



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**CENTRO DE ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS**  
**Maestría en Sistemas Ambientales Humanos**

**Tesis: Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat.  
Aportes para el mejoramiento de los procesos de Mantenimiento y  
Rehabilitación de Edificios Públicos.**



**Autor: Arq. Ana Paula Lattuca**  
**Director: Dr. Arq. Elio Di Bernardo**  
**Co-directora: Mag. Prof. Graciela Mendíaz**

**Rosario, Noviembre de 2012**

## **Dedicatorias**

A mis dos amores Juan Bautista y José Ignacio.

A toda mi familia, pero muy especialmente a mis padres.

A Noemi, Mimí y Jorge por cuidar y disfrutar del nieto.

## **Agradecimientos**

Al Dr. Arq. Elio Di Bernardo por sus aportes, sabiduría y conocimiento, que hicieron posible esta tesis.

A Mag. Arq. Laura Bracalenti por el apoyo afectivo desde el principio hasta el final, por las correcciones en la redacción de la tesis y por la dedicación incansable.

A Mag. Prof. Graciela Mendíaz por la contención, el asesoramiento metodológico, la redacción y revisión de la tesis.

Al Arq. Daniel Perone, Ing. Claudio Beccari y a Emilia de la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad de Rosario por facilitarme todos los datos para la elaboración de la tesis.

A los arquitectos Alejandro Bianchi, Osvaldo Deghío, Karina Gojman y Rocío Zambrana de la oficina de Arquitectura Hospitalaria por facilitarme la información, los planos y datos del edificio CEMAR.

Al Ing. Oscar Bercovich de la Oficina de Bioingeniería del CEMAR por los planos y los datos sobre el sistema de refrigeración del edificio.

A mi amiga Arq. Julieta Andreoli, por todo el apoyo afectivo y por la colaboración en la ejecución de los fotomontajes.

A Arq. Natalia Feldman, por la dedicación y colaboración para la ejecución de las simulaciones con el Programa Autodesk Ecotect Analysis.

A Arq. Maria Laura Fernández del Programa de Preservación y Rehabilitación del Patrimonio de la Secretaría de Planeamiento por la información facilitada.

A la Dra. Silvana Flores Larsen por el asesoramiento para la realización de las simulaciones con el modelo SIMEDIF.

A Arq. Eduardo González por el reconocimiento, por la confianza brindada y por permitirme terminar con el trabajo de la Tesis.

A mis compañeros de Maestría por las experiencias compartidas.

Gracias.

## **EFICIENCIA AMBIENTAL DE LAS TECNOESTRUCTURAS DEL HÁBITAT.**

### **APORTES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS PÚBLICOS.**

#### **Resumen**

La problemática en el marco de la cual se desarrolla el estudio, es la asociada con la alta y creciente demanda energético-material de los procesos de producción y funcionamiento edilicio. La rehabilitación, entre otros aspectos, puede permitir una mejora sustancial en el funcionamiento energético.

Esta investigación tiene la finalidad de describir los problemas más frecuentes relacionados con los procesos mencionados, especialmente el funcionamiento energético, focalizando, en este caso, los relativos al confort termo-lumínico en el marco de las complejas relaciones inherentes a la Función de *Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat*.

Se parte del supuesto que en toda tecnoestructura edilicia -y particularmente en los edificios públicos- deben optimizarse las condiciones de habitabilidad aumentando la eficiencia energética de funcionamiento. Con el adecuado mantenimiento se puede aumentar la *Vida Útil*, que junto al aumento de la eficiencia energética, nos permite mejorar la eficiencia ambiental de la tecnoestructura. Estas medidas permiten amortizar la inversión inicial en un plazo mayor.

El trabajo presenta los resultados del análisis termo-energético de dos edificios públicos municipales pertenecientes a diferentes tipos arquitectónicos y de muy diferentes masividades. Se propone una alternativa para la rehabilitación energética del edificio con mayor consumo por unidad de superficie, logrando mejorar el funcionamiento termo-energético, sin afectar, como se demuestra, el confort lumínico.

Finalmente, se plantean pautas a partir de cuya aplicación se considera posible modificar prácticas de diseño y construcción asociadas con los procesos de *Mantenimiento y Rehabilitación*, para hacerlas más eficientes ambientalmente, incrementando la vida útil y optimizando las condiciones de habitabilidad de los edificios, lo que redundará en una mejora de las tasas de amortización de los costos crematísticos.

**Palabras claves:** Eficiencia ambiental – Mantenimiento - Rehabilitación energética – Edificios Públicos.

### **Environmental efficiency of the technostructure Habitat.**

#### **Contributions for improving processes maintenance and rehabilitation of government buildings.**

#### **Summary**

The problem in the framework of which develops the study is associated with high and growing demand for energy-material production processes and building complex operation. Rehabilitation, among others, may allow a substantial improvement in energy performance.

This research aims to describe the most common problems associated with these processes, especially energy operation, focusing, in this case, those related to thermal comfort lighting within the complex relationships inherent in Environmental Efficiency Function the Habitat technostructures.

It is assumed that all technical structure-building industry and particularly in public buildings should be optimized living conditions increase the energy efficiency of operation. With proper maintenance can increase Lifespan, which together with increased energy efficiency, allows us to improve the environmental efficiency of the techno-structure. These measures allow us to amortize the initial investment in a longer term.

The paper presents the results of thermo-energy analysis two municipal public buildings from different architectural types and very different amounts of public. It proposes an alternative to the rehabilitation of the building more energy consumption per unit area, resulting in improved heat and power operation without affecting, as demonstrated, lighting comfort.

Finally, patterns arise from the application of which is considered possible to modify the design and construction practices associated with maintenance and rehabilitation processes to make them more environmentally efficient, increasing the life and optimizing the living conditions of the buildings, which result in improved repayment rates chrematistic costs.

**Keywords:**

**Environmental Efficiency - Maintenance - Energy Rehabilitation - Government Buildings.**

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I - AMBIENTE, DEFINICIÓN DEL CONCEPTO. PRECISIONES PARA SU OPERATIVIDAD.....</b>	<b>26</b>
1.1.EL CONCEPTO SISTÉMICO DE AMBIENTE.....	26
1.1.2. Equilibrio ecológico y ambiente.....	26
1.2.REDUCCIÓN CONCEPTUAL DEL PROBLEMA AMBIENTAL.....	31
1.2.1. Problemas de contaminación.....	31
1.2.2. Aumento de población.....	33
1.2.3.¿Nuevos problemas de especialistas?.....	37
1.2.3.1. Economía de mercado como ciencia exacta. Economía e ideología.....	38
1.2.3.2. Las externalidades económicas.....	41
1.3. POBREZA Y AMBIENTE.....	44
<b>CAPITULO II- ALCANCES, CONCEPTOS Y DIMENSIONES DE LA SUTENTABILIDAD.....</b>	<b>47</b>
2.1. EL CONJURO MÁGICO.....	47
2.2. INFORME DEL CLUB DE ROMA.....	50
2.3. CRISIS AMBIENTAL. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD... ..	51
2.4. LÍMITE DE LA SATURACIÓN ANTRÓPICA.....	56
2.5. HORIZONTE TEMPORAL DE LAS GENERACIONES FUTURAS. SATIFACCION CON LOS RECURSOS NO RENOVABLES ACTUALES.....	58
2.6. PLANETA TIERRA EN CONSTANTE TRANSFORMACIÓN. HOMOGENISIS PLANETARIA. EXTINCIONES.....	60
2.7. BREVE REFLEXION DEL CONCEPTO DE DESARROLLO.....	62
2.8. LA CIENCIA POSNORMAL.....	64
2.9. ASIGNACIÓN DE VALOR. LA ECONOMÍA CAPITALISTA. LA ECONOMÍA ECOLÓGICA.....	67
2.10. EFICIENCIA AMBIENTAL. CAPITAL NATURAL CRÍTICO.....	70
<b>CAPITULO III- FUNCION DE EFICIENCIA AMBIENTAL DE LAS TECNOESTRUCTURAS DEL HABITAT (FEATH).....</b>	<b>73</b>
3.1. EFICIENCIA AMBIENTAL DE CONSTRUCCION.....	75
3.1.1. Análisis del ciclo de vida (ACV).....	75
3.1.2. Materiales parcialmente renovables	78
3.1.3. Materiales de fuerte impacto desde la dimensión de la sustentabilidad fuerte global.....	80
3.2 COSTOS AMBIENTALES DE FUNCIONAMIENTO.....	81
3.2.1. Confort higrotérmico.....	82
3.2.2. Confort lumínico.....	83
3.2.3. Comunicación.....	86
3.2.4. Domótica de control. (Dimensiones automáticas y humanas)... ..	87
3.3.COSTOS AMBIENTALES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN.....	88
3.3.1. Distintos criterios de mantenimiento.....	88
3.3.2. Oportunidades de las rehabilitaciones.....	90
3.3.3. Obsolescencia ambiental.....	93
3.3.4. Relaciones de eficiencia de mantenimiento en relación a la vida útil, costos ambientales de construcción y costos ambientales de funcionamiento.....	94
3.4 COSTOS AMBIENTALES DE DEMOLICIÓN Y RECICLADO.....	95
3.4.1. Obsolescencia económica crematística.....	95

3.4.2. Obsolescencia “figurativa o estética” .....	98
3.4.3. Obsolescencia urbana.....	100
3.4.4. Obsolescencia técnica. Robustez.....	102
3.4.5. Disposición final de residuos. Alteraciones geomorfológicas... ..	103
3.5. VIDA ÚTIL .....	107
3.5.1. Vida útil y costos de construcción.....	107
3.5.2. Vida útil y puntos críticos.....	109
3.6. SATISFACCIÓN RESIDENCIAL.....	111
3.6.1. Satisfacción residencial y calidad de vida.....	111
3.6.2. Vida útil y satisfacción residencial.....	113
3.6.3. Sentido de Pertenencia y Herabilidad.....	115
<b>CAPITULO IV- EFICIENCIA AMBIENTAL EN LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PARQUE EDILICIO MUNICIPAL.....</b>	<b>118</b>
4.1. PARQUE EDILICIO MUNICIPAL.....	118
4.1.1. Descripción de Edificios correspondientes a la categoría <i>Grandes Usuarios</i> .....	120
4.1.2. Obras de <i>Mantenimiento</i> en los edificios municipales.....	127
4.2. SIMULACIONES DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN EDIFICIOS SELECCIONADOS.....	131
4.2.1. Simulaciones del comportamiento térmico – Edificio Aduana.....	132
4.2.1.1. Resultados de las Simulaciones Edificio Ex Aduana. Período Estival.....	136
4.2.1.2. Resultados de las Simulaciones Edificio Ex Aduana. Período Invernal.....	139
4.2.2 Simulaciones del comportamiento térmico - Edificio CEMAR....	142
4.2.2.1. Resultados de las Simulaciones Edificio CEMAR. Período Estival.....	145
4.2.2.2. Resultados de las Simulaciones Edificio CEMAR. Período Invernal.....	148
<b>CAPITULO V- REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.....</b>	<b>152</b>
5.1. ESTUDIO DE CASO. EDIFICIO CEMAR.....	153
5.2. BALANCE TÉRMICO CON MODELO JB78 (Borgato, 1978).....	157
5.3. SOLUCIÓN DE REHABILITACIÓN CASO CEMAR.....	160
5.4. ANALISIS DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO CEMAR.....	161
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>190</b>
<b>ANEXO I.</b> Datos parametrización de simulaciones con SIMEDIF.....	<b>199</b>
<b>ANEXO II.</b> Planimetría complementaria de Casos de Estudio.....	<b>215</b>
<b>ANEXO III.</b> Propuesta de Rehabilitación del Edificio CEMAR.....	<b>220</b>
<b>ANEXO IV.</b> Simulación de iluminación natural del Edificio CEMAR.....	<b>223</b>

## INTRODUCCIÓN

Los consumos energéticos y materiales que vienen teniendo lugar en el marco del actual modelo capitalista, implican una expropiación tal de recursos -en su mayoría no renovables- y una producción proporcional y creciente de desechos de magnitudes tan impactantes que, claramente, resultan indicativas de la insostenibilidad de los sistemas humanos a corto plazo en relación al desarrollo temporal de la civilización urbana. Asimismo, numerosos estudios científicos han demostrado que el calentamiento global del planeta está acelerándose y que existe un 90% de probabilidad de que la actividad humana sea la responsable del fuerte aumento de la temperatura ambiente (Informe Panel Intergubernamental de Cambio Climático IPCC/WG1, 2007). Al menos puede advertirse un aumento, respecto de períodos anteriores cercanos, de la proporción de gases de efecto invernadero en la composición de la atmósfera. No obstante es un hecho evidente que dar solución, al menos parcial, a estas problemáticas globales, depende de un cambio de modelo cultural, económico y político, considerando el modo en que el modelo vigente se expande y consolida en el mundo, resulta impostergable generar cambios inmediatos en todos los ámbitos y escalas en que éstos sean viables para ampliar el horizonte temporal de los sistemas humanos.

Es necesario adoptar posiciones alternativas para entender la complejidad de la realidad y enfrentar los problemas generados por el desarrollo económico-productivo ilimitado. El primer paso es ampliar la visión, adoptando enfoques integradores que permitan la interacción de las diferentes disciplinas e intereses, a través de marcos teórico-metodológicos sistémicos. Para ello es indispensable resignificar la mentada noción de sustentabilidad acercándola nuevamente a la preocupación por la homeostasis sociedad-naturaleza, incluyéndola desde otra lógica entre los criterios que guían la gestión económica.

En el marco de este trabajo cobra especial relevancia el hecho que la urbanización constituya una de las causas de mayor incidencia en los mencionados procesos de expoliación de recursos y calentamiento global<sup>1</sup>.

Esta certeza impone la necesidad de una revisión profunda de sus lógicas y dinámicas desde una perspectiva de racionalidad ambiental, lo que obliga a repensarla como proceso de habitabilidad global, considerando las funciones asignadas a la vida urbana, los efectos de las construcciones sobre el medio, la complejidad de la ciudad en su dimensión territorial, sociocultural, económica y política.

El principal problema de la actual insustentabilidad de las ciudades reside, en primer lugar, en el hecho de que éstas son sistemas netamente consumidores y, en segundo, en el comportamiento de la civilización industrial, acentuado en las urbes denominadas “postindustriales”<sup>2</sup>. Es un hecho claro que los sistemas urbanos se han preocupado por la sustentabilidad local o parcial afectando aceleradamente la sustentabilidad global.

