor, para los alumnos, deben estar conectadas con la realidad, permanecer cercanas a ellos y ser relevantes para la sociedad. En esta postura hay dos tipos de matematización: una horizontal que implica el proceso de partir de la situación real hacia el mundo de los símbolos, y otra vertical que describe los cambios que sufre la expresión matemática del modelo dentro del propio mundo de los símbolos."

En el marco del proyecto de investigación "Indagación de saberes previos para el andamiaje didáctico, en el área tecnológica de Arquitectura", se diseñó una encuesta para realizar el estudio de los conocimientos que anteceden a los estudiantes que ingresan a la carrera. Su aplicación permitió conocer en profundidad los saberes previos de los estudiantes.

A raíz de esta encuesta, surgieron nuevos interrogantes acerca de los conocimientos relacionados con la modelización matemática que traen los ingresantes con relación a las temáticas del área.¿Los docentes somos

conscientes de las habilidades matemáticas requeridas para la resolución de los problemas propuestos? ¿Trabajamos intencionalmente el desarrollo de esas habilidades matemáticas? ¿Qué conflictos tienen los estudiantes al resolver situaciones problemáticas? Nuestra intención no radica en el estudio de la enseñanza de la matemática en sí, sino que, posicionados en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las propiedades mecánicas de los materiales de construcción, pretendemos analizar los procesos de traducción de la realidad a modelos matemáticos relacionados con las mismas, y con el ulterior propósito de expandirlo al resto de las disciplinas proyectuales. Nos planteamos nuevos interrogantes en base a lo que queríamos investigar dentro de los objetivos de la materia. Estos son: ¿Qué saben de aspectos tecnológicos los estudiantes al ingreso de la carrera? ¿Qué desarrollo tienen en el manejo de fórmulas y unidades?
Para realizar un recorte disciplinar, y poder ahondar convenientemente en este proyecto, se tomarán Las Propiedades Mecánicas de los Materiales de Construcción, como punto de partida.

Criterios de la encuesta

El trabajo comienza con el análisis de las encuestas realizadasy tomadas en el año 2018. Se ahonda en aspectos que influyen en la didáctica del ciclo inicial, considerando el curso de ingreso y el primer año, fortaleciendo algunos aspectos que relacionan las áreas de docencia e investigación.
Una vez analizadas y procesadas las primeras encuestas, se concluye en el diseño de un nuevo elemento que nos brindará información detallada y específica sobre las solicitaciones mecánicas y procesos matemáticos y del universo de alumnos que cursan la materia.
Se crean las bases ordenadoras experimentadas, sistematizando múltiples observaciones detalladas según aspectos que necesitamos evaluar y analizar.
Se enuncianlos procesos racionales que nos permiten interpretar al estudiante el recorrido de las cargas en una estructura arquitectónica simple, para así plantear la secuencia de procedimientos de cálculo necesarios para obtener el valor de la carga total del edificio y la tensión de trabajo.

Descripción de la encuesta

Se diseña una encuesta semiestructurada, con respuestas de elección múltiple y respuestas abiertas, dividida en:

1. Datos poblacionales;
2. De contenidos:
   - solicitaciones del medio
   - esfuerzos y deformaciones;
   - aspectos procedimentales,
   - estrategias de abordaje de problemas,
   - manejo de fórmulas simples,
   - pasaje de unidades, y semánticas, considerando aspectos lingüísticos, terminológicos.

El nuevo diseño consta de 3 hojas impresas a simple faz, separadas por temas para un mejor procesamiento de la información. En la primera página se encuentran las preguntan que refieren a los aspectos poblacionales del estudiante, y a sus expectativas en la carrera y la materia en específico. Las hojas siguientes corresponden a los temas planteados (ya sea propiedades mecánicas o problemas matemáticos simples). (Fig. 1)

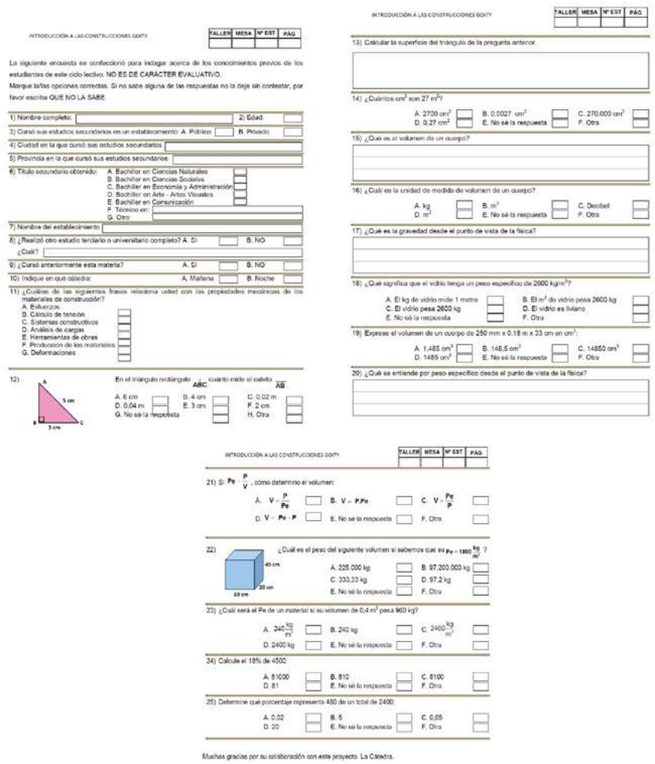


Fig.1. Encuesta. Fuente: Elaboración propia

Cada encuesta posee una identificación, que consta de: Nº de taller, Nº de mesa, Nº de estudiante y finalmente el Nº de hoja (Fig.2), lo que nos permite a futuro ubicar la posición exacta del estudiante al momento de la prueba. Esta numeración se ve plasmada en los planos (Fig.3) de los talleres realizados para agilizar la lectura.

Fig.2. Cuadro de identificación de la Encuesta. Fuente: Elaboración propia

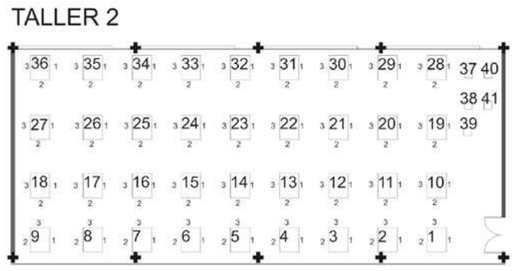


Fig. 3. Plano con la indicación del taller, la numeración de las mesas y de los estudiantes.
Fuente: elaboración propia.

Esta encuesta no es de carácter evaluativo y no afecta de ninguna manera a la cursada de la materia.

Aplicación del instrumento

La información debía ser recogida en el primer día de clases presenciales del año 2020. Pero debido a la pandemia debimos avanzar con la elaboración de un elemento del tipo planilla para procesar la información y aguardar al comienzo del próximo ciclo presencial. Esto nos llevó más tiempo del deseado. El viernes 20 de marzo el gobierno nacional publicó e informó a la población argentina el Decreto 297/2020: AISLAMIENTO SOCIAL PREVENTIVO Y OBLIGATORIO (ASPyO).
Iniciado el período de pandemia COVID 19, en ese año 2020, a partir del ASPyO y la normativa que a posteriori presentara nuestra Universidad y la facultad, y previa capacitación y armado de la misma, comenzamos las actividades de manera virtual, utilizando la Plataforma presentada por la FAUD para tal fin. Ese año dimos comienzo a las clases virtuales en Introducción a las Construcciones Turno Mañana (ICM).

En el año 2022 la UNMDP volvió a la presencialidad plena. El primer día del presente ciclo (31 de Marzo de 2022), en la asignatura Introducción a las Construcciones Turno Mañana en la FAUD UNMDP, determinando el universo.
La muestra establecida se designa en concordancia con la totalidad de estudiantes inscriptos y presentes.Se prepararon los talleres en los cuales fueron tomadas las encuestas. En este caso se utilizaron dos talleres de mayores dimensiones de la Facultad de Arquitectura (140 alumnos) y uno más pequeño (70 alumnos), dada la cantidad de inscriptos presentes ese día. (Fig. 4)

Fig. 4. Preparación de los talleres para la toma de la muestra. Fuente: elaboración propia

En los mismos el desarrollo de la encuesta fue en mesas tipo tablero, determinando tres alumnos por tablero. Algunos estudiantesfueron ubicados en bancos individuales para poder incluirla mayor cantidad de ingresantes.
Antes de comenzar con la toma de la muestra se les explicó la modalidad y objetivosde la misma, y el tiempo que disponían para el desarrollo (1 hora).
El desarrollo de la encuesta tuvo lugar a continuación de la teórica de presentación de la cátedra. Cabe destacar que era muy importante que los alumnos no tuvieran relación alguna con los temas que se encuentran en la encuesta.
Al término de la encuesta los presentes continuaron el resto de las actividades planificadas para la jornada en ICM.
En caso de consultas de los estudiantes a los docentes investigadores sobre alguna pregunta puntual, la consigna era no brindar ayuda alguna y sugerir al alumno rastrear en sus propios conocimientos.
No podían hacer uso de sus celulares ni interacturar con sus compañeros. Si bien la encuesta era única para todos los alumnos, se les pidió concentración y en caso de desconocer la respuesta, simplemente contestar: No lo sé. (Fig.5)
A medida que fueron finalizando, los docentes a cargo recibieron las encuestas por taller.
Una vez recolectada toda la información se procede a completar distintas planillas previamente elaboradas para poder procesar los datos obtenidos y analizar las variables aisladas y su interrelación.

Fig. 5. Estudiantes realizando la encuesta. Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

La Encuesta es un instrumento de indagación docente y de autorreflexión del estudiante en cuanto le proporcione la posibilidad de hacer "conscientes" sus conocimientos inscriptos en la mecánica de transmisión de una cultura.
Los aportes de esta investigación se pueden destinar:

· desde la investigación educativa: a profundizar los métodos de acceso al conocimiento preuniversitario independientemente de la carrera, para trazar propuestas pedagógicas facilitando sus anclajes y optimizando los logros en similares tiempos disponibles.

· Desde la formación disciplinar general, puede extenderse a los contactos con los múltiples agentes que intervienen en los procesos productivos: comitentes, operarios, organismos de control, material de concursos, etc.
El estudio podrá tener validez externa si la misma metodología se aplica a otras unidades académicas.
Se genera un instrumento factible de ser utilizado periódicamente y un mecanismo correlativo de valoración de diversos datos. El crecimiento y la aplicación del modelo servirán incluso a la formación en distintas áreas que comprometan la integración de docentes, investigadores, becarios, tesistas, etc.
Se podrá transferir estos conocimientos a ejercicios concretos para cursos de grado y en forma de encuentros con otros grupos de investigación, talleres verticales y/o seminarios abiertos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Ausubel D., Novak J. D. y Hanesian H. (1983) Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. México. 2° Ed. Trillas.
· Bernard J. (1996) Estrategias de aprendizaje y enseñanza: evaluación de una actividad compartida en laescuela. Barcelona. España. Domenech.
· Bruner Jerome. (1997) La Educación puerta de la cultura. Madrid. Visor.
· Cobo Romaní C. y Moravec J. (2011) Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de laEducación. Barcelona. España. Col-lecciónTransmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius.Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
· Gardner, Howard (1994) Estructura de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples, Fondo de la Cultura Económica, México.
· Gardner, Howard (1983) Inteligencias múltiples. Buenos Aires. Paidós. ISBN 84-493-1806-8.
· Valles M. (2003) Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y prácticaprofesional. España, Editorial Síntesis.
· Van den Heuvel-Panhuizen, Marja (2009) El uso didáctico de modelos en la Educación Matemática Realista: ejemplo de una trayectoria longitudinal sobre porcentaje. México. Certidumbres e Incertidumbres. Correo del Maestro Nº161.

SISTEMA DE AYUDA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDA MUNICIPAL

ENERGY EFFICIENCY ASSISTANCE SYSTEM FOR MUNICIPAL HOUSING

Gerardo Wadel
Claudia Dido
Franco Mieres

Equipo de eficiencia energética de los edificios, Grupo de Investigación GESTADIS

FRTL — UTN, Trenque Lauquen, Argentina

—

gerardo.wadel@gmail.com

RESUMEN

En Argentina, las viviendas unifamiliares aisladas suelen no aprovechar las condiciones del clima para el acondicionamiento pasivo. Esto causa problemas ambientales, como el consumo de recursos no renovables y la contaminación asociadas a la energía demandada, sociales, como la falta de confort y de salubridad en los espacios habitables, y económicos, como la imposibilidad de hacer frente a los precios crecientes de la energía necesaria.
Se presentan los resultados de un proyecto de investigación y desarrollo (PID) con base en Trenque Lauquen. Se han estudiado dos tipologías de vivienda sobre las cuales se han realizado mediciones de confort in situ, análisis de datos climáticos, fotografía termográfica, evaluación de demanda energética y encuestas a sus ocupantes. Se han determinado las principales opciones de mejora de sistemas constructivos, que han sido evaluadas desde los puntos de vista técnico y económico. La información se presenta en una herramienta informática que permite obtener recomendaciones específicas.

PALABRAS CLAVES: residencial – evaluación – sistema constructivo – usuario – etiquetado

ABSTRACT

In Argentina, single-family detached houses often do not take advantage of climatic conditions for passive conditioning. This causes environmental problems, such as the consumption of non- renewable resources and pollution associated with the demanded energy, social problems, such as the lack of comfort and healthiness in living spaces, and economic problems, such as the impossibility of coping with the rising prices of the energy required.
The results of a research and development project (RDP) based in Trenque Lauquen are presented. Two housing typologies have been studied with in situ comfort measurements, climate data analysis, thermographic photography, energy demand assessment and occupant surveys. The main options for improving building systems were identified and evaluated from a technical and economic point of view. The information is presented in a computer tool that presents specific recommendations for different cases.

KEY WORDS: residential – evaluation – building system – user – labeling

INTRODUCCIÓN

En Argentina el sector residencial se encuentra entre los principales consumidores de energía. Una de las formas más eficientes de disminuir el consumo energético, manteniendo o aumentando el confort, es diseñar adecuadamente la envolvente. La investigación se centra en la evaluación de la calidad térmica de las distintas soluciones constructivas para envolvente que utiliza el municipio de Trenque Lauquen en sus proyectos de vivienda (Fig. 1 y 2). Se desarrolló una lista de alternativas de mejoras pasivas, fundamentalmente, aunque también se evaluaron mejoras en las instalaciones y en la incorporación de energía renovable.

Fig. 1: Trenque Lauquen desde el aire / Fig. 2: Viviendas en construcción

Fuente: Google Maps / Fuente MTL2020

La transferencia de resultados a los técnicos municipales y también a los profesionales locales se realizó mediante sesiones para la puesta en común y el debate de la información generada. El proyecto incluye el desarrollo de herramientas de evaluación y ayuda, de uso libre y gratuito, para aplicar las recomendaciones ordenadas según la relación costo/beneficio.

Se considera, por su relación directa con la acción del gobierno local, que este proyecto aportará a los técnicos de redacción de proyecto y dirección de obras de viviendas municipales una mayor capacidad operativa sobre eficiencia energética.

La investigación se desarrolló entre 2019 y 2022, bajo los siguientes objetivos:

- Investigación y desarrollo, sobre acciones de eficiencia energética en la edificación para obra nueva y existente en las condiciones del área oeste de la Provincia de Buenos Aires.
- Vinculación tecnológica, para aumentar la capacidad de relación entre municipios y universidades, en las ciudades del ámbito geográfico en el que se desenvuelve el proyecto.
- Formación de investigadores, para consolidar la capacidad de investigación y transferencia de tecnología de la facultad, en eficiencia energética en la edificación.
- Docencia de grado y posgrado, poniendo en común el conocimiento adquirido en la investigación mediante la realización de actividades de enseñanza específicas.
- Vinculación con la comunidad, a través del contacto regular con colegios profesionales y organizaciones no gubernamentales, en actividades de debate, comunicación y colaboración.
- Acción sobre el parque edificado, brindando conocimiento y asistencia técnica que faciliten mejoras de disminución del consumo energético y aumento del confort en la edificación.

METODOLOGÍA

La investigación centró su metodología (Fig. 3) en la evaluación de la calidad térmica de la vivienda de producción municipal, especialmente de la envolvente, para determinar las ventajas y desventajas en relación con su diseño, los materiales, los procesos, el confort, el costo de construcción y operativo, etc., actuales y futuros.

Fig. 3: Esquema de la metodología seguida en el proyecto. Fuente: elaboración propia

La hipótesis afirma que, mediante ligeros cambios en el diseño de la envolvente o modificaciones posteriores, es posible alcanzar una reducción significativa de la demanda energética sin que ello suponga un incremento de costo o una dificultad técnica importante.

En particular, se estudiaron las siguientes variantes de sistemas constructivos de envolvente vertical: 1 Estructuras y cerramientos tradicionales de ladrillos cerámicos huecos, 2 Entramado de perfiles de chapa de acero galvanizado y cerramiento con paneles, 3 Paneles aislantes de hormigón liviano con distintos acabados superficiales.

El equipo de investigación integra expertos españoles. Esto ha facilitado la consideración de la experiencia de ese país en cuanto a la evolución de la normativa de eficiencia energética de la edificación (CTE 2019), los procesos certificación energética de edificios (CE 2021), las principales experiencias de mejora energética en viviendas de obra nueva y rehabilitación (SO 2020) y la certificación de sostenibilidad de la edificación (GBCe 2020).

El estudio y optimización de la calidad térmica de la envolvente pretende la mejora de la gestión de la energía y de la calidad de vida de los habitantes, en favor del desarrollo de hábitats resilientes y sustentables (ASADES, 2017). La búsqueda de esta optimización, partiendo del diseño actual de la vivienda municipal, se basa en la profundización de las estrategias bioclimáticas (Miceli et al, 2015), en particular la captación solar, la aislación y la inercia térmica, en invierno, así como la protección solar y la ventilación natural cruzada, en verano. Estas estrategias permiten aumentar el confort inicial de los espacios habitables, disminuyendo la necesidad de equiparlos con instalaciones (menos equipos, menos costo) así como reduciendo el consumo de energía y el gasto operativo. Las fases para su determinación han sido las siguientes:

a) Investigación sobre el estado del arte: Se ha relevado la normativa de nivel Nacional, Provincial y Municipal de eficiencia energética, cambio climático, confort térmico y economía, así como también de los sistemas constructivos desarrollados por la municipalidad. También las experiencias en otros países con características similares a la Argentina, acerca de procesos de diagnóstico, propuesta de mejora e implantación de medidas de eficiencia energética en edificios y en herramientas de análisis (de uso libre, cálculo) y de campo (termografía).

b) Definición de las viviendas a estudiar: Se trata de casas unifamiliares aisladas y pareadas realizadas por el sistema de Círculo Cerrado con Opción a Planes financiados por el Ministerio de Desarrollo Territorial y Hábitat de la Nación o por el Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires, localizadas en el sector conocido como Ampliación Urbana de la ciudad de Trenque Lauquen y en la ciudad de 30 de Agosto, también del Partido de Trenque Lauquen.

c) Estudio de elementos pasivos: envolvente, materiales, sistemas constructivos, evaluando los aspectos urbanísticos y arquitectónicos de las viviendas analizadas Comparativa de transmitancia y repercusión en demanda con la solución de referencia actual y con la aplicación de las normas IRAM prevista en la Ley Provincial 13.059. Relevamiento termográfico de la envolvente y toma de datos de las condiciones higrotérmicas en el interior.

d) Estudio de demanda energética: análisis de necesidades de calefacción y refrigeración mediante el uso de herramientas de cálculo simplificado, opción determinada con posterioridad al análisis de opciones disponibles

(Tabla 1). Esto permitió, posteriormente, considerar soluciones alternativas de mejora en la envolvente. También se consideró, de forma secundaria, la mejora de los sistemas de climatización y la incorporación de energía renovable.

Tipo de análisis energético	Herramientas consideradas
Simulación energética dinámica multizona	Programa OpenStudio combinado con EnergyPlus desarrollado por el Departamento de Energía de EEUU (OpenStudio 2020).
Cálculo estático, basadas en hojas Excel	Hojas desarrolladas por las universidades Nacional de Mar del Plata (Salas 2011) y Politécnica de Cataluña (MISMeC 2020).
De procesos de certificación de calidad	Herramienta svsv2 del Sello de Vivienda Sustentable creado por la Secretaría de Vivienda de la Nación (SVS 2019).
De procesos del etiquetado energético	Aplicativo informático nacional on-line de emisión de etiquetas de la Secretaría de Energía de la Nación (MiDePro 2020).

Tabla 1: Análisis de herramientas de evaluación energética disponibles

Fuente: elaboración propia con datos de las distintas herramientas citadas

e) Evaluación social y económica: se tuvieron en cuenta factores térmicos (Cabrerizo 2012) destacándose variables externas, del medio ambiente, internas arquitectónicas, características formales y constructivas, y del usuario, metabolismo y cultura de uso, con toma de datos a partir de una encuesta realizada a los habitantes de las viviendas en estudio.

f) Alternativas de mejora: fundamentalmente pasivas, teniendo en cuenta la gestión. Con análisis de costo / beneficio y recomendaciones de implantación. Escenarios futuros, ejemplos de referencia y objetivos sobre mejoras que podrían plantearse a corto, mediano y largo plazo.

g) Intercambio con agentes del sector: presentación de la información a la comunidad de la ciudad, especialmente a técnicos municipales y profesionales independientes. Realización de debates acerca de la oportunidad, posibilidades de aplicación, barreras y claves de superación de las medidas de mejora. Elaboración y presentación de la herramienta de ayuda a la eficiencia energética de la vivienda unifamiliar de la zona Noroeste de la Pcia. de Buenos Aires.

DESARROLLO

La investigación desarrollada consistió en las actividades que se presentan a continuación:

- Estudio de datos climáticos locales y cálculo de grados día: Trenque Lauquen tiene coordenadas geográficas de latitud: -35,970°, longitud: -62,734° y elevación 91 m s. n. m. Se sitúa en la zona bioclimática III a, templada cálida y seca. De acuerdo con datos de la estación climatológica más cercana, la del Aeropuerto de General Pico ubicado a 97 km, las temperaturas diarias medias mínimas y máximas oscilan entre 15 °C y 34 °C en verano y entre 3 °C y 16 °C en invierno. La humedad relativa del ambiente varía entre el 37% y el 72% en verano y el 55% y el 95% en invierno. La estación estival tiene cielos mayormente despejados y la invernal parcialmente nublados. Las precipitaciones mensuales están por encima de los 150 mm, con un descenso entre los meses de mayo y agosto. Los vientos predominantes son los del sector N- NE, con velocidades que muy ocasionalmente superan los 30 km/h (WeatherSpark2020). Se ha elaborado una aproximación a las necesidades de calefacción (Tabla 2) con temperaturas interiores para horas de ausencia, descanso nocturno y habitación diurna de 15, 18 y 21 ºC respectivamente y una ocupación media en días laborables de 8 horas en cada tipo de temperatura. En los no laborables es de 8 horas nocturnas y 16 diurnas.

Mes	T exterior media (ºC)	Días laborables	Días feriados	Tº confort media (ºC)	Grados día calefacción
Abril	15,3	21	9	18,6	98
Mayo	12.3	22	9	18,6	194
Junio	9	21	9	18,6	287
Julio	8.2	22	9	18,6	322
Agosto	10.2	22	9	18,6	260
Septiembre	13	21	9	18,6	167
Octubre	15.2	22	9	18,6	105
					1.432

Tabla 2: Estimación de grados día de calefacción

Fuente: elaboración propia en base a datos climáticos locales

- Gestión datos de meteorología local: para los datos históricos de series recientes y también en tiempo real, el proyecto se basa también en las mediciones de la estación meteorológica municipal ubicada en el Club de Planeadores de Trenque Lauquen, que reporta cada quince minutos en modo abierto y accesible mediante la aplicación Pegasus Mobile (Pegasus2020).
- Determinación de las tipologías de vivienda: sociales de producción municipal de Trenque Lauquen (Figs. 3 y 4), que se construyen a un ritmo de entre 20 y 30 unidades al año. Poseen un comedor, dos dormitorios, cocina, baño, y áreas libres de terreno delantera y posterior.

Las viviendas, de una planta, tienen una superficie construida de 55,10 m2 y útil de 44,47 m2. Se ubican en un lote de 10 x 25 m, pareadas en espejo compartiendo un muro medianero por cocina y baño. Las paredes exteriores son portantes de ladrillo cerámico hueco revocado. Los techos poseen estructura de madera, aislación térmica de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, lámina impermeable y cubierta de chapa galvanizada. La fundación es una losa de hormigón armado de 20 cm de espesor. Las carpinterías son de marco de aluminio con vidrios simples de 4 mm de espesor. Cuentan con termotanque eléctrico de 1.500 W, cocina y estufa de tiro balanceado de 2.500 W (ambos a GLP). La envolvente tiene transmitancias superiores a las recomendadas por las normas IRAM 11605 (TDMN -5 °C) en el nivel B de invierno (exigido por la ley provincial 13.059) y máximo en la norma IRAM 11507-4 (Tabla 3).

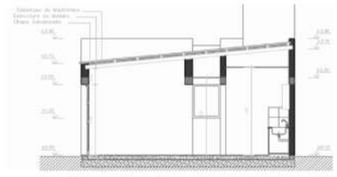


Fig. 3: Planta de la vivienda tipo en estudio / Fig. 4: Corte de la vivienda tipo en estudio Fuente: MTL2020

Cerramiento	Unidad	Real	IRAM
Paredes	W/m²K	0,91	0,83
Cubierta	W/m²K	1,80	0,69
Suelo	W/m²K	0,70	...
Carpinterías	W/m²K	5,19	4

Tabla 3: Principales resultados de la evaluación energética

Fuente: elaboración propia con datos de proyecto y normas IRAM 11605 y 11507-4.

El área de la envolvente es 178,71 m2, el volumen climatizado es 113,31 m3, la relación área de envolvente y volumen climatizado es de 1,58 m2/m3 y el factor intercambio térmico es 0,54.

- Evaluación de tipologías con el Aplicativo del Etiquetado Energético: se tuvieron en cuenta ciertas limitaciones de esta herramienta, en fase de diseño, como la consideración de funcionamiento constante de las instalaciones cuando hay demanda de frío o calor, independientemente de que haya o no ocupación, que hacen que los resultados absolutos (Tabla 4) no reflejen la situación de uso. No obstante, resultan de gran utilidad para la evaluación de la calidad de la envolvente, la eficiencia de las instalaciones, la distribución de la demanda energética a lo largo del año, la incidencia relativa de los distintos sistemas constructivos en ella, etc. Fue posible saber que: la demanda energética de climatización es alta y concentrada en la temporada invernal, el intercambio térmico es mayor en verano, la potencia

de calefacción es mayor que la necesaria, el rendimiento de las instalaciones es mejorable y los elementos que más influyen en la demanda de calefacción son la cubierta, los muros exteriores, el suelo y las aberturas. La vivienda en estudio tiene una orientación desfavorable, en invierno gana 10 unidades de energía por cada 100 que pierde, aunque consigue aprovechar el 89 % de las primeras. En verano gana 42 unidades de energía por cada 100 que pierde, aunque apenas utiliza el 14 % de las posibilidades de disipación de calor.

Característica	Unidad	Invierno	Verano
Requerimiento de energía útil $E_{U;I}$	kWh	7.937	396
Requerimiento de energía secundaria $E_{S;I}$	kWh	10.466	131
Requerimiento de energía primaria $E_{P;I}$	kWh	12.800	432
Coeficiente global de intercambio térmico H_{inv}	V/K	268	687
Coeficiente global de intercambio térmico específico H_{inv}/A_U	W/m^{2}K	6,43	15,44
Constante de tiempo $T_{inv/ver}$	h	10,18	3,98
Capacidad requerida de calefacción / refrigeración	kW	5,52	3,28
Capacidad instalada de calefacción / refrigeración	kW	9,98	2,79
Rendimiento equivalente $n_{c/r}$	relac.	0,76	3,02
Factor de conversión a energía primaria $f_{p;c}$	relac.	1,22	3,30
Fuente energética	.....	GLP	eléctrica

Tabla 4: Principales resultados de la evaluación energética

Fuente: elaboración propia con datos del Aplicativo de Eficiencia Energética

- Evaluación de tipologías con la hoja Excel del MISMEC-UPC: se están realizando pruebas de cálculo de demanda y consumo de energía de calefacción y refrigeración de la vivienda tipo con una herramienta de cálculo estático de la Universidad Politécnica de Cataluña (MISMeC 2020) para verificar si la evaluación guarda coherencia y si se alcanzan resultados similares.
- Medición / evaluación de temperatura y humedad en viviendas: entre el 17 y el 23 de julio de 2018 y en el mismo período de 2019 se tomaron datos de temperatura y humedad en una vivienda tipo, con dataloggers y a intervalos de 15 minutos, en espacios interiores calefaccionados y no calefaccionados respectivamente. Los resultados permiten observar temperaturas oscilando entre los 12°C y 21°C en espacios calefaccionados (Fig 5), y entre los 12°C y 18°C en espacios no calefaccionados (Fig 6). Los rangos de humedad son 52% - 84% y 65% - 90% para ambos tipos de espacios, respectivamente (Figs. 5 y 6). Se verifica, aún en los espacios calefaccionados, que las temperaturas casi no alcanzan en ningún momento los valores de confort diurnos (21°C) y que los niveles de humedad se encuentran por encima del 75% (siendo recomendable entre el 40% y el 60%).
- Fotografía termográfica de las viviendas y análisis de imagen: se realizaron fotografías termográficas de los cerramientos fijos y practicables exteriores con una cámara TESTO 875 1i, con distintas situaciones de funcionamiento del sistema de calefacción en el interior, en horas crepusculares, que ayudaron a visualizar los problemas descritos.
- Encuesta sobre aspectos energéticos, económicos y sociales: Se elaboró una encuesta en línea (Fig. 7), dirigida a los usuarios de viviendas a través del sistema abierto Google Forms.

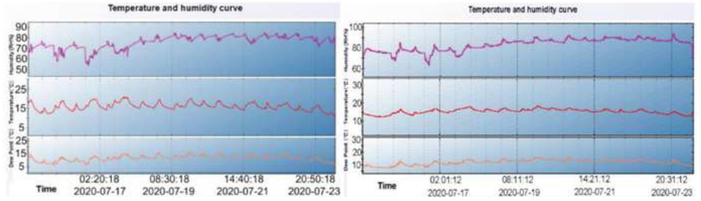
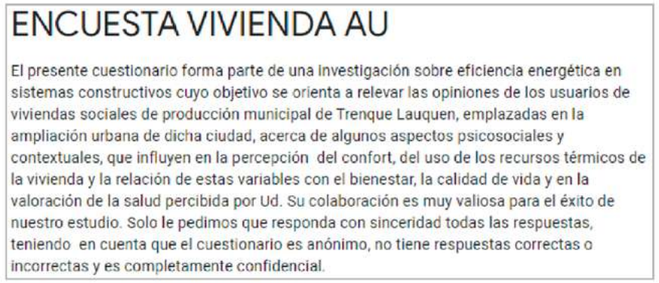


Fig. 5: Comedor calefaccionado (17-23/7/2020) y Fig. 6 Dormitorio no calefaccionado (17-23/7/2020).

Fuente: elaboración propia en base a los datos recogidos


ENCUESTA VIVIENDA AU

El presente cuestionario forma parte de una investigación sobre eficiencia energética en sistemas constructivos cuyo objetivo se orienta a relevar las opiniones de los usuarios de viviendas sociales de producción municipal de Trenque Lauquen, emplazadas en la ampliación urbana de dicha ciudad, acerca de algunos aspectos psicosociales y contextuales, que influyen en la percepción del confort, del uso de los recursos térmicos de la vivienda y la relación de estas variables con el bienestar, la calidad de vida y en la valoración de la salud percibida por Ud. Su colaboración es muy valiosa para el éxito de nuestro estudio. Solo le pedimos que responda con sinceridad todas las respuestas, teniendo en cuenta que el cuestionario es anónimo, no tiene respuestas correctas o incorrectas y es completamente confidencial.

Fig. 7: Encabezado de la encuesta a los usuarios de vivienda a través de Google Forms

Fuente: elaboración propia

La encuesta aún se encuentra en estado de gestión (recepción de respuestas) y pendiente de evaluación de resultados (a la espera de poder completar un universo representativo)

- Propuesta y evaluación de mejoras de obra nueva y rehabilitación: se determinaron oportunidades de mejora para las diferentes partes de la envolvente de la vivienda (Tabla 5), definidas a partir de su bajo costo, facilidad de ejecución y capacidad de adaptarse a proyectos a construir y a viviendas construidas y habitadas. Estas mejoras fueron introducidas en sucesivas modificaciones de las viviendas base estudiadas, obteniéndose mejoras de reducción de la demanda de energía de climatización de hasta un 35%.

Cerramiento	Medida de mejora térmica
1. Techo	1.1 Aislamiento: capa de 7 cm de poliestireno expandido (proyecto: entre clavaderas y rehabilitación nueva cubierta de chapa). 1.2 Aislamiento + reflexión solar: Lo mismo que en el caso anterior, pero con pintura blanca exterior.
2. Paredes exteriores	2.1 Aislamiento exterior: capa de mortero aislante de 4cm de espesor sobre pared existente. 2.2 Aislamiento interior: capa de lana de roca de 4 cm de espesor y recubrimiento de placa de cartón yeso.
3. Carpinterías	3.1 Aislamiento: doble vidrio hermético DVH 4 - 9 - 4 mm (vidrio-aire-vidrio) 3.2 Aislamiento + reflexión solar: lo mismo, pero con un vidrio exterior que reduzca el factor solar a 0,6.
4. Suelo	4.1 Aislamiento superior: capa de alfombra de lana de 10 mm de espesor. 4.2 Aislamiento inferior: capa de 5 cm de poliestireno extruido bajo el contrapiso (aplicable solo en proyecto).

Tabla 5: Principales resultados de la evaluación energética Fuente: elaboración propia

- Diseño y programación del sistema informático de ayuda: los resultados de la investigación se integran en un sistema informático que permite, mediante la entrada de datos de un caso de vivienda unifamiliar y su procesado en relación con los datos existentes, visualizar un informe en el que se listan las medidas de mejora y su repercusión en cuanto a ahorro energético y económico así como mejoras de confort.

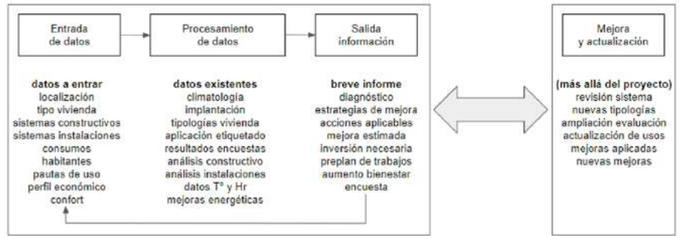


Fig. 2: Ejemplo de una solución de mejora térmica de paredes exteriores, con valoración económica

Fuente: elaboración propia

Este sistema informático, que aún se encuentra en fase de ajuste final, es un piloto demostrativo que se pretende mejorar y ampliar en investigaciones posteriores. Se encuentra alojado en servidores locales y aún no es accesible de forma pública.

CONCLUSIONES

· Tecnológicas: se aporta una combinación de técnicas, innovadora a nivel regional, que consiste en la evaluación de la calidad térmica de la envolvente mediante el uso relacionado de datos estáticos (modelo espacial,

orientación, componentes constructivos y de instalaciones) y dinámicos (termografía, perfil de uso, simulación dinámica), así como también económicos y sociales obtenidos mediante encuestas a los usuarios.

· De viabilidad económica: tomando como base el precio mejora energética de la vivienda unifamiliar promedio a clase A de etiquetado de 2.300 $/m2 (FI-UBA 2022) y el precio para la construcción de vivienda agrupada tipo PH según costos de construcción publicados por Clarín ARQ 26/10/2022 de 98.500 $/m2, la relación costo mejora a clase A / costo general de construcción es del 2,3%. La relación de acuerdo con las mejoras propuestas en el PID, que no alcanza esa calificación pero obtiene un ahorro de hasta de energía de un 35%, se sitúa entre el 1% y el 1,5%.

· De proyección en el área de influencia: de los resultados del estudio se podrán beneficiar tanto municipios vecinos como técnicos particulares. También se realizará la presentación del material previsto en el informe final a los colegios de arquitectos, CAPBA D7, e ingenieros, CIPBA DIII, de la Provincia de Buenos Aires.

· De vinculación tecnológica: se han establecido contactos de colaboración estables con la Red Tecnológica Nacional sobre eficiencia energética REDTECNEE, el Centro de Investigación en Energía y Ambiente (CEA) de la Facultad Regional Delta de la UTN, la asociación ASHRAE Argentina, la Dirección Nacional de Energías Renovables y los municipios de los partidos de Rivadavia, General Villegas, Carlos Pellegrini, Tres Lomas, Salliqueló y Olavarría, además de Trenque Lauquen.

· De capacitación y diversificación de servicios: los investigadores y becarios están adquiriendo nuevos conocimientos a partir del desarrollo del proyecto y también gracias a su participación en el curso sobre el Aplicativo en línea, del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas, así como otros programas de capacitación en estrategias pasivas de mejora energética y de confort dictados por la propia UTN, la Administración Pública y entidades privadas.

AGRADECIMIENTOS

Otros miembros del equipo de investigación: Silvia García (investigadora de apoyo), Lucila Calvo (becaria graduada BINID), Cristian Rodríguez (becario alumno UTN-SCYT), Yamila Rosa (becaria alumna UTN-SCYT), Lucía Balbi (becaria alumna UTN-SAE) y Eduardo Álvarez (becario alumno UTN-SAE).
Instituciones: Municipalidad de Trenque Lauquen, Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires Distrito 7, Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires, Distrito III.

Colaboradores: Florencia Donet, Coordinadora de Eficiencia Energética en Edificaciones y Sector Público, Dirección Nacional de Energías Renovables, Secretaría de Energía de la Nación. Anna Pagés, profesora del Máster universitario en Intervención Sostenible en el Medio Construido. MISMeC, Universidad Politécnica de Cataluña y Lola Juri, Societat Orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· (MTL 2020) Proyecto de Ampliación Urbana de la ciudad de Trenque Lauquen www.trenquelauquen.gov.ar/la-ciudad/ampliacion-urbana/
(ASADES 2017) Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. Evaluación de la performance energética y el estado de conservación de una envolvente a través de la termografía (Vol. 5) http://actas.asades.org.ar/index.php/asades/asades2017/paper/view/2070/0
· (Miceli et al 2015) Miceli, A., Massaccesi, J., Patricio, M., Diseño bioambiental, sentir es el secreto, Arquitectura Sustentable - Jornadas de Materiales, Sustentabilidad y Mantenimiento (Cabrerizo 2012) Cabrerizo, B. Evaluación del confort térmico en viviendas con cerramientos de mampostería de ladrillo cerámico. Revista Investigación & Desarrollo. Vol. (1), 71–83
· (MiDePro 2020) Min. Desarrollo Productivo, Energía y Efic. Energética, Etiquetado de Viviendas https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en- edificaciones/etiquetado-de-viviendas
· (OpenStudio 2020) OpenStudio®, Alliance for Sustainable Energy, LLC. NREL, National Laboratory of the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, www.openstudio.net
· (Salas 2011) Salas, G., Herramienta g-IRAM-11604, licencia Creative Commons, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de arquitectura, Urbanismo y Diseño.
· (MISMeC 2020) Máster en Inter. Sostenible en el Medio Construido, U. Politécnica de Cataluña, https://www.upc.edu/es/masteres/intervencion-sostenible-en-el-medio-construido-mismec
· (SVS 2019) Sello de Vivienda Sustentable, Secretaría de Vivienda, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda www.argentina.gob.ar/noticias/nuevo-sello-de-vivienda-sustentable
· (CTE 2019) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), Código Técnico de la Edificación de España, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento, www.codigotecnico.org
· (CE 2021) Certif. de Efic. Energética de edificios, Min. Trans. Ecológica y Reto Demográfico, https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Paginas/certificac ion.aspx
· (SO 2020) Societat Orgànica, cooperativa para mejora de sostenibilidad de la edificación desde 2004. Asesoría, docencia, comunicación e I+D+i, con intervención en más de 100 edificios, www.societatorganica.com
· (GBCe 2020) Green Building Council España, organización de edificación sostenible constituida en 2008. Pertenece al World Green Building Council y ha desarrollado el sistema de certificación VERDE, https://gbce.es/
· (WeatherSpark2020) Weather Spark, informe sobre el clima típico basado en un análisis de datos históricos entre 1980 y 2016 de la estación Aeropuerto de General Pico, corregidos para la situación de Trenque Lauquen. https://es.weatherspark.com/y/28456/Clima-promedio-en-Trenque-Lauquen-Argentina-durante- todo-el-a%C3%B1
· (Pegasus2020) datos meteorológicos en tiempo real de la ciudad de Trenque Lauquen, de la estación meteorológica municipal en el Club de Planeadores, mediante la aplicación Pegasus Mobile, https://www.trenquelauquen.gov.ar/tramites-y-servicios/sensores-climaticos/
· (FI-UBA 2022) Estudio del departamento del Departamento de Energía de la Universidad de Buenos Aires, sobre el impacto de la mejora del aislamiento térmico en viviendas de distintas zonas climáticas de Argentina, consultado en Democracia el 20 de noviembre de 2021 https://www.diario-democracia.com/diseno-y-construccion/251968-importancia-calificar- propiedades-segun-su-eficien/

XII Creta

Área C – Extensión

Eje 1

DISEÑO PIRORRESISTENTE

FIRE RESISTANT DESIGN

Alejandro Alvarez
Mario Flumiani
Sergio Reiloba

Laboratorio higiene, seguridad y ergonomía laboral - LHISEL

FAUD — UNSJ, San Juan, Argentina

—

lhisel@faud.unsj.edu.ar

RESUMEN

DISEÑO PIRORRESISTENTE: es una herramienta proyectual que nos permite crear conciencia de la importancia de incorporar conceptos de prevención y mitigación de siniestros desde el inicio del proyecto, tanto como un condicionante de diseño ineludible a tener en cuenta, (de la misma importancia que los condicionantes sismorresistentes en nuestra región), como también la necesidad de incorporarlos como una medida preventiva, con acciones específicas que permitan mitigar, disminuir y hasta evitar pérdidas materiales y principalmente humanas ante un siniestro.
Este trabajo apunta a evitar el ERROR del factor humano en la toma de decisiones, en el tiempo anterior y posterior al siniestro, con un diseño adecuado del edificio y sus instalaciones, con una capacitación del personal o personas de uso permanente, con un seguimiento de los niveles de adecuación a las normas vigente, todo esto a través de un DISEÑO PIRORRESISTENTE que incluye no solo el diseño de las instalaciones contra incendios sino el diseño intergral del edificio adecuado a las normativas vigentes y a la implementación de un PROGRAMA DE SEGURIDAD INTEGRADA que permita la toma de decisiones adecuadas en el caso de un siniestro.

PALABRAS CLAVES: concientización – seguridad integrada – herramienta proyectual

ABSTRACT

FIRE-RESISTANT DESIGN: it is a design tool that allows us to create awareness of the importance of incorporating accident prevention and mitigation concepts from the beginning of the project, as well as an unavoidable design condition to be taken into account, (of the same importance as the conditions earthquake-resistant in our region), as well as the need to incorporate them as a preventive measure, with specific actions that allow mitigating, reducing and even avoiding material and mainly human losses in the event of an accident.
This work aims to avoid the ERROR of the human factor in decision making, in the time before and after the accident, with an adequate design of the building and its facilities, with training of personnel or people of permanent use, with a follow-up of levels of adaptation to current regulations, all this through a FIRE-RESISTANT DESIGN that includes not only the design of fire-fighting installations but also the comprehensive design of the building appropriate to current regulations and the implementation of an INTEGRATED SECURITY PROGRAM that allows making the right decisions in the event of an accident.

KEY WORDS: awareness – integrated security – design tool

INTRODUCCIÓN

En nuestra zona sísmica ya tenemos incorporado el concepto de diseño sismo-resistente, y lo mismo sucede en cada zona o región donde suceden fenómenos naturales (huracanes, tifones, sismos, grandes lluvias, etc.) pero el fenómeno del incendio no es propio de una zona o región en particular, por el contrario está presente en cualquier lugar donde las condiciones (climáticas, de almacenamiento, constructiva, y muchos otros etc.) sean favorables para que se produzca, sin importar lugar, tipo de edificio, hora del día ni nada, solo lo que podemos hacer es realizar un buen diseño que mitigue los efectos del incendio.

En San Juan han sucedido incendios de grandes proporcione uno en casa SAENZ (2004) (venta de calzados), otro en el edificio del RECTORADO DE LA UNSJ (2004), y otro en ZOBERMAN (2004 y 2017) (fábrica de indumentaria), estos siniestros con características similares:

- lugares no adecuados o poco adecuados para las funciones que desarrollaban,
- escaso control sobre los elementos depositados,
- sistema contra incendios no adecuado,
- difícil accesibilidad para bomberos,

Pero a pesar de que por suerte en San Juan no hubo que lamentar victimas humanas, las pérdidas materiales fueron totales, y casi con riesgo de afectación de las estructuras, pudiendo hacer un paralelo con lo sucedido en otros incendios en Argentina y Latinoamérica, como los deCLÍNICA NEUROPSIQUIÁTRICA SAINT EMILIEN-Arg- (1985-78 víctimas), DISCOTECA REPÚBLICA CROMAGNÓN-Arg- (2004-194 víctimas), SUPERMERCADO YCUÁ BOLAÑOS-Par- (2014-327 víctimas), DISCOTECA KISS-Bra-(2014-235 víctimas), DEPÓSITO IRON MOUNTAIN-Arg- (2014-10 víctimas), donde además de los daños materiales SÍ hubo que lamentar gran cantidad de víctimas, y donde los factores antes expuestos también se evidenciaron, con la aparición del factor humano en ese momento que toma una decisión que produce las víctimas fatales.

Siendo este punto: el FACTOR HUMANO el que muchas veces es el que produce mayor cantidad de pérdidas ya sean materiales y humanas, ya sea por por una decisión del momento (cerrar las puertas) o por una decisión anterior (sobrecargar depósitos con materiales muy combustibles).

Estetrabajoapunta entonces a evitar ese ERROR del factor humano en la toma de decisiones, en el tiempo anterior y posterior al siniestro, con un diseño adecuado del edificio y sus instalaciones, con una capacitación del personal o personas de uso permanente, con un seguimiento de los niveles de adecuación a las normas vigente, todo esto a través de un DISEÑO PIRORRESISTENTE que incluye no solo el diseño de las instalaciones contra incendios sino el diseño integral del edificio adecuado a las normativas vigentes y a la implementación de un PROGRAMA DE SEGURIDAD INTEGRADA que permita la toma de decisiones adecuadas en el caso de un siniestro.

La aplicación efectiva de la ley 19.587 y su decreto reglamentario, la aparición de los programas de higiene y seguridad en las industrias y construcciones y principalmente la toma de conciencia de la población de la necesidad de contar con una adecuada protección contra incendios (una de las principales causas de desastres a nivel mundial cobrando vidas y costos económicos) hace necesario que los arquitectos, como diseñadores de espacios incorporemos dentro de nuestra formación este nuevo concepto de DISEÑO PIRORRESISTENTE, que no es solamente aplicar aquellas normativas y reglamentaciones estipuladas para combatir o prevenir un incendio, sino es formar conciencia en nuestros clientes y futuros usuarios que el riesgo de incendio está siempre latente, y por lo tanto puede aparecer en el momento menos esperado.

METODOLOGÍA

1º- IMPORTANCIA Y ESTADISTICAS

Un siniestro significa a veces pérdida de vidas humanas y siempre pérdidas materiales, y que puede afectarse parcial o totalmente al edificio, es por ello que podemos traducir todas estas pérdidas en parámetros económicos que pueden determinarse perfectamente, y si hacemos una comparación entre esa pérdida económica y la inversión necesaria para evitarla , por ejemplo la pérdida económica en el incendio del RECTORADO DE LA UNSJ rondaría en los 2 a 3 millones de dólares entre lo quemado en el siniestro y lo necesario para adecuar nuevamente el edificio, sin tener en cuenta la pérdida de documentación, información, obras de arte, y otros elementos no valorables económicamente, pudiendo haberse evitado con una inversión en un adecuado diseño pirorresistente y un programa de seguridad integrado de alrededor de un 10 a un 20% del costo del siniestro, salvaguardando la documentación e información necesaria para su normal funcionamiento.

Concepto de riesgo y peligro.

Actualmente los términos riesgo y peligro son usados habitualmente, entendemos que es una necesidad comprender cabalmente el significado de los mismos como inicio de la comprensión de la problemática que nos ocupa.

El concepto de riesgo podemos definirlo como una contingencia o proximidad a un daño, y deberá asociarse a la posibilidad de “perder”, que solo puede dar como resultado un efecto adverso o no, en síntesis: perder o no perder.

El riesgo se encuentra íntimamente relacionado con el peligro que lo podemos definir como la condición que puede producir efectos adversos sobre la optima utilización de los recursos humanos y de la propiedad.

Todas y cada una de las actividades humanas en sus diferentes actividades laborales llevan implícito el riesgo durante su desarrollo, porque es factible que al ejercerlas nos den algún resultado adverso o no es decir se da el riesgo puro.

Nos queda claro que al hablar de riesgo siempre nos referimos a que existe la posibilidad de perdida por lo que se puede afirmar que si no existe la posibilidad de perder no existe el riesgo puro, en consecuencia, evitar los riesgos puros significaría que se pretende eliminar todas y cada una de las posibilidades de tener perdidas, pero eliminar el riesgo es poco menos que imposible, debemos convenir que no es habitual hablar de eliminación de riesgo, porque siempre esta presente.

Para una mejor comprensión debemos referirnos al concepto mencionado al principio, el peligro o condición de producir efectos adversos, habría que describir la condición peligrosa, tanto material como personal y social, para poder definir la situación de peligro concreto. Decimos que hay peligro cuando descubrimos, conocemos o percibimos que existe una o más situaciones peligrosas.

Podemos afirmar que el control de riesgos se basa en evitar las condiciones peligrosas, en reducir y eliminar peligros.

Gestión integrada de la prevención

La Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo establece claramente el principio de integración, de forma que todas las personas deben participar en la actividad preventiva, ya que ella forma parte de su trabajo diario.

La Gestión Integrada de la Prevención tiene beneficios desde el punto de vista de la prevención de riesgos, de la mejora de condiciones de trabajo, y de la mejora de la competitividad; en definitiva, persigue la mejora de la Calidad de Vida Laboral.

Un Sistema de Gestión Integrado debe establecer las responsabilidades a todos los niveles, desde la Dirección, la línea de mando y los trabajadores, y consta de una serie de Actividades o Técnicas de Gestión que actúan en las diversas etapas de control de la Cadena Causal

Método para la mejora continua de la seguridad en el trabajo.
La prevención de riesgos precisa de una puesta al día continua, en paralelo con las necesidades que van apareciendo en la institución, y que llevan consigo cambios en las personas, las materias, los procesos, las exigencias de los consumidores, etc. Estos cambios traen consigo la aparición de nuevos riesgos, que hay que evaluar e integrar en el Plan de Prevención; que debe ser algo dinámico, en continua progresión, en pos del objetivo último de mejora del nivel de vida laboral.

Prevención y protección contra incendios
La prevención y protección contra incendio, comprende el conjunto de condiciones que se debe observar en todo otro lugar, vehículo o maquinaria, donde exista riesgo de fuego.

Se deberá definir la tipología y cantidad mínima de elementos de protección y de extinción de incendios e inspeccionar con la periodicidad que asegure su eficaz funcionamiento.

Los objetivos a cumplir son:
· Impedir la iniciación del fuego, su propagación y los efectos de los productos de la combustión.
· Asegurar la evacuación de las personas.
· Capacitar al personal en la prevención y extinción del incendio.
· Prever las instalaciones de detección y extinción.
· Facilitar el acceso y la acción de los bomberos

Estadísticas de incendios nacionales y de la Provincia de San Juan
Del análisis de las estadísticas nacionales y provinciales y en base a las entrevistas realizadas con el Comisario Rogelio Alcayaga, (ex -Jefe del Departamento de Bomberos de la Policía de la Provincia de San Juan), se puede determinar que , si bien las victimas fatales en relación con la cantidad de incendios son pocas, el costo de los incendios, no solo el costo directo de las pérdidas materiales de bienes muebles e inmuebles, sino también el costo oculto del incendio (horas/hombre o trabajo perdidas, ventas no realizadas, tiempo perdido, adecuación de nuevas instalaciones, etc), es considerable, pero muchos de los siniestros podrían haberse evitado o al menos mitigados de haber tenido un diseño adecuado , apoyado con un planificación en caso e emergencia, siendo estas pautas las que germinaron el embrión de esta propuesta integradora.

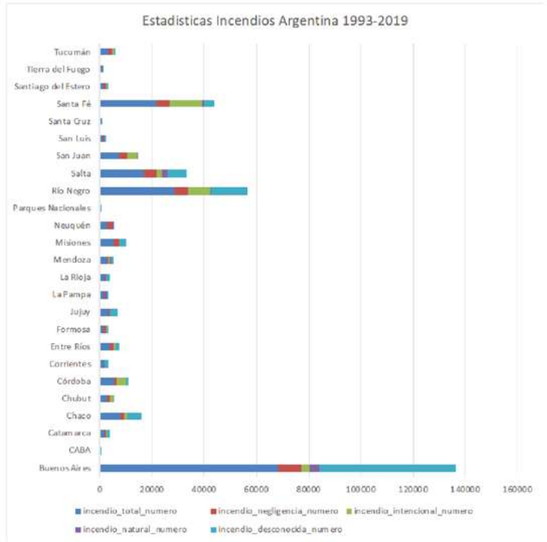


Figura 1. Estadisticas incendios Argentina. Causas y cantidad de incendios por provincia. Cantidad de incendios ocurridos por provincia según causas principales. https://datos.ambiente.gob.ar/dataset/12f60bea-3225-4375-935c-1fb9ebe3ef57/archivo/93c2f293-9698-4457-92cf-e07856d8edb2

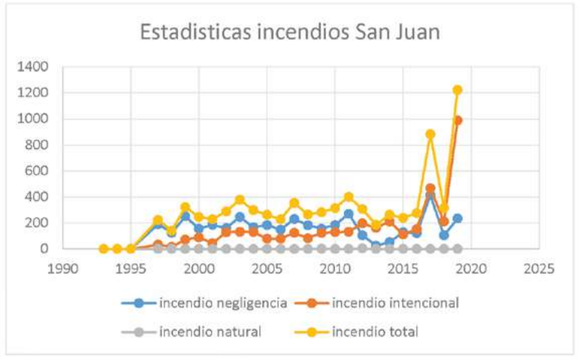


Figura 2. Estadisticas incendios San Juan. Causas y cantidad de incendios por provincia. https://datos.ambiente.gob.ar/dataset/12f60bea-3225-4375-935c-1fb9ebe3ef57/archivo/93c2f293-9698-4457-92cf-e07856d8edb2

2º- DISEÑO PIRORRESISTENTE
"... diseño implica un conjunto de acciones planificadas, razonadas de acuerdo a un plan previamente establecido para dar solución a una problemática dada de modo eficiente. Esto permitirá al profesional determinar estrategias comunicacionales, programas de acción complejos tanto como resolver la más elemental de la piezas. Y entender que la suma de las comunicaciones asumen un rol más amplio y complejo que la simple comunicación,
Y no poco tendrá que ver qué rol cabe a quienes enseñamos diseño, ya que desde el lugar de la docencia no sólo se ponen al alcance las herramientas, saberes, instrumentos conceptuales y operativos para formar profesionales, sino que, algunos desde el ejercicio y otros desde la reflexión que éste conlleva o ambos, estamos transmitiendo un conjunto de variables y modelos para entender, producir, construir las bases de un pensamiento crítico y ejercer el diseño.
Creemos que la cuestión se define más bien por el grado de conciencia y compromiso que el individuo diseñador tiene respecto de la sociedad en que vive y del ejercicio del plano deontológico del profesional, que entra en el campo de sus decisiones particulares..."

Ventajas del Diseño Pirorresistente
Se necesita que se expliciten algunas de las ventajas que proporciona el desarrollo de un Diseño Pirorresistente, entre otras cosas,
· salvaguardar vidas y bienes,
· aumentar la productividad y la calidad,
· eliminar o disminuye imprevistos e improvisaciones,
· detectar anticipadamente las condiciones peligrosas,
· obligar a los Profesionales en todos los niveles a conocer bien la obra en todos sus detalles y organización,
· delimitar perfectamente las responsabilidades
No es fácil pretender que los Proyectistas de hoy, cambien radicalmente de la noche a la mañana las formas de proyectar y materializar las obras, a que están acostumbrados. Los Proyectistas actuales no se hallan vinculados a la existencia humana que participa de sus obras, por lo tanto no se entregan a fondo en la consideración de ese "mundo" de seres que colaboran en la concreción de sus ideas.
Muchos son los ingenieros y arquitectos que en su época de estudios no tuvieron formación en tal sentido, pero al menos saben lo que importa es su relación directa con toda la existencia humana. El avance de las Ciencias Sociales y el sentido de la protección de la vida humana, obligan al Proyectista a una reconsideración de su comportamiento.

El Proyectista debe ser un analista de aspectos vitales y saber transferirlos a un complejo orgánico. Hay una transformación, a la investigación de formas ha incorporado su responsabilidad comunitaria.

3º PAUTAS DE DISEÑO PIRORRESISTENTE

Para definir las pautas de diseño pirorresistente de un edificio, se debe conocer:

· Los materiales a usar: sus características, ubicación, cantidades y procedimientos constructivos.

· Topografía del terreno circundante; tipo de construcciones vecinas (materiales usados), etc.

· Condiciones ambientales: humedad relativa, temperatura ambiente, tormentas eléctricas, precipitaciones, incendios forestales, vientos fuertes, temblores, inundaciones (todas causas posibles de incendios).

· Las distintas actividades predominantes en el edificio.

· En caso de tratarse de un edificio industrial es necesario conocer el proceso de fabricación como un todo y en particular, los procedimientos más seguros y los materiales intervinientes.

El estudio conjunto de todos estos factores da el tamaño del problema: las pérdidas máximas probables, para poder compararlas con el costo de la protección y deducir el nivel de protección.

También permite apreciar el tamaño del fuego, de su zona de influencia, propagación, zona de daño térmico, zona de daño químico, riesgo de vida dentro del edificio y posible propagación a construcciones vecinas.

Este análisis es la base del diseño pirorresistente y junto con el estudio económico de los recursos disponibles dirá donde se coloca y el tipo de protección a utilizar.

Protección contra incendios

Se acostumbra a considerar la protección contra incendio dividida en: a) Protección Pasiva o Estructural y b) Protección Activa o Extinción.

a) Proteccion pasiva o estructural

Corresponde a la Protección Pasiva o Estructural prever la adopción de las medidas necesarias para que, en caso de producirse el incendio, quede asegurada la evacuación de las personas, limitado el desarrollo del fuego, impedidos los efectos de los gases tóxicos y garantizada la integridad estructural del edificio.

Para lograr estos objetivos se tienen en cuenta dos aspectos básicos en la concepción del edificio: diseño y estructura. El estudio y diseño de las características de los medios de escape, la sectorización, la resistencia al fuego de los distintos elementos constructivos, las condiciones de seguridad de las instalaciones y el equipamiento necesario para cada caso particular pertenecen al dominio de esta rama de la Protección.

Los principios de la proteccion pasiva o estructural

El objetivo fundamental de la protección estructural o pasiva, es posibilitar el salvamento de vidas. Para ello debe adoptarse diferentes medidas que prevean esta situación, tales como:

· Limitar el desarrollo del fuego y el desplazamiento de los productos de la combustión, sectorizando el edificio, de esta manera, se facilitará la extinción, se reasegurará la preservación de los medios de escape y el siniestro solo originará daños menores.

· Dotar al edificio de medios de escape adecuados y garantizarse que, en caso de incendio, los mismos conservarán su integridad física y sus condiciones de uso normal.

· Asegurar la integridad física de los elementos estructurales y constructivos, que dependerá de la resistencia al fuego de los mismos. Para poder ser utilizados deberán ser estancos al fuego, humo y gases del incendio; señalizados; ventilados e iluminados permanentemente; diseñados y dimensionados de manera que puedan recibir sin inconvenientes el caudal humano que ha de transitarlos en la emergencia.

La Protección estructural presenta características particulares para cada edificio, en función del riesgo que su uso representa.

b) Proteccion activa o extinción

La Protección Activa destinada a facilitar las tareas de ataque al fuego y su extinción presenta dos aspectos: público y privado. El primero contempla todo lo relacionado con las labores operativas de los Cuerpos de Bomberos y sus materiales; el segundo, la disponibilidad de elementos e instalaciones para atacar inicialmente al fuego y procurar su extinción. Dentro de este segundo aspecto se incluye también la organización y entrenamiento de cuerpos de bomberos internos en las fábricas.

La división de la Protección contra Incendio en estas ramas es puramente formal y se realiza al solo fin de ordenar y facilitar los estudios. No constituyen dichas ramas "compartimentos estancos": sus reglamentos y normas frecuentemente se ocupan de temas comunes a ellas.

Es el caso, por ejemplo, de las normas sobre el manejo, transporte, almacenamiento y expendio de materias inflamables en los establecimientos industriales o comerciales. Los aspectos referidos a las cantidades existentes en los lugares de trabajo, diseño de los recipientes que los contienen, condiciones para el transporte, precauciones en la manipulación, medidas generales de seguridad, etc. son del dominio de la Prevención; las características constructivas de los depósitos para el almacenamiento y su situación con respecto a otros ambientes; a la vía pública y edificios linderos están dentro del campo de la Protección Estructural y los equipos e instalaciones para favorecer la extinción se encuadran en los objetivos de la Protección Activa.

La realidad del incendio muestra que sus consecuencias son tanto más graves cuanto más se aparta el diseño del edificio y la materialización de su estructura de una efectiva protección estructural.

La investigación pericial, en efecto, al estudiar el desarrollo del fuego suele poner en evidencia esas deficiencias. Por ejemplo, si los medios de escape son invadidos por el humo y gases del incendio, lo cual, en muchos casos, suele ocurrir en muy breve lapso a partir del comienzo del fuego, quedan inutilizados como vías de salida.

Si el incendio se propaga y adquiere gran intensidad, puede poner en peligro la estabilidad de las estructuras y elementos constructivos no diseñados con una resistencia al fuego adecuada, llevándolos inclusive a experimentar daños irreparables y aún el colapso.

El incendio declarado, por otra parte, suele poner en evidencia los defectos y vicios de la construcción que frecuentemente, son los verdaderos responsables de los daños o derrumbes originados durante el desarrollo del siniestro y posterior a él. Debe afirmarse, por otra parte, que el derrumbe de un edificio a consecuencia de un incendio no es admisible por sí solo: sino que revela una deficiente concepción, una mala construcción o un uso inadecuado.

La sectorización tiende a localizar el siniestro dentro de límites físicos predeterminados. La falla y la consiguiente propagación del incendio se produce a veces a través de aberturas, tuberías o conductos de instalaciones o servicios centrales que atraviesan los muros destinados a constituir barreras contra el fuego; por juntas de dilatación faltas de estanqueidad o por huecos de ascensores o escaleras que, siendo accesibles al fuego y humos, funcionan como verdaderas chimeneas y dan lugar a la generalización del evento.

Los frentes de un edificio también son límites de un sector de incendio, ya que por los mismos puede propagarse el fuego hacia otros niveles.

4º- PROGRAMA DE SEGURIDAD INTEGRADA

No debe aceptarse la idea de resolver los problemas después de aparecido el riesgo, en este aspecto, el PROYECTISTA es el primer implicado en la seguridad y el primer responsable. Por la tanto, la Seguridad debe integrar el Proyecto y no ser un añadido en la ejecución.

Puede definirse la Seguridad Integrada como: "la inclusión en el Proyecto y correspondiente legajo técnico, de las medidas de prevención de riesgos que la ejecución y el uso posterior puedan generar".
Usualmente toda obra civil comienza a partir de una serie de premisas y necesidades, con ello puede establecerse un "programa" que debe cubrir todos los requerimientos prefijados, y de ahí en más pasar a la elaboración de un "anteproyecto" que servirá de base al proyecto definitivo.
En esta etapa es cuando debe iniciarse (y aún antes, paralelamente a la concepción del anteproyecto) un "planeamiento" de seguridad, de manera que proyecto y seguridad se vayan concretando simultáneamente.
Hay cuatro aspectos que merecen destacarse en la concepción de la Seguridad Integrada;

1. la seguridad resistente, que abarca estudio de suelos, estructura, etc.,
2. la seguridad funcional, que contempla la prevención de riesgos en el uso y en el tipo de materiales que puedan resultar peligrosos, sin olvidar por cierto el bienestar psíquico (claustrofobia, etc.)
3. La seguridad ecológica, o sea la previsión de la interacción con el medio ambiente
4. la seguridad operativa, en el plano puramente constructivo previniendo los riesgos en las tareas. M. Jackie Boisselier, Presidente de la Asociación Francesa de Ingenieros de Seguridad y Médicos de Trabajo, y Director General de la Sociedad Corporativa de Higiene y Seguridad de Francia, dice que la "seguridad operativa" debe inspirarse en la técnica adoptada (organización de obra, método de trabajo, materiales, etc.) y en las protecciones previstas (colectivas e individuales)

La Seguridad Integrada debe reflejarse en los planos, mediante detalles precisos: del tipo, lugar y momento en que debe usarse determinada protección; en las especificaciones, contenidas en pliegos que constituirán parte de la contratación y en el presupuesto, determinando los costos de amortización de los elementos de seguridad a emplear y el costo del personal afectado.
La inversión en seguridad, es redituable pues la sensación de seguridad que experimenta un operario en condiciones carentes de peligrosidad, aumenta la productividad y sin duda la calidad. En cuanto a la factibilidad de concretar la Seguridad Integrada en los proyectos, puede afirmarse que no es una utopía en absoluto. Por otra parte, esta se aplica en licitaciones oficiales obligatoriamente en numerosos países y en mayor escala aún en empresas constructoras de naciones que no poseen condiciones diferentes de las que pueden presentarse en Argentina.
Este PROGRAMA DE SEGURIDAD INTEGRADA debe constar de diferentes planes que acompañen las etapas de la vida útil del edificio, desde su materialización en la obra hasta su correcto uso definitivo.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es comenzar a crear conciencia, en la formación de los futuros profesionales del diseño, de la importancia de incorporar estos conceptos desde el inicio del proyecto, como un condicionante de diseño ineludible a tener en cuenta, (de la misma importancia que los condicionantes sismorresistentes en nuestra región), y en el medio de la necesidad de incorporarlos como una medida preventiva, con acciones específicas que permitan mitigar, disminuir y hasta evitar pérdidas materiales y principalmente humanas ante un siniestro.
Las acciones a desarrollar, por ello, abarcan tres ámbitos de incidencia:

- Hacia los profesionales del medio con la presentación de esta ponencia en diferentes foros de discusión en los cuales se espera un aporte de ideas y críticas a este concepto de Diseño Pirorresistente,
- Hacia los futuros profesionales: en este caso, con la presentación de una cátedra electiva dentro del plan de estudios de la carrera de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNSJ, para el ciclo lectivo 2023.
- Hacia el medio: con una serie de artículos en publicaciones locales y profesionales, y conferencias y charlas a entidades que lo requieran.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor

· Pereyra, N (2006) *Diseño: Teoria y Reflexion* Editorial Kliczkowski-Buenos Aires

Trabajos presentados en reuniones y conferencias:

· Alvarez, A (2004) *Diseño Pirorresistente* Ponencia presentada en ARQUISUR 2004-XXIII Encuentro Arquisur" y "VIII Congreso – Arquitectura en Zona de Alto Riesgo.27 al 30 octubre de 2004 - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. UNSJ - San Juan, Argentina

· Alvarez, A (2022) *Diseño Pirorresistente* Ponencia presentada en Encuentro Día de la Higiene y Seguridad-21 abril 2022-Consejo de Profesionales de Higiene y Seguridad en el Trabajo- San Juan, Argentina

Recursos y documentos publicados en internet

Sitio web:

· Edwardsfiresafety (2022) Disponible en: www.edwardsfiresafety.com/en/us/

Libro, folleto o serie monográfica en línea:

· America Burning (1973) *Report of the National Commission on Fire Prevention and Control* Disponible en: https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fa-264.pdf

Artículo de revista en línea:

· Alvarez, A (2004) Diseño Pirorresistente-(2004) Disponible en:https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/des-15612

Trabajos presentados en reuniones y conferencias:

· Alvarez, A (2004) Diseño Pirorresistente-(2004) Disponible en: https://www.eird.org/esp/cdcapra/pdf/spa/doc15612/doc15612-contenido.pdf

PROTOTIPO DE MÓDULO SANITARIO INDUSTRIALIZADO

PROTOTYPE OF INDUSTRIALIZED SANITARY MODULE

Bianca Biagini
Guadalupe Gonzales
Juan Alegre
Alberto Ochoa
Gabriel Chiarito

Centro de Desarrollo Tecnológico

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
biaginibianca@gmail.com

RESUMEN

El proyecto se basa en el desarrollo de núcleos sanitarios procurando optimizar el modelo productivo industrial desarrollado por la empresa CEPSA, el "Modelo SCG 1887 STD", aplicado en viviendas industrializadas.
Se considera al núcleo sanitario como la celda base de un desarrollo mayor que viabilice soluciones habitacionales flexibles para cubrir el déficit habitacional, aplicados tanto en la vivienda social como en la vivienda de base crediticia, donde la incidencia porcentual de costos está fuertemente afectada por el paquete del servicio sanitario.
Se diseñó un prototipo de núcleo sanitario con tecnología modular sobre una estructura metálica normalizada con uso de aislaciones térmicas ecológicas e infraestructura de servicios exteriores para facilitar el montaje y la reparación, optimizando los tiempos de construcción y racionalización modular tecnológica para ajustar los costos materiales y de mano de obra.