Siguiendo a Leff, “el hábitat se define al ser habitado; y este habitar genera hábitos y define sentidos existenciales que han conducido la coevolución de las culturas con su medio, a través de las formas de apropiación de su ambiente” (Leff, 1998: 242). Estos hábitos, fuertemente influenciados por el sentido axial de los modelos a partir de los cuales se

---

<sup>1</sup> “Las ciudades construidas sobre sólo un 2% de la superficie terrestre, utilizan alrededor de un 75% de los recursos mundiales y desalojan cantidades similares de desechos.” (H. Girardet, 2001:34).

<sup>2</sup> Bajo la denominación de “*post-industriales*” se hace referencia a los grandes centros urbanos, especialmente los localizados en países desarrollados, que a partir del último cuarto del siglo XX presentan características diferenciales a las de las ciudades industriales tradicionales. Entre las mencionadas características resultan relevantes: la terciarización y pérdida de diversidad sociocultural y funcional del área central tradicional; la flexibilización del proceso productivo que permite la relocalización de las plantas industriales en zonas alejadas de los nodos empresariales y decisionales; la ocupación fragmentada y heterogénea de las periferias urbanas, la expansión de la frontera urbana sobre el territorio rural en forma dispersa y la radicación de parte de la población en áreas ubicadas a grandes distancias de las centralidades intraurbanas, posibilitada por las vías rápidas de comunicación que permiten la accesibilidad a costa de grandes costos energéticos y materiales y las Tic’s que viabilizan otras formas de comunicación y trabajo.

desarrollan los sistemas humanos, han ido generando la crisis ambiental de nuestro tiempo. De hecho, las formas de utilización de los recursos asociadas al consumo creciente de materia y energía, han incrementado extraordinariamente la huella ecológica humana<sup>3</sup> sobre el planeta.

Los sistemas urbanos son la expresión concreta de esta forma de habitar y, en sus diferentes escalas y niveles de complejidad, afectan no sólo el territorio sobre el cual se asientan, sino también las áreas rurales y alejadas con las cuales intercambian materia, energía e información, aumentando cada vez más las presiones socioambientales en cada rincón del planeta. Esta transformación no sólo impide o interrumpe la producción de biomasa primaria sino que degrada el suelo consumiéndolo.

La dimensión construida de los sistemas urbanos incide de manera determinante en los consumos energéticos y materiales de los mismos y, en consecuencia, sus lógicas y dinámicas están directamente relacionadas con los impactos locales y globales urbanos. Los mencionados procesos simultáneos de concentración poblacional y densificación por un lado, y la expansión de la frontera urbana en el territorio y la dispersión de infraestructuras y habitantes por otro, desconociendo en ambos casos la capacidad de carga del soporte, están incrementando extraordinariamente dichos impactos. Es un desafío quebrar esta tendencia, logrando compactar las estructuras urbanas, aumentar las densidades edilicias y poblacionales manteniendo adecuados niveles de vida y racionalizando costos de construcción y funcionamiento para reducir los efectos negativos producidos.

---

<sup>3</sup> En términos operativos, la Huella Ecológica (Wackernagel y Rees, 1996), “[...] es un indicador de carácter global (sintético) y encuentra su justificación conceptual en un principio clásico de la ciencia ecológica que mantiene que toda la población alcanza un límite en su crecimiento, expresado en número de individuos, de acuerdo con las características del medio donde se desarrolla. A este límite se le conoce con el nombre de Capacidad de Carga (Begon et al, 1987). Se expresa como la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de la localización de estas áreas. La población humana, que en 1961 demandaba casi el 50% de la capacidad regenerativa del planeta, en tan sólo 45 años aumentó su demanda hasta el 144% de dicha capacidad, es decir el equivalente a los recursos y servicios ambientales de 1.4 planetas.  
<http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/gfn/>

Los edificios son importantes usuarios de energía y materia <sup>4</sup> y los modos en que son diseñados, construidos, utilizados, demolidos y sustituidos forman parte sustancial de las lógicas generales de organización urbana.

Entre las impostergables acciones a concretar tendientes no sólo a la mitigación y adaptación al cambio climático, sino también a ampliar el horizonte temporal de la sustentabilidad de los sistemas humanos, ocupan un lugar prioritario las inherentes a los *procesos integrales de producción y funcionamiento edilicio*, por su posible viabilidad e implementación en comparación con otras (Comisión de lucha contra el cambio climático de la Unión Europea, 2007).

En este contexto, la problemática en el marco de la cual se desarrolla este estudio, es la asociada con la alta y creciente demanda energético-material de los procesos mencionados y la generalizada ausencia de pautas de diseño, materialización y uso edilicio que tiendan a optimizar la relación entre consumo y habitabilidad como aporte relativo para paliar la crisis ambiental planetaria.

La Comisión de lucha contra el cambio climático considera que el ahorro de energía más importante corresponde a los edificios residenciales y del sector terciario, con un potencial de reducción estimado del 27 % y del 30 % respectivamente; a la industria manufacturera, con un potencial de ahorro en torno al 25 %, y al sector de los transportes, con una reducción estimada del consumo del 26 %. Se calcula que estas reducciones sectoriales del consumo de energía representan un ahorro global estimado

---

<sup>4</sup> Según datos de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC), en Europa, el 40% de la energía se consume en edificación para el calentamiento, enfriamiento e iluminación. Asimismo, el Sector de la Construcción consume alrededor del 40% de los recursos materiales, generando el 40% del total de residuos y produciendo el 35% de las emisiones de gases efecto invernadero. En *Guía de buenas prácticas ambientales en el diseño, la construcción, el uso, la conservación y la demolición de edificios y construcciones*. Ayuntamiento de Madrid, Madrid, España.

<http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agenda21/Catalogo/GuiaBPAEdificiosInstalaciones.pdf> (Recuperado 08-2012)

de 390 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) cada año, es decir, 100 000, además, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 780 millones de toneladas al año.

Durante los últimos 20 años, con el *desarrollo sustentable* como meta, se firmaron e iniciaron innumerables acuerdos, programas y campañas internacionales orientadas a frenar los impactos ambientales del proceso de concentración de capital ampliado. No obstante ello, los resultados han sido exiguos y los impactos son mayores en la actualidad.

En su definición original, el *desarrollo sustentable* se describe como un modelo a partir de cuya aplicación “se satisfacen las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias”. Con el afán de superar antagonismos y lograr su aprobación, el Informe Brundtland (1987) no señala claramente los costos que supondría alcanzar un desarrollo sustentable, ni cómo distribuir dichos costos, ni a través de qué estrategias. Tampoco expresa qué necesidades son reales y cuáles superfluas, ni a partir de qué criterios y procedimientos se evalúan estas cuestiones en el presente pero teniendo en cuenta los correspondientes a generaciones futuras.

Después de la difusión mundial del concepto, tras la Cumbre de Río de Janeiro de 1992, se inicia el debate acerca de la viabilidad de un desarrollo “sustentable” que posibilite satisfacer las necesidades de la población mundial, asegurar la continuidad de los recursos a partir de un buen uso de los mismos, y frenar el deterioro ambiental en el marco del actual modelo capitalista globalizado. Debate que, tras 20 años, no puede soslayar el demoledor peso de la realidad que demuestra la insuperable contradicción e inviabilidad de un desarrollo económico capitalista y, a la vez, ecológica y socialmente sustentable.

“Habría que bajar del pedestal que hoy ocupa, la propia idea de crecimiento económico como algo globalmente deseable e irrenunciable y advertir que la sostenibilidad no será fruto de la eficiencia y del desarrollo económico, sino que implica sobre todo decisiones sobre la equidad actual e intergeneracional...El término desarrollo sostenible está sirviendo para mantener en los países industrializados la fe en el crecimiento y haciendo las veces de burladero para escapar a la problemática ecológica y a las connotaciones éticas que tal crecimiento conlleva.” (Naredo, 1997: 4)

Hace tiempo ya que la “sustentabilidad”, como nuevo paradigma del desarrollo económico, se ha convertido en un lugar común, carente del significativo contenido que debería portar. De hecho, “la rápida aceptación del término no se debe a la novedad en los planteamientos sino a la controlada dosis de ambigüedad que albergaba esta expresión, que ofreció a los políticos la posibilidad de contentar a todo el mundo y de apuntalar la fe en el desarrollo económico que se había tambaleado durante la década de los setenta.” (Naredo, 2002: 3). Lo que contribuyó a sostener la nueva idea de sostenibilidad fueron las viejas ideas del “crecimiento” y el “desarrollo” económico que, tras la avalancha crítica de los setenta, necesitaban ser apuntaladas. Se trataba de seguir promoviendo el desarrollo tal y como lo venía entendiendo la comunidad de economistas. El éxito de la idea de Desarrollo Sostenible se pagó a costa de su propia inoperancia: su aceptación generalizada se produjo a base de vaciarla de contenido para que todos vieran en ella aquello que querían ver. Si el objetivo es operativizar el concepto, es indispensable llenarlo de contenido concreto rompiendo con la indefinición generalizada que produjo su éxito inicial.

“Se llega así a dos tipos de nociones de sostenibilidad diferentes que responden a dos paradigmas diferentes: una sostenibilidad *débil* (formulada desde la racionalidad propia de la economía estándar... que razona sobre el deterioro patrimonial medido sólo en términos monetarios), y otra *fuerte* (formulada desde la racionalidad de esa economía de la física que es la termodinámica y de esa economía de la naturaleza que es la ecología)” (J.M.

Naredo y A. Valero, 1999:64). “Podemos afirmar que la sostenibilidad de los sistemas (agrarios, industriales o urbanos) dependerá de la posibilidad que tienen de abastecerse de recursos y de deshacerse de residuos, así como de su capacidad para controlar las pérdidas de calidad (tanto interna como ambiental) que afectan a su funcionamiento. Aspectos que dependen de la configuración y el comportamiento de los sistemas sociales que los organizan y mantienen.” (Ibidem: 65).

Dotar de operatividad a la noción de Desarrollo Sustentable ha implicado, para especialistas en diferentes disciplinas que trabajan desde enfoques integradores, pensar estrategias que se contraponen, total o parcialmente, pero aún en este último caso de un modo contundente, al modelo económico vigente. Esto es así porque el modelo capitalista y desarrollista que impulsa la sobreproducción industrial, el consumismo y el despilfarro energético, no permite la regeneración de los ciclos naturales de la Tierra y además profundiza las injusticias y las desigualdades sociales. Esta dinámica, tal como se presenta en la actualidad, acorta alarmantemente el horizonte de la sustentabilidad de los sistemas humanos. De hecho, en un mundo de recursos finitos, bajo estas lógicas de organización, la sustentabilidad a largo plazo resulta imposible.

Se entiende que un proceso es *ambientalmente eficiente* cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo o cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos. En el contexto de la actual crisis ambiental en aumento, es necesario optimizar los procesos inherentes a los sistemas humanos para que éstos sean ambientalmente eficientes y se logre así, reducir la *saturation antrópica*. Esta saturación, en tanto ocupación humana excesiva del espacio vital planetario y/o utilización desmedida de sus recursos, pone en riesgo la conservación del *capital natural crítico*. Dicho *capital*, es aquel “[...] que realiza funciones ambientales no sustituibles funcionalmente por otros elementos ambientales o por otros capitales. El grado de criticidad puede relacionarse con criterios de importancia ecológica

y socio-cultural, así como con el grado de amenaza por presiones antrópicas”. (C.F. Álvarez-Hincapié, 2010:133).

Para reducir todo lo posible la “saturación antrópica” que pone en peligro el “capital natural crítico”, es decir aquél indispensable para el desarrollo de la vida humana sobre el planeta, son necesarios nuevos referentes a partir de los cuáles organizar los sistemas humanos sobre el territorio. Para ello se impone desmitificar la noción de Desarrollo Sostenible y alcanzar una mayor *eficiencia ambiental* en todos los procesos y ámbitos en los que sea posible hacerlo a corto y mediano plazo.

Bajo las lógicas de acumulación de capital, los procesos de urbanización y construcción se desarrollan impulsados por una racionalidad rentabilista y fragmentada, sin que los ciudadanos tengan conciencia del funcionamiento de las conurbaciones en su conjunto y de sus implicancias ecológico-territoriales.

José Manuel Naredo (2002:9) plantea como alternativa, volver a considerar la ciudad como un proyecto en el que pueden y deben influir los ciudadanos pensando, no sólo en su calidad interna (habitabilidad), sino también en su relación con el resto del territorio, para controlar la huella de deterioro ecológico que originan sus servidumbres territoriales por extracción de recursos y emisiones de residuos.

La actividad que mayor tonelaje mueve en recursos (materiales) y en residuos (inertes) es la construcción (Naredo, op. cit.: 13). La misma resulta totalmente condicionante de la transformación de los sistemas urbanos y de su comportamiento físico para asegurar habitabilidad y funcionalidad, complementariamente al transporte, responsable de crecientes consumos de combustible y de proporcionales emisiones de gases de efecto invernadero.

Asimismo, los consumos energéticos edilicios urbanos se incrementan significativamente, no sólo por el aumento poblacional, sino también por la

inadecuación en los diseños, materialización y uso de los edificios, las demandas de climatización generadas por las temperaturas extremas y la oferta y el consumo creciente de tecnología para paliarlas.

En la Unión europea, la calefacción y el alumbrado de los edificios representan cerca del 40 % de la energía consumida y se considera que ambas funciones pueden realizarse con mucha mayor eficiencia (Libro Verde UE, 2005). La Comisión Europea ha adoptado un plan de acción cuya finalidad es reducir el consumo de energía en un 20 % para el año 2020. Este plan incluye medidas destinadas a mejorar el rendimiento energético de los productos, los edificios y los servicios; mejorar la eficiencia de la producción y la distribución de energía; reducir el impacto de los transportes en el consumo energético; facilitar la financiación y la realización de inversiones en este ámbito, y suscitar y reforzar un comportamiento racional con respecto al consumo de energía, así como reforzar la acción internacional en materia de eficiencia energética. Para reducir las pérdidas de calor de los edificios, el plan de acción prevé la aplicación de la Directiva sobre la eficiencia energética de los edificios, no sólo en los de gran superficie, sino también a los de pequeña, así como adoptar normas mínimas de eficiencia aplicables a los edificios nuevos o renovados y promover las viviendas denominadas “pasivas”.

En la Argentina, si bien existen diversas iniciativas relativas a reducir los consumos energéticos en distintas ciudades y provincias, no se han logrado resultados significativos aún, siendo que nuestro país presenta un alto consumo per cápita.