PALABRAS CLAVES: módulo – tecnología – vivienda social

ABSTRACT

The project is based on the development of health centers trying to optimize the model industrial product developed by the association of companies CEPSA, the "Model SCG 1887 STD".
The sanitary nucleus is considered as the base cell of a greater development that makes viable flexible housing solutions to cover the housing deficit, applied both in the social housing and credit-based housing, where the percentage incidence of costs is strongly affected by the health service package.
A prototype of a sanitary nucleus with modular technology was designed on a structure normalized metal with use of ecological thermal insulation and service infrastructure exteriors to facilitate assembly and repair, optimizing construction times and technological modular rationalization to adjust costs.

KEY WORDS: module – technology – social housing

INTRODUCCIÓN

El proyecto desarrolla ajustes prototípicos para optimizar y flexibilizar el diseño de un módulo sanitario, extendido a núcleo-húmedo, mediante un acuerdo de vinculación tecnológica entre la Universidad, a través del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (FAPyD-UNR) y la firma metalmecánica CEPSA, localizada en la vecina ciudad de San Lorenzo.

El módulo de producción industrial tiene como características esenciales:

· Una estructura entramada que conforma un paralelepípedo metálico monolítico mediante plegados especiales diseñados y sometidos a ensayos en el IMAE (Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras, Instituto Oficial del sistema INTI) para verificar resistencia mecánica (viento, nieve, sismo, etc.). El modelo base SCG 1887 STD, verifica el nuevo Reglamento CIRSOC 101, 102, 103 y 104.

· La panelería de cerramiento multicapa está conformada por chapa trapezoidal exterior, alma de aislación térmica celulósica inyectada, barrera vapor de poliestireno, placa rigidizadora OSB y terminación interior en placa roca yeso (pintada o con revestimiento vinílico en zonas húmedas), con verificación IRAM 11.605 y 11.625.

· Las instalaciones son todas exteriores. Las de provisión de agua fría y caliente con montaje externo en contenedor pvc de sección rectangular con tapa inspección (cable canal), las de desagüe cloacal con polipropileno y juntas con o 'ring bajo piso y las infraestructuras eléctricas con cañería y teclas exterior visto.

Se desarrolló el prototipo extendiendo el núcleo sanitario a un esquema que incluya la zona de cocina (opcionalmente lavadero exterior) para proveer un sistema húmedo completo y acabado que constituya la potencial celda base de un desarrollo que viabilice soluciones habitacionales flexibles e integrales. Este dispositivo permite cubrir la demanda húmeda habitacional, aplicado tanto en la vivienda social como en la vivienda de base crediticia, donde la incidencia porcentual de costos está fuertemente afectada por el paquete del servicio sanitario.

En el diseño del módulo sanitario se emplean técnicas y materiales que permitan una construcción modular en fábrica, minimizando labores in situ. De esta manera, se produce, transporta, monta y acopla en el lugar de instalación definitiva con mínimas tareas y tiempos de obra, aprovechando las condiciones de normalización y estandarización propias de los sistemas industrializados. El tiempo de ejecución en fábrica de un módulo completo requiere un promedio de 3 jornadas laborales con 7 operarios en producción seriada.

El bajo peso del prototipo y las dimensiones generales, se contemplaron para facilitar las tareas logísticas de movilidad de fábrica a obra y de posicionamiento en el sitio elegido, lo que naturalmente redunda en costos muy ajustados en este ítem.

El diseño y fabricación industrializada se ajusta a las exigencias normativas (CIRSOC, IRAM, etc.) y parámetros de estandarización que aseguren un proceso constructivo y producto final que optimice el empleo de materiales y energías involucradas. El núcleo húmedo completo con artefactos sanitarios, grifería y mobiliario de cocina incluido se traslada al emplazamiento y solo queda como tarea in situ la conexión a red provisión de agua y desagüe cloacal.

Desde el punto de vista social, ambiental y productivo, el diseño contempla el uso de tecnologías innovadoras, reducción de costos y tiempos involucrados y generación de trabajo de mayor calidad. Se pretende producir un objeto tecnológico que no requiera materiales ni mano de obra y tecnología híper-especializada para su construcción y que se faciliten las tareas de posibles reparaciones de instalaciones, ya que todas quedan expuestas pero estéticamente contenidas. Es decir se propone un objeto tecnológicamente ajustado y funcional pero en los parámetros estético-culturales ("me gusta") estándar.

Fig. 1: Descarga del módulo desde el transporte.

Como antecedente de la producción de núcleos sanitarios a cargo de la Universidad, puede citarse el desarrollo a partir 1990 a través de una solicitud del SPV (Servicio Público de la Vivienda de la Municipalidad de Rosario) se creó el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de "Casapartes" conformado por representantes de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura de la UNR, la Universidad Tecnológica Nacional por medio de la Facultad Regional Rosario y la Fundación de la Universidad. Dicho Laboratorio buscó materializar las propuestas generadas y así lo hizo en un predio dentro de la Ciudad Universitaria de Rosario.

Si bien esta producción se desactivó, podemos indicar que hasta el año 2008 se produjeron más de 2500 módulos de hormigón premoldeado denominados MSP, entre otros productos. El Módulo Sanitario Prefabricado (MSP) se propuso resolver con rapidez el núcleo húmedo (baño, cocina, lavadero) de una vivienda reduciendo costos sin resignar control de calidad. Esta unidad contaba con los servicios de agua fría y caliente, gas y electricidad para el baño, cocina y lavadero en uno de sus tabiques de hormigón.

METODOLOGÍA

Para el módulo sanitario liviano, la metodología empleada es del tipo experimental prototípica optimizando el diseño fabril pre-existente, que fue sometido a análisis crítico y sobre el que se aplican criterios de eficiencia en el uso de materiales y de proceso de producción industrializado sin perturbar la calidad final del producto, ni las ventajas logísticas de la construcción industrial modular liviana.

Figura 2. Imágenes del prototipo en producción.

Los parámetros más destacados considerados fueron:

· Favorecer la continuidad del proceso productivo, evitando superposiciones de tareas y especialistas, producción continua. En este punto se destaca la inclusión del kit externo de distribución en lugar de la interrupción de montaje de la panelería multicapa por el de los operarios de instalaciones y la inclusión de aislaciones por inyección.

· Estandarizar el producto. En este particular al separar las tareas de montaje panelería de las de infraestructura de instalaciones es menester asegurar el grado de ajuste y tolerancia dimensional necesario. Este aspecto en la producción de la industria metalúrgica es culturalmente posible sin recalificación de la mano de obra disponible.

· Modulación. En este ítem se pretende modificar el esquema de cerramientos actualmente en desarrollo y constituye la segunda etapa de este proyecto. La idea a implementar es separar los cerramientos opacos plenos de los

que incluyen aberturas, este particular no se aplicó en el prototipo inicial pero se cuenta con disposición para implementarlo en un segundo ajuste.

· Procesos constructivos integrados. Se ha planificado la operatoria de manera de coordinar las tareas de montaje de panelería y de instalaciones. Este punto es particularmente crítico porque el prototipo (núcleo húmedo sanitario) tiene dimensiones interiores reducidas para el trabajo de varios operarios al mismo tiempo.

DESARROLLO

a. En relación a la propuesta de inclusión de instalaciones externas se busca reducir los tiempos de producción, porque se independizan tareas de montaje panelería de las de instalaciones, permitiendo que los equipos productivos trabajen en operatorias de manera separada.

En esencia:

• Se incorpora el circuito interno de distribución como sistema asociado a la manera de un kit de provisión adosado que se produce de manera independiente y se instala en un solo paso toda la "araña" de distribución. Solo se incorpora la grifería a las terminales roscadas una vez cumplidas las tareas de terminación final de revestimientos vinílicos y pintura.

• Se evita de esta manera la interrupción de tareas de montaje de las capas de panelería para incorporar el sistema de cañerías internas y fundamentalmente los debilitamientos estructurales lógicos de la aplicación de tramos horizontales de cañerías sobre montantes verticales.

• Se facilita a la vez las tareas de reparación y mantenimiento posteriores, ya que la distribución queda contenida en un ducto de agradable imagen que además tiene una tapa que puede desmontarse para la realización de posteriores reparaciones o modificaciones.

• Se facilita y asegura que la inyección del aislante celulósico espumado complete todos los espacios interiores de la panelería sin la obstrucciones posibles por la aparición de cañerías interiores.

b. En relación a la inclusión de "nuevos materiales", se ensayó el reemplazo de aislantes convencionales (poliestireno expandido, lana mineral, etc.) por una inyección controlada de espuma celulósica de origen reciclado. La inyección entre la cara externa de chapa metálica trapezoidal y el film de polietileno respaldado en el rigidizador de OSB mediante orificios superiores de éste no ocasionó mayores dificultades. De acuerdo a las especificaciones de ensayos de conductividad térmica provistos se realizaron las verificaciones de riesgo de condensación y de transmitancia térmica propuestas por IRAM para Rosario.

NRO	CAPA	e	λ	R	T	S	Δ	Pv	φ	P	tr	ΔT
		m	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m².h.kPa	m².h.kPa/g	%	Pa	°C	°C
	Aire interior				18.0				64.0	1322		
	Resistencia superficial interior			0.13	18.0							
1	Placa Durlock	0.0125	0.25	0.050	16.9	0.07		0.179		1322	11.1	5.8
2	B.V. Film Polietileno 100mic.	0.001	0.5	0.002	16.5		0.12	8		1302	10.8	5.7
3	Aislante celulosico	0.1	0.04	2.500	16.5					393	-5.3	21.8
4	Chapa trapezoidal	0.0004	0.51	0.001	3.7					393	5.3	1.6
5					-3.7					393	-5.3	1.6
6					-3.7					393	-5.3	1.6
7					3.7					393	5.3	1.6
8					-3.7					393	-5.3	1.6
					-3.7					393	-5.3	1.6
	Resistencia superficial exterior			0.04								
	Aire exterior				4.0				90	393		
	TOTALES	0.114		2.723	22.00			8.512		928		
			Transmitancia té	0.37								

Tabla 1: Verificación de riesgo de condensación. IRAM 11.625

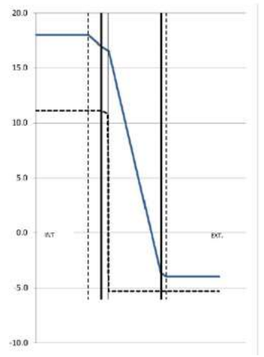


Figura 3: Verificación de riesgo de condensación gráfico. IRAM 11.625

c. En lo referente a la modulación dimensional correspondiente a la próxima etapa. Para optimizar aún más los tiempos de producción, se pretende separar la construcción de los paneles de cerramientos opacos de los que incluyen aberturas. La modulación estructural (de acuerdo al ensayo de resistencia mecánica) de montantes verticales permite aprovechar esta disposición para distribuir de manera separada ambos cerramientos y producir elementos independientes asociados a esta disposición estructural de entramado.

El ajuste dimensional (tolerancia dimensional) admite producir esta discriminación, que será implementada como segunda etapa de ensayo prototípico, analizando las dificultades y tiempos involucrados.

La consigna de base a respetar será simplificar los procesos disponiendo para los cerramientos con aberturas el aprovechamiento de las soleras inferiores y superiores que tiene el plegado estructural de sostén general como dinteles y antepechos. A manera de ejemplo simplificado se proponen aventanamientos verticales con partes fijas o móviles según las necesidades.

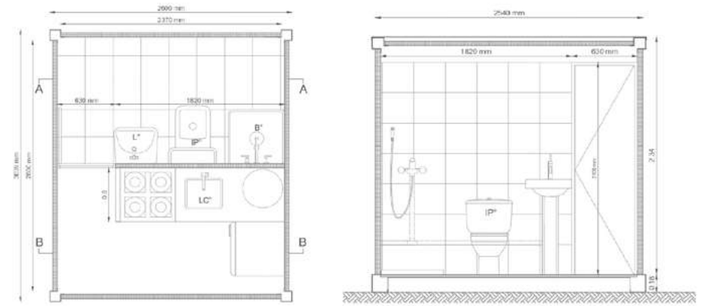


Figura 4: Planta y corte bloque sanitario

Figura 5 : Módulo completo final expuesto con motivo de la Feria de Materiales y Tecnologías en la FAPyD.UNR.

CONCLUSIONES

Como síntesis de este desarrollo implementado se puede citar positivamente el proceso de integración entre el ámbito académico y el productivo, que permite realizar innovaciones o simplemente ajustes tecnológico-productivos que resulten en un producto aceptablemente optimizado.

Este desarrollo fue posible gracias a la predisposición de un grupo de docen-

tes y estudiantes del Centro de Desarrollo Tecnológico de FAPyD, a los responsables y personal de la empresa CIPSA y a la Secretaría de Planificación e Innovación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNR encargada del financiamiento parcial del emprendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Blachère, G. (1977). *Tecnología y Arquitectura: Tecnologías de la construcción industrializada*. España. Ed. Gustavo Gilli SA.
· Bender, R. (1985). *Tecnología y Arquitectura: Una visión de la construcción industrializada*. España. Ed. Gustavo Gilli SA.
· Quintans, J. M. (1998). *Tectónica. Monografías de Arquitectura, Tecnología y Construcción. Dossier Construcción*. España. Ed. ATC.
· Argentina. Instituto de la Construcción en Seco. *Construcción en Seco*. Disponible en http://www.incose.org.ar
· Cervera, C. (2010). *Módulo Sanitario Prefabricado de Hormigón Premoldeado*. Publicación 21 Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural. CABA. Argentina
· Cervera, C. (2011). *Módulo Sanitario Prefabricado de Hormigón Premoldeado*. IV Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura. Resistencia, Chaco.

BUTACAS CILÍNDRICAS DE H°A° CON PLÁSTICOS DE LOS RSU INCORPORADOS PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL

CYLINDRICAL SEATS MADE OF REINFORCED CONCRETE WITH PLASTICS FROM USW INCORPORATED TO REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT

María José Panvini
Luciana Tettamanti
Nancy Murialdo
Sabina Spessot
Agustín Ascani

Equipo Vinculación Tecnológica,
Producción Edilicia
Panvini

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
mjpanvini@yahoo.com.ar

RESUMEN

Reconociendo la problemática del impacto medioambiental de los plásticos de los Residuos Sólidos Urbanos, se planteó como objetivo principal del Proyecto la reutilización de dichos plásticos residuales de la ciudad de Rosario en hormigones no convencionales para la ejecución de equipamiento urbano. El hormigón adoptado resulta de investigaciones anteriores (Proyectos ARQ66 y ARQ111) donde se evaluaron diversos dosajes con diferentes tipos de plásticos reciclados, lo que dio como resultado un hormigón no convencional apto para construcción. Mediante la articulación de los conocimientos de innovación tecnológica del equipo de investigadores junto con la Empresa AGL Premoldeados y la Sub Secretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Rosario se logró llevar adelante la propuesta, construyendo butacas cilíndricas, las que se encuentran ubicadas actualmente en la Plaza Canadá frente a la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño de la UNR.

PALABRAS CLAVES: equipamiento urbano – hormigón no convencional – plástico reciclado – medioambiente

ABSTRACT

Recognizing the environmental impact of plastics from Urban Solid Waste problem, we proposed as the main objective of project the reuse of these residual plastics from Rosario city in unconventional concrete for manufacturing of urban equipment. Adopted concrete was studied in previous investigations (ARQ66 and ARQ111Projects) where some dosages with different types of recycled plastics were evaluated which resulted in an unconventional concrete suitable for construction. Through the articulation of knowledges of technological innovation of the research team together with the collaboration of AGL Precast Company and Environment Sub Secretary of Rosario Municipality, the proposal was carried out. Cylindrical seats were built and currently are located in Canada Square in front of the Architecture Planning and Design University.

KEY WORDS: urban equipment – non-conventional concrete – recycled plastic – environment

INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento y desarrollo de Rosario originado por el incremento poblacional, productivo y económico y el aumento desmedido de los residuos sólidos urbanos (RSU) basado en el consumo, ocasiona un gran deterioro del soporte natural. A la problemática social se le suma entonces, la ambiental.

Analizando los valores publicados por la municipalidad local de la composición de los RSU en Rosario, los residuos inorgánicos revelan el 41.62%, de los cuales, los plásticos integran el 11.68%. Estas cifras son alarmantes, no solo por el volumen que ocupan en el destino final, sino por ser residuos de gran impacto por su composición química. Su ciclo de vida es muy complejo. Comienza con la extracción del petróleo, recurso natural no renovable, hasta convertirse en residuo. Su proceso de degradación demanda entre 100 y 1000 años. Este es un ciclo de vida abierto. Lo que se debe lograr es cerrarlo transformando el sistema productivo dominante: extracción – fabricación – residuo en reciclaje – fabricación – reciclaje.

¿Qué hacer frente a esta problemática social y ambiental? Como profesionales de la arquitectura propusimos la innovación y desarrollo tecnológico de un hormigón no convencional con agregado de plástico reciclado que resulta de investigaciones anteriores (Proyectos ARQ111 y ARQ 138) donde se evaluaron diversos dosajes con diferentes tipos de plásticos reciclados. Mediante la articulación de dichos conocimientos de innovación tecnológica del equipo de investigadores de la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (FAPyD) de la UNR, junto con la empresa AGL Premoldeados y la Sub Secretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Rosario se logró llevar adelante la propuesta, construyendo equipamiento urbano, en este caso, butacas cilíndricas. Las mismas se encuentran ubicadas actualmente en la Plaza Canadá de dicha facultad.

METODOLOGÍA

El estudio del hormigón no convencional con el agregado plástico reciclado comenzó con un primer proyecto de investigación (ARQ111) denominado “Incorporación de plásticos como agregado inerte en morteros y hormigones”. Se realizaron probetas variando las dosificaciones de morteros y hormigones con distintos tipos de plásticos triturados: Polietilentereftalato (PET), Polipropileno (PP) y Polietileno de alta densidad (HDPE) que luego fueron ensayadas sus resistencias a la compresión y sus densidades.

La elección del tipo de plástico a incorporar en el hormigón se fundamenta científicamente con los resultados obtenidos en los ensayos sistemáticos realizados en el Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE). Los mejores resultados arrojados corresponden a las mezclas con PET limpio. Presentaron buenas resistencias a la compresión respecto a las probetas testigo, un buen comportamiento frente a la rotura normalizada y se obtuvieron hormigones maleables que se adaptan a los moldes, el colado y la compactación. Reconociendo la problemática del impacto medioambiental de los plásticos en los RSU y, contando con el bagaje de conocimientos técnicos sobre dosajes de un hormigón no convencional, se planteó como objetivo la implementación de ese hormigón para la ejecución de equipamiento urbano vinculando desde el sector académico los conocimientos de innovación tecnológica con actores locales involucrados en procesos productivos y de gestión.

Antes de comenzar con la producción se ejecutaron nuevas probetas realizando el hormigón con incorporación de PET y HDPE sucio, proveniente de la planta municipal de residuos. El motivo de esta decisión se fundamenta en que los resultados del ARQ 111 eran de hormigones con plásticos limpios y, en este caso, sucio. Esto podía modificar dichos valores obtenidos. Efectivamente quedó demostrado con los nuevos resultados de resistencia a la compresión que la incorporación del HDPE sucio superó al PET que también estaba en las mismas condiciones de suciedad.

Para llevar adelante el proyecto se abordó a la vinculación de diferentes actores: la FAPyD contribuyó aportando conocimientos académicos de los integrantes del equipo de investigación, la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad proporcionó los fardos de HDPE, la Dirección General de Diseño de la Vía Pública y Equipamiento Comunitario que facilitó la planimetría técnica y la empresa AGL Premoldeados que aportó con el espacio físico, su personal técnico, maquinarias, equipos y moldes.

DESARROLLO

La realización del proyecto fue llevada a cabo por un grupo de trabajo interdisciplinario de docentes investigadores conformado por Arquitectos e Ingeniero Civil de la UNR e Ingeniera Química de la UTN sumado a estudiantes de grado de la FAPyD en vinculación con recursos humanos de la Secretaría de Medio Ambiente y la empresa de Premoldeados AGL.

Gran parte de este desarrollo consistió en la realización de tareas de campo que comenzaron con la visita a la planta de la empresa de AGL para conocer el espacio de trabajo (Fig. 1). También se visitó la planta municipal de Compostaje Bella Vista (Fig. 2) y los galpones de dos emprendimientos vinculados al Programa Separe de la Municipalidad que consiste en la recolección de residuos reciclables limpios y secos (Fig. 3). Allí se realizó el relevamiento de la recolección de residuos inorgánicos, clasificación y porcentajes de los distintos plásticos.

Fig. 1: Planta de AGL Premoldeados. Fuente: Elaboración propia.

Fig. 2: Planta de Compostaje Bella Vista – Municipalidad de Rosario. Fuente: Elaboración propia.

Fig. 2: Planta de Compostaje Bella Vista – Municipalidad de Rosario. Fuente: Elaboración propia.

A su vez, se realizó un análisis pormenorizado de los datos de dosajes, porcentajes de agregado plástico de Polietileno Tereftalato (PET), Polipropileno (PP) y Polietileno de alta densidad (HDPE) a las mezclas y los resultados arrojados de las probetas de hormigón realizadas y ensayadas en el proyecto de investigación ARQ 111, proyecto llevado a cabo con anterioridad por parte del equipo Dado que los plásticos empleados para dicho proyecto de investigación eran limpios y por el contrario sucios los que se utilizarían para la ejecución del hormigón para las butacas , se realizaron otras probetas en AGL (Fig. 4) y fueron ensayadas nuevamente la resistencia a la compresión y la absorción en el Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE) por el motivo expuesto.

Fig. 4: Ejecución de probetas testigo y con agregado plástico. Fuente: Elaboración propia.

Comparativamente, los mejores resultados variaron. Con materia prima limpia fue el hormigón con PET el de mejor resistencia a la compresión, pero, para el caso de los plásticos sucios, los resultados del ensayo de resistencia de las probetas cilíndricas 10 x 20cm fueron superiores para el caso del agregado de HDPE.

Otro eje de acción planteado fue la obtención de la materia prima plástica (HDPE) en grandes cantidades, la cual fue facilitada por la Secretaría de Medio Ambiente que brindó un fardo de plástico sucio compactado. Éste se lo trituró y ensayó su granulometría para obtener los datos del material que iba a ser incorporado en el hormigón en estudio. (Fig. 5)

Fig. 5: Fardos de plástcico compactado en la Planta de Compostaje Bella Vista y el PET triturado para utilizar. Fuente: Elaboración propia.

Paralelamente se realizó la búsqueda de la planimetría del equipamiento urbano ejecutada por la Dirección de Diseño de la Vía Pública y del Equipamiento Comunitario (DDVP) de la Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad de Rosario y se llevó adelante el relevamiento planimétrico de las butacas producidas en la empresa de premoldeados AGL, resultando ser equivalente a la de la DDPV. Se procedió, también, a la realización de un relevamiento espacial del lugar de trabajo donde se llevaría a cabo la ejecución del hormigón y del equipamiento, medidas de seguridad, requerimientos técnicos de operatividad y recursos humanos. Revisión de herramientas y maquinarias, facilidades requeridas para la ejecución del hormigón, montaje y desmontaje de piezas a ejecutar, tiempos y cantidad de producción. Detección de faltantes y existencias en relación al proyecto propuesto.

Con todas estas tareas realizadas el equipo de trabajo por parte del grupo de investigación y de la empresa AGL estaba en condiciones de comenzar con la producción de los elementos urbanos. Se seleccionó el modelo de equipamiento para la construcción de los prototipos. Se optó por el molde de las butacas cilíndricas diseñadas por la DDVP y del Equipamiento Urbano

- Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad de Rosario debido a que AGL contaba con los moldes por ser la empresa encargada de ejecutarlas para dicha entidad local. Estas butacas tienen un diámetro de 44cm y una altura de 45.5cm ancladas a una base de hormigón H17 de 40 x 40cm y 4 varillas de Ø8. Cuenta con tres partes, un zócalo de 5cm de altura rehundido respecto al borde de la butaca, el cilindro central y una tapa de 10,5cm que genera una buña perimetral entre ambos volúmenes.

El equipo de trabajo se dividió para realizar paralelamente en pequeños grupos las diferentes tareas a llevar adelante. Se armaron los moldes (Fig. 6); se preparó el hormigón; se cortaron, doblaron y soldaron las varillas de hierro (Fig. 7); se pasó el desmoldante y se colocó la armadura (Fig. 8) para luego ser hormigonadas (Fig. 9). En total se ejecutaron seis butacas.

Fig. 6: Armado de moldes. Fuente: Elaboración propia.

Fig. 7: Doblado y soldado de hierros. Fuente: Elaboración propia.

Fig. 8: Colocación de la armadura Fuente: Elaboración propia.

Fig. 9: Hormigonado de las partes componentes de la butaca. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

En cuanto a la vinculación con la Municipalidad y el Ente de Coordinación Metropolitano, hubo transferencia recíproca de conocimientos de gestión y organización del destino final del material reciclado, contemplando las normas y políticas ambientales existentes en la MR en pos del beneficio social.

En lo referente a la vinculación con la empresa AGL conllevó una capacitación de este sector productivo en el proceso, uso, conformación, técnicas y dosajes de hormigones no convencionales. A la vez, aportó una nueva concientización sobre la importancia del reciclado y una verificación de su aplicación práctica en elementos constructivos sobre los cuales ya contaban con experiencia previa sobre su ejecución con hormigones tradicionales.

A su vez, el intercambio de saberes producido recíprocamente entre estudiantes, graduados de diferentes especialidades, docentes y actores intervinientes, favoreció el compromiso socio- cultural y generó nuevos procesos de aprendizaje.

El espíritu del proyecto fue lograr un impacto social y ambiental, favoreciendo a la comunidad mediante la utilización de un equipamiento urbano formalmente conocido, pero tecnológicamente innovado por la incorporación de plásticos reciclados de sus propios RSU. Así, de esta manera se evidenció la importancia de introducir en las especificaciones técnicas de la obra pú-

blica este hormigón diseñado no convencional, y así disminuir considerablemente la contaminación ambiental a la vez de mejorar la demanda de producción y recursos humanos de los emprendedores clasificadores.
Las butacas cilíndricas ejecutadas se incorporaron en el pliego de proyecto de reforma y revitalización de la Plaza Canadá situada en el predio del CUR, frente a la FAPyD.
Actualmente se encuentran implantadas en este sector Fig. 10 y 11), aportando valor agregado al mismo al ser el resultado final generado y producido desde los conocimientos originados por investigaciones y llevados a cabo a través de vinculaciones impulsadas por actores de esta casa de estudios.

Fig. 10: Butacas implantadas en la Plaza Canadá, predio CUR. Fuente: Elaboración propia.

Fig. 11: Butacas implantadas en la Plaza Canadá, predio CUR. Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Argentina. *Ley N° 25.916: Gestión de Residuos Domiciliarios.* (2004). Disponible en: https://www.argentina.gob.ar
· Asociación Española de Normalización (UNE–EN), International Organization of Standardization (ISO). Normas técnicas UNE- EN-ISO 14040:2006. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida - Principios y marcos de referencia.
· Dietz, A. (1973). *Plásticos para Arquitectos y Constructores.* Editorial Reverté S.A. Barcelona. ISBN 84-291-2027-0.
· Espinosa, A; Murialdo, N; Panvini, H; Panvini, M.J.; Povrzenic, J. (2012). *Incorporación de plásticos como agregado inerte en hormigones.* IV Jornada Arquitectura Investiga. Compartiendo procesos y conocimientos. ISBN 978-950-673-973-7
· Espinosa, A.; Murialdo, N.; Panvini, M.J.; Povrzenic, J.; Tettamanti, L. (2013). *Incorporación de plásticos como agregado inerte en hormigones convencionales.* VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de la UNR. pp. 359 – 362. ISBN 978-987-702-042-7.
· Pinazo Sitjas, F. (1994). *Tecnología del Hormigón. El hormigón y sus componentes.* Tomo 1. Kliczkowski. Buenos Aires.
· Quarmby, A. (1976). *Materiales plásticos y arquitectura experimental*. Editorial Gilli. Barcelona.
· Romero Rodríguez, B.I. *El análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental*. Disponible en: http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf
· Rosario. *Plan Ambiental Rosario.* Disponible en: https://www.rosario.gob.ar/ArchivosWeb/libro%20PAR_10%2002.pdf

XII Creta

Área C – Extensión

Eje 2

MECANISMOS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARQUITECTURA

MECHANISMS FOR REDUCING THE ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE CONSTRUCTION PROCESS OF WORKS OF ARCHITECTURE

Alejandro Alvarez
Mario Flumiani
Sergio Reiloba

Laboratorio higiene, seguridad y ergonomía laboral - LHISEL

FAUD — UNSJ, San Juan, Argentina

—

lhisel@faud.unsj.edu.ar

RESUMEN

La industria de la construcción está generando un nuevo concepto, el de construcción sostenible basado en la eficiencia de los recursos y el diseño ecológico, que significa aplicar un proceso que comienza mucho antes de la construcción, en las etapas de planificación y diseño y continúa después de que la empresa o cuadrilla abandonó el sitio.
Los objetivos principales son:
• reducir la utilización de recursos críticos (energía, agua, tierra y materias primas)
• prevenir la degradación ambiental causada por las instalaciones y la infraestructura a lo largo de su ciclo de vida
• crear entornos construidos que sean habitables, cómodos, seguros y productivos.
El problema de los residuos generados durante la construcción tiene dos consecuencias importantes:
1. El impacto ambiental de lo que se arroja al ambiente en términos de pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos.
2. El costo adicional originado por el material que se pierde y la mano de obra y energía necesarias en la recolección y transporte para su disposición final.
Para eso, debemos considerar los residuos como un bien, aprovecharlos como materia prima mediante reciclaje o reutilización, e incorporarlos de nuevo en el proceso productivo.

PALABRAS CLAVES: sustentable – economía – costo – inversión – concientización

ABSTRACT

The construction industry is generating a new concept, that of sustainable construction based on resource efficiency and ecological design, which means applying a process that begins long before construction, in the planning and design stages, and continues after that the company or crew left the site.
The main objectives are:
• reduce the use of critical resources (energy, water, land and raw materials)
• prevent environmental degradation caused by facilities and infrastructure throughout their life cycle
• create built environments that are livable, comfortable, safe and productive.
The problem of waste generated during construction has two important consequences:
1. The environmental impact of what is thrown into the environment in terms of loss of natural resources, pollution and toxic waste.
2. The additional cost originated by the material that is lost and the labor and energy necessary in the collection and transportation for its final disposal.
For this, we must consider waste as a good, take advantage of it as a raw material through recycling or reuse, and incorporate it back into the production process.

KEY WORDS: sustainable – economy – cost – investment – awarenes

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende realizar un acercamiento entre la formación profesional de los arquitectos y la realidad que nos encontramos en nuestras obras diariamente vinculadas a cómo afectamos el ambiente circundante a las misma y que muy pocas veces es tenido en cuenta durante la ejecución de una obra.

Si consideramos el ciclo de vida de un edificio y sus distintas etapas, su construcción o materialización, su utilización o vida útil y su deconstrucción o demolición, observamos que generalmente es muy considerado el impacto que va a tener esa obra durante su vida útil, en función de su destino, en cambio la primera y última etapa casi no son tenidas en cuenta en su incidencia en el entorno en el cual se está construyendo o demoliendo esa obra, que son totalmente distintos a lo que ocurre durante su vida útil.

Es por eso que estamos encarando una serie de acciones desde el ámbito formativo de grado y posgrado a fin de ir revirtiendo esta situación, de forma de concientizar al profesional en que debe incorporar desde el inicio del proyecto todo lo referido al impacto ambiental que va a ejercer sobre su entorno cercano y por que no alejado la obra que está proyectando, ejecutando y a veces deconstruyendo.

Esta transferencia de contenidos la estamos desarrollando en la FAUD-UNSJ desde el Laboratorio de Higiene, Seguridad y Ergonomía Laboral-LHiSEL- en el gradoa partir de la cátedra Seguridad Laboral e Impacto Ambiental en la Construcción, y en el posgrado con el Seminario de Impacto Ambiental en la Construcción y en la FAUD-UNC desde la Especialización en Higiene y Seguridad Laboral en la Industria de la Construcción, con la cátedra Protección Ambiental y a través de conferencias en eventos vinculados con el tema.