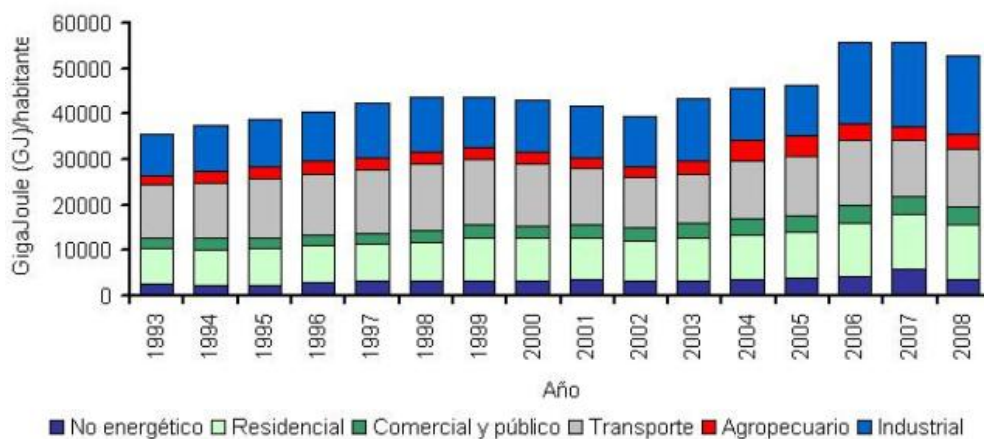
Fuente: **Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina.**

Se estima que el parque construido utiliza en promedio dos tercios del total de la energía consumida en una ciudad y es el responsable de un tercio del pico de demanda en electricidad. En edificios destinados a la actividad terciaria, la energía es básicamente utilizada para iluminación, acondicionamiento térmico, transporte de personas, elevación de agua y funcionamiento del equipamiento. Por ello, el potencial ahorro resultante de la aplicación de acciones de eficiencia energética en edificios destinados a las actividades de la administración central, así como en los destinados a servicios públicos (alumbrado público, hospitales, escuelas), implica la reducción en el gasto contenida en la operación y mantenimiento de un edificio.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Programa de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos. Diagnóstico preliminar de potenciales de ahorro energético. Informe D-URE-1- F- 05. Secretaría de Energía. Subsecretaría de Energía Eléctrica. Dirección Nacional de Promoción. Buenos Aires, 2004

Los consumos energéticos residenciales, comerciales y públicos, a nivel nacional, presentaron un incremento entre 2005 y 2008.

Consumo final de energía desagregado por sectores



Fuente: **Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina**

Según el Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos (2004)<sup>6</sup>, los edificios pertenecientes a la Administración Pública Nacional (APN) constituyen un importante ejemplo de derroche energético y, por lo tanto, detentan un elevado potencial de ahorro. Se aclara además, que las acciones que se desarrollen para aumentar la eficiencia con que se utiliza la energía dentro de los edificios de la APN, además de su carácter ejemplar, poseen características beneficiosas:

a) El potencial de ahorro técnico y económico en energía y demanda de potencia es alto;

b) dada la magnitud de este subsector, cualquier medida generalizada que se tome dentro de este ámbito tendrá impacto en el resto del mercado y los sectores y;

c) el aprendizaje y las herramientas que se desarrollen en este ámbito podrán ser reproducidos o trasladados a otros niveles institucionales: provinciales, municipales e inclusive dentro del sector privado, multiplicando aún más los beneficios a obtener.

<sup>6</sup> Dirección Nacional de Promoción de la Secretaría de Energía de la Nación Argentina. Subsecretaría de Energía Eléctrica.

El análisis de los consumos de energía eléctrica sobre los cuales se realizó el estudio para determinar los potenciales de ahorro y eficiencia energéticos, indicó estacionalidad en el consumo, en todas las categorías tarifarias. Dada la predominancia de los grandes consumos, el crecimiento es significativo en los meses estivales (debido a la utilización de equipos de Aire Acondicionado) y algo menos marcado en los invernales. Para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica, se proponen, entre otras medidas: *la utilización de tecnologías eficientes; el ajuste de los niveles requeridos a los servicios energéticos; el mejoramiento del comportamiento de los usuarios y el ajuste de los criterios edilicios.*

El Programa de Uso Racional de Energía (PURE) fue creado por la Secretaría de Energía de la Nación en 2004 (Res. N°415 de la SE) y está basado en el establecimiento de incentivos y cargos adicionales por excedentes de consumo, sobre determinados usuarios de los servicios, incentivando el ahorro para generar excedentes a ser utilizados por otros usuarios que, como las industrias, ven incrementadas sus necesidades de energía.<sup>7</sup> Cabe destacar que, en el marco del PURE, diversas dependencias del Estado implementaron campañas de ahorro de energía en sus Sedes, Delegaciones y Agencias de todo el país.

En cuanto al marco Jurídico, a nivel Nacional, existe el Decreto 140/2007 sobre "Uso Racional y Eficiente de la Energía", el cual dio lugar al Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), en el marco del cual se concretó la iniciativa de recambio de lámparas de filamento por las de bajo consumo y el etiquetado de electrodomésticos. El

---

<sup>7</sup> Para alentar a los usuarios residenciales y comerciales a reducir, o no aumentar, el consumo de gas natural con relación a sus consumos históricos, ENARGAS, en el marco del PURE establece un régimen de premios por reducción del consumo y cargos adicionales por excedentes, que se aplica a los "Sujetos Activos del Programa" (SAP): los Usuarios Residenciales (R1,R2 y R3) y los Usuarios del Servicio General "P" cuyo nivel de consumo los ubique en el primero o segundo escalón de la categoría (Decreto PEN 181, del13/02/04). Está en vigencia desde el 15 de abril hasta el 30 de septiembre de cada año, plazo que puede ser modificado a criterio de la Secretaría de Energía de la Nación (SE).<http://mepriv.mecon.gov.ar/Normas2/415-04.htm>

Decreto presenta algunos ítems de gran interés por su vocación inclusiva, pero muchos de ellos no han sido implementados a pesar de la preocupante situación energética actual.

En la Provincia de Buenos Aires está vigente la Ley 13.059/2003, reglamentada en 2010, cuyo cumplimiento es obligatorio, no obstante lo cual aún no se aplica efectivamente, aunque su no cumplimiento genera responsabilidades jurídicas.

En 2009, La Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, sancionó la ley N°3.246, cuyo objeto es reducir y optimizar el consumo de la energía en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CBA), así como disminuir la emisión de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero (GEI). En su artículo 6 establece que el Gobierno de la CBA implementará medidas de ahorro y eficiencia energética en los edificios en donde desarrolle sus actividades, sean estos propios o no; así como en parques, plazas, paseos y monumentos públicos. Su artículo 7, determina que cada edificio alcanzado por la presente contará con un sistema de monitoreo del consumo de energía general en el mismo, y la repartición pública correspondiente deberá designar un administrador energético. La persona designada como administrador energético llevará adelante el registro mensual de los consumos de energía de la dependencia, y se encargará del seguimiento y ejecución de las medidas de ahorro y eficiencia energética en el edificio. Asimismo, en su Art. 8, se establece que todo el personal del GCBA que desempeñe sus tareas en alguno de los edificios alcanzados por la presente Ley, recibirá capacitación en buenas prácticas y nuevas técnicas y procesos de trabajo para el ahorro y uso eficiente de la energía en el ámbito de los mismos.

En la ciudad de Rosario<sup>8</sup>, ante la reiteración de situaciones problemáticas relativas a las condiciones de habitabilidad edilicia asociadas

---

<sup>8</sup> La ciudad de Rosario está localizada al Sur de la Pcia. de Santa Fe sobre la margen derecha del Río Paraná. Es un importante puerto agroexportador y cabecera del área

al insuficiente confort higrotérmico, y a los crecientes consumos energético-materiales vinculados al diseño y materialidad de los mismos, se ha reglamentado recientemente la Ordenanza N° 8757/11 (“Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones”). La mencionada reglamentación ha sido elaborada por una Comisión Especial, cuyos miembros son representantes de cuatro Colegios Profesionales, tres Universidades Nacionales además de directivos y técnicos municipales de diferentes áreas. El lento avance del proceso de reglamentación explica la fuerte resistencia de los sectores vinculados con la industria de la construcción.

Estas dificultades ponen en evidencia que orientar los procesos de producción de las tecnoestructuras edilicias, con el objetivo de hacerlos *ambientalmente eficientes*, implica asumir la complejidad del abordaje de aspectos que presentan niveles de inconmensurabilidad y niveles de calidad variables y que enfrentan a sectores con intereses diversos. Pretender mayor *eficiencia ambiental* en relación a la gestión de tecnoestructuras urbanas, supone considerar los costos ambientales implícitos en las distintas fases de los procesos de producción, uso y demolición edilicia en el contexto urbanístico particular y en la cuenca de abastecimiento urbano, la cual puede extenderse a miles de km de la propia ciudad.

Cabe mencionar que, al igual que en otros sectores de consumo, en los *edificios públicos municipales* de la Ciudad de Rosario se ha incrementado notablemente el consumo energético durante los últimos diez años. Asimismo, se han construido nuevos edificios y rehabilitado otros. En algunos de ellos las condiciones de confort son deficientes y han debido

---

metropolitana que lleva su nombre. Históricamente ha funcionado como centro de servicios de una amplia área agrícola de la Pampa Húmeda. Tiene una superficie de 17.928,7 hectáreas y una población de 1.036.286 habitantes. Su planta urbana ocupa el 70% de su superficie y está descentralizada en seis Distritos Administrativos desde 1996. Durante los últimos 7 años ha experimentado una marcada densificación de sus centralidades tradicionales y, desde mediados de la década de 1990, la expansión de su frontera urbana sobre territorio rural. Consolida progresivamente nuevas facetas que fortalecen su oferta turística y cultural.

instalarse -e inclusive reemplazarse- equipos de acondicionamiento que demandan grandes cantidades de energía para funcionar, sin lograrse, no obstante ello, garantizar mínimas condiciones de habitabilidad. Estas situaciones ponen en evidencia que durante la toma de decisiones inherentes a estos procesos de diseño, materialización y mantenimiento, no han sido considerados todos los aspectos indispensables para el logro de los resultados esperados, lo que revela falta de interés o desconocimiento de los graves efectos que desencadena, en las propias edificaciones y en el ambiente en general, reducir el número de variables a tener en cuenta y disociarlas de otras variables de diseño.

Considerando el rol ejemplificador que asumen *per se* los edificios público-estatales, es importante, en un momento en que la racionalidad debe primar por sobre los criterios de despilfarro que ubican a los sistemas humanos en un sendero de insustentabilidad, profundizar el conocimiento de los problemas existentes y proponer soluciones ambientalmente eficientes que optimicen la relación *costos ambientales/costos crematísticos/satisfacción residencial*. De hecho, es necesario fundamentar la conveniencia de la buena inversión pública de los dineros del estado, haciendo que las inversiones iniciales sean lo más eficientes posibles.

En este contexto, la investigación aborda aspectos considerados relevantes de los procesos de *Mantenimiento y Rehabilitación inherentes a edificios públicos municipales, localizados en la ciudad de Rosario*, en tanto variables de la *Función de Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat (FEATH)* (Di Bernardo, 2003). Esta función integra componentes significativos del proceso integral de producción, uso y disposición final de las tecnoestructuras del hábitat, en el marco de la problemática de los crecientes costos energéticos y materiales que inciden exponencialmente en la actual crisis ambiental.

Cabe aclarar que por *Rehabilitación* se entiende la transformación de un edificio, o parte de él, a fin de adecuarlo para que cumpla otra/s

función/es o mejore determinadas prestaciones; y por *Mantenimiento*, la restitución de las condiciones edilicias originales para que continúe cumpliendo satisfactoriamente las funciones ya establecidas.

Ambos procesos *-Mantenimiento y Rehabilitación-* son abordados atendiendo a la continuidad del primero y a la frecuencia con la que se desarrolla la segunda sobre el parque edilicio público estatal, y a su impacto potencial sobre éste último, escenario adecuado de buenas prácticas ambientales por un lado, y de ahorro de fondos públicos por otro.

Frente al cuadro descripto, se han formulado las siguientes preguntas referidas a los edificios municipales en la ciudad de Rosario:

*¿Cuáles son los aspectos a revertir (problemas recurrentes) a partir de ajustar los criterios de decisión inherentes a las operaciones de Rehabilitación de edificios públicos municipales en la ciudad de Rosario?*

*¿A partir de qué ajustes es posible optimizar los procesos de Rehabilitación y Mantenimiento edilicio municipal?*

*¿Cómo se justifica el aumento de las tasas en la actualidad para mejorar la vida útil de los edificios en el futuro?*

En esta investigación interesa describir *los problemas más frecuentes* que presentan los procesos de Rehabilitación y Mantenimiento en edificios públicos y las modalidades de solución generalmente adoptadas, y analizarlos desde el enfoque de la FEATH. Asimismo, importa brindar *pautas alternativas* que consideren el costo ambiental de la materia y la energía a utilizar en las diversas etapas del proceso edilicio. Para ello se considera relevante detectar los criterios que definen las prácticas usualmente desarrolladas, atendiendo a la necesidad de aumentar la Eficiencia Ambiental de los procesos que están teniendo lugar.

Se describirán las *diversas estrategias de rehabilitación* según las diferentes relaciones entre la Vida Útil (VU), la Eficiencia Ambiental de Funcionamiento (EAF); y la Eficiencia ambiental de Mantenimiento y Rehabilitación (EAMyR) en el conjunto complejo de relaciones que se establecen.

Se parte de la hipótesis que *en toda tecnoestructura edilicia -y particularmente en los edificios públicos- deben optimizarse las condiciones de habitabilidad aumentando la eficiencia energética de funcionamiento. Con el adecuado mantenimiento se puede aumentar la Vida Útil, que junto al aumento de la eficiencia energética, nos permite mejorar la eficiencia ambiental de la tecnoestructura. Estas medidas permiten amortizar la inversión inicial en un plazo mayor.*

En consecuencia, el *mantenimiento* y la *rehabilitación* se transforman en variables esenciales para el aumento de la vida útil. Las decisiones de diseño y materialización inherentes a los procesos de rehabilitación y la incorporación adecuada de mano de obra en el *mantenimiento*, debe analizarse en función de la participación de los recursos naturales, las condiciones de habitabilidad, el capital, el trabajo y la renta en la construcción del capital con que se enfrentan los salarios.

### **Aspectos Teórico-Methodológicos**

La *dimensión analítica* desde la que se aborda este estudio es, fundamentalmente, la de la *Arquitectura* como disciplina del espacio, la cual integra una multiplicidad de aspectos articulados en las lógicas y dinámicas del espacio urbano y edilicio. La visión holística propuesta desde la Maestría de Sistemas Ambientales Humanos, conforma un aporte significativo para los profesionales e investigadores del campo de la Arquitectura, el Urbanismo y la Planificación Territorial. Esto es así, porque en el marco de la

actual crisis ambiental, signada por el agotamiento de recursos vitales y el deterioro acelerado del planeta, los criterios y modalidades (metodología) a partir de los cuales se acciona e impacta sobre el medio de sustentación, no pueden desatender la complejidad inherente a la vastedad de interrelaciones significativas.

La perspectiva epistemológica sobre la que se ha sustentado la Maestría en Sistemas Ambientales Humanos, puede resumirse en la invitación que Giorgio Agamben (2009) realiza: “comenzar a ver sombras allí donde otros ven luces”. Dicho en otros términos se trata de dejar de ser *modernos*<sup>9</sup> y comenzar a ser contemporáneos.

Consecuentemente, la metodología aplicada en esta investigación, se asienta sobre los postulados de la Teoría General de la Complejidad, la Teoría de Sistemas, la Ciencia Postnormal y la Teoría Multicriterio.

Edgar Morin (2000) cuestiona, a través del paradigma de la complejidad, la concepción del conocimiento devenida de la modernidad. Éste, para ser válido debía rechazar el desorden, suprimir las imprecisiones, alcanzando certidumbres, jerarquizando. El imperio “del paradigma de la simplificación, de la disyunción, reducción y abstracción” (E. Morin, 2000:45), mutila el conocimiento, desfigurando lo real. En este sentido, propone la idea de un pensamiento complejo para erradicar dicho paradigma. Pero esto es sólo posible en la medida que se tome conciencia de la imperiosa necesidad de reconocer la dialógica orden/desorden, y dar cabida a un pensamiento múltiple y diverso que permita el abordaje de la complejidad. En síntesis, la epistemología de la complejidad como reforma para el pensamiento, implica sostener una visión integradora que evite la fragmentación del conocimiento.

---

<sup>9</sup> “Ser modernos es vivir una vida de paradojas y contradicciones. Es estar dominados por las inmensas organizaciones burocráticas que tienen el poder de controlar, y a menudo, de destruir, las comunidades, los valores, las vidas, y sin embargo, no vacilar en nuestra determinación de enfrentarnos a tales fuerzas, de luchar para cambiar el mundo y hacerlo nuestro. Es ser, a la vez, revolucionario y conservador...atemorizados ante las profundidades nihilistas...” (...) “Ser modernos es encontrarnos en un entorno que nos promete aventuras, poder, alegría, crecimiento, transformación de nosotros y el mundo y que, al mismo tiempo, amenaza con destruir todo lo que tenemos, todo lo que sabemos, todo lo que somos...” (Marshall Berman, 1988:1)

La Teoría de Sistemas, constituye un marco teórico-metodológico adecuado a fin de evitar la desintegración y dar cabida a la complejidad.

L. Von Bertalanffy (1981) sostiene que “un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados.” Su enfoque es interactivo y privilegia las relaciones e interrelaciones que en éstos se desencadenan. En consonancia con este enfoque, puede también mencionarse la conceptualización propuesta por H. Odum (1981), para quien “La palabra sistema se refiere a todo lo que funciona como un todo por interacción de partes organizadas.”

El concepto de *Ciencia Posnormal* pertenece S. Funtowics y J. Ravetz (2000), respecto al planteo realizado por T. Khun, quien refiere a la Ciencia Normal. Para estos epistemólogos, la complejidad, la incertidumbre, la inconmensurabilidad, notas características del mundo actual, ya no son posibles de ser resueltas bajo el paradigma de la ciencia normal, no por ello descartable, dado que podía ser de utilidad para resolver los problemas del contexto. La ciencia debe perseguir la calidad del conocimiento, en términos de resultar útil para la resolución de problemas complejos. Dicho en otros términos, la especialización característica de la ciencia normal, debe complementarse con la visión integradora e interdisciplinaria de la ciencia posnormal, a fin de abordar las interfases entre diferentes áreas del conocimiento y reducir los problemas devenidos de negar las incertidumbres existentes.

La búsqueda de un conocimiento de mayor calidad y al mismo tiempo funcional a las necesidades prioritarias de la sociedad, será posible de alcanzar en la medida que, una “comunidad extendida de evaluadores”, accione interrelacionadamente, desde cada lugar que ocupe, en la resolución de problemas comunes. Esta estrategia es consecuente con la *Teoría Multicriterio* desarrollada, entre otros, por Giuseppe Munda (2004), en el marco de la cual se proponen métodos de ayuda a la decisión, cuya finalidad es organizar información de distinto tipo, sin necesariamente asumir la conmensurabilidad de las diferentes dimensiones del problema, ya que no

proveen un único criterio de elección. En este sentido, no existe la necesidad de reducir todos los valores a la escala monetaria o energética, lo que ayuda a encuadrar y presentar el problema, facilitando el proceso decisor y la obtención de acuerdos. Se entiende esta modalidad metodológica como un proceso de aprendizaje iterativo, entre los analistas y los agentes involucrados, en el que se combinan aspectos formales (aquellos propios de la metodología multicriterial) con aspectos informales, representados por las percepciones, intereses y deseos de los diferentes agentes inmersos.

En cuanto a las categorías y conceptos que vertebran la investigación, E. Di Bernardo (2003), plantea la *Función de Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat* (FEATH), con la finalidad de profundizar el conocimiento acerca de los impactos ambientales relacionados con construcciones humanas, aumentar su eficiencia en términos integrales y confrontar las posibilidades de dicha función, con las de la producción desarrollada bajo las consignas de la hoy denominada, falazmente, *Arquitectura Sustentable*.

Según Di Bernardo (2003) la asignación de recursos naturales “escasos” entre distintas soluciones en la producción del hábitat debe conducirse hacia la mayor eficiencia de esta asignación. Debe primar la reducción del flujo de suelo, masa y energía neta en términos absolutos a lo largo de toda la vida útil del sistema, disminuyendo todo lo posible el impacto sobre el soporte natural, en alteraciones, no reversibles (o reversibles en tiempos supra geo-humanos), tanto químicas como físicas y geomorfológicas. La imposibilidad de asignar valor a muchas acciones no puede impedirnos la toma de decisiones racionales, donde las consecuencias deben evaluarse en términos de la jerarquía de importancia a partir de fundamentos para la posible “sustentabilidad fuerte global”. La adjudicación de valor no cuantitativo tiene un fundamento ético-estético, sobre el que se construyen los juicios, las dimensiones comportamentales deben fundamentarse en la holgura dimensional (espacial, temporal y espiritual).

En este contexto, como se ha mencionado previamente, el estudio de la *FEATH*, implica abordar los costos ambientales de *extracción y ciclo de vida de materiales, construcción, funcionamiento, mantenimiento, satisfacción residencial, rehabilitación, vida útil, demolición y disposición final de las mismas*. (Di Bernardo, op. cit.).

A partir de la complementariedad de los enfoques que integran el marco teórico-metodológico de esta investigación, se abordan las variables de *eficiencia de mantenimiento edilicio y rehabilitación energética*, sin perder de vista otras variables significativas en el contexto de las complejas relaciones que se establecen en la *FEATH*. Específicamente, se enfocan los aspectos relativos al *confort termo-lumínico y al consumo energético de edificios públicos*.

El trabajo experimental se llevó a cabo a través de *análisis de casos y análisis cuantitativo de datos secundarios*. El universo de análisis considerado es el conjunto de edificios municipales de mayor superficie y consumo energético de la ciudad de Rosario. Tras la revisión sistemática de las características de los mismos, fueron seleccionados para el estudio del *mantenimiento y el comportamiento termo-energético*, dos edificios con marcadas diferencias en cuanto a su tipología arquitectónica y su consumo energético, a saber: Ex Edificio de la Aduana Rosario (actual sede de dependencias gubernamentales) y Centro de Especialidades Médicas Ambulatorias de Rosario (CEMAR). La caracterización de variables de interés se circunscribe a datos correspondientes al período 1999-2012.

Se elaboró una propuesta para la rehabilitación energética del edificio del CEMAR, de mayor consumo por metro cuadrado. Se analizó el funcionamiento esperable tras las modificaciones proyectadas y se compararon los consumos energéticos y las condiciones de confort termo-lumínico previas y posteriores a la rehabilitación.

Dada la naturaleza del problema a tratar, se han adoptado e interrelacionado distintas estrategias metodológicas cuali-cuantitativas y técnicas que permitieron construir información de valor concerniente a la problemática estudiada. Se trata ésta de una investigación *descriptiva* en la que se abordaron distintos aspectos en forma independiente, pero sin perder de vista las relaciones significativas entre éstos establecidas. Es de tipo *mixto*, dado que se desarrollaron instancias de investigación documental, de campo y experimental, éstas últimas necesarias para la determinación de situaciones potenciales mediante la aplicación de software específico.

Para analizar la información correspondiente a las características generales y a las obras de *Mantenimiento y Rehabilitación* de los edificios municipales desarrolladas durante los últimos 14 años, se construyeron tablas que permitieron organizar los datos e interpretarlos a través de las interrelaciones evidenciadas. A partir de esta instancia se seleccionaron los casos a estudiar en profundidad, considerando que presenten tipologías arquitectónicas y consumos por metro cuadrado diferentes, y que el análisis de los procesos de interés sea viable atendiendo a la accesibilidad de los datos.

Para focalizar fenómenos observables (estudio de los casos), plausibles de ser cuantificados, el análisis se realizó bajo la modalidad deductiva, a través de la utilización de métodos cuantitativos para la comprobación o refutación de las hipótesis planteadas. Cuando el objeto de la indagación fue una dada problemática no cuantificable, la modalidad de análisis inductiva se basó en la utilización de entrevistas y observaciones intensivas, en contacto estrecho con la realidad a estudiar. Por medio de este vínculo se elaboraron diferentes categorías de análisis, lo que implicó la continua redefinición y reelaboración de instrumentos y categorías y variados cruces de inferencias.

Parte de los datos necesarios para conocer e interpretar los procesos de *Mantenimiento y Rehabilitación* de los casos estudiados, se lograron a

partir de entrevistas realizadas a funcionarios municipales a cargo de decisiones relativas a los mismos, asumidos como informantes clave. Para la elaboración de la guía de las entrevistas se siguió la metodología propuesta por Michel Crozier y Erhard Friedberg (1999), quienes privilegian, para el análisis estratégico, la técnica de las entrevistas como medio de información.

El método de análisis estratégico que ha sido utilizado en este caso, consiste en hacer uso de la información brindada por los entrevistados, para definir aproximaciones en relación a la valoración que hacen de los criterios y modalidades implementados durante los procesos de rehabilitación y mantenimiento edilicio.

Para el análisis termo-energético de los casos estudiados se ha utilizado el Programa para el Diseño y Simulación del Comportamiento Térmico Transitorio de Edificios con Acondicionamiento Natural y Calefacción (SIMEDIF-INENCO-CONICET-UNSA) y se han realizado estimaciones de flujo por radiación solar en uno de los casos, utilizando el modelo de radiación JB78 (J. Borgato, 1978).

Para el estudio de la iluminación del edificio del CEMAR, posterior a la rehabilitación energética, se ha utilizado el Programa Autodesk Ecotect Analysis 2011 - Diseño y Visualización de Construcciones Sostenibles - para Simulación y Análisis Energético de Construcciones y entornos utilizando interfase gráfica. Se utilizó el archivo de clima de la ciudad de Rosario obtenido a partir de datos estadísticos de NASA.

En relación con la *justificación académica*, si bien se está iniciando, con la creación del Programa Municipal de Construcciones Sustentables y Eficiencia Energética, una etapa signada por una mayor conciencia ambiental frente a la necesidad de reducir el impacto negativo de los altos consumos energético-materiales relacionados con inadecuadas condiciones de habitabilidad en el contexto de la crisis generada por el agotamiento de los recursos fósiles y el calentamiento global, es de destacar que no se han

detectado estudios que aborden, desde el punto de vista que aquí se propone, la problemática considerada en la dimensión témporo-espacial seleccionada -Rosario, 1999-2012- por lo que se considera que esta investigación puede ser un aporte al conocimiento local.

Respecto al *impacto* de esta investigación, se piensa que sus resultados podrían contribuir a modificar prácticas de diseño, construcción y organización edilicia, para hacerlas más integralmente eficientes y respetuosas del ambiente, incrementando la vida útil y optimizando las condiciones de habitabilidad de los edificios, lo que redundará en una mejora de las tasa de amortización de los costos crematísticos.

Por otra parte, se contribuiría con información local relativa al estado del saber vinculado al mantenimiento y la rehabilitación de los edificios públicos en el Municipio de Rosario, a fin de aportar insumos que colaboren al logro de los objetivos del Programa Municipal mencionado.

Asimismo, este estudio puede incidir en la posibilidad de incorporar contenidos inherentes a la Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras en la currícula de las instituciones formadoras de recursos humanos en Arquitectura. Para todo ello, resulta relevante conocer el estado del saber socializado en la actualidad y confrontarlo en detalle con los avances en el tema. En función de estos resultados será menos complejo direccionar la transmisión del conocimiento mediante metodologías adecuadas.

Los contenidos del trabajo se han organizado del siguiente modo:

En el *Primer y Segundo Capítulo* se desarrollan conceptos relevantes asociados con la noción de ambiente y con los alcances, conceptos y dimensiones de la sustentabilidad.

En el *Tercer Capítulo* se explicitan los términos de la *Función de Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat*. Costos

Ambientales de Construcción (Análisis de ciclo de Vida y de materiales parcialmente renovables y de fuerte impacto); Costos Ambientales de Funcionamiento (Confort Higrotérmico, Confort lumínico; Comunicación y Domótica de Control); Costos Ambientales de Mantenimiento y Rehabilitación (Criterios de mantenimiento, Oportunidades de Rehabilitación, Obsolescencia Ambiental, Relaciones entre las variables, mantenimiento, vida útil, costos ambientales de construcción, costos ambientales de funcionamiento) ;Costos Ambientales de Demolición y Reciclado (Obsolescencia económica, Obsolescencia Urbana, Obsolescencia técnica, robustez, Disposición final de residuos); Vida Útil y costos de construcción y Vida Útil y puntos críticos; Satisfacción Residencial y Calidad de vida, Vida Útil y Satisfacción Residencial, Sentido de pertenencia y heredabilidad.

En el *Cuarto Capítulo* se presentan las características de los edificios que conforman el conjunto considerado y se describen los procesos de mantenimiento y rehabilitación de los casos seleccionados. Se presentan los resultados de la Simulación del comportamiento térmico estacional de ambos casos de Estudio.