Para eso es importante comenzar a divulgar estos contenidos en todos lo ámbitos posibles de intecambio, estableciendo los mecanismos necesarios para la disminución del impacto ambiental en el proceso de construcción de obras de arquitectura que puedan ser adoptados y/o adaptados para toda obra de arquitectura en sus etapas de ejecución y de demolición.

Esto significa hacer un cambio de mentalidad en muchos profesionales y comprender que la obra de arquitectura es un todo desde el momento que iniciamos el proyecto y donde no podemos obviar las etapas de construcción y deconstruccion de esta obra, y cómo esta afectan el entorno.

METODOLOGÍA

Si tenemos en cuenta la expresión “Piensa globalmente, actúa localmente” dónde urge a la población a tener en cuenta la salud del planeta en su conjunto y a realizar acciones pequeñas en sus propias comunidades para así conseguir el bienestar social y el desarrollo sostenible según las necesidades que vayan surgiendo día a día, debemos comenzar a realizar estaspequeñas acciones desde el ámbito que cada profesional desarrolla, y además vincularnos a los Objetivos de Desarrollo Sustentable-ODS, surgidos a partir del Informe Brutland en 1987, que, con la incorporación de la palabra “desarrollo” el concepto sostenible adquiere un carácter más amplio considerando no solo la dimensión ecológica sino otras dimensiones como la social, principalmente en elObjetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, que busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. El crecimiento de las ciudades debe basarse en un mejor aprovechamiento de los recursos, la reducción de la contaminación y la pobreza, y en el Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, que pretende lograr mejoras en términos de eficiencia en la producción, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando una mejor calidad de vida
Para ello debemos definir qué entendemos desde el campo profesional del diseño como construcción sustentable, basado en tres aspectos interrelacionados entre sí:1º- adoptar diferentes estrategias posibles de ser desarrolladas durante la construcción de inmuebles destinadas fundamentalmente a minimizar los impactos ambientales (negativos) de las obras en y para todas las fases del ciclo de vida de los mismos, 2º- tener en cuenta todas las etapas de la vida útil de un edificio: planificación, diseño, construcción, mantenimiento, renovación, utilización y eliminación o reconstrucción y 3º- considerar una nueva visión, ya que no se trata simplemente de un nuevo “estilo arquitectónico”, sino de aplicar una serie de “nuevos criterios constructivos”.
Dichos criterios se relacionan fundamentalmente con el consumo de energía, el uso de fuentes de energía renovables y el uso de materiales y productos de construcción más amigables con el ambiente durante todo el proceso constructivo. Además, se vinculan con aspectos como el de la gestión de residuos, gestión del agua y de otros factores directamente involucrados con los impactos ambientales que generan muchas de las actividades desarrolladas en/por la Industria de la Construcción, lo que nos plantea un nuevo desafío del ejercicio profesional.

DESARROLLO

Según lo publicado por Argentina Green Building Council (AGBC) en su artículo sobre los 6 principios básicos de la construcción sustentable, si bien es aplicable a toda edificación, desde este trabajo se propone hacer un ajuste delos mismos a la etapa de materialización o construcción de la obra más que al uso de la misma.

Para ello es fundamental entender que esto es un proceso que comienza mucho antes de la construcción, en las etapas de planificación y diseño y continúa después de que el equipo de construcción abandonó el sitio.
La definición de diseño sustentable de edificios evoluciona con el tiempo, pero persisten seis principios de la construcción sustentable fundamentales. Estos principios adaptados serián:

1º- OPTIMIZAR EL POTENCIAL DEL SITIO: Los edificios sostenibles comienzan con la selección adecuada del sitio. La ubicación de un edificio afecta una amplia gama de factores ambientales, así como otros factores como la seguridad, el acceso, el consumo de energía del edificio y la energía consumida por las necesidades de transporte de los ocupantes para viajar al trabajo, los impactos en el ecosistema local y el uso/reutilización de estructuras existentes o infraestructura.

2º- MEJORAR LA CALIDAD AMBIENTAL INTEGRADA: Desde el diseño conceptual y las etapas de desarrollo del diseño, los equipos de proyectos deben tener una perspectiva integral e integrada y tratar de: a)- Recuperar y utilizar instalaciones, productos y equipos existentes siempre que sea posible. B)- Reducir el uso general del material a través de la optimización del tamaño y el módulo del edificio. C)- Cuando se usan nuevos materiales, maximizar su contenido reciclado, especialmente desde una perspectiva post-consumidor.

3º- PROTEGER Y CONSERVAR EL AGUA: La construcción cambia fundamentalmente la función ecológica e hidrológica de las tierras no construidas, un edificio sostenible debe tratar de minimizar la cobertura impermeable creada a través de prácticas que pueden reducir esos impactos al usar agua de manera eficiente y reutilizar o reciclar agua para uso en el sitio, cuando esto sea factible.

4º- OPTIMIZAR EL ESPACIO DE CONSTRUCCIÓN Y EL USO DE MATERIALES: Establecer centros de acopio y tratar de realizar reciclaje de desechos:

Utilizar insumos amigables con el ambiente. Ej: Utilizar parte de los escombros de obra en hormigones.

5º- OPTIMIZAR EL USO DE LA ENERGIA: Reducir la demanda de calefacción, refrigeración e iluminación a través de estrategias pasivas tales como el diseño sensible al clima, la iluminación natural y las prácticas de conservación. Definir sistemas de iluminación eficientes. Utilizar fuentes de energía renovables, como la calefacción solar para agua caliente, energía fotovoltaica, etc.

6º- OPTIMIZAR LAS PRÁCTICAS OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO: No importa qué tan sostenible haya sido un edificio en su diseño y construcción, solo puede permanecer así si se opera de manera responsable y se mantiene de forma adecuada. Las prácticas de operaciones y mantenimiento sostenibles se centran principalmente en las acciones de los ocupantes del edificio, y abarcan salud y seguridad, comodidad y productividad, con la comprensión de la necesidad de que las generaciones posteriores reutilicen y reciclen los componentes de la construcción.

De la aplicación de estos principios nos surge la pregunta ¿Cómo podemos contribuir desde nuestro puesto de trabajo?. Aquí definiremos algunas acciones a desarrollar.
El análisis del ciclo de vida de un edificio permite intuir con mayor facilidad las consecuencias ambientales que se derivan del impacto de la construcción, que, a grandes rasgos, pueden reducirse a lo siguiente:

- Los edificios resultantes del proceso constructivo, así como las infraestructuras necesarias para favorecer la accesibilidad, ocupan y transforman el medio en el que se disponen.
- La fabricación de materiales de construcción comporta el agotamiento de recursos no renovables a causa de la extracción ilimitada de materias primas y del consumo de recursos fósiles.
- Nuestro entorno natural se ve afectado por la emisión de contaminantes, así como por la deposición de residuos de todo tipo.

La reducción del impacto ambiental de este sector se centra en tres aspectos:

- el control del consumo de recursos,
- la reducción de las emisiones contaminantes, y
- la minimización y la correcta gestión de los residuos que se generan a lo largo del proceso constructivo.

Sin embargo, para poder conseguir nuestro objetivo y contribuir al progreso sin dañar el planeta, será imprescindiblecontar con la colaboración del conjunto de agentes que intervienen en las diferentes etapas del ciclo de vida de una obra de construcción (desde la extracción de las materias primas, hasta la demolición de un edificio etc.). Si cada uno de ellos asume la responsabilidad que le corresponde, será posible aplicar estrategias para la prevención y la minimización del impacto ambiental y de considerar los residuos como un bien, es decir, aprovecharlos como materia prima mediante reciclaje o reutilización, e incorporarlos de nuevo en el proceso productivo, imitando en cierto modo a los ciclos naturales.
Esto requiere aplicar pequeñas acciones en nuestras obra que vayan ayudando a mejorar la calidad ambiental del entrono donde asentamos o construimos.

MATERIALES: De las 2 toneladas de material que necesitamos para edificar un m2 de vivienda, más de la mitad son áridos (casualmente, los residuos de construcción y demolición están constituidos principalmente por material pétreo). Establecemos algunas acciones a desarrollar:

- Realizar demoliciones atendiendo a criterios de desconstrucción.
- Aprovechar al máximo los materiales.
- Reutilizar los recortes de obra siempre que sea posible.
- Reciclar los materiales pétreos y reutilizarlos como subbases en obras de urbanización, como material drenante, etc.

AGUA: Las emisiones al agua en las obras de construcción suelen estar provocadas por las tareas de limpieza y por los vertidos de productos peligrosos en sanitarios, desagües o en el suelo. Cuantas más impurezas transporte el agua, más difícil resultará realizar las tareas de depuración y, por consiguiente, mantener el equilibrio del planeta.

El uso racional del agua es una práctica elemental y sencilla de aplicar. No se trata de escatimar su consumo, sino de consumir estrictamente la cantidad necesaria. Establecemos algunas acciones a desarrollar:

- No desperdiciar los materiales que manipulamos, pues han necesitado de un elevado consumo de agua durante su fabricación.
- Actuar con responsabilidad en aquellas operaciones que necesitan agua (fabricación de hormigón, de morteros y de otras pastas, curado de la estructura, humectación de los ladrillos, riego de pasos de vehículos no pavimentados, limpieza del equipo y material de obra, etc.).
- Realizar un control exhaustivo para limitar al máximo este tipo de vertidos.
- Utilizar medios de depuración o decantación de partículas sólidas para mejorar la calidad del agua residual y poder reutilizarla en obra.
- Subcontratar a aquellas empresas (cuya actividad tiene un mayor riesgo de contaminar) que ofrecen garantías a la hora de gestionar los residuos de los productos que manipulan.

ENERGÍA:. Tal y como ocurre con el agua, el uso de la energía del que somos responsables durante la etapa de ejecución de un edificio no se ciñe exclusivamente a aquella que usamos para iluminar la obra o para poner en funcionamiento maquinaria específica (electricidad, gasóleo para determinados motores, etc.). Establecemos algunas acciones a desarrollar:

- Aprovechar los materiales que manipulamos, pues han necesitado un elevado consumo de energía, tanto para su fabricación y distribución hasta el punto de suministro, como para el transporte del residuo hasta el punto de tratamiento.
- Optimizar el transporte y el uso de maquinaria realizando una buena planificación de la obra

AIRE: Las emisiones al aire desde los distintos focos emisores de contaminantes pueden alterar su equilibrio hasta el punto de perturbar la estabilidad del medio y la salud de los seres vivos. Estos focos pueden contaminar por el hecho de añadir determinados gases en la atmósfera y descomponer otros, aumentar el índice de partículas en suspensión (polvo) y de los compuestos orgánicos volátiles (COV), o bien incrementar significativamente los niveles acústicos del medio y deteriorar la calidad ambiental del territorio. Establecemos algunas acciones a desarrollar:

- Comprar productos menos perjudiciales para el medio ambiente y para la salud del usuario, como es el caso de pinturas y disolventes de origen natural o avalados por algún tipo de etiquetado ecológico que garantice un menor impacto.
- Comprar o alquilar vehículos y maquinaria con un mejor rendimiento y realizar mantenimientos periódicos que aumenten su vida útil.
- Trabajar en zonas ventiladas durante las tareas de corte, lijado, pintado, sellado, etc., y utilizar sistemas de aspiración y de protección cuando sea necesario.
- Regar las zonas que levanten polvo durante los trabajos de movimiento de tierras, demolición, etc., especialmente si la obra está emplazada en un entorno urbano.
- Ceñirnos a los horarios de trabajo y utilizar maquinaria que respete los límites sonoros establecidos por la ley, sobre todo si las operaciones se realizan en un entorno urbano.

SUELO: El suelo es un recurso no renovable a corto y medio plazo que se caracteriza por una gran vulnerabilidad.La emisión de sustancias contaminantes al suelo (vertidos de combustibles, aguas de limpieza y productos peligrosos, etc.) puede desestabilizar su orden natural como consecuencia de la disminución o aniquilación de la capacidad de regeneración de vegetación, y como consecuencia de la filtración de las sustancias contaminantes hasta las aguas freáticas que alimentan nuestros depósitos de agua potable o redes de riego.
Establecemos algunas acciones a desarrollar:

· Realizar un control exhaustivo para limitar al máximo este tipo de vertidos.
· Conectar los sanitarios provisionales de obra a la red de saneamiento o contratar a empresas que utilicen sistemas específicos de depuración, etc.

GENERACIÓN DE RESIDUOS: La industria de la construcción y demolición es el sector que más volumen de residuos genera, siendo responsable de la producción de más de 1 tonelada de residuos por habitante y año.
Los residuos de las obras de construcción pueden tener diferentes orígenes: la propia puesta en obra, el transporte interno desde la zona de acopio hasta el lugar específico para su aplicación, unas condiciones de almacenaje inadecuadas, embalajes que se convierten automáticamente en residuos, la manipulación, los recortes para ajustarse a la geometría, etc.
Para obtener mejoras eficaces en la gestión de residuos es necesario definir una jerarquía de prioridades. En orden de importancia, éstas son:

· Minimizar el uso de materias y recursos necesarios. Es decir, reducir el consumo de materias primas así como el uso de materiales que puede
· Reducir residuos. Evitar las compras excesivas, el exceso de embalajes, etc., y evitar que los materiales se conviertan en residuos por acopios, transporte o manipulación inadecuados.
· Reutilizar materiales. Aprovechar los materiales desmontados durante las tareas de derribo que puedan ser utilizados posteriormente, reutilizar los recortes de piezas cerámicas, azulejos, etc.
· Reciclar residuos. Realizar una clasificación correcta para favorecer esta acción.
· Recuperar energía de los residuos. Destinar a centrales de incineración aquellos residuos que puedan servir de combustible para la producción de energía.
· Enviar la cantidad mínima de residuos al vertedero, dificultar o imposibilitar su reciclabilidad o su reutilización posterior.

Los sistemas de producción industrializada y los avances en tecnologías y en los sistemas de transporte han conseguido:

· Abaratar los materiales de construcción hasta tal punto, que en muchas ocasiones los excedentes de las obras no se aprovechan sino que se convierten directamente en residuos destinados a vertedero.
· Fomentar la producción de materiales de nueva generación, con mayores prestaciones, pero que necesitan un elevado consumo de recursos y de energía, y tienen el inconveniente de emitir una mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo.

Si tenemos en cuenta que la capacidad del planeta para asimilar los contaminantes que genera nuestra sociedad es limitada, y que los recursos de que disponemos también lo son, es imprescindible detenernos a reflexionar sobre la necesidad de hacer una buena elección y un correcto uso de los materiales, para evitar, en la medida de lo posible, que se transformen en residuo por falta de planificación o simplemente, porque cada vez es más común practicar el insostenible hábito de “usar y tirar”.

CONCLUSIONES

La solución es sencilla: primero, consumir lo que realmente necesitamos, sopesando las prestaciones y el impacto ambiental a la hora de decantarnos por uno u otro material; después, fomentar la reutilización y el reciclaje.

Para combatir y prevenir la reducción del impacto ambiental dentro de este ámbito, es necesario contemplar tres aspectos fundamentales:
1) el control del consumo de recursos.
2) la reducción de las emisiones contaminantes.
3) la minimización y la correcta gestión de los residuos que se generan a lo largo del proceso constructivo.
Para obtener mejoras eficaces en la gestión de residuos es necesario definir una jerarquía de prioridades.

En orden de importancia, éstas son:

· Minimizar el uso de materias y recursos necesarios. Es decir, reducir el consumo de materias primas así como el uso de materiales que puede
· Reducir residuos. Evitar las compras excesivas, el exceso de embalajes, etc., y evitar que los materiales se conviertan en residuos por acopios, transporte o manipulación inadecuados.
· Reutilizar materiales. Aprovechar los materiales desmontados durante las tareas de derribo que puedan ser utilizados posteriormente, reutilizar los recortes de piezas cerámicas, azulejos, etc.
· Reciclar residuos. Realizar una clasificación correcta para favorecer esta acción.
· Recuperar energía de los residuos. Destinar a centrales de incineración aquellos residuos que puedan servir de combustible para la producción de energía.
· Enviar la cantidad mínima de residuos al vertedero y no dificultar o imposibilitar su reciclabilidad o su reutilización posterior.

Los sistemas de producción industrializada y los avances en tecnologías y en los sistemas de transporte han conseguido:

· Abaratar los materiales de construcción hasta tal punto, que en muchas ocasiones los excedentes de las obras no se aprovechan sino que se convierten directamente en residuos destinados a vertedero.
· Fomentar la producción de materiales de nueva generación, con mayores prestaciones, pero que necesitan un elevado consumo de recursos y de energía, y tienen el inconveniente de emitir una mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo.

Si tenemos en cuenta que la capacidad del planeta para asimilar los contaminantes que genera nuestra sociedad es limitada, y que los recursos de que disponemos también lo son, es imprescindible detenernos a reflexionar sobre la necesidad de hacer una buena elección y un correcto uso de los materiales, para evitar, en la medida de lo posible, que se transformen en residuo por falta de planificación o simplemente, porque cada vez es más común practicar el insostenible hábito de “usar y tirar”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Trabajos presentados en reuniones y conferencias:

· Alvarez, A (2022) ¿Impacto Ambiental en el Proceso de Construccion? Ponencia presentada en las Jornadas 2022 Salud y Seguridad Ocupacional-Una mirada ambiental sostenible-. Córdoba, 26 al 29 de abril de 2022,Ministerio de Trabajo de la Provincia de Cordoba.

Recursos y documentos publicados en internet

Sitio web:

· IFLA (2010). IFLA web site. Disponible en http://www.ifla.org/
· OBJETIVOS DESARROLLO SUSTENTABLE- Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/
· ODS 11-12- Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/

· ODS 11-12- Disponible en: https://ciudades2030.unlp.edu.ar/objetivos/ods-11-ciudades-y-comunidades-sostenibles-19928

Libro, folleto o serie monográfica en línea:
· ITeC- *Buenas Prácticas Ambientales en las Obras de Construcción (2008)*- Disponible en: https://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:Buenas_Pr%C3%A1cticas_Ambientales_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n y en https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construcci%C3%B3n

Artículo de revista en línea:
· Lazovska, D (2018) Los 6 principios de la construcción sustentable. Disponible en https://www.expoknews.com/los-seis-principios-de-la-construccion-sustentable/ y en http://www.argentinagbc.org.ar/?articulos=los-seis-principios-de-la-construccion-sustentable
· Monroy Bobadilla, A (2018) Impacto ambiental durante el proceso de construcción. Disponible en: https://cmicac.com/2018/12/13/impacto-ambiental-durante-el-proceso-de-construccion/

ACCIONES COLABORATIVAS SOBRE LA EDUCACIÓN-URBANO-AMBIENTAL, EN EL MARCO DEL PLAN MAR EN UNA ESCUELA SUSTENTABLE DE MAR CHIQUITA

COLLABORATIVE ACTIONS ON URBAN-ENVIRONMENTAL EDUCATION, IN THE WORK OF THE PLAN MAR IN “UNA ESCUELA SUSTENTABLE” OF MAR CHIQUITA

Analía Verónica Díaz
Nora Demarchi
Kristina Atanasoska
Lucio Marsili
Tomas Fulgenzi

Taller Vertical de Construcciones “M”

FAUD — UNMDP, Mar del Plata, Argentina

—
anaverodiaz@gmail.com

RESUMEN

El municipio de Mar Chiquita, Bs.As. en el 2020 promoviendo un modelo de desarrollo local sustentable (Plan Mar) incluyó la construcción de Una Escuela Sustentable. En este marco la FAUD fue convocada por la ONG Tagma, Amartya y el Municipio a formar parte. Los participantes del proyecto de extensión aportaron los recursos académicos para el desarrollo de piezas de comunicación técnica para complementar las visitas y charlas informativas para la comunidad. El edificio se inspira en un prototipo conocido como Earthship o Nave tierra; que parte de siete premisas para su diseño; utiliza un sistema constructivo reutilizando residuos, realiza tratamiento de aguas,utiliza energías renovables, realiza potabilización de agua de lluvia,prevé diseño bioclimático, acondicionamiento térmico y producción de alimentos convirtiéndose en la 2da escuela de América Latina con estas características. El equipo materializó una maqueta 1:20 y 7 infografías que describen los temas para potenciar su divulgación y comunicación.

PALABRAS CLAVES: earthship – sustentabilidad – diseño bioclimático – educación

ABSTRACT

The Municipality of Mar Chiquita, Bs. As in 2020 promoting a model of local sustainable development (Plan Mar) included the construction of a Sustainable School. In this framework, the FAUD was summoned by the NGO Tagma, Amartya and the Municipality to take part. The participants of the extension project contributed the academic resources for the development of technical communication pieces to complement the visits and informative talks for the community.The building is inspired by a prototype known as Earthship or Nave Tierra: which starts from seven premises for its design; uses a construction system that reuses waste, carries out water treatment, uses renewable energy, makes rainwater drinkable, foresees bioclimatic design, thermal conditioning and food production, becoming the 2nd school in Latin America with these characteristics. The team materialized a 1:20 scale model and 8 infographics that describe the topics to enhance their dissemination and communication.

KEY WORDS: earthship – sustainability – bioclimatic design – education

INTRODUCCIÓN

El Municipio de Mar Chiquita, Bs. As. tiene como objetivo convertirse en el primer Municipio Sustentable de Argentina,(año 2020) promoviendo un modelo de desarrollo local sustentable que incluye la construcción de Una Escuela Sustentable(UES) y que luego del horario de cierre se convertirá en un centro comunitario que ayudará a reforzar los lazos comunitarios en torno a la educación y la sustentabilidad.

En este marco la FAUD fue convocada por la organización voluntaria Tagma, la ONG Amartya y el Municipio, a formar parte de la experiencia. Los participantes del proyecto de extensión FAUD a través del equipo del proyecto, aportarán los recursos humanos para el desarrollo de las actividades en diferentes fases:

1° etapa: sensibilización y capacitación de la comunidad en prácticas sustentables y reflexión sobre los hábitos y uso de los espacios.

2° Etapa gestión de residuos, conciencia sobre el uso racional de la energía, gestión de los recursos materiales para la construcción.

3° etapa: concretar el trabajo de campo, construcción, relevamientos de condiciones ambientales con la participación activa de alumnos de las asignaturas del Taller Vertical de Diseño I a III y Taller Vertical de Construcciones I a III.

El edificio se basa en un diseño sustentable conocido como Earthship o Nave tierra: el mismo se trata de un sistema constructivo basado en la reutilización de materiales, tratamiento de aguas, utilización de energías renovables, recolección y potabilización de agua de lluvia, acondicionamiento térmico y producción de alimentos.Tagma ha coordinado y gestionado un proyecto de similares características(2011-2016) para construir y habitar la primera escuela pública 100% autosustentable de Latinoamérica, en la localidad de Jaureguiberry (Canelones, Uruguay).

El mismo tuvo un impacto significativo en su medio y a nivel nacional e internacional, convirtiéndose en un modelo de réplica en diferentes países. En 2016 el proyecto ganó el premio a la Innovación en la categoría Impacto Social y reconocidos por la Organización Mundial para la educación pre-escolar ONG Amartya es desarrolladora del Planmar , “Plan de educación ambiental en conjunto con el Municipio de Mar Chiquita y la Comunidad docente del partido”.

Fig. 1: Etapa de Obra de la Escuela Sustentable. Fuente propia.

METODOLOGÍA

El proyecto incluye un fuerte trabajo con la comunidad que recibe el edificio, y con los usuarios niños, docentes y comunidad que lo habitarán, comenzando 6 meses antes de la obra, en la apropiación socio comunitaria del proyecto y finalizando con la instalación de capacidades locales para el uso y el aprovechamiento del edificio. Dentro de este proceso se llevó a cabo un “Taller de creación de proyectos medioambientales” que buscó detectar al menos 6 necesidades concretas en el área para poder concretar a mediano plazo recreando la experiencia de Una Escuela Sustentable.

Como fortaleza existió la posibilidad de trabajar con actores locales, políticos, sector empresario local, organizaciones no gubernamentales, profesionales de diversas áreas,familias, niños, y todas las edades, donde la FAUD se vió enriquecida y viceversa, además de la oportunidad de incorporarse a una estructura de trabajo ya existente y conformada que estuvo trabajando previamente en la gestión de este proyecto es también un aspecto positivo que agiliza la implementación del mismo y potencia su desarrollo.

Por otro lado, la participación de la FAUD otorga un marco de formalidad siendo que a nivel social la presencia académica, genera confianza y respaldo en un proyecto innovador para la comunidad.

En reuniones de trabajo del Proyecto, se acordó en conjunto con la ONG TAGMA y embajadores de la UES, que la FAUD podía aportar con la realización de 1 maqueta y 8 infografías que detallan las premisas y funcionamiento del proyecto de la Escuela, para la sensibilización y concientización de usuarios y visitantes.

Fig. 2: Equipo de trabajo elaborando la información gráfica educativa. Fuente propia.

DESARROLLO

La escuela sustentable N°12 de Mar Chiquita es un edificio de aproximadamente 300 m 2 que tiene una población de 60 niños de 1° a 6° grado y es un espacio de reflexión y aprendizaje sobre los 6 principios de sustentabilidad sobre los que se construyó el edificio, mismos principios que son compartidos a la comunidad para su experimentación en el uso, para comprobar la mejora de calidad de vida y salud en estos edificios para luego poder incorporarlos en nuevos proyectos por lo que se espera un gran impacto en la comunidad relacionado con prácticas sustentables, reflexión sobre los hábitos, uso de los espacios, gestión de residuos y conciencia sobre el uso racional de la energía.

La interdisciplina se realiza a través de la interacción con los recursos humanos técnicos de actores sociales ONG Tagma ONG Amartya, Otras ONG e Instituciones,etc, las áreas municipales involucradas y conforme a los objetivos comunes delineados.

En lo académico, la participación de alumnos de las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial posibilitan el abordaje desde diferentes enfoques que se articulan en el reconocimiento del mejoramiento del hábitat y educación del usuario como eje de toda propuesta social en relación al medio físico y comunicacional.

El grupo base de trabajo de la FAUD se conforma de docentes, becarios, estudiantes, y voluntarios que podrán sumarse dependiendo de las etapas y las acciones y quienes estarán interactuando con Municipio,Instituciones, y con los grupos que actualmente existen de maestros primarios, trabajadores sociales, y profesionales ambientales trabajando desde inicios del 2017 en la programación del proyecto a nivel local, además se sumarán otras disciplinas en las siguientes etapas (técnicos, constructores,arquitectos, ingenieros, investigadores, sociólogos, etc).

En el ámbito de la investigación, los temas que se abordaron dentro de este proyecto despertaron nuevas líneas y proyectos de investigación relacionados a las tecnologías aplicadas apropiadas, energías renovables, tratamiento de aguas, eficiencia energética, educación y prácticas sociocomunitarias, etc.

Fig. 3: Equipo de trabajo FAUD entregando la maqueta con autoridades y actores locales. Fuente propia.

Además la temática se vincula previamente con otras áreas de la UNMDP, a saber : Proyecto de extensión "Energías, una alternativa social" dentro de la Facultad de Ingeniería, dirigido por Ing Ricardo Zucal, Biblioteca Central de la UNMDP (educación),y Laboratorio de Materiales de la UNMDP. Concretamente en la FAUD, el impacto académico está fundamentado en el trabajo del LABGES (Laboratorio de Gestión Ambiental de la Facultad).
También se crearon nuevas asignaturas electivas relacionadas , además de la retroalimentación a las materias de Diseño y Construcciones y a su vez en la participación de los alumnos en los talleres, garantizando la articulación extensión, docencia , medio social .

Piezas de comunicación para la educación ambiental
Una de las necesidades que planteó el equipo UES que podría ser un aporte desde la FAUD , surge a la hora de llevar a cabo las visitas con el fin de dar difusión a todos los temas implementados en ella, pero con una limitante al momento de la comunicación ya que el edificio al encontrarse concluido muchas instalaciones, materiales , recorridos y detalles; no podían ser explicados con claridad ya que se encontraban ocultos o ya terminados con sus revestimientos y acabados.
De allí surgió la idea de elaborar ciertas piezas de comunicación que pudieran ser utilizadas durante las visitas, como así también pudieran ser trasladadas a otras escuelas y lugares donde se quisiera compartir la experiencia UES, con ese objetivo se realizaron 1 maqueta y 8 infografías explicativas.
La maqueta se realizó de manera que pudiera desmontarse y ver en corte los detalles constructivos y de instalaciones.

Fig. 4: Elaboración de maqueta desmontable con detalles constructivos. Fuente propia.

Las infografías que se realizaron, desarrollaron los temas que son premisas del diseño sustentable con que se diseñó, proyectó y construyó la escuela, estas fueron:

- Factor humano (Fig. 5)
- Materiales reciclados (Fig. 5)
- Acondicionamiento térmico (Fig. 6)
- Energías renovables (Fig. 6)
- Tratamiento de aguas grises y negras (Fig. 7)
- Reuso de agua de lluvia (Fig. 7)
- Producción de alimentos (Fig. 7)

Cada uno de los temas fue desarrollado en común acuerdo con la ONG Tagma, quienes establecieron los lineamientos de comunicación, homologándolos con los criterios gráficos y de contenido de manera que todo el material pudiera integrarse de manera normal al resto de la información de divulgación que haga referencia al proyecto.
El primer tema que se trabajó para comunicar fue el relacionado al factor humano y a la importancia de la relación territorio/comunidad/municipio/organizaciones sociales/universidad, para cumplir con los objetivos en las diferentes etapas; un trabajo para la comunidad en donde las personas , usuarios e instituciones se involucran desde el inicio. (Fig. 5)
El segundo tema fue el relacionado a la materialidad y a la reutilización de materiales fuente de residuos como neumáticos, latas de aluminio y vidrios, como así también materiales naturales y renovables como madera y tierra.

Fig. 5: Infografías de Factor Humano y Materiales Reciclados. Fuente propia.

La tercera lámina explica como funciona el acondicionamiento térmico y las premisas de diseño bioclimático que se tuvieron en cuenta para la regulación de temperaturas en las diferentes épocas del año, estudiando la situación particular del clima templado marítimo.
La cuarta lámina desarrolla el tema de las energías renovables y el funcionamiento de los 18 paneles fotovoltáicos que abastecen a la escuela y le permiten ser autosuficiente.

Fig. 6: Infografías Acondicionamiento térmico y energías renovables. Fuente: elaboración propia.

La quinta infografía muestra cómo funciona el tratamiento de agua grises y negras separado en diferentes procesos y cómo se conecta el agua gris con el área de producción de alimentos.
La sexta lámina explica cómo se reutiliza el agua de lluvia acopiada en 6 tanques de 5.000 lts que luego es procesada por un lado con un equipo potabilizador para el consumo humano y por otro lado se procesa para el uso de lavado e inodoros.
La séptima infografía desarrolla el tema de la producción de alimentos, y la importancia de poder contar en nuestros espacios con especies para recrear la biodiversidad y la alimentación consciente y saludable.

Fig. 7: Equipo de trabajo entregando la maqueta con autoridades y actores locales. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES
La experiencia del proyecto de extensión para Una escuela sustentable, brindó la posibilidad de múltiples impactos en el sentido académico y social.
Por un lado, el poder participar desde los inicios de un proyecto comunitario

coordinado por instituciones y organizaciones reconocidas a nivel regional, donde el equipo de proyecto FAUD pudo aportar sus conocimientos académicos en formación y a su vez aprender sobre tecnologías y conceptos de diseño que son alternativos y poco usuales en la comunidad académica pero que brindan información valiosa para incorporar como nuevas variables relacionadas a los temas de la sustentabilidad.

Por otro lado, reconocer la importancia de la comunicación y la articulación en el territorio de gran cantidad de información con un soporte académico y formal, en temas que en muchos casos no son debidamente explicados en la comunidad, corriendo el riesgo de no lograr el impacto positivo que siempre se espera al momento de realizar estos proyectos.

Por último, valorar que una vez atravesados estos valles en las relaciones comunidad y nuevos desarrollos ; las piezas de comunicación y el correcto uso de las mismas cumplen un rol fundamental para revertir la falta de información; colaborando positivamente en la difusión de temas que en muchas comunidades son desconocidos (fig 8), provocando un impacto positivo en la población y en quienes las elaboraron, en este caso los estudiantes de Arquitectura y Diseño Industrial de nuestra facultad coordinados por los docentes.

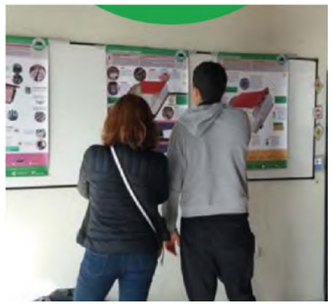


Fig. 4: Elaboración de maqueta desmontable con detalles constructivos. Fuente propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Edwards, Brian. (2008). Guía Básica De La Sostenibilidad, México DF: Gustavo Gili.
· Jourda Françoise Hélène (2014). Pequeño manual del proyecto sostenible. México DF: Gustavo Gili.
· Merkel, Jim. (2007). Simplicidad Radical, Barcelona. Edición: Fundación Tierra.
· Piano, Renzo. (1999).Arquitecturas Sostenibles, Ginko Press.
· Van Legen, Johan. (2011). Manual del Arquitecto Descalzo, México DF: Pax
· Falabella Teresita, Astivale Silvia (2010) “Indicadores de sostenibilidad en viviendas sociales.”

UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS EN CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS CON GENERACIÓN DE MANO DE OBRA Y REGLAMENTACIONES DE USO

USE OF RECYCLED PLASTICS IN THE CONSTRUCTION OF PUBLIC WORKS WITH CREATION OF EMPLOYMENT AND USE REGULATIONS

Nancy Murialdo
Agustín Ascani
María Jose Panvini
Sabina Spessot
Luciana Tettamanti

Equipo Vinculación Tecnológica,
Producción Edilicia
Panvini

FAPyD — UNR, Rosario, Argentina

—
nancymurialdo@gmail.com

RESUMEN

El proyecto se basó en la problemática de la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) producidos por la ciudad de Rosario y su Área Metropolitana debido al continuo crecimiento habitacional y desarrollo productivo. El objetivo fue la reutilización de RSU en hormigones no tradicionales a fin de lograr una disminución del impacto ambiental a través de su reglamentación de uso por parte de la Municipalidad de Rosario. Se lograron generar espacios de encuentro entre esta última y la Fapyd, desarrollando transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos sobre el tratamiento de los RSU. Se realizaron relevamientos de emprendimientos, costos, maquinarias disponibles y pliego de especificaciones técnicas de hormigones producidos por la Municipalidad dando como resultado una serie de conclusiones con respecto a la viabilidad técnica y constructiva del proyecto, la generación de pliegos, la ejecución y aplicación del hormigón. Será necesaria una mayor gestión municipal para reglamentar los usos y disposición de recursos para implementar el proyecto a escalas mayores.