En el Quinto Capítulo se presenta el balance térmico del Edificio del CEMAR, la propuesta de rehabilitación energética y los resultados del estudio comparativo entre las condiciones de confort termo-lumínico y el consumo energético, previos y posteriores a la rehabilitación.

Finalmente se presenta una serie de reflexiones conclusivas sobre los problemas detectados, las estrategias implementadas y las posibilidades de aumentar la eficiencia en los procesos de Mantenimiento y Rehabilitación en relación con los Costos de Construcción, Funcionamiento y Vida útil.

## CAPÍTULO I

### AMBIENTE, DEFINICIÓN DEL CONCEPTO. PRECISIONES PARA SU OPERATIVIDAD.

#### 1.1 EL CONCEPTO SISTÉMICO DE AMBIENTE.

##### 1.1.1. Equilibrio ecológico y ambiente.

Para el abordaje de problemáticas inherentes a la dimensión construida del ambiente humano y considerando la magnitud de sus impactos sobre el medio, es indispensable incorporar al marco teórico la definición del concepto de *ambiente* de la que se parte, para integrarla operativamente al análisis del objeto de estudio.

El *Ambiente* es entendido por Crespo Callaú como el “conjunto interactuante de sistemas naturales, construidos y socio naturales que se están modificando históricamente por la acción humana, que rige y condiciona todas las posibilidades de vida en la tierra, en especial la humana, al ser su hábitat y fuente de recursos”. (Crespo Callaú, 1999:31)

Para Gallopín, el *ambiente* como “*sistema* socio-ecológico, está conformado por un componente (subsistema) societal (o humano) en interacción permanente con otro componente ecológico (biofísico), que

puede ser muy diverso según sus características naturales y su grado de antropización. El ambiente es así definido a distintas escalas desde lo local a lo global y es concebido como un conjunto de variables interrelacionadas”. (Gallopín, 2003: 15-16).

Según este autor, el ambiente de una persona o grupo intrasocietal puede ser visualizado en términos de dos grandes categorías: el ambiente bio-geo-físico-químico y el ambiente social. A partir de esta conceptualización, queda claro que el campo de lo ambiental excede la ecología; lo ecológico no es sinónimo de lo ambiental, como suele asumirse, sino que aquél es un sistema y el ecológico un subsistema en la concepción de Gallopín; de esta manera, las condiciones ambientales a las que están expuestas las personas, constituyen variables de su calidad de vida.

A partir de las definiciones precedentes, el *ambiente* antrópico puede ser también interpretado como el producto de la interacción permanente entre el hombre y el soporte ecológico. La posibilidad humana de proyectarse se manifiesta particularmente clara en su interrelación con dicho soporte. Esta interrelación implica una dinámica continua (voluntaria o no, consciente o inconsciente); que puede describirse como constituida por un momento constructivo o activo de transformación. Cuando las lógicas de transformación desconocen los patrones de organización del soporte ecológico, y quiebran la necesaria armonía para sustentar un nuevo estado del sistema socio-ecológico a largo plazo, tienen lugar impactos negativos que van acortando progresivamente el horizonte temporal de la sustentabilidad de los sistemas humanos.

Las dinámicas de los ecosistemas naturales son marcadamente diferentes a las de los sistemas antropizados. Los ecosistemas son auto-organizaciones que requieren de un mínimo de diversidad de especies para capturar energía solar y desarrollar las relaciones cíclicas que ligan y

sostienen a productores, consumidores y descomponedores responsables del mantenimiento de la productividad biológica. Asimismo, como los organismos vivos y la biósfera, los ecosistemas poseen la característica termodinámica esencial de ser capaces de crear y de mantener un estado de orden interno o básico de entropía. Howard Tresor Odum y Eugen Pleasant Odum [1913] (2002).

En contraposición, los sistemas urbanos, como modelos cada vez más representativos de los sistemas humanos, considerando la acelerada concentración de población en ciudades, son sistemas abiertos a las entradas de grandes cantidades de materia, energía e información, heterotróficos, porque no producen los alimentos que utilizan, no los sintetizan por sí mismos, sino que los toman del exterior. Estas características los tornan altamente dependientes y vulnerables a perturbaciones de magnitud. A diferencia de esto, los ecosistemas naturales poseen aptitudes para responder al estrés provocado por la depredación o la perturbación proveniente de fuentes externas (incluidas las actividades humanas). De hecho, existe una diversidad de especies indispensable para que los ecosistemas soporten las perturbaciones a las que los someten los factores externos. La función ecológica más importante y crítica de la biodiversidad es el mantenimiento y el mejoramiento de esta propiedad de los ecosistemas conocida como resiliencia (Holling, 1973). La resiliencia es, en tanto capacidad de un sistema de volver al estado inicial tras una perturbación, la única garantía para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

Al respecto, Pearce y Perring, (1994. Citado en Pengue, 2005) afirman que “La resiliencia de los ecosistemas es lo que determina para las generaciones futuras, las opciones de organismos disponibles dentro del ecosistema y lo que determina la resiliencia del ecosistema es el rango de alternativas evolutivas para las generaciones presentes de organismos”.

Entender el ambiente como sistema complejo implica enfrentar el problema de la heterogeneidad de sus componentes y la relación sistémica de los mismos. Al interior de las concepciones más abarcativas del concepto se viene realizando un refinamiento conceptual que tiene el carácter de una evolución. Este refinamiento es útil -epistemológica y metodológicamente- para definir planteamientos científicos de problemas complejos. Cuando el concepto está involucrando un universo complejo y sistémico se transforma en un saber re-integrador de la diversidad, incluye valores éticos y estéticos y se genera un territorio de alta complejidad que articula procesos ecológicos, tecnológicos, económicos y culturales en el sentido más amplio del término.

La esfera de lo social, lo económico, el soporte natural, etc. interactúan dentro del ambiente que los involucra en un análisis sistémico, generando múltiples e interrelacionadas variables (funcionales y estructurales) de entradas, de estado del sistema y de salida.

El enfoque sistémico de la complejidad consiste en elegir (no separar) del conjunto de elementos, sistemas o subsistemas interactuando entre sí, el centro de nuestra atención, el objeto de nuestro interés, en ese momento el resto se transforma en el *ambiente* del sistema.

Gallopín aclara que el ambiente de un sistema es todo aquello en el universo que no es parte integrante de él. El ambiente no resulta así inexorablemente el soporte natural o la naturaleza, ésta o aquél pueden estar o no en el ambiente de nuestro sistema de interés intercambiando, o no, energía, materia y/o información con el mismo.

Con el significado de mitad, *medio ambiente* resulta una reducción y con el significado de posibilitante, de contexto, resulta una redundancia (un pleonasma) como puede verse en las expresiones anteriores. Es posible que subjetivamente (o intencionalmente) se esté usando la reducción para referirnos a una parte del ambiente: aquella vinculada con la naturaleza o el soporte natural, pues es aquí donde muchos han puesto el énfasis, haciendo gravitar los problemas ambientales sólo en aspectos referidos a la naturaleza. En realidad estos problemas tienen una matriz sociocultural, devenida del modelo de economía capitalista. Los problemas del debatido calentamiento global no corresponden a la órbita de las ciencias naturales, aunque expliquen el fenómeno, sino por el contrario son de matriz sociocultural, pretender resolverlo en el contexto de los problemas de la naturaleza obedece a un desconocimiento de la matriz problemática o es el resultado de una intencional actitud para desviar el centro de atención del problema.

Se utiliza el término *ambiente* (no medio ambiente) y precisándolo de ser necesario en cada caso particular, según el nivel de detalle y/o de resolución adoptado (global, local o parcial) y de acuerdo al sistema, subsistema u objeto de interés (el centro de atención) alrededor del cual se estructura el ambiente del mismo, por ejemplo: ambiente humano global, ambiente urbano local.

La discusión del concepto de ambiente, “tiene la pretensión de ajustar todo lo posible su operatividad, pero también pretende establecer un debate más general, no sólo para fundamentar la posible acción de “una comunidad extendida de evaluadores”, sino además para discutir sus alcances”. (Di Bernardo, 2012b: 10).

## 1.2. REDUCCIÓN CONCEPTUAL DEL PROBLEMA AMBIENTAL

### 1.2.1. Problemas de contaminación

Se entiende por *contaminación* al proceso por el cual los residuos generados por las actividades productivas y urbanas en general, no pueden ser absorbidos por su cantidad exagerada o por su naturaleza, por lo cual se acumulan, causando daño en el ambiente. La contaminación se produce, entonces, cuando los niveles de concentración de desperdicios son tales, que comienzan a producirse efectos nocivos para los organismos vivos.



lainformacion.com

Fuente: The Guardian, WNA, Reuters, Radiologyinfo.org

A medida que el soporte es ocupado y transformado por las actividades antrópicas y que la densidad de esta ocupación se intensifica, se acentúan los diferentes tipos de contaminación (gaseosa, sonora,

electromagnética, lumínica, térmica, visual<sup>10</sup>) sobre el medio (aire, agua, suelo).

Los ecosistemas naturales que viabilizan servicios ambientales vitales para los sistemas humanos, se ven afectados, en grado creciente, por los efectos de los distintos tipos de contaminación. Algunos de estos servicios ambientales que obtiene el ser humano como resultado de las funciones de los ecosistemas son los siguientes: El mantenimiento de la composición gaseosa de la atmósfera; el control del clima; el control del ciclo hidrológico, que provee el agua dulce; la eliminación de desechos y reciclaje de nutrientes; la generación y preservación de suelos y el mantenimiento de su fertilidad; el control de organismos nocivos que atacan a los cultivos y transmiten enfermedades humanas; la polinización de cultivos y el mantenimiento de un enorme acervo genético del cual la humanidad ya ha sacado elementos que forman la base de su desarrollo tales como cultivos, animales domésticos, medicinas y productos industriales.

“La calidad de los servicios ambientales depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentren los sistemas naturales y el manejo que se haga de los mismos. En este sentido es extremadamente relevante evaluar la relación entre la diversidad biológica, el funcionamiento de los ecosistemas y las variables macroeconómicas. Por ejemplo, la deforestación y el aclareo del manto vegetal de la tierra afectan a los flujos de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Esta expoliación se acentúa, no obstante se desconoce el tamaño del almacén de carbono que representa la vegetación terrestre. Los cálculos realizados oscilan entre 328 y 830 gigatonnes. Las selvas y otros ecosistemas tropicales representan más del 40 % de este almacén”. (Pengue, 2005. Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario)

---

<sup>10</sup> Véase el planteo de Di Bernardo (2012 a), quien sostiene que “el daño estético que el hombre provoca al paisaje puede denominarse *contaminación*, pues la naturaleza y los sistemas artificiales tienen un orden estético, “más allá de que no causen eutrofización.”

Bajo las reglas del mercado, los servicios ambientales se están “mercantilizando”. Debido a este proceso, Ribeiro (2002) afirma que “[...] muchas organizaciones y comunidades caen en esta nueva trampa del mercado. Otras lo han visto como fuente de recursos. Estas últimas, muchas veces asociadas con las transnacionales más contaminantes, como petroleras y las de automóviles, que desde los inicios de esta nueva modalidad de comercializar la biodiversidad, vislumbraron la oportunidad de justificar la contaminación haciendo al mismo tiempo un jugoso negocio. Esta visión transforma los bosques, las cabezas de cuencas, los cauces de los ríos, los mantos freáticos, los recursos genéticos y los conocimientos indígenas y la belleza del paisaje en “capital” y mercancías redituables que pueden ser comercializadas por quien se atribuya su propiedad y tenga dinero para comprarlas”.

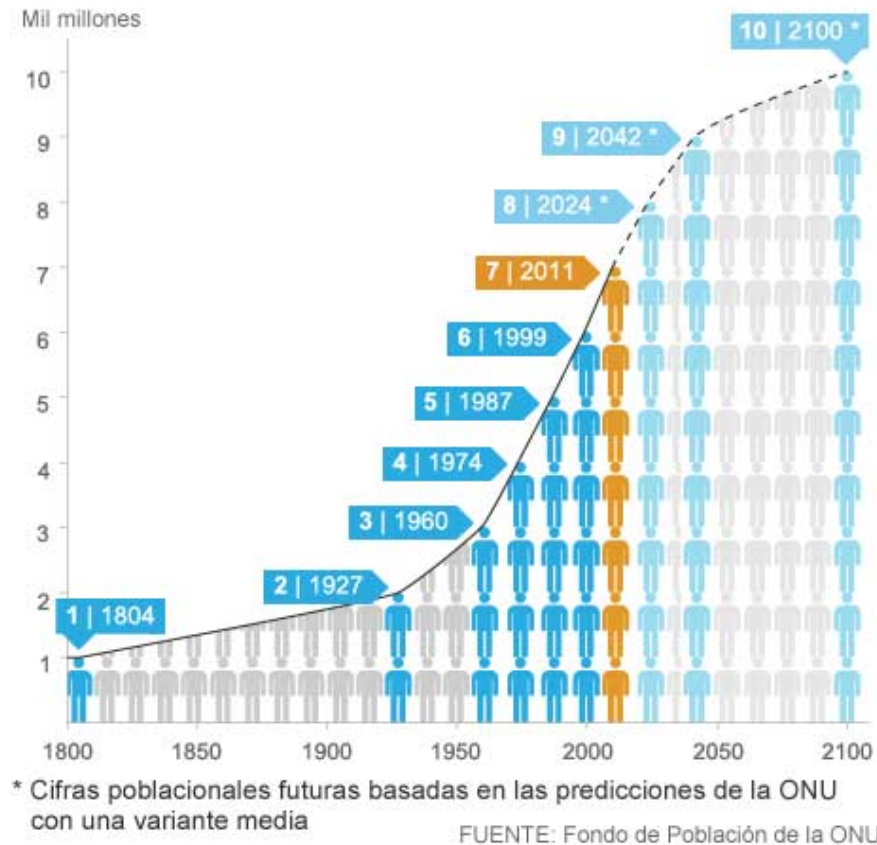
### **1.2.2. Aumento de población.**

Numerosos analistas de la problemática ambiental asignan a la explosión demográfica la causa principal de la degradación ambiental. No cabe duda que el aumento exponencial de la población en la Tierra, ejerce presión sobre los componentes de la corteza terrestre por la forma irracional en que los utiliza como recursos de manera indiscriminada. Sin embargo, el problema principal reside en el sistema socio-económico dominante y globalizado, en la ausencia de una ética ambiental como común denominador de la conciencia colectiva y en las consecuencias que les son inherentes.