PALABRAS CLAVES: impacto ambiental – gestión – pliegos técnicos

ABSTRACT

The project was based on the problem of the production of Municipal Solid Waste (MSW) of the city of Rosario and its metropolitan area due to the growth of the population and productive development. The goal was to reuse MSW in non conventional concrete in order to achieve a reduction in the environmental impact through its usage regulation from the Municipality Rosario. Meetings and partnership betw-een Fapyd and the Municipality were generated, developing a transference of scientific and technological knowledge of the treatment of MSW. Assessments of projects, costs, available machinery, and contractual documentation of technical specifications of concrete produced by the Municipality were made resulting in a series of conclusions about the technical and constructive viability of the project, regulations and execution and use of concrete. For its implementation at a larger scale, a greater management from the Municipality and provision of resources will be necessary.

KEY WORDS: environmental impact – management – technical descriptions

INTRODUCCIÓN

Se abordó la problemática ambiental que posee la Ciudad de Rosario y su Área Metropolitana debido a la exponencial generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) producidos por su constante crecimiento habitacional y desarrollo productivo, produciendo un gran impacto negativo a nivel medioambiental. Razón por la cual la Municipalidad de Rosario cuenta con programas de recolección general de RSU y dispone del programa SEPARE, así como de centros de recuperación y clasificación de residuos en general (entre los cuales se encuentran residuos plásticos).

Ante la problemática planteada se proponen acciones destinadas a reducir el impacto ambiental que generan los RSU: se trabajó en plantear una Asistencia Técnica a Municipios desde la Universidad Nacional de Rosario por medio de su Secretaría de Vinculación Tecnológica y Desarrollo Productivo con actores gubernamentales tanto públicos como privados para la transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos con aplicación práctica en el medio ambiente.

Tomando como base los conocimientos obtenidos por el equipo de Investigación ARQ111 de la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (dosajes de hormigones no convencionales con agregados plásticos reciclados) se desarrollaron hormigones de relleno aptos para su aplicación en obras públicas a través de reglamentaciones de uso que deberán ser generadas por la Municipalidad de Rosario.

El proyecto propuso la reglamentación del uso de hormigones no convencionales de relleno en los Pliegos Licitatorios de la Municipalidad en obras de carácter público con la finalidad de generar mano de obra y capacitación en las cooperativas y emprendimientos destinados a la separación y reciclado de plásticos provenientes de la recolección de residuos de la ciudad. La materia prima obtenida se debe triturar con una granulometría específica para ser incorporada en los hormigones no tradicionales, obteniendo así un material como agregado inerte en el uso de hormigones de relleno.

La reglamentación de uso en obras públicas del material generado permite reducir la gran cantidad de plásticos contaminantes del medio ambiente, producir nuevos empleos, dar valor agregado al trabajo de los recolectores, capacitar y concientizar a la población en general sobre la importancia de la separación de residuos y su reutilización.

De esta manera se da cumplimiento al objetivo principal del trabajo que fue generar vinculación y asociación mediante la transferencia de conocimientos entre actores locales para desarrollo de herramientas y tecnologías. Otros objetivos planteados fueron: articular el saber académico promoviendo el desarrollo y difusión de tecnologías respetuosas del medioambiente, promover en las facultades la adopción hormigones no convencionales en otros diseños y usos, concientizar y difundir vinculación tecnológica en actividades académicas, congresos relacionados con el tema.

Se pretende producir la transferencia de conocimientos científicos a la práctica, la vinculación entre Fapyd y Municipalidad favoreciendo el impacto en el destino final de los plásticos al establecer usos y normativas de transferencia a otros proyectos y municipios.

METODOLOGÍA

Se evaluó la problemática que atraviesa la ciudad de Rosario y su Área Metropolitana, se relevaron los emprendimientos municipales que reciben residuos reciclables y se aportaron conocimientos técnicos de la Fapyd, en base a ello la metodología se organiza en las siguientes instancias.

Se analizaron los destinatarios directos del proyecto: por una parte, la Subsecretaria de Medio Ambiente de la MR y sus reparticiones encargadas del tratamiento de los RSU y su destino final, dando respuesta a la Ley Nacional 25.916, (Gestión de Residuos Domiciliarios) y por otra, los emprendimientos referidos a la clasificación de plásticos tratados, a los fines de obtener mayor producción para la aplicación en los nuevos hormigones.

Con respecto a las actividades en Vinculación y asociación de la Facultad con la Municipalidad:
Se planteó la vinculación y la asociación entre la Facultad y la Municipalidad a través de trabajos conjuntos entre los diferentes equipos para la transferencia y aplicación de los conocimientos científico-prácticos desarrollados por docentes de la Fapyd en proyectos de investigación previos sobre la incorporación de plásticos reciclados en hormigones no tradicionales y analizando los pliegos de especificaciones técnicas existentes en hormigones de relleno. También se realizaron trabajos de relevamiento sobre la recolección, separación, cantidad y calidad. Se analizaron los niveles de gestión de los programas municipales, su funcionamiento y relación con los emprendimientos intervinientes corroborando la disponibilidad de materia prima.

En lo referido a desarrollo de actividades y contenidos:
Se realizaron relevamientos de las actividades existentes en los programas de la MR y los emprendimientos con el fin de lograr una vinculación con los mismos. Se plantearon actividades de gestión en conjunto para llevar a cabo el proyecto, generando un intercambio de conocimientos teórico – prácticos, para enriquecer la vinculación entre los actores.

En la transferencia de conocimientos:
Se gestionó y orientó a los diferentes actores que participan en el proyecto: a los equipos técnicos de la municipalidad y a los emprendedores en lo referido a las propiedades y granulometría del plástico; a los proveedores de hormigón en lo relacionado al dosaje específico que se utiliza en el hormigón no convencional. Se elaboraron pliegos de especificaciones técnicas de hormigones no tradicionales para agregar a los existentes. Se propuso la realización de contrapisos en veredas a modo de prueba en predios de la UNR en el Centro de desarrollo tecnológico en Salud y Seguridad Edilicia. (SaSED).

En lo relacionado a Promoción y difusión:
Se realizaron jornadas de difusión del proyecto de vinculación en ámbitos académicos, conjuntamente con la municipalidad. Se participó en Congresos y seminarios relativos al tema para su difusión. Se dictaron clases en cátedras de tecnologías.

DESARROLLO

Las actividades para el desarrollo del proyecto de investigación respondieron a la metodología y los objetivos planteados: transferir conocimientos científicos tecnológicos y reducir el impacto ambiental que generan la gran cantidad de desechos plásticos incorporándolos en hormigones de relleno no convencionales y reglamentando su uso las obras públicas. Otro objetivo propuesto fue facilitar la participación de los emprendimientos existentes con creación de mano de obra y valor agregado al material obtenido.
Se comenzó con la se presentación de los equipos de trabajo, encuentros, reuniones y ajustes de cronogramas y actividades. Se continuó con relevamiento de campo para tomar datos sobre la gestión de recolección, traslado, separación y clasificación por tipo de plástico. (material, cantidades, recursos humanos etc. Obtención de pliegos de especificaciones técnicas en vigencia. Estudio y análisis de las mismas. Figuras 1,2 y 3.
Con los datos obtenidos se realizó la clasificación y organización de los mismos: Inserción y readaptación del proyecto a las normativas aplicables. Se sis-

tematizaron datos obtenidos del relevamiento de campo para diagnosticar la situación de cada contraparte. Fig. 4.
Se analizaron los programas de recolección de la ciudad, composición de los mismos, características, cantidades obtenidas, evolución y crecimiento para su aplicación al proyecto. Fig.5.

Fig. 1, 2 y 3. Visitas con el equipo a planta municipal de separación de residuos. Selección del material de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Año	Generación domic. kg/hab/día	Disposición final kg/hab/día	Generación total ton/día	Disposición final ton/día
2014	0,506	0,85	479,85	806,76

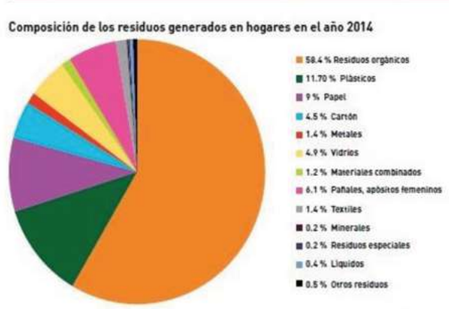


Fig. 4. Selección del material de trabajo. Datos y estadísticas. Fuente: Plan Ambiental Rosario.

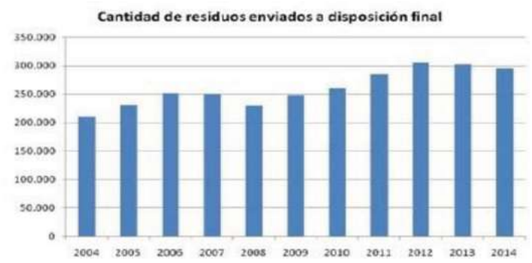


Fig. 5. Selección del material de trabajo. Datos y estadísticas.
Fuente: Plan Ambiental Rosario.

Obtenido el diagnóstico y características del material analizado se realizaron los ajustes correspondientes en los dosajes, pruebas, moliendas, separación y granulometrías para su aplicación y adaptación. Fig. 6 y 7.
Obtención del material con granulometría específica para ser utilizado en los hormigones de relleno, en bolsas de 20 kg. para su traslado a obra. Se utilizó Polietileno Tereftalato (PET) nª1.

Fig. 6. Utilización de molinos de molienda, separación clasificación de material a utilizar.
Fuente: Elaboración propia.

Fig. 7. Separación y clasificación de los diferentes plásticos, embolsados para trasladar a obra como agregado inerte. Material obtenido Centro de División de Residuos Noroeste. Ecuador 623 bis. Fuente: Elaboración propia.

Planificación de los trabajos:
A partir del diagnóstico, con el material obtenido y clasificado se continuó con transferencia de conocimientos y capacitación de recursos humanos en el dosaje, mortero y colocación en obra del hormigón. Análisis de resultados y ajustes de proporciones en dosajes. Clasificación, preparado y pruebas basadas en estudios anteriores (ARQ111). Posteriormente se redactan los pliegos de especificaciones técnicas en contrapisos para su aplicación práctica, también se hacen costos comparativos de los hormigones existentes y los planteados por el proyecto para verificar su viabilidad económica. Figuras 8 y 9.
Para la aplicación práctica del hormigón propuesto se definió el lugar de ejecución de la obra y se programaron las siguientes actividades: selección del material (PET), herramientas y maquinarias. La preparación del hormigón no tradicional con incorporación de plásticos reciclados fue realizada por alumnos de la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño y por los participantes del equipo de proyecto. Figuras 10,11 y 12.

- COSTOS POR M³ SIN AGREGADOS INERTE SERIAL	U	CANTIDAD	PRECIO $	SUB/TOTAL	TOTAL
Cemento	Kg	40	0.91	36.4	
Cal Hidráulica	Kg	66	1.08	71.28	
Arena mediana	m3	0.45	110	49.50	
Granza	m3	0.60	145	130	
MANO DE OBRA					
Empaste a maquina	hs	3	57	171	$/m3 458,20

COSTOS CON AGREGADO INERTE (PET)					
MATERIAL	U	CANTIDAD	PRECIO $	SUB/TOTAL	TOTAL
Cemento	Kg	40	0.91	36.4	
Cal Hidráulica	Kg	66	1.08	71.28	
Arena mediana	m3	0.45	110	49.50	
Granza	m3	0.60	145	130	
Agregado inerte PET	kg	4,70	8	37.60	
MANO DE OBRA					
Empaste a maquina	hs	3	57	171	$/m3 495,80

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONTRAPISOS

Sobre terreno natural bajo piso cerámico/parquet.

Tendrá un espesor de 12 cm, se utilizará hormigón tipo "H2" con agregado de material inerte PET, dosaje ¼;1;4; 8; 2 (cemento, cal hidráulica, arena mediana, granza de ladrillos, material inerte PET) colocándose previamente un film de polietileno de 100 micrones de espesor en contacto con el terreno el que deberá estar perfectamente compactado, nivelado y libre de mices, basuras, hormigueros, etc., que pudiera haber quedado. -

Sobre este contrapiso se ejecutará una carpeta de 2 cm de espesor utilizando un mortero "E" de dosaje 1 3, esta carpeta se extenderá sobre el contrapiso previamente barrido, limpio y mojado y empapado de una lechinada de cemento para mejor adherencia, se terminará al frataz logrando una superficie plana y libre de asperezas, rebabas, etc.

Fig. 8 y 9. Análisis de costos y cantidades de material. Redacción de Pliegos de Especificaciones Técnicas.
Fuente: Elaboración propia.

Fig.10,11 y 12. Preparación y elaboración en situ de contrapisos con hormigones no tradicionales.
Fuente: Elaboración propia

Fig. 13, 14 y 15. Trabajo de campo, elaboración y aplicación de hormigones no tradicionales.
Fuente: Elaboración propia.

Se redactaron pliegos de especificaciones técnicas definitivos en base a los informes elaborados y ejecutados a partir de los ensayos que fueron entregados a la Secretaria de Obras Públicas de la Municipalidad de Rosario. La aplicación práctica se realizó en predios de la UNR, en el área del SaSED, ejecutando contrapisos en caminos peatonales. Se obtuvieron resultados positivos verificando la factibilidad del proyecto.

Fig. 16. Aplicación práctica en UNR. SaSED – 14 de febrero 2017. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se coordinaron jornadas de evaluación, ajuste, verificación y reformulación con la Subsecretaría de Obras Públicas. Se presentaron resultados y propuestas de pliegos de especificaciones técnicas para licitaciones en obras públicas.
La Difusión del proyecto se generó mediante la presentación de las conclusiones en Jornadas de Vinculación Tecnológica en la UNR, exposición de los resultados obtenidos en la Municipalidad de Rosario y la divulgación del proyecto a los miembros del Ente de Coordinación Metropolitana (ECOM). Se realizaron presentaciones en congresos y exposiciones relacionados con el tema y en las cátedras de tecnología constructiva.

CONCLUSIONES

El trabajo contribuye a intervenir tecnológicamente para mejorar el hábitat por medio de una propuesta que permite reducir el impacto ambiental producido por RSU en Rosario y Área Metropolitana.
En el marco de proyectos de Vinculación tecnológica con asistencia a municipios realizados por la UNR se propuso a la Secretaria de Obras Publicas de la Municipalidad de Rosario reglamentar el uso de hormigones de relleno no tradicionales en las Licitaciones Públicas, incorporando este material como agregado inerte obtenido del reciclado plásticos de los RSU ya que los mismos quedan incorporados en hormigón de relleno quitándolos del medio ambiente.
La propuesta de reglamentar el uso de hormigones no tradicionales por parte de Municipalidad es para generar la necesidad del producto (plástico reciclado triturado) como un material más de construcción, esto brinda salida a la producción de los emprendimientos con mayor valor agregado y precios altos mejorando su situación.
Se redactaron Pliegos de Especificaciones técnicas para agregar a los pliegos licitatorios municipales y se realizó en el predio de la UNR un contrapiso con hormigón de relleno no tradicional como aplicación práctica del proyecto con muy buenos resultados.
Si bien se cumplieron los objetivos de trasferencia de conocimientos tecnológicos para su aplicación se requiere de políticas de gestión por parte de la Municipalidad de Rosario destinadas a reglamentar para licitaciones públicas con la finalidad de incentivar el reciclado y reubicación de los RSU. Con respecto a los emprendimientos se debe focalizar en su producción con la adquisición de maquinarias de molienda de plásticos con costos accesibles y capacitación sobre en el tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Dietz, A. (1972). *Plásticos para arquitectos y constructores*. Reverté. Barcelona.
· Ley Nª 25916 de 2004. Gestión de Residuos Domiciliarios. 04 de agosto de 2016.
· Espinosa, A.; Murialdo, N.; Panvini, M.J.; Povrzenic, J. y Tettamanti, L. (2012). *Incorporación de plásticos como agregado inerte en hormigones no convencionales* (ARQ.111). Ciencia y Tecnología. UNR Editora. Rosario.
· Fein, M. (2014). El Área Metropolitana de Rosario. *Cuaderno 1. Estructura Institucional y Caracterización Territorial*. ECOM. Rosario.
· Fein, M. (2014). El Área Metropolitana de Rosario. *Cuaderno 2. Contextos del Planeamiento Metropolitano Local e Internacional*. ECOM. Rosario.
· Fein, M. (2014). El Área Metropolitana de Rosario. *Cuaderno 3. Directrices de Ordenamiento Territorial*. ECOM. Rosario.
· ISO 14040: 2006. *Gestión Ambiental - Análisis del ciclo de vida - Principios y marco de referencia*. UNE-EN.
· Pinazo Sitjas, F. (1994). *Tecnología del hormigón*. Fliczkowski. Buenos Aires.
· Romero Rodríguez, B. (2004). *El análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental*. (Archivo PDF) https://www.icesi.edu.co/blogs/mercadeosostenible2012_02/files/2012/10/ACV_MEDIO- AMBIENTE.pdf
· Quarmby, A. (1976). *Materiales plásticos y arquitectura experimental*. Gili, G. Barcelona.

XII Creta

Área C - Extensión

Eje 3

MUJERES Y FEMINIDADES ALBAÑILES

WOMEN AND FEMINITIES MASONS

Cesar Altuzarra
Nora Diaz
Florencia Montano

Departamento de Construcciones

IPS — UNR, Rosario, Argentina

—
cesaraltuzarra@gmail.com

RESUMEN

La actividad de la construcción ha sido históricamente monopolizada por la presencia masculina, sin embargo, la mujer ha tenido un rol activo en la construcción o mejoramiento del hábitat para su familia. Esta actividad ha sido poco reconocida y la presencia de mujeres albañiles en el mundo del trabajo es casi nula. Abrir la frontera de "lo masculino" en el oficio de la construcción del hábitat para potenciar una participación efectiva y reconocida de la mujer, posibilitando su incorporación plena al mundo del trabajo, fue fundamento del curso de capacitación dictado en el marco de la Escuela de oficios de la UNR en el Instituto Politécnico. Dotar de herramientas teóricas y prácticas para el mejoramiento del propio hábitat a partir de una acción fundada en destrezas y conceptos adquiridos, fue el mayor orgullo de esta actividad extensionista que pone el conocimiento en manos de lxs más inoportunidadxs.

PALABRAS CLAVES: mujeres – construcción – trabajo

ABSTRACT

The construction activity has historically been monopolized by the male presence, however, women have had an active role in the construction or improvement of the habitat for their family. This activity has been underrecognized and the female masons presence in the world of work is null. Opening the frontier of "the masculine" in the trade of habitat construction to promote an effective and recognized participation of women, enabling their full incorporation into the world of work, was the basis of the training course given within the framework of the School of trades of the UNR in the Instituto Politecnico. The experience allowed reaching levels of knowledge and skills that made it possible to incorporate women into construction work teams from a leading and collaborative position. Providing theoretical and practical tools for the improvement of the habitat itself from an action based on acquired skills and concepts, was the greatest pride of this extension activity that puts knowledge in the hands of the most unopportuned.

KEY WORDS: women – construction – work

INTRODUCCIÓN

Desde el Departamento de Construcciones del Instituto Politécnico Superior General San Martín, dependiente de la UNR, hemos observado que, en el ámbito estudiantil, tanto del nivel secundario como del terciario, el número de mujeres ha crecido de manera exponencial en especial en los últimos años, lo que nos llevó a preguntarnos porqué ese mismo crecimiento no se producía en el ámbito laboral de la ejecución de obras, campo históricamente ocupado por hombres con una serie de condicionantes difíciles de quebrar como la creencia de que el trabajo pesado es exclusividad masculina.

El operario de la construcción y albañil en particular, se capacita a través de la práctica del trabajo en obra: de aprendiz a oficial. Con la intención de habilitar en estas tareas a las mujeres y en mejores condiciones de preparación (con una formación teórico práctica previa), se trabajó en conjunto con la Vicedirección de Extensión y la Secretaria de ESI y Perspectiva de Géneros de la escuela para dar forma al curso, canalizarlo a través de la Escuela Universitaria de Formación Profesional de la UNR permitió obtener los fondos necesarios para poder concretarlo.

Al tratarse de una oferta formativa con una matrícula abierta, generaría una heterogeneidad de estudiantes con una preparación diversa. Esto nos obligó a repensar el instrumento pedagógico que pudiera amalgamar saberes de procedencias tan diversas. Emular los modos de transmisión de saberes, que por siglos se han utilizado en el mundo de la construcción mediante el conocimiento empírico y con una propedéutica muy básica, se transformó en un gran desafío del curso.

Convencidos de la necesidad de un aprendizaje colaborativo y empírico y en las afirmaciones del Prof Sergio Rial: "*… que la praxis también es formativa y que el conocimiento puede surgir a partir de un problema real, constituido en objeto de una investigación empírica;*

· *que estudiantes e investigadores son capaces de entrar en diálogo con "otros" que también tienen algo para enseñar, desde diversos campos del saber y en vistas a realizar diversas transferencias de conocimiento y método;*

· *que la universidad no es la única dueña del conocimiento y que se enriquece con otros actores sociales que, si bien no necesariamente ostentan el saber académico, tienen otros saberes que la complementan y que hacen posible que se constituya en agente de transformación de la realidad.*"

El objetivo central era el de abrir las puertas de la universidad a sectores socio económicos inoportunidados, que pudieran a partir una formación básica contar con herramientas que les permitieran insertarse en el circuito productivo, asumiendo que la formación continua es la fuerza que permite transformar la realidad de cuna, comprendiendo que no eran las estudiantes las que debían adaptarse a las estructuras formales, si no que era la universidad la que debía repensar y rediseñar su oferta pedagógica a contextos históricamente excluídos.

METODOLOGÍA

El curso se organizó con el objetivo de dotar de herramientas teóricas y prácticas a mujeres y feminidades de manera que les permita adquirir destrezas para incorporarse a la actividad de la construcción del hábitat, mediante el mejoramiento de su propio entorno, la autoconstrucción (autogestión), o como medio de inserción laboral.

Se puso el énfasis en la metodología PTP (práctica-teoría-práctica). A partir del desarrollo del trabajo práctico central que permitió abordar las distintas fases de la construcción tradicional de la obra gruesa, mediante la ejecución de dos módulos constructivos caracterizados por distintos modos de fundación, cerramiento y cubiertas.

Fig. 1: Estudiantes aprendiendo a través de la practica

Se abordaron las técnicas constructivas, fundamentando cada acción con una justificación teórica que la sustenta. El método pedagógico PTP parte de los saberes propios de cada estudiante, los pone en debate y práctica, promoviendo la reflexión teórica como consecuencia del hacer, que permite validar o reformular lo actuado mediante una nueva práctica. La interacción de las estudiantes y la valoración de sus saberes fácticos estimulan una autopercepción positiva que se traducen en una participación activa creciente a partir del reconocimiento del valor de su aporte al crecimiento del grupo. Se promovieron espacios de interacción, que posibilitan la manifestación de inquietudes de orden privado que pudieran surgir.

Orientado a que las mujeres y feminidades participantes puedan adquirir destrezas conceptuales a partir del "hacer", la actividad práctica fue el eje central, incorporando la teoría como una justificación del "hacer", con contenidos como el conocimiento de herramientas y materiales, técnicas constructivas húmedas y en seco, desarrollo de los distintos rubros de obra, ejecución de cimientos, encadenados, muros, revoques, losas, contrapisos, carpetas, etc.

Fig. 2: Módulos constructivos en ejecución

El programa se estructuró en 10 módulos de 3 hs. Dentro de la propuesta original se proponía una actividad colectiva en un edificio comunitario a desarrollarse en una jornada, que no pudo realizarse por un desfasaje en el cronograma previsto.

Fig. 3: Pausa en el trabajo que permite la socialización

Se planteó la homologación con la UOCRA, (institución que colaboró con el curso a través de insumos, elementos de seguridad, herramientas, etc.), como curso de formación para adquirir la categoría OFICIALA ALBAÑILA.

Fig. 4: Foto grupal terminando la jornada

Contenidos:

Se desarrolló una secuencia cronológica que emuló los pasos necesarios para construir un espacio habitable básico, seguro y en condiciones mínimas de habitabilidad.

Además, se desarrollaron temas como higiene y seguridad en el trabajo, cuidados corporales de acarreo, estiba, elaboración y movimiento de materiales. Elementos de seguridad en la obra, señalizaciones, advertencias, protocolo de actuación ante la contingencia o accidente y derechos laborales.

El trabajo se desarrolló colectivamente, con responsabilidades que otorgaron un determinado rol, que fue rotando en las distintas jornadas de trabajo. De esta manera se incorporó el concepto de roles y no de jerarquías, ya que cada uno de los aportes permite desencadenar una tarea colectiva organizada, todas las tareas son importantes para alcanzar el objetivo propuesto. Se hizo énfasis en las bondades y beneficios del trabajo y el aprendizaje colaborativo y transversal.

La certificación de la validación de conocimientos no es solo un documento oficial que da cuenta de los saberes alcanzados, sino que se constituye en un instrumento de alta carga simbólica. En muchos casos ha sido el primer "título" oficial obtenido en una institución educativa, otorgando ejemplaridad hacia el propio entorno social. Además, el certificado de validación de conocimientos potencia el protagonismo de la mujer en los niveles de decisión, reconfigurando su rol, a partir de una participación activa y gravitante fundamentada en las certezas que brinda el conocimiento. De esta manera su opinión y participación se constituye en una condición necesaria dentro del equipo de trabajo que integra.

En el curso participaron, además, en carácter de adscriptas, estudiantes de las carreras Técnico en Construcción de Obras (nivel secundario) y Técnico Universitario en Construcciones (nivel terciario), junto a docentes del Departamento de Construcciones, ésta tarea en conjunto permitió además del acercamiento de estas estudiantes a cuestiones eminentemente prácticas, reforzar sus conocimientos teóricos y además valorar otros conocimientos empíricos. Sus tareas consistieron en colaborar en todas las actividades y generar, como apoyo teórico para las aspirantes a albañil, una compilación de las actividades y conceptos vertidos en cada clase, que pudieron llevarse como bibliografía de la experiencia.

CONCLUSIONES

Quizás el mayor desafío fue re decodificar los conceptos absolutos abordados habitualmente por la disciplina desde el deber ser profesional. Los valores de transmitancia reglamentarios, los límites de uso del espacio público y privado, los procedimientos de producción y sobre todo el repertorio material utilizado proveniente de proveedores de materiales de construcción, fueron permanentemente puestos en debate. Se utilizó, por ejemplo, como encofrado de la columna de hormigón armado, un tubo de cartón suficientemente rígido obtenido del deshecho de un comercio.

También se etapabilizaron los cerramientos para permitir alcanzar progresivamente condiciones de habitabilidad, primero el resguardo básico para ingresar a la vivienda lo antes posible y luego, de a poco ir incorporando mejoras para las condiciones de confort. Una pared de mampostería de ladrillos comunes o ladrillos huecos portantes de 15cm que posibilitaba el apoyo de una cubierta liviana para luego generar un revoque exterior, y finalmente una aislación térmica interior protegida con otra pared de ladrillos huecos. El cielorraso se presentó muchas veces como un exceso innecesario.

Este curso permitió evacuar dudas que se presentaban de problemas o dificultades en el propio hábitat, en general en condiciones de extrema pobreza. A partir de un asesoramiento, con el análisis de los casos evaluados por el conjunto de las estudiantes se sugerían distintas alternativas de solución viable.

Las egresadas del curso fueron convocadas por empresas locales a presentar sus antecedentes para posibles puestos de trabajo, comprobando que las habilidades adquiridas les pueden permitir una inserción laboral en un ámbito nuevo.

La selección de una de las graduadas de la primera edición del curso como colaboradora de la segunda edición, formando parte del equipo docente, es la prueba palpable de que la formación brinda oportunidades. La graduada afianza sus conocimientos y a su vez es testimonio del sentido que tiene invertir en la formación, volcando al nuevo grupo de estudiantes su experiencia personal y aportando sus sugerencias a la organización del nuevo curso para realizar los ajustes necesarios al programa propuesto.

Fig. 5: Aspirante a albañila trabajando con su bebé en brazos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Fundació factor humá (2021). *Unidad de conocimiento Lerning by doing*.

· Rodríguez García, A.B., & Ramírez, López L.J., (2014). *Aprender haciendo-Investigar reflexionando: Caso de estudio paralelo en Colombia y Chile.* Revista Academia y Virtualidad, 7, (2), 53-63

· Abramovich, A., Da Representacao, N., Fournier, M. (2012) *Aprender haciendo con otros: una experiencia de formación universitaria en articulación con organizaciones sociales.* Prólogo (pp11-12) 1ª ed. Los Polvorines. Universidad Nacional de General Sarmiento.

ALTERNATIVA DE ESTRUCTURAS PARA TORRES TANQUES DOMICILIARIOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INTEGRACIÓN SOCIO URBANA

ALTERNATIVE STRUCTURES FOR DOMICILIARY TANK TOWERS FOR SOCIO- URBAN INTEGRATION PROJECTS.

Jeremias Ispizua
Sabine Asis

Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda (IIDUTyV) / Grupo de investigación: Ciencia y Tecnología para el Habitar Popular (CyTHAP)

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—
jereispizua@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo se circunscribe en los llamados proyectos de obras tempranas (POT) llevados adelante por la Secretaría de Integración Socio Urbana (SISU) en vinculación con organizaciones sociales a lo largo de todo el país.
El objetivo principal de la presentación es contribuir al diseño de políticas de integración socio- urbana que sean adecuados técnicamente a los territorios donde se emplazan estos proyectos. Para esto, se realizará un análisis comparativo de la torre para tanques de agua prediseñadas por la SISU para las instalaciones intra-domiciliarias independientemente de la región del país en la que se ubique el proyecto, con una alternativa planteada para la ciudad de Mar del Plata por una ONG local vinculada a la UNMdP. Se consideran las particularidades de la ciudad, aspectos funcionales, materialidad, proceso constructivo, ventajas y desventajas de cada opción. Los resultados presentan la elaboración de alternativas adecuadas para el lugar.

PALABRAS CLAVES: torre tanque domiciliario – tecnología apropiada

ABSTRACT

This study analyses two versions of residential water tank structures. One described in the POT (Early Work Project) released by the SECRETARY OF SOCIO-URBAN INTEGRATION" (SISU) together with other social organizations nationwide and the other one by the UNMdP in joint work with local non-profit social organizations.
The main objective of this presentation is to help design technically adequate "integrational socio- urban" policies. To achieve this, a comparative analysis of the SISU water tank towers and the towers designed by the UNMdP have been carried out. The comparative study takes into account different variables as the special characteristics of the city of Mar del Plata and the variables related to the funcional aspects, material, building processes and advantages and disadvantages of the two types of towers included in the comparative study.
The results of this study are aimed at providing different alternatives in the construction of water tank towers in the area studied.

KEY WORDS: residential tank tower – appropriate technology

INTRODUCCIÓN

Dentro de los modelos de gestión enfocados en "generar soluciones" (en general estereotipadas y estandarizadas) a la falta o inadecuada provisión de bienes y servicios, los modelos más convencionales y predominantes asignan a los "destinatarios" un rol pasivo y subordinado, solo incluido en lo discursivo. En general, estas posturas adoptan esquemas de gestión paternalistas, de asistencialismo y en muchas veces, con lógicas clientelares (Rodulfo, 2007).

Por otro lado, se entiende a los modelos de gestión alternativos los llevados adelante por las organizaciones de base, movimientos sociales y en casos como este, programas universitarios, que no son centrados en el estado, pero se vinculan con este de diversas maneras, con tensiones y contradicciones como con acuerdos y consensos. Estos actores territoriales contienen una expertiz territorial (Cacopardo, 2018) para generar alianzas y vinculaciones para acceder a derechos humanos básicos, así como para comprender las dimensiones conflictivas y políticas de la urbanización popular. Así, estas formas de gestión parten del entendimiento del rol del estado, y el mercado, no como los únicos actores capaz de determinar e implementar estrategias de gestión, sino como parte de redes de co-gestión (Pelli, 2006).

Dentro de estos modelos, la tecnología, adecuada socio-técnicamente a los intereses de los grupos relevantes barriales, se reconvierte en una tecnología de proceso (Dagnino et. al., 2004). En este trabajo se entiende y se denomina a esa tecnología como tecnología social, como parte constitutiva de las tecnologías (estrategias) de gestión y de procesos, que transforman las posibilidades de las políticas públicas.

METODOLOGÍA

El objetivo general del Grupo de investigación: Ciencia y Tecnología para el Habitar Popular (CyTHAP), es aportar teoría y métodos sobre la denominada urbanización popular, a partir de estrategias de gestión y prácticas diversas, con la meta de un sentido político y de desarrollo social emancipatorio. Este recorte de un proyecto más amplio aborda un proceso de I+D aplicado en una política de urbanización de barrios populares para el diseño de un artefacto para sostener tanques de reserva.

En este trabajo se presenta un análisis comparativo de estructuras para tanques domiciliarios en el marco de proyectos de integración socio urbana llamados proyectos de obras tempranas (POT) llevados adelante por la secretaría de integración socio-urbana en vinculación con organizaciones sociales a lo largo de todo el país.

Los resultados obtenidos responden a un análisis de las torres para tanques de agua prediseñadas por la SISU, independiente de la región del país en la que se ubique el proyecto, con una alternativa planteada en la ciudad de Mar del Plata por una ONG local vinculada a la UNMdP, considerando las particularidades de la ciudad. A partir de ahí, se hará hincapié en aspectos funcionales, productivos, ventajas y desventajas de cada opción, análisis de costo de cada una y resistencia de la estructura.

DESARROLLO

Estrategias de gestión: la construcción de vínculos interinstitucionales.