Este proceso de crecimiento poblacional no resulta equilibrado. Los seis países más poblados totalizan 3.300 millones de habitantes, más de la mitad del total mundial. Estos países son China (1.306 millones), India (1.080 millones), Estados Unidos (296 millones), Indonesia (242 millones),

Brasil (186 millones) y Pakistán (162 millones). De cada 100 habitantes del planeta, 61 viven en Asia, 14 en África, 11 en Europa, 9 en Latinoamérica, 5 en América del Norte y menos de una persona en Oceanía.

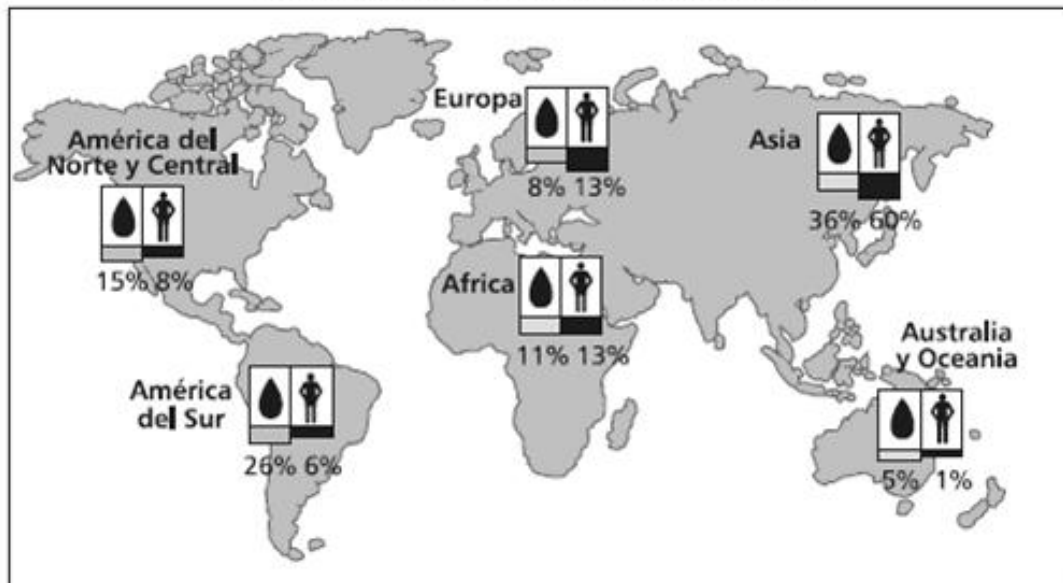
### Crecimiento de la población mundial: alcanzando 7 mil millones



Según un informe publicado en 2011 por la Comisión del Fondo de la ONU para la Población (UNFPA), hacia el año 2050 el planeta tendrá 9.100 millones de habitantes. La desigualdad es clara: las regiones en desarrollo albergan hoy a 5.300 millones de habitantes, que pasarían a ser 7.800 dentro de 45 años, según señala el informe World Population Prospects de la ONU (2011). En los países más ricos, en cambio, son 1.200 millones, y sus respectivas poblaciones no crecerían mucho más. De acuerdo a estas mismas proyecciones, la población de los 50 países más pobres crecerá más del doble, de 800 millones en 2005 a 1.700 millones en 2050.

La relación población-recursos no debe reducirse a una relación genérica, lineal, ajena a la cultura, porque de esta manera se oculta la complejidad de las interacciones existentes entre los procesos demográficos y los cambios que se generan en el ambiente.

Gráfico 2: Disponibilidad de Agua y Población



Fuente: Sitio web de UNESCO-PHI (Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe)  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf> - Agua para todos Agua para la vida

La capacidad de carga del ecosistema, la cantidad de personas que lo habitan (y las que podrían llegar a habitarlo), y de sustentación del territorio, depende de los estilos de producción, los patrones de consumo, la tecnología, es decir de la cultura en un sentido amplio. Por tal motivo, Leff considera que “Los efectos de la dinámica demográfica sobre el ambiente dependen de mediaciones económicas, tecnológicas y culturales, a través de las cuales el crecimiento poblacional induce una sobreexplotación de la naturaleza, el sobreconsumo de recursos limitados y los procesos de degradación del ambiente.” (Leff, 1998:253)

La visión que tenga una población acerca de la calidad de vida, genera valores que norman y regulan su comportamiento. Por ello, la dinámica poblacional no es un proceso guiado por mecanismos externos, sino un proceso de regulación subjetiva y cultural; de producción social de

las condiciones y valores que definen la calidad de vida de cada población en relación con su ambiente.

Frente a graves problemas que enfrenta la sociedad, tales como los mencionados, en lugar de moderar las acciones impactantes, se confía en que el desarrollo científico- tecnológico brindará soluciones, pero esto de nada sirve si dicho desarrollo está al servicio de la acumulación ampliada de capital. El modelo económico es responsable esencial de esta situación, en cuyo contexto sólo importa la satisfacción de las necesidades actuales y se soslayan las de las generaciones futuras. Se declama generalizadamente la búsqueda de un desarrollo sustentable sin establecer un horizonte temporal, lo que lo convierte en una entelequia. El problema de los recursos alimentarios implica desafíos más complejos que satisfacer a un sector de la población mediante la “revolución verde”. Esto es posible a partir de la Agroecología, que es un modo de producción agrícola, que busca el derecho a la alimentación de los sectores más vulnerables y que mediante una tecnología de procesos, produce sin depender de insumos externos aprovechando los ciclos circulares de materia, reciclando desechos y reutilizándolos.<sup>11</sup>

“El enfoque de sistemas complejos implica un proceso de integración de políticas ambientales, poblaciones, de salud y desarrollo, generando nuevos mecanismos sociales reguladores del crecimiento demográfico y de la sustentabilidad ecológica”. (Leff, 1998:255)

---

<sup>11</sup> Se compararon los efectos de 286 proyectos recientes de agricultura ecológica aplicados en 57 países pobres en una superficie total de 37 millones de hectáreas, constatándose que se había logrado un aumento medio de la cosecha del 79%, y la oferta de servicios ambientales esenciales. La producción media de alimentos por hogar aumentó hasta un 73%. UNCTAD y PNUMA constataron que el aumento medio del rendimiento de la cosecha en estos proyectos fue aún mayor que el promedio mundial (79%), situándose en un 116% para todos los proyectos de África y en un 128% para los proyectos del África Oriental. (Pretty, J. 2008).

### 1.2.3. ¿Nuevos problemas de especialistas?

El reconocimiento de que se requiere un nuevo “Contrato social para la ciencia” con el fin de abordar la nueva situación mundial y las “sociedades del riesgo”, en la terminología de U. Beck (1992), demanda el desafío de construcción de nuevos paradigmas, diferentes al devenido de la modernidad.

Una nueva relación entre ciencia y sociedad y ciencia y política, apunta al diálogo e interacción entre una diversidad de actores- sociales, políticos, económicos, académicos-. Se trata de dar participación a actores directamente implicados y/o interesados en la resolución de un problema.

“La búsqueda del desarrollo sostenible plantea nuevos y profundos desafíos a las maneras en que definimos los problemas, identificamos las soluciones y llevamos a cabo las acciones.” (Gallopín, Funtowicz, O’Connor, Ravetz, 2001:16). Estas nuevas maneras, en realidad, reclaman responder a un nuevo paradigma. Un paradigma “[...] trata de modelos y patrones de apreciación, explicación y acción sobre la realidad circundante. Cada cultura organiza su modo de valorar, de interpretar y de intervenir en la naturaleza, en el hábitat y en la historia.” (Boff, 1996: 23)

En este sentido Morin manifiesta que: “El paradigma de simplificación (disyunción y reducción) domina nuestra cultura hoy, y es hoy que comienza la reacción contra su empresa. El paradigma de complejidad provendrá del conjunto de nuevo conceptos, de nuevas visiones, de nuevos descubrimientos y de nuevas reflexiones que van a conectarse y reunirse”. (Morin, 1994: 110)

Se trata de un cambio de paradigma, pero no en sentido estático o cerrado, tal como puede entreeverse en el enfoque propuesto por T. Khun (1992), sino en un sentido abierto; no se trata de buscar un esquema de pensamiento que controle sino de una forma de diálogo con lo real. Por ese motivo se hace indispensable desterrar desde el principio dos ideas que pueden ser confundidas con el pensamiento complejo, a saber:

1) Por una parte, la idea que la complejidad supone la eliminación de la simplicidad. La complejidad integra lo simple pero rechaza sus consecuencias mutilantes o reduccionistas.

2) Por otra parte, la idea que complejidad significa completud. Es cierto que el pensamiento complejo aspira a la interrelación de parcelas separadas por el enfoque reduccionista, proceso privilegiado por el paradigma de la modernidad que ponía los acentos en la simplificación pero sabe, desde el principio, que el saber completo (omnisciencia) es imposible.

“La dificultad del pensamiento complejo es que debe afrontar lo entramado (el juego infinito de inter-retroacciones), la solidaridad de los fenómenos entre sí, la bruma, la incertidumbre, la contradicción.” (Morin, 1994: 33). “La complejidad no es la clave del mundo, sino un desafío a afrontar, el pensamiento complejo no es aquel que evita o suprime el desafío, sino aquel que ayuda a revelarlo e incluso, tal vez, a superarlo.” (Ibidem: 24)

#### **1.2.3.1. Economía de mercado como ciencia exacta. Economía e ideología.**

La economía se ocupa de la manera en que se administran los recursos (escasos), con el objeto de producir bienes y servicios y distribuirlos para su consumo entre los miembros de la sociedad.

“La economía estándar, al circunscribir su reflexión al universo de los valores monetarios, deja de lado lo que ocurre con los recursos naturales antes de ser valorados y con los residuos artificiales generados que también carecen de valor. Se ignora, asimismo, la influencia que el proceso económico ejerce sobre el conjunto social. Se privilegia el análisis de los flujos monetarios, desatendiendo las dimensiones físicas y sociales de los procesos de creación de valor y su incidencia sobre el patrimonio, ya sea natural, construido o cultural. Estamos en presencia de un instrumental teórico que gobierna la gestión sin procesar de modo sistemático la información sobre los daños físicos, sociales y culturales que dicha gestión provoca, ya sea por extracción de recursos, por emisión de residuos, por demoliciones y usos del territorio poco afortunados, o por polarización social y deterioro de la convivencia.” (Naredo, 2002:3)

La economía clásica se ocupa de aquello que siendo de utilidad directa para los hombres, resulta además apropiable, valorable y producible. Los economistas tradicionales continúan presionando a favor del crecimiento del capital “construido” por los seres humanos, más allá del punto en el que el capital natural puede continuar proporcionando los insumos y recursos de una manera sustentable. En este proceso, el capital natural va siendo destruido para permitir el crecimiento del capital construido sin contabilizar el costo de la destrucción del capital natural. (Van Hauwermeiren, 2003)

En cuanto a la conceptualización que ha prevalecido de la economía como disciplina científica, Di Bernardo sostiene que “debe entenderse que la misma no es, como pretenden algunos economistas ortodoxos, una ciencia exacta o natural capaz de predecir acontecimientos económicos, como pueden pronosticarse ciertos problemas de la física mecánica. Es por esto que siendo una ciencia social depende sobremanera de actitudes y comportamientos humanos no siempre infaliblemente determinados en sus consecuencias.” (Di Bernardo, 2012a:1)

“El nacimiento de las ideas económicas se encuentra íntimamente vinculado con las necesidades de cada época histórica...”la romántica representación de la historia de la economía como una desinteresada búsqueda de la verdad, está por completo desprovista de realismo”. (Kicillof, 2010:13)”... “el hecho de que una determinada escuela –en nuestro caso el marginalismo- haya alcanzado una posición dominante en el presente, está lejos de asegurar por sí mismo que sus teorías sean ‘mejores’ o que posean un mayor contenido de verdad”. (Ibidem: 14). Es necesario aceptar que la teoría económica “no fue nunca ni es en la actualidad, una sola –el mainstream- sino que comprende diversas escuelas de pensamiento y que cada una de ellas proporciona explicaciones distintas y hasta contrapuestas para los mismos fenómenos económicos” (Ibidem: 15)

La clásica representación del proceso económico incluye un flujo circular de dinero, un circuito continuo entre la producción y el consumo en un sistema completamente cerrado, un sistema mecánico autosostenido, que ignora totalmente los aspectos físicos de la actividad económica, un sistema aislado que no tiene ambiente.

Según Naredo, la noción de capital monetario que manejan habitualmente los economistas, corresponde sólo al capital físico, al producido por el hombre, en forma de inmuebles, infraestructura, el que resulta directamente valorable, bien por su costo crematístico de producción o por el de reposición en una fecha posterior. Aquí aparece un serio problema de valoración ya que los costos ambientales (que tiene en cuenta los flujos de materia y energía no son valorados). Solow plantea desde la economía estándar que hace falta valorar el stock de capital natural (el que no produce el hombre) con unos precios “sombra” adecuados que deben ser asumidos por la colectividad. Fue justamente este autor -premio Nobel de

economía de 1987- precisamente por su trabajo sobre el crecimiento económico, quien sostuvo que debe precisarse lo que se desea conservar.

El problema es si es posible valorar con costos crematísticos al conjunto de recursos naturales y ambientales, que no pueden ser producidos por la industria humana. A diferencia de ello, el análisis económico ordinario valora los stocks de recursos que ofrece la naturaleza atendiendo a su costo monetario de extracción y no al que exigiría su reposición, es decir, se prioriza la extracción frente a la recuperación y el reciclaje.

En relación con esta cuestión no menor, Naredo sostiene que “este proceder acentúa tanto los problemas de escasez de recursos como los de exceso de residuos, a medida que el modelo de comportamiento propio de la civilización industrial se extiende y distancia cada vez más de aquel otro de la *biosfera*, que se caracteriza por cerrar los ciclos de materiales convirtiendo, con la ayuda de la energía solar, los residuos en recursos.” (Naredo, 1999:18)

### **1.2.3.2 Las externalidades económicas**

Las externalidades son todos los efectos positivos o negativos de una actividad económica, no contabilizados en el mercado.

Pigou (1920) y Coase (1960) sentaron las bases conceptuales para la discusión de lo que más tarde se ha venido a considerar *economía ambiental*. Estos mismos autores han sido protagonistas, entre otros, de una larga controversia sobre cómo resolver las externalidades.

La economía ambiental basa el análisis del problema de la contaminación ambiental en la teoría de las externalidades (negativas) o de los costos externos. Desde este enfoque se considera que la degradación ambiental y la sobreexplotación de los recursos son efectos de las fallas del mercado. De hecho los mercados fallan cuando no logran hacer una asignación eficiente de los recursos escasos. Se trata de externalidad negativa que se produce cuando las actividades de producción o consumo de los agentes económicos provocan la pérdida de bienestar a otros agentes, sin que estos últimos sean debidamente compensados. El problema ambiental así planteado, es un problema de interacción entre agentes económicos, donde los efectos en la naturaleza y el ambiente están implícitos.

En el modelo de la Economía Ecológica, las externalidades son consideradas como algo normal inherente a los procesos de producción y de consumo. Desde la perspectiva de este enfoque, las relaciones entre la población humana y el ambiente, son más explícitas y, para describirlas, se establecen las relaciones causa-efecto con los componentes ambientales de interés. En este sentido, la Economía Ecológica es más cercana a la economía de los recursos naturales que la economía ambiental la cual, en sentido estricto, es conocida como la economía de la contaminación. (Pengue, 2005. Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario)

La producción que reporta la máxima ganancia empresarial privada, no toma en cuenta los perjuicios ambientales o sociales, es decir, las externalidades negativas que produce la actividad económica y que no aparecen en la contabilidad.

En la teoría económica se ha analizado la problemática de la internalización monetaria de las externalidades, traduciendo en unidades monetarias, el perjuicio actual y futuro causado por la externalidad. Una vez valoradas las externalidades actuales y futuras en dinero, se puede determinar el costo externo marginal, costo que traduce, en unidades monetarias, el perjuicio actual y futuro causado por la externalidad.

La economía ambiental intenta poder valorar las externalidades para, enseguida, internalizarlas monetariamente en el mercado y así conocer el óptimo social de producción y de contaminación. Parte del supuesto que toda externalidad puede recibir una valoración monetaria. Extiende, por lo tanto, la lógica de la economía más allá del mercado. En otras palabras, su proposición consiste en ampliar el mercado a los sistemas ecológicos.

Desde la economía ecológica se alzan voces ante dichos supuestos. Es en este sentido que Martínez Alier afirma “Cuando se habla de *ambientalismo de mercado (free market environmentalism)* hay que distinguir entre dos cuestiones bien distintas: la de la valoración económico-crematística actualizada de las externalidades, y la de los instrumentos para lograr que la economía humana encaje dentro de los límites de los ecosistemas, teniendo bien presente además que el encaje de la economía humana dentro de los ecosistemas (o, si se quiere, la adaptación de la economía a los límites de unos ecosistemas en constante evolución), no es una cuestión que pueda resolverse mediante una apelación al tribunal objetivo e imparcial de los científicos de la naturaleza o mediante la repetición ritual de la palabra *sustentabilidad*. Cómo se fijan tales límites, a los que se da nombres como capacidad de carga crítica (*critical loads*), qué indicadores físicos se seleccionan, qué cantidades de contaminantes se consideran tolerables, qué horizontes temporales y espaciales se tienen en cuenta, son pues cuestiones del más grande interés, sobre las que los

economistas ambientales poco saben decir, no sólo por incompetencia profesional en química ambiental u otros campos relevantes sino, sobre todo, porque intentan infructuosamente de meterlas dentro del razonamiento económico convencional.” (Martínez Alier, 1998: 58)

### 1.3 POBREZA Y AMBIENTE.

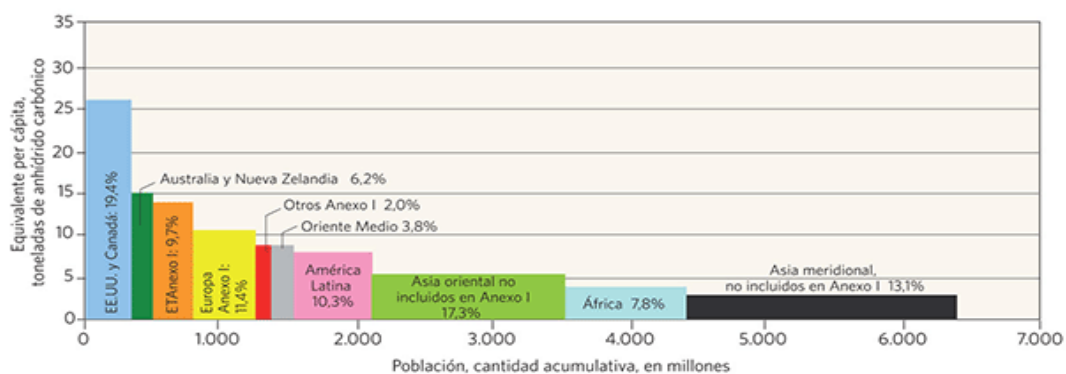
Tradicionalmente, la noción de pobreza tiene una raíz estrictamente economicista, en tanto se refiere exclusivamente a la situación de aquellas personas que se sitúan por debajo de un determinado umbral de ingreso. A partir de una nueva visión se puede también reinterpretar el concepto de pobreza. “Cualquier necesidad humana fundamental que no es adecuadamente satisfecha revela una pobreza humana” (Max-Neef, 1986). Motivo por el cual es más apropiado hablar de las pobrezas, antes que de pobreza en singular, tal como lo hace el pensamiento tradicional. Si se acuerda con este planteo, se detectan una multiplicidad de pobrezas; entre otras:

- **Pobreza de subsistencia**, debido a una alimentación y abrigo insuficientes.
- **Pobreza de protección**, debido a sistemas de salud ineficientes, a la violencia, etc.
- **Pobreza de afecto**, debido al autoritarismo, la opresión, etc.

De acuerdo a la información brindada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación “Los seres humanos que afrontan una situación de hambre y desnutrición han alcanzado ya la cifra record de los mil millones (casi una séptima parte de la raza humana)”. (Rifkin, 2011:13)

Por otra parte, “Existe una deuda ecológica de los ricos hacia los pobres, y no sólo a cuenta del CO2 sino también de los CFC. Los pobres a través de su uso desproporcionadamente bajo de la función de sumidero de CO2 de la Tierra, han contribuido a la sustentabilidad, lo que permite afirmar que los países ricos deben responsabilizarse por el impacto negativo producido por las emisiones de CO2 de los combustibles fósiles a la atmósfera”. (Martínez Alier, 1998:128)

Gráfico 2-2: Emisiones per cápita de gases de efecto invernadero y población, cantidades acumulativas, por regiones.



Los países incluidos en "Anexo I" son los que se consideran desarrollados según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Los países "No incluidos en Anexo I" son países en desarrollo. El gráfico refleja todos los casos para los cuales el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático dispuso de datos y refleja para cada grupo el potencial en toneladas equivalentes de anhídrido carbónico causante del calentamiento mundial. Los porcentajes indicados para cada grupo de países denotan la proporción de emisiones de anhídrido carbónico demandadas de la energía, en relación con el total mundial. El gráfico indica que en promedio, una persona del Asia meridional emite aproximadamente 3 toneladas de anhídrido carbónico por año, mientras que una persona en los Estados Unidos y el Canadá emite, en promedio más de 25 toneladas de anhídrido carbónico por año.

Fuente: Rogner, H.-H. y otros. 2007. "Introduction. Climate Change 2007: Mitigation". Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Cambridge: Cambridge University Press.

Martínez Alier, afirma que, “El consumo endosomático de energía obedece a instrucciones genéticas. La cultura, la economía y la política influyen en la alimentación, consumo de mayores cantidades de carne, etc. La energía endosomática de la alimentación (2.000 o 3.000 kilocalorías diarias) viene determinada por la biología humana.” Cabe aclarar que 2.000 a 3.000 Kcal en biomasa primaria es menos que 2.000 a 3.000 Kcal en proteínas de carne. Y continúa expresando que a diferencia de lo expresado, “... el uso exosomático de energía no tiene nada que ver con instrucciones genéticas, quienes son pobres y viven en climas cálidos, solo gastan 5.000 kilocalorías, un poco de energía para cocinar los alimentos y para fabricar sus pobres vestidos y viviendas. Para los ricos del mundo el uso es de más de 100.000 kilocalorías independientemente del clima, algunos gastan en calefacción y otros en refrigeración, el uso exosomático

de energía (directamente en los hogares y el transporte, e indirectamente en la producción) no puede ser explicado por la biología humana sino que depende de la economía, la cultura, la política y las diferencias sociales.”  
(Martínez Alier, 1998:9)

## **CAPITULO II**

### **ALCANCES, CONCEPTOS Y DIMENSIONES DE LA SUSTENTABILIDAD.**

#### **2.1 EL CONJURO MÁGICO**

El extendido uso del epíteto “Desarrollo sostenible: la rápida aceptación del término no se debe a la novedad en los planteamientos sino a la controlada dosis de ambigüedad que albergaba esta expresión, que ofreció a los políticos la posibilidad de contentar a todo el mundo y de apuntalar la fe en el desarrollo económico que se había tambaleado durante la década de los setenta.” (Naredo, 2002:3)

Pareciera que lo que más contribuyó a sostener la nueva idea de sustentabilidad fueron las viejas ideas de crecimiento y desarrollo económico que, tras la avalancha crítica de los años setenta, necesitaban ser apuntaladas. Se trataba de seguir promoviendo el crecimiento tal y como lo venía entendiendo la comunidad de los economistas.

El éxito del concepto de *Desarrollo Sustentable* se pagó a costa de su propia inoperancia. Su generalizada aceptación fue producto del vaciamiento de su contenido, para que todos vieran aquello que deseaban ver. Si lo que se pretende es hacer operativo el concepto, debe llenarse de contenido concreto, rompiendo con la indefinición generalizada que había provocado su éxito inicial.

En esta dirección se detectan enfoques como el que propone Norton (1992), quien plantea dos tipos de nociones de sustentabilidad diferentes que responden a distintos paradigmas. Por una parte, la que denomina sustentabilidad *débil* -formulada desde la racionalidad propia de la economía estándar-, razona sobre el deterioro patrimonial medido sólo en términos monetarios, presuponiendo la sustituibilidad del capital natural por el producido por el hombre y, por otra parte, la noción de sustentabilidad *fuerte* -enunciada desde la racionalidad de esa economía de la física que es la termodinámica y de esa economía de la naturaleza que es la ecología-, reconoce que el capital natural no es sustituible por el fabricado, por lo que habría que evitar su deterioro.

En relación al concepto de sustentabilidad débil Martínez Alier plantea que se trata ésta de una ideología que “[...] apoya implícitamente la tesis de que la riqueza es buena para el ambiente, porque proporciona dinero para corregir el deterioro ambiental. El corolario de este planteo es que los pobres son demasiado pobres para ser *verdes* o dicho de otro modo, que la pobreza es la mayor enemiga del ambiente, más que la riqueza”. (Martínez Alier, 1998: 100)

En tal sentido, se hace imperioso repensar el lugar que hoy ocupa la propia idea de crecimiento económico como algo globalmente deseable e irrenunciable y advertir que la sustentabilidad no será fruto de la eficiencia y

del desarrollo económico, sino que implica sobre todo decisiones sobre la equidad actual e intergeneracional.

Análoga a la postura de Martínez Alier, en relación a que son las políticas las que determinan la factibilidad de incrementar la sustentabilidad o bien, mermar la insustentabilidad, Naredo afirma que “La sustentabilidad de los sistemas (agrarios, industriales o urbanos) dependerá de la posibilidad que tienen de abastecerse de recursos y de deshacerse de residuos, así como de su capacidad para controlar las pérdidas de calidad (tanto interna como ambiental) que afectan a su funcionamiento. Aspectos estos que, como es obvio, dependen de la configuración y el comportamiento de los sistemas sociales que los organizan y mantienen.” (Naredo, 1999: 65)

No obstante la existencia de reflexiones como las mencionadas por los pensadores precedentes, “El término desarrollo sustentable está sirviendo para mantener en los países industrializados la fe en el crecimiento y haciendo las veces de burladero para escapar a la problemática ecológica y a las connotaciones éticas que tal crecimiento conlleva.” (Naredo, 1999,:4).

Pues, el modelo capitalista y desarrollista que impulsa la sobreproducción industrial, el consumismo y el despilfarro energético que no permiten la regeneración de los ciclos naturales de la Tierra, profundiza además las injusticias y las desigualdades sociales, una de cada 7 personas de este planeta, es decir más de 1.000 millones de personas viven en extrema pobreza. Frente a esta realidad, válido resulta referir a la falacia de la sustentabilidad.

## 2.2 INFORME DEL CLUB DE ROMA.

El Club de Roma es una organización mundial de industriales, políticos, altos funcionarios estatales y científicos de diversas áreas para estudiar las interdependencias de las naciones, la complejidad de las sociedades contemporáneas y la naturaleza con el objetivo de elaborar una visión sistemática de los problemas y nuevos medios de acción política encaminados a su solución. En el primer informe al Club de Roma realizado en 1972 por el MIT y dirigido por Dennis Meadows, llamado “Los límites del crecimiento”, se desarrolla una propuesta ecologista y conservacionista de crecimiento cero, que cuestiona las bases económicas y políticas del orden capitalista y propone alternativas en pos de una sociedad diferente.

La conclusión a la que arribara el mencionado informe señalaba que, “si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, alcanzará los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los próximos cien años.”

La conciencia que comenzaba a transitarse por una crisis estructural, se trasuntaba en que se reconoce, por vez primera, que los recursos naturales tienen límites, en la medida que no todos son renovables; la tierra cultivable es finita, del mismo modo que la capacidad del ecosistema para absorber la polución -fruto de la producción humana-. En este contexto, el crecimiento indefinido hacia el futuro resulta imposible, pues no es factible universalizar el modelo de crecimiento para todos y por siempre, el planeta pone límites al crecimiento. El agotamiento, capaz de provocar el colapso, se presenta como horizonte factible y probable.

En relación al informe antes mencionado, Boff plantea que “La crisis significa la quiebra de una concepción del mundo. Lo que en la conciencia colectiva era evidente, ahora es sometido a discusión ¿Cual era la concepción del mundo indiscutible? Pues que todo debe girar alrededor de la idea de progreso y que ese progreso se mueve entre dos infinitos: el infinito de los recursos de la Tierra y el infinito del futuro. Se pensaba que la Tierra era inagotable en sus recursos y que podíamos avanzar indefinidamente en la dirección del futuro. Pues esos dos infinitos son ilusorios.” (Boff, 1996:14).