En este apartado se intentará mostrar la red de interacciones y vínculos entre el programa de investigación Hábitat y Ciudadanía, y el grupo Ciencia y Tecnología para el Habitar Popular (CyTHAP), la Fundación Yo Soy Porque Nosotros Somos y los organismos dependientes del estado, la Municipalidad de General Pueyrredón, Obras Sanitarias Sociedad de Estado y la Secretaría de Integración Socio Urbana, dependiente del Ministerio de Desarrollo Social. (fig.1).

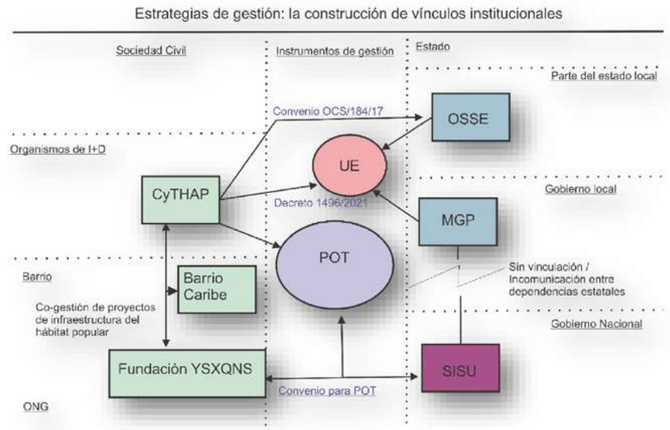


Fig. 1: Vínculos Institucionales. Fuente: Elaboración propia

Para esto es necesario presentar los actores y los roles, así como los instrumentos de gestión vinculados. Se presentará en orden cronológico de su aparición en este proceso.

Barrio Caribe: (fig. 2 ubicación). Asentamiento durante el 2013, toma de tierras abandonadas. En 2016 se genera un espacio comunitario que canaliza demandas y con el CyTHAP comienzan procesos de acceso a la electricidad. En 2020 son ya 3 espacios y vinculados con el CyTHAP comienzan un proceso de urbanización popular para acceder al agua. Acceso a un Proyecto de Obras Tempranas (POT) en 2021 ejecutado por la Fundación SOPORTE.

CyTHAP: grupo Ciencia y Tecnología para el Habitar Popular, trabaja en el barrio desde el año 2016. En 2020 a partir de un incidente hídrico que ocasiona el desborde de un arroyo y la falta de agua potable, con un grupo de vecinos presenta pedido a OSSE para hacer una red de agua alternativa. Un convenio suscrito en 2017 sirve de aval para el trabajo conjunto y para disponer de fondos.

OSSE: Desde el 2004 tiene vínculos con el programa de investigación para mejorar situaciones críticas del hábitat. En 2017 firma convenio con el CyTHAP y financia la instalación de algunos biodigestores. En 2020 recibe el reclamo de vecines del caribe y la propuesta de trabajo conjunto para un tendido de redes alternativo. Participa en el proyecto.

Así, con los primeros 3 actores se generan las condiciones de posibilidad para el proyecto de integración social y urbana.

Fundación YSXQNS: Yo Soy Porque Nosotros Somos. Trabaja vinculada al CyTHAP con prácticas de mejoramiento de hábitat popular y durante la pandemia realiza asistencia alimentaria en barrios populares. A partir de la experiencia de acceso al agua propone presentar un POT ante la SISU para acceder a instalaciones de agua y luz.

SISU: Política activa del RENABAP, encargada de la integración social y urbana de los barrios populares. Dentro de sus políticas se encuentran los (POT) para realizar instalaciones intra domiciliarias de agua, luz y cloacas, playones deportivos, SUMs y veredas. A partir de la presentación de la fundación y de los antecedentes del CyTHAP, financia la obra en el barrio.

MGP: Sin vinculación con la SISU, en 2021 reconoce el proyecto realizado por OSSE, vecinos del Caribe y el CyTHAP y a partir de tracción del CyTHAP accede a la formalización de una Unidad Ejecutora que trabaje sobre el hábitat y la urbanización de barrios. Participa en el proyecto financiando 23 conexiones domiciliarias.

En el Barrio El Caribe por medio del programa POT de la SISU se financiaron OBRAS DE INFRAESTRUCTURA ; 101 conexiones intradomiciliarias eléctricas

y 61 conexiones domiciliarias de agua corriente, 51 con torre independiente y 10 instalaciones sobre la estructura de la vivienda.
Se conto con el dictado de un curso de formación en termofusión en el barrio, capacitando mano de obra de los habitantes del lugar. Los actores para producir las torres los conformaron el Grupo de investigación CyTHAP, con la elaboración de la propuesta junto con la FUNDACION, un herrero local vinculado al programa con taller productivo, se contrató una cooperativa de un barrio vecino a la que se le requirió que incorpore la mano de obra capacitada en el curso a la cuadrilla, 4 fueron incorporados a la misma.

Respecto a la alternativa para la solución de las estructuras para tanques, desarrollaremos el elaborado por la SISU (M1), que se utilizó en otros barrios de la ciudad, y el tercer modelo que es la torre metálica que se diseñó para el Barrio El Caribe (M3). (Fig. 3).

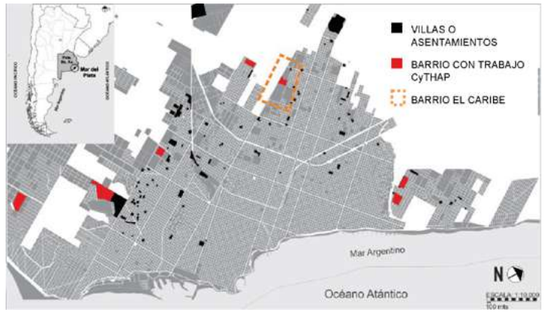


Figura 2. Ubicación Bario El Caribe

Fuente: Informe Villas y Asentamientos Secretaría de Planeamiento Urbano MGP al 2015

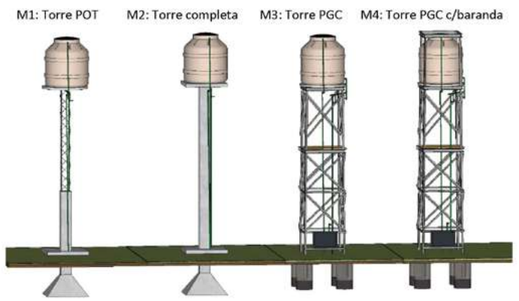


Figura 3. Modelos de estructura para tanques Fuente: Elaboración propia

1. Torre de la SISU

Torre de estructura mixta, columnas de hormigón hasta 1,5 / 2 metros de altura y luego estructura de acero con hierro expuesto. (Fig. 4).

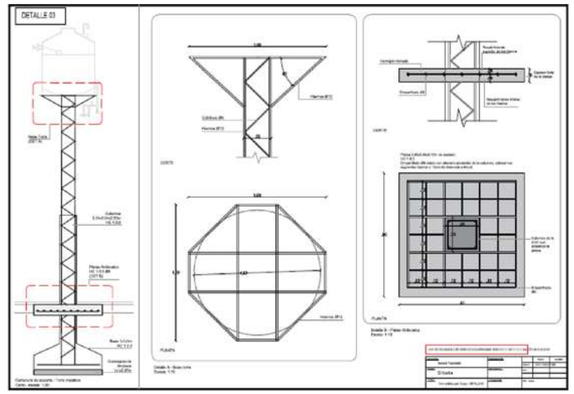


Figura 4. Detalle torre tanque POT Fuente: Elaboración SISU

La colocación del tanque se resuelve sobre torre metálica con columna de apoyo de hormigón y reticulado. La torre es de barras de acero aletado del 12, con el reticulado diagonal del 6, y con base de hormigón armado y platea antivuelco.
Una de las dificultades que se encuentra es la de integrar a la propuesta un nicho para alojar canilla de servicio y llave de corte a una medianera casi siempre inexistente, a límites difusos en los terrenos. (Fig. 5).

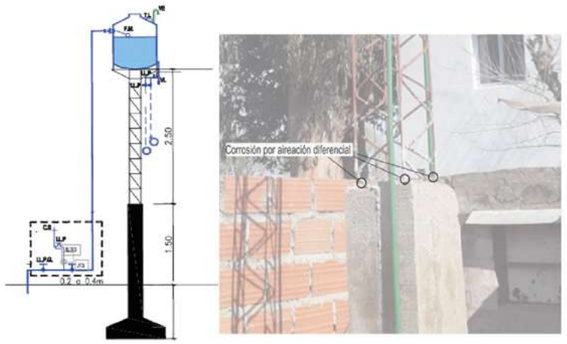


Figura 5. Esquema e imagen de torre tanque SISU Fuente: Elaboración propia

Proceso constructivo:
Al tratarse de hormigón hecho in situ, la secuencia implica varios pasos en el proceso constructivo, en taller se arma la armadura de la columna y la platea anti vuelco. En obra primero la fundación, luego lleva platea anti vuelco en el comienzo de la columna en contacto con terreno natural. Paso siguiente se arma el encofrado de 2 metros de altura de la columna, requiriendo apuntalamiento hasta su desencofrado. Se coloca la armadura, para luego realizar el colado de hormigón, y la espera de unos días para desencofrar. Para realizar simultáneamente varias torres será necesario contar con varios equipos de encofrados, para optimizar el hormigón que se utiliza ya sea in situ o elaborado de planta. El resultado de la experiencia en otros barrios es la producción en obra de una torre sola por día.
Tipos de corrosión a los que se ve afectada la estructura: La oxidación y corrosión de los metales es la perdida de material. Son procesos sucesivos. La oxidación es la transformación en oxido de la superficie de hierro en contacto con oxígeno. La corrosión , como la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal como consecuencia de la aparición de una pila electroquímica, en presencia de un electrolito, en la que el metal en cuestión actúa de ánodo, perdiendo electrodos a favor del polo positivo, electrones que acaban deshaciendo moléculas, lo que se materializa en la pérdida de material.

Podemos distinguir dos tipos de procesos corrosivos en estas estructuras:
Corrosión por aireación diferencial: aparece en un mismo elemento metálico cuando una porción del mismo está húmeda (ánodo) y la otra seca (cátodo). Cuando la pila se produce entre una superficie seca y otra húmeda de la misma pieza (rincones, gotas de agua etc.) la húmeda actúa de ánodo. En la torre hecha de hormigón y acero el encuentro entre la columna de hormigón y la parte metálica que continua después de los dos metros al aire, es un sector donde el agua se estanca.

Corrosión por ambiente marino de la estructura expuesta: Respecto las condiciones de exposición ambiental de acuerdo con el grado de agresividad al hormigón y las armaduras, la norma Cirsoc 2005 establece los tipos de ambientes o clases de exposición que producen corrosión en armaduras. Mar del Plata entra en la designación M1, clase de ambiente marino, con contacto eventual con aire cargado de sales marinas, agentes agresivos que están en el ambiente, corrosión por cloruros. Esta condición determina una serie de exigencias para la durabilidad sobre calidad de hormigón y espesor de recubrimiento de barras. A su vez el tratamiento de la estruc-

tura con la armadura expuesta con la utilización de antióxidos no es el tratamiento adecuado para la estructura dentro de la masa de hormigón, llegando a ser incluso contraproducente.

2. Torre de perfiles galvanizados propuesta:

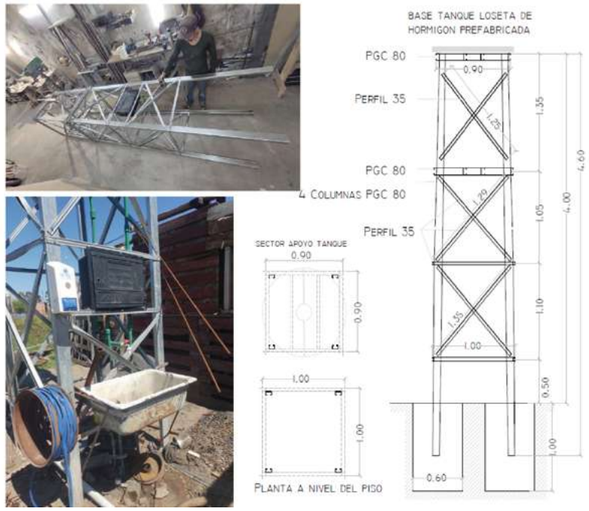


Figura 6. Torre tanque metálica propuesta. Fabricación en taller. Nicho para alojar canilla de servicio y llave de corte. Fuente: Elaboración propia

La Torre para sostener un tanque de agua de 500 litros, tiene una altura de 4 metros con una base cuadrada de 1 metro a nivel del suelo, y culmina en su parte más elevada en una sección cuadrada de 0,90 metros.
La estructura está conformada completamente por perfiles galvanizados. Las columnas formadas por perfiles PGC 80x40x15 y espesor 1,6 mm, mismos perfiles se utilizan para conformar la base de apoyo superior sobre la que se coloca una loseta de cemento. Los arriostramientos entre columnas se conforman con perfiles C de 35x35x1.6 mm. La fijación entre los diferentes perfiles se realiza mediante tornillos. (Fig. 6).

Proceso constructivo:
Se trata del armado en taller bajo condiciones más cómodas y seguras. La producción en taller de las torres permite trabajar días de mal tiempo.
En obra se trata de tarea de montaje. Al tratarse de tarea de montaje en el sitio los tiempos de obra son menores. Se realizan las bases, 4 dados de hormigón independientes, se sugiere que el dado pase el nivel de terreno natural 10 cm para proteger en encuentro de los perfiles columna con el suelo húmedo. Se presenta la torre, se apuntala y se deja fraguar el hormigón con las columnas ya empotradas en las bases.
La protección del galvanizado proporciona mayor durabilidad a la estructura.
Estabilidad de la estructura y de sus elementos estructurales:
El diseño de la torre con nudos, cruces y aros permite llegar al tanque en forma sencilla para colocación y futuros arreglos. También proporciona rigidez, por medio de Triangulaciones, diagonalizaciones, y arriostramientos en K, X, Y. Se realizo el cálculo con RAM advanse v9.5 (Bentley), utilizando las normas Cirsoc, cuyo resultado verifico los perfiles a cargas de viento, permanente y sobrecarga, y las solicitaciones de compresión, pandero lateral torsional y flexión. (Fig. 7)

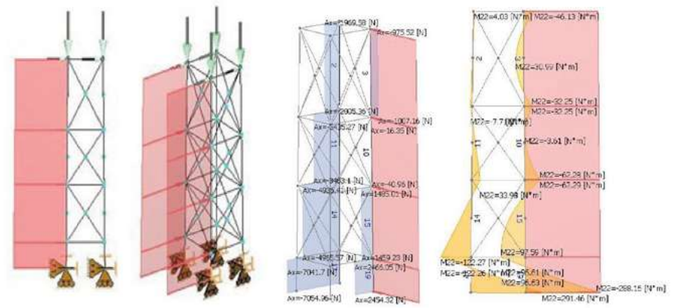


Figura 7. Diagrama de cargas y diagrama de esfuerzos. Fuente: Elaboración propia

Las ventajas de la torre para tanque de agua de perfiles galvanizados sobre la de hormigón responde a las siguientes cuestiones:
· La torre de hormigón lleva más tiempo de construcción in situ.
· El proceso constructivo es más complejo, requiere de más inversión de herramientas y encofrado en obra.
· Se requiere más mano de obra y mayor calificación.
· El trabajo de prefabricación en taller de la torre metálica permite la construcción bajo condiciones de seguridad, más cómodas y seguras.
· No se necesita tener encofrados y andamios varios.
· El mal tiempo (lluvias, vientos) puede retrasar los trabajos en el caso de la torre de hormigón que son in situ.
· No lleva platea anti vuelco de hormigón.
· La fundación puede ser independiente para cada columna perfil, con un dado de hormigón, ya que la misma forma de la torre posee una inercia importante dado su ancho, y al trabajar como columna tipo reticulada, otorgándole gran resistencia la vuelco por viento. La columna de hormigón tiene mucha esbeltez, lo que hace necesario la platea anti vuelco y la base de fundación centrada.
· Tiene menor exposición a agentes que producen corrosión en las barras de metal.
· Se da solución a la problemática de ubicación y funcionamiento de un bypass y un nicho de para alojar canilla de servicio y llave de corte dentro de la misma estructura, anexándose una pileta exterior. (Fig. 6)
· Esta estructura brinda la posibilidad de acceso al tanque para cualquier situación de mantenimiento que se requiera.
· Respecto a los costos: los materiales en la torre metálica resultan aproximadamente un 50
% más caros. Respecto de la productividad la ejecución por día en la M1 es de 1.6 por día, y la M3 es de 3 por día en taller. La misma relación se verifica en la instalación in situ. Esto permite un ahorro del 50 % de la mano de obra. Pero donde se verifica la diferencia es al elegir una propuesta técnica que responde mejor a los requerimientos.

Figura 8. Imágenes de las torres terminadas y de la participación barrial. Fuente: Elaboración propia

DISCUSION DE RESULTADOS
El objetivo principal de la presentación es contribuir al diseño de políticas de integración socio- urbana que sean adecuados técnicamente a los territorios donde se emplazan estos proyectos.
Se consideraron las particularidades de la ciudad, aspectos funcionales, materialidad, proceso constructivo, ventajas y desventajas de cada opción. Los resultados presentan la construcción de una alternativa adecuada para el lugar.
¿Cuál es la contribución que el trabajo hace al área y eje de estudio?

Una política de integración de barrios populares que considere las especificidades geográficas (en su sentido más amplio) de cada territorio.
En esta experiencia, la flexibilidad actual de la SISU ante los potenciales problemas al incorporar saberes locales en situaciones puntuales.
La necesidad de incorporar un soporte técnico y de gestión a las organizaciones sociales para potenciar estos procesos y vincular los profesionales liberales con las organizaciones.
La potencialidad de establecer grupos de investigación de base territorial.
Incorporar a habitantes del barrio en los procesos productivos, ya sea incorporándose al trabajo de cooperativas, como en su formación con los cursos de capacitación en termofusión que se brindaron desde la fundación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Pelli, V. (2006) *Habitar, Participar, Pertenecer. Acceder a la vivienda-incluirse en la sociedad*. 1. Ed. Buenos Aires: Nobuko, 234p. PEYLOUBET,
· Rodulfo, M. B. (2007) *Políticas habitacionales y producción social del hábitat en la Argentina*. In: Anales Semanario Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Hábitat Popular , Córdoba.
· Dagnino, R.; Cruvinel Brandão, F; Tahan Novaes, H. (2004) " Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social". In: Tecnologia social. Uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, p.15-65.
· Cacopardo, F. A., Cusán, M. I., & Rotondaro, R. (2013). Tecnologías sociales como un emergente territorial: aportes para un modelo de gestión del hábitat popular. Experiencia matriz para pilares de conexión eléctrica, Mar del Plata, Argentina. Mar del Plata: Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad. Recuperado de: https://revistas.unne.edu.ar/index.php/crn/article/view/523
· Cacopardo, F., Rotondaro, R., Blanco Pepi, M., Cacopardo, G., Freire, P., Ispizúa, J., Melián, I., & Mitidieri, A. (2018). "Tecnologías sociales en territorios urbanos pobres. Barrio Nuevo Golf, Mar del Plata, Argentina (2010-2018)". Redes. 24(47), pp 227-pp 262. Recuperado de: https://revistaredes.unq.edu.ar/index.php/redes/article/view/37
· Normas para el calculo estructural:
CIRSOC 101: Cargas y Sobrecargas
CIRSOC 102: Viento
CIRSOC 301: Estructuras Metálicas
CIRSOC 303: Estructuras Metálicas Livianas

MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE AGENTES DE RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HÁBITAT

MEASUREMENT AND EVALUATION OF RISK AGENTES IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS

Rodolfo José Bellot
Leandro Fontanetto

Laboratorio de Técnicas y Materiales

FADU – UNL, Santa Fe, Argentina

—
arq.bellot@gmail.com

RESUMEN

La evaluación de riesgos presenta diferentes peculiaridades dependiendo del agente que lo origina. No obstante, con mayor o menor dificultad, muestran como característica la posibilidad de ser medibles y cuantificables mediante técnicas y procedimientos específicos que posibilitan su determinación e incidencia. Para esta acción el LATAMT – FADU – UNL cuenta con servicios especializados de investigación y colaboración con el medio productivo local. En este sentido, este proyecto tiene por objetivo el colaborar con la consolidación de un ambiente laboral seguro mediante la enseñanza, investigación y transferencia de conocimientos.
En términos metodológicos, se presentarán | analizarán variables para la medición de agentes de riesgo con su correspondiente incidencia de factores en la industria de la construcción.
Como parte de los resultados, se expone | reflexiona, cómo la importancia cautelar sobre la salud y seguridad de los trabajadores ha derivado en una tendencia donde se acentúan las responsabilidades de todos los actores intervinientes.

PALABRAS CLAVES: seguridad – higiene – ambiente – prevención

ABSTRACT

Risk assessment presents different peculiarities depending on the agent that originates it. However, with greater or lesser difficulty, they show as a characteristic the possibility of being measurable and quantifiable through specific techniques and procedures that enable their determination and incidence. For this action, LATAMT – FADU – UNL has specialized research and collaboration services with the local productive environment. In this sense, this project aims to collaborate with the consolidation of a safe work environment through teaching, research and knowledge transfer.
In methodological terms, variables will be presented and analyzed for the measurement of risk agents with their corresponding incidence of factors in the construction industry.
As part of the results, it is exposed | reflects, how the precautionary importance on the health and safety of the workers has derived in a trend where the responsibilities of all the intervening actors are accentuated.

KEY WORDS: security – hygiene – ambient – prevention

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones –en un sentido amplio– contemplan las problemáticas vinculadas a la salud en relación con el mundo del trabajo como plausibles de prevención, esto, por definición, se debe a que sus factores determinantes pueden hallarse precisamente en las condiciones de trabajo (MTESS, 2014).

En este sentido, en las últimas décadas se han evidenciado importantes avances en materia de prevención, especialmente de modo concomitante[1], entre diversos actores quienes desde sus particulares perspectivas abordan el control de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales bajo la consideración y análisis de las condiciones y medio ambiente del trabajo (Mangosio, 2005).

Al respecto, se entiende por condiciones de trabajo, aquellos factores como el tiempo dedicado, la organización, contenido, gestión, ergonomía, remuneración, servicios asistenciales y participación, entre otros. Siendo por su parte, medio ambiente de trabajo, el lugar o establecimiento en donde se realiza y con todas sus características.

Por consiguiente, es posible sostener, que una de las herramientas principales para perfeccionar las condiciones de salud y seguridad en el trabajo es el continuo desarrollo y consolidación de una cultura de la prevención[2]. Ésta supone el compromiso de la sociedad, las organizaciones y los individuos para con la salud y seguridad, lo que se manifiesta en un conjunto de valores, actitudes, percepciones, conocimientos y prácticas, tanto individuales como colectivas. (Macchia 2007, Caruso 2006).

Ahora bien, para que toda organización fortaleza la denominada cultura de la prevención, necesita identificar y evaluar sus riesgos laborales, a los fines de actuar sobre ellos, siendo uno de los mayores desafíos de la prevención, lograr que los peligros que puedan presentarse en una situación laboral no se transformen en riesgos (Suarez, 2001). Algo que también establece la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT, 2005) en el documento Guia Metodo ERL- BS8800.

Desde este lugar, se recupera el concepto de agente de riesgo, el cual hace referencia a todos aquellos contaminantes que pudiendo estar presentes en un ambiente de trabajo, podrían causar deterioros en la salud de los trabajadores, siempre y cuando éstos, se encuentren expuestos y se excedan límites normativos. (Mangosio 1994)

Por otra parte, bajo las particulares características que implican a la industria atípica de la construcción (Macchia, 2007) se establece entre los profesionales que intervienen y los requerimientos –obligaciones y responsabilidades– en materia de higiene y seguridad (HyS) y especificametne en la evaluación de riesgos, una serie de problemas que a los fines de este trabajo se recortan en dos vertientes y se pueden sintetizar en; por una parte, la falta de competenicas profesionales[3] y por la otra, la generalizada imposibilidad de contar con aparatología especifica.

En tal caso, el (LATMAT) surge como una dependencia que permite desarrollar políticas de extensión tendientes a transferir al sector productivo de la construcción y organismos inherentes, investigaciones y estudios del impacto que sobre el ambiente puedan generar ciertas actividades y servicios vinculados a la materialización física de los edificios.

Por su parte, dichas políticas de investigación y extensión se canalizan en dos tipos de modalidades; Servicios Educativos a Terceros (SET), mediante los cuales el laboratorio brinda capacitación, actualización y especialización a los profesionales y/o personal de empresas o sectores que requieren mano de obra altamente calificada o especializada, acorde con las necesidades de sus actividades y; Servicios Altamente Especializados a Terceros (SAT), por medio del cual, se brindan actividades de asistencia técnica mediante asesorías, análisis, mediciones y ensayos que permitan dar respuesta a los requerimientos puntuales de las diversas organizaciones de la región.

METODOLOGÍA

A los efector de comprender de mejor manera los distintos niveles de abstracción que presenta el trabajo, se abreva a un posicionameinto que va desde lo más genérico a lo más concreto, pudiendo disgregar el diseño metodológico en dos componentes:

a) la concepción metodológica utilizada en la investigación propiamente dicha.

b) una metodología intriseca a los ejemplos considerados, llevada a cabo por técnias y procedimientos

En tal sentido, el presente articulo se desarrolla bajo el imperio de una impronta metódica descriptiva interpretativa, en tanto que sus herramientas son la observación participante y el análisis bibliográfico.

En el primer componente, la concepción metodología utilizada en la investigación, en cuanto el enfoque teórico, sostenemos que la investigación aplicada o investigación en acción (Ynoub, 2018) e incluso la intervención profesional –en cuanto a su diferenciación con aquella– (Samaja, 1994) permite reconocer en la medición una herramienta válida para la producción de conocimientos y por ende útil a los fines disciplinares.

Por su parte, desde el LATMAT se investiga en algo muy similar a la dimensión que conlleva la extensión universitaria, ya que se trata de servicios a terceros mediante extensión critica e investigación aplicada y participativa. Viñar (2015), sostiene que el sistema más extendido en la producción de conocimiento es aquel en donde el conocimiento se produce por medio de sujetos –los investigadores– vinculados a un problema de investigación –objeto de conocimiento– y en el caso particular de la extensión la relación que se establece es, en cambio, “entre sujetos que contribuyen con su conocimiento a la producción de un nuevo saber desde el diálogo de saberes” (p. 17). Al respecto, la autora agrega, que existe un desplazamiento de los criterios de validez del conocimiento, debido a que éste no solo se debe a una coherencia entre datos y teoría, sino que el planteo se basa en una estructura valorativa basada en la praxis.

En cuanto al segundo componente, la metodología intrínseca a los ejemplos considerados, lo primero, será identificar el o los agentes de riesgo y luego evaluar las distintas variables e indicadores que lo componen, para ello se utilizarán diferentes métodos: mediciones, valores, estudios teóricos y validaciones analíticas entre otros, a los fines de establecer la presencia del contaminante en el ambiente laboral, su concentración, dosis y peligrosidad.

DESARROLLO

Anteriormente se ha definido el concepto de agente de riesgo, pues bien, este concepto se vincula con el relevamiento de agentes de riesgo (RAR) que trata de una declaración jurada mediante la cual se expresa ante la asegurdarora de riesgos del trabajo (ART) la nómina de trabajadores expuestos a determinados agentes. Dicha información, debe contener la fecha de ingreso a la empresa, la fecha de inicio de la exposición, el tiempo de exposición al agente y el o los agentes de riesgo a los cuales se encuentra expuesto en su puesto de trabajo habitual. El mismo debe presentarse al momento de inicio del contrato y posteriormente, una vez por año.

El principal objetivo de la presentación de un RAR es la prevención de enfermedades ocasionadas y/o de origen laboral por medio de la detección precoz –estudios médicos periódicos– que indiquen que los trabajadores están expuestos a agentes por arriba de los máximos tolerables, situación que, de continuar, es plausibles en desencadenar en una enfermedad.

Por este motivo, la SRT sostiene que la prevención de enfermedades laborales se lleva a cabo desde dos perspectivas:

a) Mediante la aplicación de medidas de HyS laboral en la propia organización a través de la cual se trabaja en la eliminación y/o contención de los agentes de riesgo y la protección del trabajador.

b) Mediante análisis y estudios médicos llevados a cabo sobre el trabajador.
En tal sentido, (Mangosio, 1994) establece una serie de condiciones que se deben reunir para que un agente de riesgo sea susceptible de ser declarado, en primer lugar, deber encontrarse en el ambiente laboral, en segundo termino debe exceder el límite de dosis mínimo estipulado parar una jornada laboral en función del agente considerado y por último debe guardar correlación demostrable con la magnitud de los agentes o factores ambientales en función de la actividad laboral.
A tal fin, la SRT (2020), presenta una Guía Práctica para el análisis de riesgo y conformación de la Nómina de Trabajadores Expuestos (NTE), en donde establece el siguiente circuito, (fig. 1):

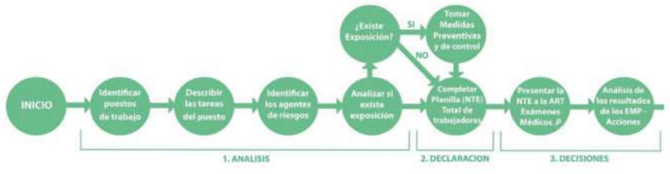


Fig. 1. Esquema de procedimiento para el análisis de riesgos. Fuente: SRT Guía Práctica para análisis de riesgo y conformación de la Nómina de Trabajadores Expuestos (NTE)

Por su parte, se coincide con (Macchia 2007) para quien no es el trabajo "sino las modificaciones que su desempeño producen en el medio ambiente, los que pueden resultar graves para la salud de las personas" (p. 23), siendo esto un factor que viabiliza la aparición de riesgos. Al respecto, toda actividad laboral puede presentar riesgos –incluso en aquellas aparentemente inocuas– y en tal caso la magnitud del riesgo está en estrecho vínculo con la posibilidad de ocurrencia y con la gravedad del daño que puede generar. Algo que, de acuerdo con (Caruso, 2008), se vincula en la industria de la construcción, con el concepto de planificación, en tanto que los riesgos, son mayoritariamente producto de malas planificaciones y en tal sentido, la prevención inicia desde una correcta organización.
Entre los aspectos a analizar en el proceso de trabajo, se considera un listado de agentes de riesgo presunto por actividad, el cual está integrado según nuestra legislación vigente[4] por factores de riesgo divididos según tipos: Biológicos; Físicos; Químicos; Termohigrométricos y otros.
No obstante, se recomienda tener en cuenta las variables consideradas por la organización internacional del trabajo (OIT), pertenecientes a las Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT), que para presentarla de manera ordenada entre todas las situaciones de riesgo, se pueden exponer de acuerdo lo hace MTESS (2014), (fig. 2), reconociendo que, "esta clasificación no muestra uno de los aspectos fundamentales del análisis de la salud en el entorno laboral: el modo en que los riesgos se encuentran en interacción permanente tal como lo expresa el Círculo de Clerc[5]" (p.26).

Fig. 2. Esquema de procedimiento para el análisis de riesgos. Fuente: MTESS (2014)

Servicios de extensión a terceros por parte del LATMAT

Los contenidos, presentados en una interrelación entre teoría y práctica, se estructuran sobre los siguientes ejes tópicos:
1) Profesionales y organizaciones que requieren servicios del LATMAT para identificar, medir y evaluar agentes de riesgo –en todas o en algunas de estas situaciones–.
1a – Por realizar presentaciones espontáneas o de rigor ante la respectiva ART.
2a – Por encontrase intimados a realizar declaraciones de agentes de riesgo producto de inspecciones por parte de organismos de control.

2) Organizaciones – empresas y/o entes estatales o privados – que requieren servicios del LATMAT para capacitar a sus cuadros.
Con relación a las actividades del LATMAT, se establece que tienen su sesgo por estar insertas en el ámbito de la ciudad de Santa Fe, el Departamento La Capital y zona de influencia, por ende, subsumidas en las particularidades que pueden encontrase en las formas de proceder del Ministerio de Trabajo de la Provincia, la SRT (filial local), las distintas ART, la Cámara de la Construcción, los Colegios Profesionales y demás actores.
Durante un prolongado período de tiempo, se ha vislumbrado una práctica generalizada –que actualmente se encuentra cuestionada– en donde las empresas –a través de sus responsables de HyS– presentaban declaraciones de RAR con planilla cruzada, esto es vacía, sin declarar agentes de riesgo presentes. Es cierto que puede existir una obra en donde no aplique o no se encuentre ningún agente, pero igualmente cierto es inferir que es llamativo la inexistencia de alguno de ellos.
Ante esta práctica, la autoridad de aplicación local - se hace referencia al Ministerio de Trabajo– comenzó a requerir e intimar en sus inspecciones a las empresas a presentar declaraciones de agentes de riesgo, a modo de ejemplo se cita un acta de inspección cualquiera[6]: "Acreditar relevamiento de agentes de riesgo de la obra con acuse de recibo por parte de una ART, donde se contemple la inclusión de los siguientes agentes de riesgo: Cemento (40049), sensibilizantes de la piel (40148), sensibilizantes de las visas respiratorias (40160), radiaciones UV (90004) y carga, posicione forzadas y gestos repetitivos de la columna vertebral lumbosacra (80011). Personal afectado 5". (MTSS, 2020, fig. 3).

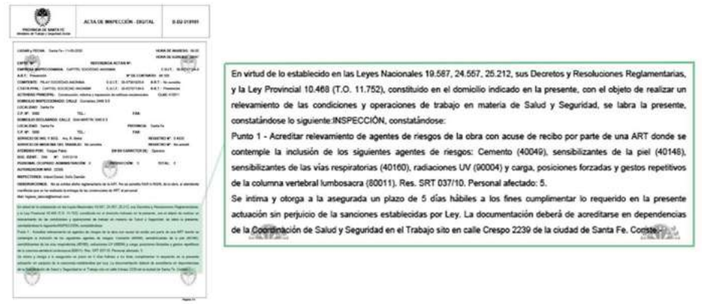


Fig. 3. Modelo de Acta de Inspección del Ministerio de Trabajo de Santa Fe Fuente: Oficina de Salud y Seguridad en el Trabajo del MTESS SF.

Al respecto, es frecuente recibir enmiendas de trabajo en el LATAMT para evaluar agentes de riesgo como los descriptos en las distintas solicitudes de acta de inspección. Los que a menudo y con mayor asiduidad se requieren son: ruido, particulado, carga térmica, sensibilizantes y posturas.
Ante tal pedido, las opciones pueden ser diversas, pero se entiende, solo [una] la adecuada y es ahí donde el LATAMT demuestra sus mejores argumentos. Se hace referencia a la evaluación acreditando estudios respaldatorios.
En consecuencia, el LATMAT cuenta con la potencialidad de realizar por medio de servicios de extensión, a través de los mencionados SET y SAT actividades que permitan evaluar e investigar la existencia de agentes de riesgo, por medio de la medición de variables con incidencia directa e indirecta en el

ambiente laboral, tendientes a determinar su aplicación.
En tal sentido, no es intención de este trabajo realizar una presentación especifica de [un] caso, sino por el contrario presentar una generalización mediante ejemplos, bajo un criterio de oportunidad.
Al respecto, para cada una de las distintas evaluaciones, el LATMAT cuenta con equipamiento especifico, (fig. 4), controlado mediante calibraciones y homologaciones certificadas, al tiempo que operado por especialistas en el área.

Fig. 4. Espacio físico del LATMAT y parte del instrumental disponible. Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, el solo hecho de contar con aparatología se interpreta como insuficinete, pues para diagnosticar y cuantificar un agente de riesgo es preciso desarrollar una serie de procedimientos que contemple todas las variables e indicadores plausibles de conformar su existencia.

Variables en la medición de agentes de riesgo
A modo de ejemplo se cita el agente de riesgo físico RUIDO (código 90001):
El decreto 911/96 reglamentario de la ley de seguridad e higiene en el trabajo para la industria de la construcción, establece:

"Art. 127. Ningún trabajador podrá ser expuesto, sin la utilización de protección auditiva adecuada, a una dosis de nivel sonoro continuo equivalente superior a NOVENTA (90) decibeles (A), sin perjuicio de la adecuación de dicho nivel a las condiciones psicofísicas de cada trabajador que determinen los Servicios Médicos del Trabajo". y;

"Art. 130. Todo trabajador expuesto a una dosis superior a OCHENTA Y CINCO (85) decibeles (A) de nivel sonoro continuo equivalente, deberá ser sometido a exámenes audiométricos".

Al respecto, por dosis de ruido, se define a la cantidad de energía sonora que un trabajador puede recibir durante la jornada laboral y que está determinada no sólo por el nivel sonoro continuo equivalente del ruido al que está expuesto sino también por la duración de dicha exposición. (SRT, 2012). Es por ello que el potencial de daño a la audición de un ruido depende tanto de su nivel como de su duración.
Por tal motivo, en la evaluación de ruido, la medición cuenta con un procedimiento, en la cual las lecturas de un ruido –estable, fluctuante o impulsivo– puede ser realizado con distintos intumentos[7], existinedo dos técnicas para obtener la exposición diaria al ruido, el primero mediante medición directa de la dosis de ruido y el segundo de manera indiercta a partir de la medición de niveles sonoros equivalentes.

A modo de resumen, se establecen las diferentes variables que comprenden una medición de ruido laboral, siendo las más destacadas:
1) Tiempo de exposición.
2) Nivel sonoro continuo equivalente medido (LAeq.T).
3) Tiempo máximo de exposición permitido para el LAeq.T medido (según valores Límite establecidos por la legislación vigente).
4) Dosis Diaria de Exposición, (mediante cálculo por medio de una expresión). La misma deberá ser mayor que 1 o 100%.

Por su parte, otro ejemplo, es el agente químico Cemento (código 40049): El decreto 911/96, establece que:

"Art. 117. En todo lugar de trabajo en el que se efectúen operaciones y procesos que produzcan la contaminación del ambiente con gases, vapores, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, líquidos y sólidos, radiaciones, el responsable de Higiene y Seguridad debe disponer las medidas de prevención y control para evitar que los mismos puedan afectar la salud del trabajador. En caso de no ser factible, se entregarán elementos de protección personal adecuada y de uso obligatorio a todos los trabajadores expuestos", y;

"Art. 118. Para la determinación de las concentraciones máximas permisibles en los ambientes de trabajo, se estará a lo dispuesto por la Resolución MTSS Nº 444 de fecha 21 de mayo de 1991.

Y, en tal caso, el Art. 4° de la resolución MTESS N° 295/03 establece: "Sustituir el ANEXO III del decreto Nº 351/79, modificado por la resolución M.T.S.S. Nº 444/91, por los valores contenidos en el ANEXO IV que forma parte integrante de la presente";
El cual indica que, entre otros aspectos, la concentración máxima permisible (CMP) ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas/día y una semana laboral de 40 horas, a la que se cree pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos, es de un valor de: 10(E)mg/m3.

En tal sentido, para una medición y evaluación de polvo particualdo en ambiente, se pueden considerar, entre las más destacadas, las siguientes variables:
1) Tiempo de exposición por jornada y frecuencia de exposición
2) Temperatura y presión del sector/puesto de trabajo monitoreado.
3) Condiciones habituales de trabajo y puesto
4) Muestra de aire (según dispositivo utilizado)
5) Caudal de calibración (del instrumental utilizado).
6) Tiempo de muestreo.
7) Volumen total de aire circulante por muestra.
8) Identificación del contaminante o mezcla de contaminantes
9) Valor hallado luego del tratamiento analítico realizado a la muestra tomada del sector/puesto de trabajo monitoreado.

De los ejemplos expuestos, se evidencia que no solo se trata de tomar una medición con un instrumento, sino que se requiere considerar una serie de variables, por medio de exámenes sistemáticos, con una metodología y por medio de procedimientos. De este modo entonces, es posible descubrir riesgos potenciales, determinar su magnitud, predecir la naturaleza y extensión de los efectos y en tal caso, de acuerdo con sus indicadores, su pertinencia a ser declarado.

CONCLUSIONES
Si consideramos como premisa, que los factores ambientales que contribuyen a crear las situaciones de riesgo pueden ser identificados y medidos, es posible sostener en consecuencia que a partir de su determinación pueden realizarse las modificaciones necesarias para anular o corregir las condiciones, que de otra manera, serían perjudiciales.
Los mecanismos de examen, protocolos y el instrumental disponible posibilitan evaluar la magnitud de las diferentes variables con precisión, no obstante, se requiere de conocimiento sobre las leyes fisicobiologicas que tutelan la acción de los factores de riesgo sobre las personas, para poder discernir en una correcta interpretación de resultados, en tanto determinación de representatividad.
La representatividad en términos de respuesta biológica, de las que nos ha-

blan (Suares, 2001; Mangosio, 1994 [2005]), se vinculan directamente con los límites –la tolerancia–, que en el proceso de decisión de si un riesgo es tolerable o no, independientemente de las consideraciones noramtivas, la probabilidad estimada de ocurrencia y la gravedad potencial del daño, deben contemplarse dentro de un plan de acción de control de riesgos.

En tal sentido, el LATMAT, se constituye como un espacio de investigación, que como se ha mencionado, tiene por objetivo el establecer vínculos entre los conocimientos producidos en relación a materiales, procesos y técnicas en el ámbito de la construcción y producción de obras, para con su correlato en la verificación práctica.
Al respecto, los equipos y recursos con los que cuenta permiten analizar el impacto que puede generar ciertas acciones vinculadas a la materialización del objeto arquitectónico. La evaluación del estado de riesgos presentes y un diagnóstico preciso permiten realizar las modificaciones técnicas necesarias, para optimizar las condiciones de salud y confort laboral, con la consecuente disminución de accidentes y enfermedades profesionales.
Por consiguiente, a través de los servicios SAT y SET el laboratorio brinda actividades de asistencia técnica mediante asesorías, análisis, medición, evaluación y diagnóstico de variables relacionadas al ruido, iluminación, carga térmica, ergonomía, control ambiental y puestas a tierra –entre otas–, que, junto a procesos de auditorías edilicias y obras de construcción sobre condiciones de seguridad e higiene, tienden a colaborar con la consolidación de un ambiente laboral seguro.

Por otra parte, en la actualidad, la incorporación de incumbencias profesionales –como las de higiene y seguridad– sumadas a las responsabilidades disciplinares inherentes al proyecto, conducción técnica y dirección de obras, requiere de profesionales ungidos en competencias, entre las cuales destaca la importancia cautelar sobre la salud y seguridad de los trabajadores, al tiempo, derivada en una tendencia donde se acentúan las responsabilidades de todos los actores intervinientes.

Como síntesis, podemos afirmar que el presente trabajo es una contribución al área de extensión y el eje de salud y seguridad elicicia, ya que interpela sus propias prácticas, retomando la articulación entre teoría y práxis, entre académica y medio productivo, en donde consecuentemente se promueve un espacio para la construcción de herramientas disciplinares específicas para abordar problemas concretos que atraviesan la profesión y la disciplina.

NOTAS

1 Tal es el caso de la comisión Provincial Tripartita creada por el gobierno de Santa Fe, Decreto 0510/08 cuyo principal objetivo será impulsar y promover normativas, planes, proyectos y programas consensuados tendientes a fomentar el trabajo decente sustentable en todo el territorio provincial

2 El concepto “cultura nacional de prevención en materia de seguridad y salud” desarrollado en el Convenio N° 187 de la OIT sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo, 2006, se refiere a una cultura en la que el derecho a un medio ambiente de trabajo seguro y saludable se respeta en todos los niveles, y en la que el gobierno, los empleadores y los trabajadores participan activamente en iniciativas destinadas a asegurar estas condiciones mediante un sistema de derechos, responsabilidades y deberes bien definidos, y en la que se concede la máxima prioridad al principio de prevención.

3 Tomando en consideración a los profesionales arquitectos, que desde el año 2005 a la fecha fueron incorporaron a las prestaciones de HyS laboral, en diversas resoluciones y disposiciones legales. Estas tareas que pertenecen a la diligencia profesional, en la actualidad carecen de pleno desarrollo como contenido curricular en las casas de estudios superiores.

4 Ley 24557/95; Res. SRT 37/10; Res. SRT 81/19 y ot.

5 La epresentación conocida como el “Círculo de Clerc” (OIT, 1987), es una gráfica que ordena las dimensiones que influyen y se vinculan recíprocamente para determinar la situación vivida por el trabajador.

6 A los fines de no hacer menciones particulares en cuanto actas de inspección confeccionadas por el Ministerio de Trabajo, se expone un acta del año 2020, solo a modo de ejemplo y generalización de caso.

7 Una opción es un medidor de nivel sonoro integrador (o sonómetro integrador), otra, un dosímetro, que cumplan como mínimo con las exigencias señaladas para un instrumento Tipo 2, establecidas en las normas IRAM 4074:1988 e IEC 804-1985.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor:

· Caruso J. C. (2006). Seguridad e Higiene. Mauquinas y herramientas en la industria de la construcción, aplicada de la ergonometría. Buenos Aires: Editorial Alsina.
· Mangosio J. (1994). Fundamentos de Higiene y Seguridad en el trabajo. Buenos Aires: nueva librería.
· Mangosio, J. (2005). Seguridad en la construcción. Buenos Aires: Nueva Librería.
· Macchia, J. (2007). Prevención de accidentes en las obras: conceptos y normas sobre higiene y seguridad en la construcción. Buenos Aires: Nobuko
· Samaja, J. (2004). Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Buenos Aires: Universitaria de Buenos Aires.
· Suarez, O. (2001). La seguridad en las obras. Editorial Revista Vivienda.
· Viñar Ma. E. y ot. (editores). (2015) Formulación de proyectos de extensión universitaria. Uruguay: Editorial Extensión de la Universidad de la República.
· Ynoub, R. (2007). El proyecto y la metodología de la investigación. Buenos Aires: Cengage Learning

Autor institucional:

· Suiza. OIT (1987) Introducción las condiciones y medio ambiente de trabajo. Publicado bajo la dirección de J.M. Clerc. Ginebra. Oficina Internacional del Trabajo.
· Argenina. SRT (2005). Guia de evaluación de riesgos laborales. Método BS 8800. Buenos Aires: disponible: https://www.argentina.gob.ar › guia_erl_version_2
· Suiza. OIT. (2006) Trabajo decente - Trabajo seguro. Informe de la OIT para el día mundial de la seguridad y la salud en el trabajo. Ginebra: disponible: http://www.ilo.org/legacy/english/ protection/safework/worldday/products06/report06_hiv_sp.pdf.
· Argentina. SRT. (2012). El ruido en el ambiente laboral. Guia práctica N° 2. Buenos Aires: disponibe: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/res_srt_85_12_protocolo_ruido_guia- practiva.pdf
· Argentina. MTESS et. al. (2014). Salud y seguridad en el trabajo. Aportes para una cultura de la prevención. Buenos Aires: MTESS.
· Argentina. SRT (2020). Guia Práctica para análisis de riesgo y conformación de la Nómina de Trabajadores Expuestos (NTE). Buenos Aires: disponible: https://www.argentina.gob.ar/ sites/default/files/2021/09/guia-nte.pdf

Legislación

· Argentina. PEN. (1979). Ley 19587. Buenos Aires: B.N. 28/04/972 Argentina. PEN. (1995). Ley 24557. Buenos Aires: B. N. 04/10/1995. Argentina. PEN. (1996). Decreto 911/96. Buenos Aires: B.N. 14/08/1996.
· Argentina. MTESS. (2003). Resolución 295/03. Buenos Aires: B.N. 21/11/2003
· Argentina. SRT. (2010). Resolución 37/10. Buenos Aires: B.N. 20/01/2010.
· Argentina. SRT. (2012). Resolución 85/12. Buenos Aires: B.N. 30/01/2012.
· Argentina. SRT. (2015). Resolución 861/15. Buenos Aires: B.N.23/04/2015
· Argentina. SRT. (2019). Resolución 81/19. Buenos Aires: B.N. 10/10/2019
· Santa Fe. PE. (2008). Decreto 0510/08. Santa Fe: B.O. 03/03/2008.

MURO DE ÁRIDOS VERTIDOS EN EL BARRIO AUTÓDROMO CIUDAD DE MAR DEL PLATA: USO DE ÁRIDOS FINOS DE RECICLADO PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN UN MARCO DE TECNOLOGÍA SOCIAL

WALL OF SPILL ARID IN THE AUTODROMO NEIGHBORTHOOD OF THE CITY OF MAR DEL PLATA: USE OF RECYCLED FINE AGGREGATES FOR SELF-CONSTRUCTION IN A FRAMEWORK OF SOCIAL TECHNOLOGY

Gabriel Cacopardo
Franco Maximiliano Santacroce

Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda (IIDUTyV)

FAUD — UNMdP, Mar del Plata, Argentina

—
santacrocefm@gmail.com

RESUMEN

Se expondrá el resultado de una experiencia del uso del denominado árido fino de reciclado como material de construcción aplicado a componente constructivo de muros en un marco de TECNOLOGÍAS DE INCLUSIÓN SOCIAL. (TIS).
Esta experiencia se desarrolló en el Barrio Autódromo de la ciudad de Mar del Plata, en un espacio de referencia barrial, que forma parte de una red interinstitucional que trabaja en barrios populares, abordando distintas problemáticas relacionadas con el hábitat y la pobreza.
El objetivo principal es analizar las características técnicas de un muro construido con árido fino de reciclado y aportar a los procesos de construcción progresiva del hábitat.
La metodología tendrá en cuenta el proceso de construcción del muro, con un riguroso seguimiento de la dosificación, tiempos, y distintas variables. Por último, se analizarán los resultados, para poder sacar conclusiones sobre su uso técnico y su aporte a la construcción del hábitat popular.

PALABRAS CLAVES: transferencia tecnológica – hábitat popular – áridos de reciclado – mortero colado – construcción alternativa

ABSTRACT

The result of an experience of the use of the so-called recycled fine aggregate as a construction material applied to the construction component of walls in a framework of SOCIAL INCLUSION TECHNOLOGIES will be presented. (TIS).
This experience was developed in the Autodromo neighborhood of the city of Mar del Plata, in a neighborhood reference space, which is part of an inter-institutional network that works in popular neighborhoods, addressing different problems related to habitat and poverty.
The main objective is to analyze the technical characteristics of a wall built with recycled fine aggregate and contribute to the progressive construction processes of the habitat.
The methodology will take into account the construction process of the wall, with a rigorous monitoring of the dosage, times, and different variables. Finally, the results will be analyzed, in order to draw conclusions about their technical use and their contribution to the construction of the popular habitat.

KEY WORDS: technology transfer – popular habitat – recycled aggregates – strained mortar – alternative construction

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo, es exponer una experiencia del uso de árido fino de reciclado (en adelante AFR) como material de construcción aplicado como componente constructivo de muros en un marco de Tecnologías de Inclusión Social (en adelante TIS). En este marco, este desarrollo se inscribe y recibe aportes de tres campos, las TIS, el concepto de vivienda progresiva y en forma específica la tecnología del muro originalmente denominado "tierra vertida".

Entre las referencias sobre tecnologías y del hábitat popular, podemos citar algunas que consideramos importantes: Las denominadas TIS, las experiencias de la red de tecnologías sociales en Brasil (Dagnino et al, 2004) y sus articulaciones con la Universidad Nacional de Quilmes en Argentina (Thomas, 2009), la producción de la Universidad Nacional de Córdoba (Peyloubet, 2012) y, entre otros, nuestros antecedentes en Mar del Plata, el programa Hábitat y Ciudadanía[1] [1] (en adelante PHyC), de la UNMdP, promotor y co-constructor de la experiencia analizada en los barrios de Mar del Plata, con la propuesta de un modo de gestión con base territorial que vincula hábitat popular y la promoción de emprendimientos (Cacopardo et al, 2007, 2013).

Básicamente, se entiende por TIS a "los productos, técnicas y/o metodologías reaplicables desarrolladas en la interacción con la comunidad y que representan efectivas soluciones de transformación social" (Dagnino, 2004). Como un modo de desarrollar tecnologías, entendidas como producto, proceso y organización, (Thomas H. 2015) que tiene como finalidad generar dinámicas de inclusión social y económica.

Respecto a la idea de vivienda progresiva, han sido referentes de partida para este trabajo las experiencias del Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) en Córdoba, con la denominada "vivienda semilla" y en la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) de Chaco, con la propuesta de "vivienda núcleo."

El CEVE plantea un sistema constructivo racionalizado, prefabricado, con materiales de bajo costo inicial que permite completarse a futuro, y un modelo económico-financiero que admite habitar en una vivienda básica que evoluciona en la medida en que la familia pueda invertir. Este concepto es denominado "vivienda semilla" (Gatani, 2013), que permite "despegar" del estado de pobreza e insertarse dentro de las condiciones mínimas de habitabilidad de un modo progresivo, respetuoso del medio y de la cultura (Gatani y Berretta, 2002).

En este marco, el concepto de "vivienda núcleo" implica un abordaje teórico sistémico, como un instrumento de articulación urbana y como auto-regeneración crítica que permite al habitante tomar decisiones, darle significado propio, ser parte del proceso de gestación.

Con el análisis de estos referentes más importantes y señalando los alcances y límites de cada posición, situamos nuestra concepción de la vivienda progresiva en Argentina y sumamos una perspectiva territorial del habitar como construcción colectiva.

Finalmente, en relación a las técnicas de construcción con tierra, existen distintos tipos de sistemas constructivos con tierra, la técnica de tierra vertida se inscribe en la clasificación de sistemas monolíticos —en los que encontramos la tierra vertida—, que incluye mampostería y sistemas mixtos —con estructuras de tierra— (Hall y Djerbib, 2004; Revuelta-Acosta et al., 2010; Cid, Mazarrón y Cañas, 2011).

La tierra vertida es un término reciente que se refiere a una mezcla dosificada de gravilla, arenas y limos, aglomerados por una arcilla, y que con frecuencia también se designa como hormigón de tierra adicionado con un estabilizante mineral, como la cal, para mejorar su resistencia a la compresión (Doat et al., 1990; Houben y Guillard 1994). Por otra parte, mientras que se ha estudiado con profundidad el comportamiento mecánico de materiales comunes como el cemento, los estudios relacionados con la tierra vertida aún son insuficientes.

La arquitectura de tierra implica procesos constructivos sustentables ya que utiliza materiales vernáculos duraderos cuyos residuos son de bajo impacto al ambiente. La tierra vertida es una técnica a partir de la cual pueden tenerse muros resistentes dentro de la edificación de viviendas pero cuyas propiedades han sido poco evaluadas y representadas a partir de modelos. La tierra vertida, se clasifica como un sistema de muros monolíticos.

La tierra vertida se define como suelo en forma de fluido plástico, que contiene agregados finos y gruesos, incluso hasta el punto de grava, y puede desempeñar la misma función que el concreto magro (Doat P. et.al. 1990; Cid, J. et.al. 2011). Tomando los aportes de esta técnica, este trabajo sintetiza los saberes alcanzados con algunas experiencias realizadas en la ciudad de Mar del Plata a partir del reemplazo de la tierra por áridos finos de reciclado.

En este marco de trabajo, se analizará una experiencia de utilización de estos áridos finos como material de construcción aplicado como componente constructivo de muros, en un espacio tipo comedor-merendero.

Esta presentación se organizará en 4 partes. En principio una breve descripción del contexto socio-espacial, luego una reseña sobre algunas experiencias de muros de morteros vertidos y por último, la presentación de la experiencia llevada adelante y su análisis según distintas variables.

DESARROLLO

Contexto socio - espacial

Esta experiencia se llevó adelante en el Barrio Autodromo, uno de los barrios populares que se encuentra al oeste de la ciudad de Mar del Plata, delimitado por el barrio Belgrano, el campo y la Avenida Vertiz. Es un barrio de una densidad considerablemente alta, en relación a los otros de reciente fundación, y está compuesto por una trama heterogénea en su composición habitacional, diagramado con viviendas entre medianeras construidas en mampostería, con planta baja y primer piso inclusive, locales comerciales, manteniendo estas características cerca de las avenidas principales, y llevándose a un tejido más bajo y una densidad aún más baja, a medida que el barrio se acerca a los límites del campo y el autódromo.

El espacio de trabajo elegido para realizar la experiencia, es un comedor - merendero que comenzó sus actividades en el año 2019. La referente del comedor es Susana Da Cruz, quien impulsó la gestión de alimentos y su elaboración en su propia casa para atender una fuerte demanda de alimentos en el límite del barrio con el campo.

Esta demanda se agudizó considerablemente por la pandemia del virus COVID-19, en el año 2020. La falta de trabajo, el ASPO (Aislamiento social preventivo y obligatorio) y la crisis económica fueron algunas de las causas de que la demanda alimentaria en sectores populares se incrementase notablemente.

Susana contaba con un espacio muy pequeño para poder cocinar y almacenar una gran cantidad de alimentos, haciendo su trabajo muy difícil en el día a día y convirtiéndose en una tarea compleja de sostener en el tiempo.

El PHyC en conjunto con otras organizaciones, presenta un proyecto de am-

pliación progresivo de la vivienda de Susana, para lograr independizar las funciones y que pueda trabajar de forma más ordenada y segura. En una primera instancia, se logró construir un semicubierto de estructura metálica, que comprendía bases, columnas, techo y un piso de hormigón armado.

Figura 1: Ubicación Barrio Autódromo y comedor "Pequeños Pasitos" imagen satelital y delimitación.

Fuente: elaboración propia.

Muro de Morteros Vertidos

El muro de mortero vertido es una técnica constructiva no convencional de la cual no se tiene prácticamente registro en la ciudad de Mar del Plata. Dentro del PHyC hemos llevado adelante algunas experiencias previas con este tipo de mampostería, también en barrios populares como Nuevo Golf, al sur de la ciudad.

Por las características de su composición con encofrados reutilizables, resulta de sencillo aprendizaje para personas sin conocimientos previos en construcción o de conocimientos básicos.

Esta técnica se caracteriza por usar materiales de origen natural como la tierra colorada, otros materiales de descarte como el polvo de piedra de cantera, y algún aglomerante como el cemento y la cal. Por otro lado, el reutilizado de los encofrados y su flexibilidad para adaptarse a las distintas medidas que se requieran, lo hacen económico y eficiente en el tiempo.

Proceso ejecución "Muro de Mortero Vertido" | Vista lateral encofrado lleno

Figura 2: Experiencias previas con "Muros de morteros vertidos"

Fuente: elaboración propia.

Muro de Áridos Vertidos

La denominación "Muro de morteros vertidos", hace referencia a la generalidad de los morteros, sin definir su composición. Estos morteros pueden contener distintos materiales mezclados de forma homogénea y que luego son "vertidos" o volcados dentro del encofrado.

Por otro lado, la denominación "muro de Áridos Vertidos", que caracteriza a esta ponencia, hace referencia a la composición de su mortero, la cual se compone de árido fino de reciclado, comúnmente llamado "arenilla", cemento, rocas o escombro del lugar, y agua necesaria.

Este árido fino, es obtenido de forma gratuita a través de un convenio con la cantera local YARAVI S.A. De esta forma, es posible contar con este recurso de forma económica, y en cantidades prácticamente ilimitadas, dada su abundante disponibilidad como residuo de las explosiones periódicas correspondientes al proceso de triturado de rocas.

Es un material que está siendo estudiado como alternativa al hormigón. Este material combinado con cemento reemplaza en algunos casos a la arena y la piedra, generando componentes constructivos como contrapisos, encadenados, revoques, mezclas de asiento y bloques.

El uso de este material como un árido vertido puede ser una alternativa a la construcción tradicional, de fácil aprendizaje y bajo costo.

Figura 3: Áridos finos de reciclado, (Arenilla) y técnica "Muro de áridos vertidos" en ejecución.

Fuente: elaboración propia.

Experiencia de cerramiento parcial con Muro de áridos vertidos en comedor "Pequeños Pasitos" - Barrio Autódromo.

Esta experiencia de construcción participativa, comenzó en el año 2020, con la urgencia de poder cerrar el espacio destinado al comedor "Pequeños Pasitos". A continuación se describirán las distintas etapas correspondientes a la construcción del cerramiento con esta técnica, (construcción del molde, armado, vertido de mortero, desencofrado y curado), para la toma de datos y así poder sacar conclusiones.

-Construcción del Molde:

Teniendo en cuenta los antecedentes en la construcción de los encofrados de otras experiencias, y entendiendo ciertos problemas como el deterioro prematuro por ciertas prácticas, el uso de materiales sin tratar y los desperdicios, se decidió diseñar un encofrado que aprovechase al máximo las medidas de los materiales y que sea más duradero.

Se diseñó el molde con software 3D para facilitar su construcción y que sea lo más precisa posible.

El encofrado tiene las medidas finales de la placa de terciado fenolico con

film negro de 2,44mts x 1,22 mts, y un espesor que puede variar segun el uso. En este caso, el espesor final es de 30 centímetros.
Por otro lado, la perfilería de contención principal es galvanizada, y estructural rectangular pintado con antioxido. Las herramientas utilizadas fueron: cinta métrica, sierra circular, atornillador, sierra caladora y amoladora angular.

Figura 4: Diseño en 3D con software, proceso de construcción de encofrados. Fuente: elaboración propia.

Armado de encofrados in situ:
A partir de este momento, se comienza a incorporar a los propios usuarios o beneficiarios al proceso de construcción. A través de jornadas de capacitaciones, se los incluye en el proceso de construcción con el objetivo de que una vez aprendida la técnica, continúen el completamiento por sus propios medios.
El encofrado se traslada desde el taller hasta el lugar de uso con un flete de porte liviano.
Los terciados fenólicos se colocaron sobre el contrapiso existente, que contaba con los refuerzos perimetrales correspondientes para el soporte de cargas de muro. Luego, se colocaron los paneles laterales previamente pintados en su interior con desmoldante (aceite quemado por ejemplo) en conjunto con los tubos estructurales que funcionan de contención para evitar que éste se abra por el peso del mortero. Luego se aplomó y se niveló con nivel de mano y se ajustaron las tuercas en las varillas de contención para evitar movimientos y generar rigidez.

Figura 5: Armado, aplomado y nivelación de encofrado. Fuente: elaboración propia.

-Vertido de mortero y desencofrado:
El mortero es preparado con una hormigonera mezcladora eléctrica. Para el desarrollo de este trabajo, se tomaron como referencia dosificaciones previamente usadas, y se optó por no cambiar la relación cemento - aglomerados. La relación previamente usada era 1 cemento por 10 partes de distintos aglomerantes, por lo que se optó por mantener esa relación y en reemplazo de distintos materiales, se usó solo el árido fino 0 “arenilla”.
En esta primera experiencia la dosificación usada fue:
1-Agua (20 lts)
2-Árido de reciclado 010-06 (10 partes)
3-Cemento portland (1 parte)
4-Agregados gruesos (rocas, escombros) ------> dentro del encofrado.

Figura 6: Proceso participativo de capacitación y vertido de mortero. Fuente: elaboración propia.

Seguir el orden en el vertido del material es importante para no empastar el mortero dentro de la mezcladora y obtener una mezcla homogénea. Una vez obtenido el mortero, el mismo es vertido con baldes dentro del encofrado y en paralelo se agregan las rocas sin superar el 40% del volumen total. El encofrado se completó en este caso hasta una altura de 1.10m y es coincidente con la altura de apoyo de las aberturas. El espesor del muro final fue de 30 centímetros, obteniendo un volumen total de 0.66 m3.
El objetivo de estos bloques es el uso de una bolsa de cemento por unidad, siendo la referencia de su costo por 2 metros lineales.
A las 24 hs de vertido el mortero, el encofrado puede ser desarmado y ya puede ser usado en otro tramo de la envolvente. Una vez desencofrado tiene un espesor de 30 cm y 1,10m de alto, esta característica le permite recibir cualquier otro tipo de cerramiento tipo mampostería.
Es importante en días de altas temperaturas, o muros expuestos al sol directo, el curado 2 veces por día con lluvia de agua durante unos minutos para que el mortero no pierda su humedad rápidamente y por consecuencia resistencia y durabilidad.
En esta experiencia se acompañó y capacitó a Susana Da Cruz y un pequeño equipo de trabajo de 3 personas que comparten las actividades del comedor para que puedan llevar adelante el completamiento del cerramiento con esta técnica.

Figura 7: Desencofrado y armado por autoconstrucción.
Fuente: elaboración propia.

Se armaron y llenaron dos moldes en dos jornadas distintas, y una vez aprendida la técnica y con un seguimiento periodico de los trabajos, Susana y su equipo terminaron todo el perímetro del nuevo espacio con un total de 10 “tramos” dejando la altura necesaria para el apoyo de ventanas y mampostería restante.
En la última etapa de completamiento del cerramiento, esta técnica permite que los usuarios decidan según sus posibilidades como terminar el muro. En este caso se terminó con ladrillos huecos del 18 revocados, con mano de obra aportada por equipo de trabajo de Susana y la donación de los materiales de un privado.

Figura 8: Comedor “Pequeños pasitos” en su etapa final de construcción.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentarán tres tablas con el monitoreo y un análisis de la técnica con distintas variables que nos permitirá sacar algunas conclusiones.

Muro de Áridos Vertidos - Encofrado: 2.40m x 1.20m x 0.30m de espesor

TABLA n° 1 : Proceso de ejecución /**Barrio:** Autodromo **Caso :** Comedor Pequeños Pasitos

Fecha	Tareas Previas		Montaje Encofrado		Preparación Mortero		Desencofrado		Herramientas y equipos	Ejecutores		TOTAL(hs) (suma de tareas)
	Actividad	t (min)	Actividad	t (min)	Actividad	t (min)	Actividad	t (min)		Grado especialización	cantidad	
08/03/2022	Preparación del espacio de trabajo	25	Aplicación desmoldante	25	Preparacion mortero y llenado + capacitación	150	desencofrado y limpieza	60	-Baldes -Palas -Hormigonera -Nivel de mano -Cinta metrica	Profesionales	2	5.25 hs
	Orden y limpieza	15	Armado, nivelado y aplome encofrado	45						Oficiales	1	
										Ayudantes	3	
Subtotal		40 m.		65m.		150m.		60min			6	
11/03/2022	Preparación del espacio de trabajo	15	Aplicación desmoldante	15	Preparacion mortero y llenado	50	desencofrado y limpieza		-Baldes -Palas -Hormigonera -Nivel de mano -Cinta metrica	Profesionales	1	2.90 hs
	Limpieza de encofrado	20	Armado, nivelado y aplome encofrado	30						Oficiales	1	
										Ayudantes	2	
Subtotal		35m.		45m.		50m.		45min			4	

Figura 9: Tabla1: Proceso de ejecución. Fuente: elaboración propia.

Muro de Aridos Vertidos - Encofrado: 2.40m x 1.20m x 0.40m de espesor

TABLA n° 2 : Descripción Técnica y Monitoreo. **Barrio:** Autódromo **Caso:** Comedor Pequeños Pasitos

Fecha	Mortero(dosificacion)					Molde		Bordes		Monitoreo cualitativo		
	Cemento	Árido	Tierra	Arena	Rocas	Materiales	Dimensiones	Horizontales	Verticales	Dureza	Fisuras	Desgranamientos
08/03/2022	1	12	-	-	SI (40 % del vol.)	Terciado fenolico Estructurales hierro	2.44m x 1.22m x 0.30m de espesor.	Desgranados en las aristas. (falta de mat. resistente tipo concreto)	Sin desgastes	Media - baja, sobre todo en aristas o bordes rectos	Pequeñas en la cara superior	Si, en ciertos lugares especificos
11/03/2022	1	10	-	-	SI (40 % del vol.)	Terciado fenolico Estructurales hierro	2.44m x 1.22m x 0.30m de espesor.	Mas resistentes al aumentar el cemento en el ultimo mortero.	Sin desgastes	Media, mejora su resistencia al curar el muro	NO	Si, pero en menor cantidad al tener mas cemento, el mortero es mas resistente

Figura 10: Tabla 2: Descripción Técnica y monitoreo. Fuente: elaboración propia.

Muro de Áridos Vertidos - Encofrado: 2.40m x 1.20m x 0.40m de espesor

TABLA n° 4 : Resultados de impacto territorial. **Barrio:** Autódromo **Caso** : Comedor Pequeños Pasitos

Fecha	Adaptabilidad al terreno y sus dificultades			Aceptación - Rechazo de la técnica	Apropiación			Impacto		
	Traslado de componentes	Dimensiones	Montaje		Niveles de réplica: Proceso	Niveles de réplica: Producto	Formas de réplica (pisos, muros, materiales, comp., elem., emprendim.)	Aumento de destrezas	Adquisición de destrezas	Cambios en formas de vida
08/03/2022	En camioneta de pequeño porte.	2.44 m x 1.24 m	Mínimo desnivel en el suelo	Aceptación por parte de Susana y el equipo de trabajo que la acompañaba. Sugerencias sobre refuerzos con hierro en encuentros entre moldes.	Si	Si	Se replico la técnica en el caso de un ayudante sin conocimientos previos, aplicandola para la ampliación de su hogar, con un encofrado similar y un espesor menor.	Si	Si	Si
11/03/2022	No se trasladó, se guardó en el lugar de trabajo.	2.44 m x 1.24 m	Sin contratiempos	Aplicación de sugerencias sobre refuerzo con hierro entre encofrados. Intercambio de saberes.	Si	Si	Se replicó la técnica, inclusive en dos hiladas apiladas, con refuerzos de hierro y en un espesor menor.	Si	Si	Si

Figura 11: Tabla 3: Resultados de impacto territorial. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El resultado de esta experiencia tiene como eje de discusión tres órdenes: Por un lado, el aporte de esta técnica de áridos vertidos a las TIS como proceso y producto, en segundo orden, el aporte a la concepción de la construcción progresiva del hábitat y por último el aporte específico de uso del árido fino de reciclado como material principal en la técnica de morteros vertidos.

El aporte de esta técnica a las TIS, se evidencia en un proceso progresivo y participativo, en donde se produce un intercambio de saberes tanto científicos - profesionales, como populares y de oficio. En este marco, esta técnica resulta de interés a partir de la experiencia realizada y que creemos puede aportar a procesos constructivos del hábitat popular en base a aspectos como: su adaptabilidad a distintos tipos de situaciones iniciales, no requiere de una mano de obra especializada, es de sencillo aprendizaje, permite la autoconstrucción sin conocimientos previos, tiene una forma de trabajo colectivo y participativo, y por último resuelve con rapidez y de forma económica dos cuestiones: por un lado el cerramiento parcial del perímetro, y por el otro, el apoyo de aventanamientos.

En segundo orden, el aporte de esta técnica a la concepción de construcción progresiva parte de la limitación de esta técnica en cuanto al completamiento total del subsistema muro, pero que sirve de base para impulsar el proceso de cerramiento, que muchas veces se ve como una tarea difícil de concretar por distintos motivos que tiene que ver por ejemplo con la falta de recursos económicos, de conocimientos técnicos - constructivos, y un apoyo colectivo e intersectorial. En este sentido, en base a esta experiencia y otras previas llevadas adelante, entendemos que esta técnica construye la base para la finalización del cerramiento. El material principal (árido fino de reciclado) es obtenido a muy bajo costo y en grandes cantidades, dando como resultado un componente accesible para sectores populares.

Por último, el uso del árido fino de reciclado reemplaza a los diferentes agregados inertes utilizados en las técnicas constructivas tradicionales de tierra vertida. Es un material pasivo ambiental, residuo de la producción formal que puede ser reutilizado y aplicado para la solución de problemas habitacionales emergentes. Además, es un material que está instalado en la cultura de la autoconstrucción en diversos componentes como contrapisos, carpetas, morteros de asiento, revoques y en algunos casos como elementos estructurales tipo encadenados. En este sentido es importante este antecedente del uso del material en otros componentes, ya que genera confianza y aceptación.

NOTAS

1 Perteneciente al Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda (IIDUTyV) - FAUD - UNMdP

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Cacopardo, F. A.; C. María Inés y R. Rodolfo, (2013), "Tecnologías sociales como un emergente territorial: aportes para un modelo de gestión del hábitat popular", Cuaderno urbano: Espacio, cultura, sociedad, 14, (14), Universidad Nacional del Nordeste en Nobuko EUDENE, pp. 119-145.

· Cid, J., Mazarrón, F. R. y Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informes de la Construcción, 63(523), 159-169.

· Doat P., Hays A., Houben H., Matuk S. y Vitoux F. (1990). Construir con tierra (tomo I). Bogotá: Fondo Rotario.

· Morris, H., Walker, R. y Drupsteen, T. (2010). Observations of the performance of earth buildings following the September 2010 Darfield earthquake. Bulletin Of The New Zealand Society For Earthquake Engineering , 43(4), 393-404.

· Pelli, V.S., (2007), Habitar, Participar, Pertenecer. Acceder a la vivienda-incluirse en la sociedad. Buenos Aires, Nobuko.

· Peyloubet, P., Massuh, H., O´Neill, T., Fenoglio, V., & Valladares, G. (2010). "Desarrollo local a partir del uso de Tecnología Social: Un enfoque alternativo". Cuaderno Urbano 9, Universidad Nacional del Nordeste: Nobuko / EUDENE.

· Revuelta-Acosta, J. D., Garcia-Diaz, A., Soto-Zarazua, G. M., Rico-Garcia E. (2010). Adobe as a sustainable material: A thermal performance. Journal of Applied Sciences (Faisa-labad), 10(19), 2211-2216.

· Thomas H. (2015) Colección Tecnología y Desarrollo N°1 - ¿Qué son las Tecnologías para la Inclusión Social?. Universidad Nacional de Quilmes.

CARACTERIZACIÓN DE PLACAS CON ALTO CONTENIDO DE TELGOPOR RECICLADO PARA REVESTIMIENTO DE VIVIENDAS PRECARIAS

CHARACTERIZATION OF PLATES WITH HIGH CONTENT OF RECYCLED STYROFOAM TO COVER PRECARIOUS HOUSING

Diego Velázquez
Marcelo Stipcich
Luciano Villalba
Francisco Daoud

IFIMAT

FCE — UNCPBA, Tandil, Argentina /
CIFICEN, Olavarría, Argentina /
CONICET, CABA, Argentina

—
dvelazquez@ifimat.exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

Gran parte de las viviendas de barrios periféricos de la ciudad de Tandil están construidas con planchas delgadas de hormigón armado, aberturas pequeñas y techo de chapa, siendo su aislación térmica muy escasa. A su vez, el sistema de recuperación de residuos es ineficaz, particularmente, el telgopor proveniente de embalajes tiene una bajísima tasa de recuperación. Junto con organizaciones sociales, desarrollamos un material con alto contenido de telgopor triturado, que permite fabricar placas livianas, fáciles de transportar y de colocar, y altamente aislantes. A su vez se pueden revocar y pintar, pudiendo utilizarse para revestir viviendas de planchones, y conformar un muro que mejora considerablemente su eficiencia energética, su estética y su confort. Se estudiaron propiedades mecánicas relevantes (compresión, flexión, pull- out de tornillos) con distintos tipos y espesores de revoque. Los resultados obtenidos indican que las prestaciones de las placas revocadas son aptas para su utilización en el mejoramiento de viviendas.

PALABRAS CLAVES: poliestireno expandido — economía circular — economía popular — aislamiento térmico

ABSTRACT

A large part of the houses in peripheral neighborhoods of the city of Tandil are built with thin reinforced concrete slabs, small openings and sheet metal roofs, and their thermal insulation is very scarce. In turn, the waste recovery system is inefficient, in particular, the polystyrene foam in packaging has a very low recovery rate. Together with social organizations, we developed a material with a high content of crushed Styrofoam, which allows the manufacture of light plates, easy to transport and install, and highly insulating. In turn, they can be plastered and painted, and can be used to cover slab houses, and form a wall that considerably improves their energy efficiency, aesthetics and comfort. The relevant mechanical properties (compression, bending, screw extraction) were studied with different types and thicknesses of plaster. The results obtained indicate that the benefits of the plastered plates are suitable for use in home improvement.

KEY WORDS: expanded polystyrene — circular economy — popular economy — thermal isolation

INTRODUCCIÓN

El lanzamiento en 2015 por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluyó los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), puso a la ciudad y a la problemática de la vivienda y el hábitat en el centro de la lucha por la sostenibilidad. Puntualmente, el Objetivo 11 "lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles", incluye como primera meta para 2030 el desafío de "asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales" (Naciones Unidas, 2015). A su vez, la relación directa e indirecta de la ciudad con el resto de objetivos ha sido resaltada por diversos autores (ver por ejemplo Leavesley et al., 2022).

También en 2015 se firmó el Acuerdo de París (UN, 2015), en el cual se puso la mitigación y la adaptación al cambio climático en el centro de las agendas institucionales de los países. En este contexto, nuevamente las ciudades fueron señaladas como "causa y solución" del cambio climático, dado que en ellas se genera el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Wiedmann et al., 2016).

De esta manera, en 2016, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) fue especialmente marcada por estos eventos (Birch, 2022). Consecuentemente, también lo fue la Nueva Agenda Urbana -resultado de Hábitat III- en la cual se reconoce que "los centros urbanos de todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo, suelen tener características que exacerban la vulnerabilidad de esos centros y sus habitantes ante los efectos adversos del cambio climático y otros peligros naturales y antropogénicos, entre ellos los terremotos, los fenómenos meteorológicos extremos, las inundaciones (...), las olas de calor, la escasez de agua (...), entre otros" (NUA, 2017).

Vale destacar, sin embargo, que estas agendas y acuerdos, si bien tienen la virtud de alertar sobre los desafíos urbanos, proveen un marco demasiado general que muchas veces no logra ayudar a definir prioridades de acción ni brinda instrumentos concretos para la financiación e implementación de proyectos específicos, adaptados a las realidades locales, que difieren de región en región (International Expert Panel on Science and the Future of Cities, 2018).

Por otro lado, de manera alternativa, y muchas veces independiente de los marcos institucionales que bajan a partir de estos acuerdos internacionales o compromisos nacionales, existen y han existido iniciativas que nacen "desde abajo" y que aportan de manera sustantiva al cumplimiento de los ODS o más generalmente al desarrollo sustentable. Es el caso, por ejemplo, del trabajo de recuperadores urbanos, quienes se encuentran en la base de toda la cadena del reciclaje en los países del Sur Global (Gutberlet et al., 2017; Velis, 2017; Wilson et al., 2006).

En este sentido, cobran relevancia los enfoques de intervención territorial que permiten abordar problemáticas interrelacionadas, teniendo en cuenta los desafíos socioambientales y económicos (actuales y futuros) en contextos situados, permitiendo potenciar las iniciativas preexistentes. En los países de América Latina, la Extensión Universitaria constituye una plataforma adecuada para el impulso de proyectos transdisciplinarios que buscan co-construir soluciones a problemas reales con actores de los propios territorios (Villalba, 2016). Asimismo, en nuestro país han surgido en los últimos tiempos distintas convocatorias a proyectos que, sin ser específicamente de extensión universitaria, adoptaron un enfoque extensionista de impacto territorial y trabajo con organizaciones sociales.

En este trabajo, presentamos los resultados preliminares de un proyecto de extensión e investigación orientado desarrollado en conjunto con dos organizaciones sociales que trabajan en mejoramiento de viviendas de barrios populares de la ciudad de Tandil. El proyecto se basa en el diseño de un material con alto contenido de telgopor reciclado que permite fabricar de manera relativamente simple y con poca inversión placas livianas, fáciles de transportar y de colocar. El producto obtenido permite mejorar la situación de viviendas precarias y, al mismo tiempo, dar una salida a un material cuya densidad impide cualquier valorización fuera de la ciudad y que, al no ser comprado por los intermediarios locales, no era recolectado por los recuperadores urbanos. Se estudiaron propiedades mecánicas relevantes (compresión, flexión, extracción de tornillos), y se analizó la contribución al mejoramiento del aislamiento térmico de los muros. Esta caracterización sirve tanto para hacer un control de calidad de las piezas fabricadas, como para certificar ciertas propiedades que demandan las normas vigentes y el mercado.

CONTEXTO, ÁREA DE ESTUDIO Y ANTECEDENTES

En Argentina, la tasa de urbanización es superior al 92%. Sin embargo, las sucesivas crisis y la histórica falta de políticas de suelo y vivienda tuvieron como consecuencia un marcado déficit habitacional en los sectores populares, para los cuales el acceso formal al suelo urbano fue imposibilitado, prevaleciendo el acceso informal (Ministerio de Desarrollo Social, 2022). El Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP) relevó, al 2022, más de 5500 villas y asentamientos en donde viven más de 5 millones de personas. La Provincia de Buenos Aires concentra la mayor cantidad de barrios populares, con unos 1933 barrios donde viven más de 500 mil familias.

Nuestro proyecto se desarrolló en la ciudad de Tandil, al sudeste de la provincia de Buenos Aires. Las proyecciones del último censo disponible estiman, para el año 2022, una población de 141.996 habitantes para el partido de Tandil, de los cuales aproximadamente el 94% vive en la ciudad cabecera y el resto en cuatro localidades aledañas. Con una superficie urbana total de aproximadamente 50 km2, la ciudad sigue un modelo de crecimiento difuso (Fernández y Ramos, 2013), al igual que otras ciudades latinoamericanas (Inostroza et al., 2013). En Tandil, el RENABAP registró 10 asentamientos en los cuales viven 1625 familias (RENABAP, 2022). Estos barrios se sitúan mayoritariamente en la periferia de la ciudad y se caracterizan, además de por la falta de servicios, por sus viviendas predominantemente construidas con planchones de cemento.

Antecedentes del material

En Tandil el telgopor tenía, al comienzo de este proyecto, una sola vía de valorización, a través de los Puntos Limpios Municipales, que solo captan un muy pequeño porcentaje de los residuos reciclables generados (Villalba, 2020). Los recuperadores urbanos, quienes recuperan la mayor cantidad de residuos, no lo trabajaban, ya que no es comprado por los intermediarios y su comercialización fuera de la ciudad no es posible dada su baja densidad y las complicaciones logísticas que esto conlleva. El telgopor constituye así un problema ya que ocupa mucho volumen en el relleno sanitario y cuando está en la vía pública puede tapar bocacalles y favorecer inundaciones o alcanzar cursos superficiales y contaminar mares y océanos.

A partir de esa información, y con el objetivo de contribuir a mitigar el problema del telgopor en la ciudad de Tandil, durante el año 2020 se llevó adelante un Proyecto de Investigación Orientada (PIO) financiado por la UNCPBA, con el objetivo de desarrollar un material con características similares al reportado por San Juan et Al. (2018). Como resultado de ese proyecto, se desarrolló a escala de laboratorio una composición y un procedimiento que permitió fabricar un material con alto contenido de telgopor y propiedades físicas prometedoras para su utilización en el mejoramiento del aislamiento térmico de viviendas. A fines del año 2021, gracias a la adjudicación de un Proyecto Tecnológico para la Inclusión Social (PTIS) financiado por el MinCyT, se comenzó con un proceso para implementar dos plantas piloto de fabricación de paneles utilizando este material, en colaboración e intercambio con dos cooperativas de la rama de construcción, la cooperativa "EL Laurel", y la "Cooperativa de Recuperadores Urbanos de Tandil" (Rama Construcción), de-

dicada también a la recuperación de materiales. Al momento se logró implementar un proceso de fabricación en serie que incluye la etapa de triturado de los embalajes, y que permitió alcanzar, en cada una de las fábricas, una producción de entre 4 y 5 paneles por hora empleando tres trabajadoras.

METODOLOGÍA

Fabricación de los paneles

Triturado del telgopor

El telgopor triturado utilizado para confeccionar los paneles se obtiene utilizando trituradoras de fabricación propia, ubicadas en las instalaciones de las cooperativas con las que trabajamos. Las máquinas están construidas en base a un motor eléctrico de 0,5 HP, una cuchilla para máquinas de cortar césped, y cuentan con una boca lateral con malla de metal desplegado de diagonal mayor de 20 mm y diagonal menor de 11 mm (figura 1a). Las dos máquinas entregan una granulometría de pellets de telgopor triturado muy similar, que se muestra en las figuras 1b y 1c.

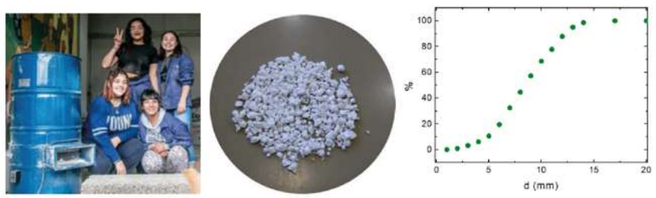


Fig. 1: a) trabajadoras de la cooperativa "El Laurel" junto a la máquina trituradora. b) Fotografía del telgopor triturado. c) Granulometría del telgopor triturado. Fuente: Elaboración propia

Preparación de la mezcla

Para la fabricación de los paneles, se desarrolló un procedimiento que busca ser lo más eficiente posible, sin necesidad de grandes inversiones de infraestructura y equipamiento. En una hormigonera de volteo en marcha, se vierten de manera alternada los pellets de telgopor, el cemento y el agua previamente mezclada con un aditivo vinílico ligante (Sikacim ®) en las siguientes proporciones:

10 litros de EPSr + 1 kg de cemento + 0,5 litros de agua + 0,05 litros de aditivo

Cabe mencionar que esta dosificación fue elegida porque, además de haber demostrado excelentes resultados para la confección de los paneles, es sumamente simple de recordar y de explicar, con lo cual disminuye la posibilidad de errores y confusiones al momento de la fabricación.

Una vez vertidos todos los materiales, se coloca una tapa (desarrollada especialmente) en la boca de la hormigonera, lo que permite ajustar su posición de manera horizontal, mejorando considerablemente el amasado de la mezcla. Luego de 2 minutos de amasado, la mezcla se encuentra lista para su utilización. El indicador de esto es que no se observa color blanco, ya que todos los pellets están bien cubiertos con la mezcla.

Llenado del molde

Para cada panel, se utilizaron moldes rectangulares de 1 m x 0,5 m y de 0,1 m de altura, confeccionados con fenólico de 18 mm de espesor. En una primera instancia se realizó un pintado de la madera con aceite de lino para facilitar el desmolde, pero luego fue reemplazado por la utilización de un nylon en el fondo del molde, que permitió reducir los tiempos de desmolde y reducir las roturas. También se modificó el procedimiento para el llenado, reemplazando el vertido directo de la mezcla desde la hormigonera por el vertido en carretilla y posterior llenado del molde a balde por dos razones: una mejor posición de trabajo para las operarias, y ganancia de tiempo, ya que puede prepararse mezcla mientras se llena el molde (ver Figura 2).

Fig. 2: Procedimiento para el llenado de los moldes. a) Directamente desde la hormigonera, b) con balde desde una carretilla con la mezcla.Fuente: Elaboración propia

Un punto clave de este paso, es sobrellenar el molde aproximadamente un 15% de su capacidad, y luego ejercer una presión hasta alcanzar el volumen original del molde, que debe ser mantenida durante el fraguado. Por ejemplo, para los moldes utilizados en este trabajo, de aproximadamente 50 litros de volumen, se vertieron 60 litros de mezcla. En el proceso de producción, este paso se realiza apilando de a cinco moldes, colocando una tapa encima del molde superior y ajustando con dos lingas hasta que todos los moldes apoyan entre sí, lo cual requiere una tensión de aproximadamente 150 kg. Finalmente, para desmoldar los paneles, es necesario esperar al menos 36 horas.

Determinación de las propiedades mecánicas

Todas las muestras utilizadas para los ensayos en el laboratorio fueron cortadas directamente desde los paneles fabricados en las cooperativas, utilizando una sierra circular.

Compresión

Se realizaron ensayos de compresión axial sobre muestras prismáticas de 7 cm de lado y 10 cm de altura (figura 3a). Se utilizaron velocidades de 10 mm/min, y se registró el valor máximo de carga alcanzado.

Flexión

Se realizaron ensayos de resistencia a la flexión (de tres puntos) sobre probetas prismáticas de 10 cm de lado, con una separación entre apoyos de 30 cm (figura 3b), a una velocidad de ensayo de 10 mm/min. Se registraron los valores obtenidos para la carga máxima.

Extracción de tornillos

Por otro lado, se realizaron medidas de resistencia a la extracción de tornillos (pull out). Se diseñaron piezas especiales para sujetar la cabeza del tornillo con la parte móvil de la máquina de ensayos, mientras que la muestra permaneció sujeta a la parte fija. Se estudiaron diferentes tipos de tarugos y diferentes espesores de revoque, desde 0 mm (al ras de la superficie) hasta 9 mm. Se utilizó un revoque para exterior comercial 3 en 1 weber mix E ®. Se utilizaron muestras cúbicas de 10 cm x 10 cm x 10 cm a las cuales se les revocó una de sus caras utilizando marcos de las medidas correspondientes al espesor deseado. En todos los casos se utilizaron tornillos de 6 mm de diámetro, y los tarugos del tamaño correspondiente. Se realizó un agujero con mecha de widia de 6 mm, y se ajustaron los tornillos de manera de dejar 1,5 cm por fuera del tarugo para poder sujetarlos con la máquina de ensayos (figura 3c). Para cada combinación se realizaron 3 medidas.

Fig. 3: Montajes de la máquina de ensayos para medir a) compresión, b) flexión, c) extracción de tornillos. Fuente: Elaboración propia

Conductividad térmica

Se determinó el coeficiente de conductividad térmica sobre muestras de 5 cm x 5 cm de sección, y 3 cm de espesor, mediante el método de placa caliente, utilizando un arreglo con dos muestras ubicadas simétricamente, siendo el resultado presentado el valor promedio determinado para ambas muestras. La diferencia de temperatura entre la cara caliente y la fría fue de aproximadamente 30 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que este trabajo es resultado de la ejecución de un proyecto de extensión universitaria, al cual entendemos como un diálogo de ideas entre los actores universitarios (docentes, investigadores, estudiantes) y los sociales, directa o indirectamente relacionados con una problemática concreta, tanto los resultados como la discusión se presentan con énfasis en la relevancia que tienen en cuestiones concretas que hacen a la viabilidad y éxito del proyecto, que es principalmente reutilizar un material de descarte para generar un producto con valor agregado local, que pueda ser utilizado para el mejoramiento de viviendas.

Densidad de los paneles

Se determinó la densidad de los paneles luego de transcurridos 30 días desde su fabricación, a temperatura y humedad relativa ambiente. Se utilizaron 10 paneles de diferentes tandas de producción de cada una de las plantas, siendo el resultado obtenido de 0,15 ± 0,01 g/cm3. Esto significa que cada panel tiene un peso de 7,5 kg, lo cual lo hace perfectamente manipulable por una sola persona, facilitando su transporte y su colocación. Cabe mencionar que el peso del panel (de volumen fijo) es el principal indicador de que la composición y procedimiento utilizados están dentro de los parámetros establecidos.

Propiedades mecánicas

La carga máxima en compresión determinada fue de (1.08 ± 0.08) kg/cm2 y, en promedio, se dió para deformaciones del 42 %. Este resultado está de acuerdo a los reportados previamente para materiales muy similares (Reynoso et al., 2021), y cumple con los requisitos planteados por la norma ISO 4898:2008 para productos de aislamiento térmico no portantes para edificios. Cabe mencionar que se realizaron ensayos a velocidades de deformación menores (1 mm/min), bajo las cuales el material no alcanza un máximo de carga, sino que su resistencia aumenta a medida que se comprime. Este punto nos resultó de especial interés, ya que luego de deformaciones de aproximadamente el 90% (permanentes) el material queda compactado, y al ser ensayado nuevamente resiste cargas relativamente altas, lo cual puede resultar interesante para desarrollar un material con características diferentes a partir de los mismos componentes. Por otro lado, estos valores de resistencia a la compresión indican que es posible almacenar los paneles apilándolos, sin riesgo alguno de que sufran daños por compresión, reduciendo así el espacio de acopio y transporte de los mismos (ver figura 4).

Fig. 4: Se muestra como las propiedades de los paneles permiten su fácil manipulación en diferentes situaciones. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el valor obtenido para la carga máxima en flexión fue de (0,60 ± 0,02) kg/cm², y se produjo para deflexiones de (10,5 ± 0,8) mm. Además, cabe mencionar que la fisura no se propaga a través de toda la altura, sino que la pieza permanece unida hasta deflexiones muy grandes (ver figura 5a). Estos resultados muestran que los paneles fabricados con este material soportan correctamente su manipulación sujetándolos desde las puntas, y aún en caso de agrietarse, pueden ser utilizados para colocar si se los trata cuidadosamente. Por otro lado, cabe mencionar que en ningún caso los paneles colocados serán sometidos a esfuerzos de flexión una vez colocados, ya que una de las caras mayores de la plancha estará en completo contacto con el muro preexistente, de mayor rigidez.

Como ya se mencionó anteriormente, los paneles aislantes están pensados para ser revestidos con revoque exterior tradicional. En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos para la resistencia a la extracción de tornillos con los diferentes tarugos y espesores de revoque estudiados. Tal como es de esperarse, las mayores resistencias se dan para los mayores espesores, de 6 mm y 9 mm. Los valores alcanzados muestran que con un revoque de 9 mm es posible fijar diferentes elementos usuales para un muro exterior, tales como luminarias, fijaciones para tirajes de calefacción, antenas, etc. De todas maneras, resta realizar ensayos para espesores mayores, ya que los revoques que están realizando los colocadores de las cooperativas son de al menos 2 cm de espesor. Cabe mencionar, que en todos los casos, el desprendimiento del tornillo con el tarugo se produjo por la rotura del revoque, y no por desprendimiento del revoque del panel (ver figuras 5 b y c). Esto demuestra que la adherencia del revoque con los paneles es muy buena, y que la resistencia a la extracción de tornillos depende principalmente de las propiedades mecánicas del revoque aplicado.

Fig. 5: a) Ensayo de flexión del panel, donde puede verse que a pesar de la gran deflexión, la muestra permanece unida. b)Muestras después de ensayos de extracción de tornillos con revoque de 9mm de espesor. Fuente: Elaboración propia

Tipo de tarugo	Imagen	0mm (kgf)	3mm (kgf)	6mm (kgf)	9mm (kgf)
S 6		0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,2	22 ± 2	21 ± 2
SX 6		2,8 ± 0,1	4,8 ± 0,8	8 ± 2	17 ± 2
Duo 6		4 ± 1	9 ± 1	20 ± 4	15 ± 1
GKA 6		3 ± 1	6,9 ± 0,2	10 ± 1	16,8 ± 0,5

Tabla 1: Resistencia a la extracción de tornillos en paneles con diferentes tarugos y revoques. Fuente: elaboración propia.

Caracterización térmica

El valor determinado para el coeficiente de conductividad térmica, para diferencias de temperatura entre las caras fría y caliente de aproximadamente 40 °C, fue de 0,07 ± 0,01 W/mK. Este valor es similar al obtenido anteriormente para materiales muy similares (San Juan et al. ,2018, Reynoso et al., 2021). A partir de este valor de conductividad térmica del material con el que se fabrican los paneles, es posible estimar la resistencia térmica resultante del muro confeccionado por la plancha premoldeada de hormigón armado más el panel aislante revocado.

Fig. 6: a) Casa en proceso de ser revestida. b) Paneles siendo revocados. c) Esquema del muro revestido.

Fuente: Elaboración propia

El muro original de las viviendas que se pretende mejorar consiste de planchas de hormigón premoldeado de entre 3 y 4 cm de espesor. La transmitancia térmica de ese muro es de alrededor de 3 W/m²K, la cual no cumple ninguno de los requisitos de aislamiento térmico de acuerdo a la norma IRAM 11605. Por otro lado, la transmitancia térmica del muro completo, una vez revestido con los paneles de telgopor reciclado de 10 cm de espesor y un revoque tradicional exterior de 3 cm de espesor (ver figura 3 c), resulta ser de 0,67 W/m²K. Es decir, que la transmitancia térmica del muro revestido y revocado se reduce un 77% respecto de la del muro original. Por otro lado, ese valor se corresponde con una aislación nivel B con temperaturas exteriores de -10 °C (invierno), y está cerca del límite de valores requeridos para aislación nivel A en condiciones de verano para la zona medioambiental IVd (Templado frío) correspondiente a la ciudad de Tandil (IRAM 11603).

Esta mejora en la transmitancia térmica del muro tiene implicancias muy importantes como medida de adaptación al Cambio Climático. Se espera que las olas de calor aumenten tanto en frecuencia como en magnitud como consecuencia del aumento de la temperatura media del planeta (IPCC, 2022) y está comprobado que la aislación de muros (particularmente la externa) es una de las medidas más efectivas para la reducción de los impactos de olas de calor en viviendas urbanas (Porritt et al., 2011 y 2012).

CONCLUSIONES

Los resultados publicados en este trabajo demuestran la factibilidad de la utilización de paneles aislantes fabricados con telgopor reciclado para el mejoramiento del aislamiento térmico de viviendas. Permiten una fácil manipulación, almacenamiento y transporte, debido a su bajo peso y a sus propiedades mecánicas. Los valores determinados para la resistencia a la compresión y a la flexión demuestran que no hay riesgo de roturas, en condiciones mínimamente controladas, durante el transporte y la colocación. Una vez colocados, pueden ser revestidos con un revoque exterior tradicional, permitiendo la sujeción de tornillos utilizando diferentes tipos de tarugos, de acuerdo al requerimiento correspondiente. Debido a su baja conductividad térmica, permiten conformar un muro que cumple con los requerimientos de una aislación de tipo B (medio) según la norma IRAM 11605. De esta manera, estas placas constituyen una herramienta adecuada para llevar adelante una adaptación al cambio climático, en particular en lo que hace a la disminución de la vulnerabilidad de hogares populares a las temperaturas extremas. Es interesante mencionar que se realizaron mediciones in-situ de las temperaturas interior y exterior de las viviendas previamente a su revestimiento, y se pretende repetirlo una vez revestidas, con el fin de cuantificar con mayor precisión el aporte de los paneles al confort térmico. Además estamos investigando la posibilidad de reutilizar todos los recortes de los paneles que se generan en obra para la fabricación de nuevos paneles, buscando minimizar el desperdicio de materiales.

Consideramos que lo más importante que muestra este trabajo, es la posibilidad de desarrollar tecnologías en conjunto con los sectores sociales que luego serán beneficiarios de las mismas, construyendo desde abajo las premisas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Las organizaciones con las que interactuamos en el diseño de los paneles, se han apropiado completamente del proyecto, aportando ideas innovadoras en cada una de las etapas, y cumpliendo con responsabilidad su rol en el proyecto, tanto fabricando como colocando los paneles. Estas organizaciones están además vinculadas con los recuperadores urbanos, por lo que se espera en un futuro cercano, generar un ciclo completo de recuperación de un material tan problemático como el telgopor. A partir de la ejecución de este proyecto de extensión, se lograron montar dos plantas de fabricación de escala intermedia, y se prevé el revestimiento de al menos 8 viviendas durante el año 2022.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· Fernández, G., y Ramos, A. (2013). El crecimiento urbano de Tandil: ¿Modelo territorial de la ciudad difusa? Revista Geográfica Digital, Año 10(20), 1-12.

· Gutberlet, J., Carenzo, S., Kain, J.-H., & Mantovani Martiniano de Azevedo, A. (2017). Waste Picker Organizations and Their Contribution to the Circular Economy: Two Case Studies from a Global South Perspective. Resources, 6(4), 52. https://doi.org/10.3390/resources6040052

· Inostroza, L., Baur, R., & Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. Journal of Environmental Management, 115, 87-97. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.007

· International Expert Panel on Science and the Future of Cities (2018). Science and the Future of Cities. Disponible en: https://www.nature.com/natsustain/expertpanels.

· IPCC. (2022). Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

· Leavesley, A., Trundle, A., & Oke, C. (2022). Cities and the SDGs: Realities and possibilities of local engagement in global frameworks. Ambio, 51(6), 1416-1432. https://doi.org/10.1007/s13280-022-01714-2

· Ministerio de Desarrollo Social (2022). Manual para la conformacion y actualizacion del RENABAP. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/262754/20220519

· Naciones Unidas (2017). Nueva Agenda Urbana: Hábitat III. Naciones Unidas. ISBN: 978-92-1-132736-6

· Norma IRAM 11603 (1996). Acondicionamiento Térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

· Norma IRAM 11605 (1996). Acondicionamiento Térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad de edificios. Valores máximos de Transmitancia térmica en cerramientos opacos.

· Norma IRAM: 11601 (2002). Aislamiento Térmico de Edificios. Método de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

· Porritt, S. M., Cropper, P. C., Shao, L., & Goodier, C. I. (2012). Ranking of interventions to reduce dwelling overheating during heat waves. Energy and Buildings, 55, 16-27. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.043

· Porritt, S., Shao, L., Cropper, P., & Goodier, C. (2011). Adapting dwellings for heat waves. Sustainable Cities and Society, 1(2), 81-90. https://doi.org/10.1016/j.scs.2011.02.004

· Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP). (2022). Listado Nacional de Barrios 2022. Argentina - Relevamiento Nacional De Barrios Populares 2022. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap/tabla

· Reynoso, L E, Carrizo Romero A B, Viegas G M, San Juan G A (2021). *Characterization of an alternative thermal insulation material using recycled expanded polystyrene. Construction and Building Materials*, 301, 124058. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124058.

· San Juan G.A., Viegas G.M., Jodra J.I. (2018). *Aislación térmica alternativa, reutilizando poliestireno expandido de descarte, orientado a las necesidades de cooperativas de reciclado.* http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71329.

· SikaCim ®. Ficha técnica. Disponible en https://arg.sika.com/
· Velis, C. A. (2017). Waste pickers in Global South: Informal recycling sector in a circular economy era. Waste Management & Research, 35(4), 329-331. https://doi.org/10.1177/0734242X17702024
· Villalba, L. (2016) Extensión, co-producción y sustentabilidad: convergencia para una transformación necesaria. V Jornadas de Extensión del Mercosur. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
· Villalba, L. (2020). Material Flow Analysis (MFA) and waste characterizations for formal and informal performance indicators in Tandil, Argentina: Decision-making implications. Journal of Environmental Management, 264, 110453. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110453
· Weber ® mix E. Ficha técnica. https://www.ar.weber/
· Wiedmann, T. O., Chen, G., & Barrett, J. (2016). The Concept of City Carbon Maps: A Case Study of Melbourne, Australia. *Journal of Industrial Ecology*, 20(4), 676-691. https://doi.org/10.1111/jiec.12346
· Wilson, D. C., Velis, C. A., & Cheeseman, C. (2006). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International*, 30(4), 797-808. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2005.09.005

Creta