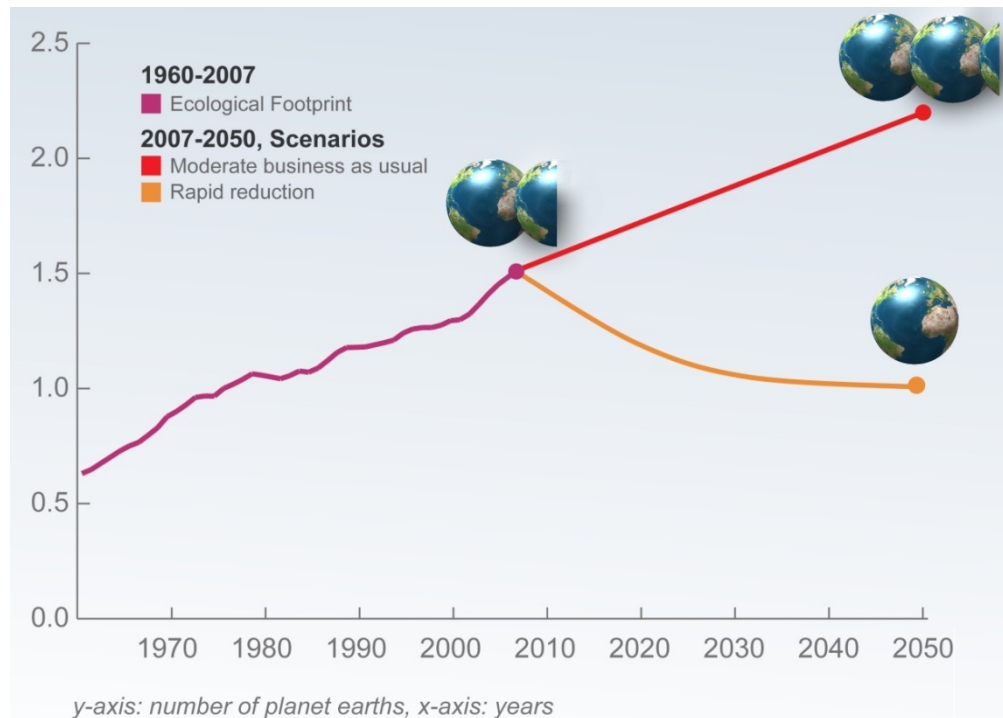
### **2.3. CRISIS AMBIENTAL. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD.**

Medir la sustentabilidad no puede apoyarse en simples estimaciones del desgaste del capital natural, sino que implica recurrir, necesariamente, a indicadores físicos, químicos, biológicos, con la importante advertencia de que no existe un indicador biofísico de sustentabilidad que pueda a todos englobarlos. Motivo por el que Martínez Alier (1998) manifiesta: “El enfoque economicista intenta ampliar ecológicamente el mercado, dando precios a los bienes ambientales destruidos (a través de la adjudicación de *derechos de propiedad* o en mercados ficticios. Ha habido propuestas de indicadores monetarios del estado del ambiente y de la sustentabilidad como un todo (como las estimaciones de David Pearce de la sustentabilidad en sentido débil), que son intentos complementarios de los esfuerzos por lograr un PIB *verde*, mediante las correcciones sugeridas por El Serafy u otras correcciones. Pero todos esos intentos tropiezan con la arbitrariedad de los valores monetarios actualizados que se dan a los recursos y servicios ambientales. Tales indicadores monetarios solamente son creíbles en audiencias cautivas de economistas profesionales, no son útiles para la política ambiental. (Martinez Alier, op. cit: 101)”

Tras la ineficacia de los indicadores economicistas propuestos, emergen otros indicadores de sustentabilidad, tales como la Huella Ecológica –HE-, la Huella Hídrica –H H- y la Huella de Carbono. Se trata de indicadores más complejos pero más acordes a los procesos que se registran en la realidad.

La huella ecológica –HE- se define como “una herramienta contable que nos permite estimar los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una determinada población y economía, expresados en áreas de tierra productiva”. (Pengue, 2005. Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario)

De acuerdo a quienes elaboraran el concepto de HE, William Rees y Mathis Wackernagel, la HE es definida como “(...) el área o territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área.” En otras palabras, es un indicador ambiental de la presión o el impacto que genera una determinada comunidad sobre su entorno, por sus niveles de producción y consumo. La HE se expresa en unidades espaciales; es un instrumento de cálculo y, en ese sentido, es significativa su utilidad.



Fuente: [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org) recuperado el 11 de agosto de 2012.

Según las mediciones realizadas en el año 2007, “la HE promedio es de 1.5 planetas, lo cual representa un vertiginoso aumento en comparación con las últimas décadas, pues, en 1960 se usaba un prudente 0,7 por ciento del planeta. Se está consumiendo un capital disponible, pero que supera el volumen de los bienes que el planeta es capaz de generar anualmente. El problema no es menor, pues para 2030 se prevé que ascenderá a dos planetas completos”. ([footprintnetwork.org](http://footprintnetwork.org) recuperado el 11 de agosto de 2012.)

La HE no sólo pone al descubierto preocupaciones globales, tales como el deterioro ecológico y la desigualdad material, sino que también vincula estas mismas preocupaciones con la toma de decisión individual e institucional, ayudando a entender tanto la situación presente como las implicancias de opciones futuras. En este sentido Pengue afirma que “La huella ecológica puede ser utilizada como un instrumento de política, en el marco de la discusión desde la Ecología Política de la irracionalidad de un tipo de modelo de desarrollo. No sólo como un instrumento que pretende

“reducir” ciertos impactos, como se promueve en muchos enfoques del Norte. Desde aquí, lo podemos aplicar, pero con otros objetivos y otras miradas.” (Pengue, 2005. Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario)

Resumiendo, la HE es una herramienta que ayuda a planificar acciones tendientes a incrementar la sustentabilidad (o disminuir la insustentabilidad); comprender mecanismos de producción y enfoques de desarrollo erróneos y /o, inequitativos, al tiempo que se trata de un indicador entre hábitos de consumo, estilos de vida y recursos naturales.

La Huella Hídrica -H H- se define como el volumen total de agua dulce usado para producir los bienes y servicios producidos por una empresa o consumidos por un individuo o comunidad. El uso de agua se mide en el volumen de agua consumida, evaporada o contaminada, ya sea por unidad de tiempo para individuos y comunidades, o por unidad de masa para empresas. La huella de agua se puede calcular para cualquier grupo definido de consumidores (por ejemplo, individuos, familias, pueblos, ciudades, provincias, estados o naciones) o productores (por ejemplo, organismos públicos, empresas privadas o el sector económico). La huella de agua es un indicador geográfico explícito, que no sólo muestra volúmenes de uso y contaminación de agua, sino también las ubicaciones. Sin embargo, no proporciona información sobre cómo el agua consumida afecta positiva o negativamente a los recursos locales de agua, los ecosistemas y los medios de subsistencia (Hoekstra y Chapagain, 2008).

La HH clasifica las fuentes de agua, es decir, distingue entre tres componentes: el agua azul, el agua verde y el agua gris. La primera -huella de agua azul-, es el volumen de agua dulce consumida de los recursos

hídricos del planeta (aguas superficiales y subterráneas). La segunda huella es el volumen de agua evaporada de los recursos hídricos del planeta (agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad). La tercera, corresponde al volumen de agua contaminada que se asocia con la producción de los bienes y servicios. Este último componente HH, el agua gris, puede ser estimado como el volumen de agua que se requiere para diluir los contaminantes hasta el punto que la calidad del agua se mantiene en o por encima de las normas acordadas de calidad del agua. Verbigracia: La producción de un kilo de ternera requiere 16.000 litros de agua.

Como se señalara, otro indicador de sustentabilidad es la Huella de Carbono -HC-. Se trata de un indicador que mide las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se realizan en la cadena de producción de bienes, desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento de desperdicios, pasando por la manufacturación y el transporte. Por tanto la huella de CO<sub>2</sub> es la medida del impacto que provocan las actividades del ser humano en el ambiente y se determina según la cantidad de gases de efecto invernadero producidos, medidos en unidades de dióxido de carbono.

Se pretende, con la huella de CO<sub>2</sub>, que las empresas puedan reducir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de las emisiones que tienen lugar durante los procesos productivos. El certificado de la HC no es obligatorio, sin embargo, muchas empresas están interesadas en que sus productos lleven la etiqueta que certifica los valores de CO<sub>2</sub> de sus productos ya que así los consumidores podrán optar por los productos más sanos y menos contaminantes.



Fuente: [www.ambiente.gov.ar/cambio\\_climático](http://www.ambiente.gov.ar/cambio_climático)

Estos indicadores físicos utilizados expresan, en general, procesos que implican pérdida y/o degradación de los mismos. Asimismo, son utilizados en reiteradas ocasiones usados muchas veces para promover entre algunos sectores sociales una mayor conciencia sobre el significado de las pérdidas ocasionadas en la base natural utilizada en la producción, y también para aplicar políticas de reducción de consumo y de emisiones.

#### 2.4. LÍMITE DE LA SATURACIÓN ANTRÓPICA.

Los significativos cambios de temperatura producidos en el planeta están desestabilizando los ecosistemas en todo el mundo.

Prácticamente todas las actividades productivas en una economía globalizada como la actual, dependen de un modo u otro del petróleo y de otras fuentes de energía fósiles. Fertilizantes y pesticidas petroquímicos son utilizados para la producción de alimentos. La vestimenta está fabricada, mayormente, con fibras sintéticas petroquímicas. La mayoría de los materiales de construcción (cemento, plástico, etc.) están hechos de combustibles fósiles, al igual que la mayor parte de los productos

farmacéuticos, el transporte, la electricidad, la refrigeración, la calefacción y la iluminación, los que dependen también de este tipo de combustibles. Esta realidad es la que conduce a Rifkin a afirmar que “Doscientos años quemando carbón, petróleo y gas natural para propulsar un modo de vida industrializado han dado como resultado la liberación de cantidades ingentes de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre. Esa energía gastada (la factura de la entropía) bloquea la salida de nuevo al espacio del calor irradiado por el sol a la Tierra y amenaza con provocar una variación catastrófica de la temperatura de la superficie del planeta, con consecuencias potencialmente devastadoras para el futuro de la vida.” (Rifkin, 2011:43) Y continúa más adelante: “Una simple variación de la temperatura de entre 1.5 y 3.5 °C podría comportar, según nuestros científicos, una extinción en masa de vida vegetal y animal en menos de cien años. Los modelos indican una tasa de extinción de un orden mínimo del 20 % y máximo de hasta el 70%.” (Ibid.: 45)

Sin embargo, uno de los aportes más importantes de Rifkin es la relación que establece entre el incremento de la temperatura a escala global y el ciclo del agua. En sus palabras: “Donde más importante es el impacto de un ascenso global de las temperaturas es en el ciclo del agua. Cada incremento térmico de un grado centígrado en el conjunto del planeta significa una subida del 7% en la capacidad de retención de humedad de la atmósfera. Esto origina una alteración radical del mecanismo de distribución del agua, pues aumenta la intensidad de las precipitaciones, pero se reduce la duración y la frecuencia de estas. La consecuencia es un incremento de las inundaciones y un alargamiento de las sequías. Los ecosistemas que se han adaptado a un régimen meteorológico a lo largo de un periodo prolongado no pueden ajustarse con suficiente prontitud a estos cambios bruscos de las precipitaciones y se van extinguiendo por culpa de la inestabilización.” (Ibid. 46)

La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera aumentó una tercera parte desde 1750, es decir desde el comienzo de la era industrial.

A pesar de la acumulación de informes y estudios científicos que confirman que la era industrial, basada en los combustibles fósiles, está tocando a su fin y que la Tierra se enfrenta actualmente a un cambio climático potencialmente desestabilizador, la raza humana en general se niega a admitir la realidad de lo que sucede.<sup>12</sup>

## **2.5. HORIZONTE TEMPORAL DE LAS GENERACIONES FUTURAS. SATISFACCIÓN CON LOS RECURSOS NO RENOVABLES ACTUALES.**

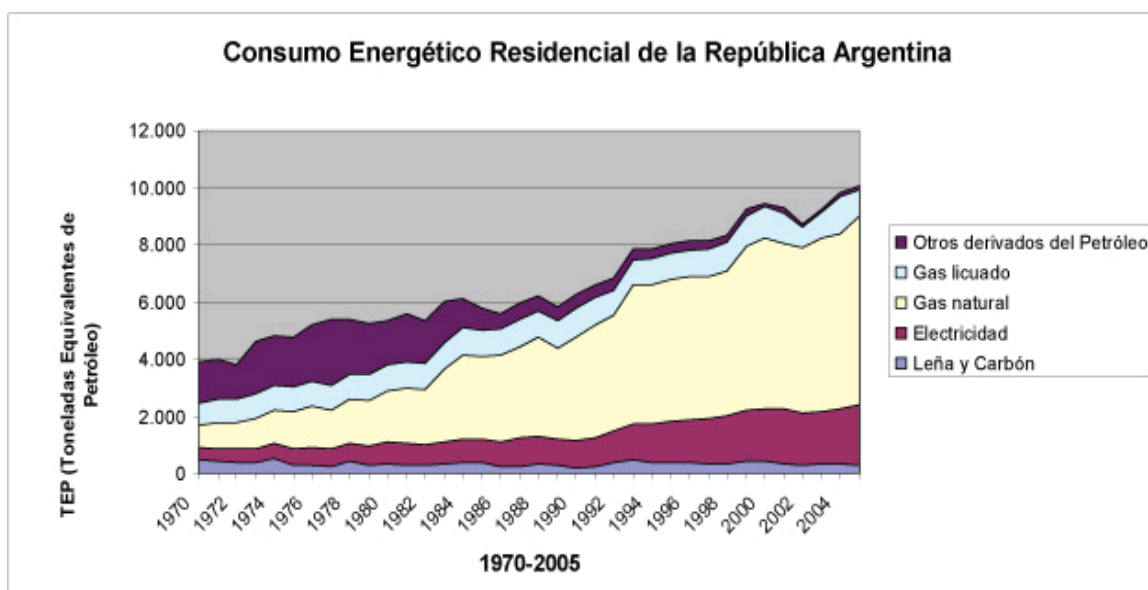
Los productores y los distribuidores de petróleo, carbón, gas y energía nuclear plantean que las energías renovables son demasiado débiles para abastecer la economía global y que cuanto mucho funcionarán, como complemento de los combustibles fósiles y de la energía nuclear. Es la razón por la cual Rifkin afirma que “Los científicos señalan que una hora de luz solar que llega a la superficie de nuestro planeta proporciona energía suficiente como para impulsar la economía global durante todo un año. Solo en la Unión Europea, el 40% de los techos y el 15% de las fachadas de los edificios son superficies apropiadas para la instalación de acumuladores fotovoltaicos. La Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica estima que la instalación de ese tipo de equipos sobre todas las superficies viables de los edificios existentes podría llegar a generar 1500 gigavatios de potencia

---

<sup>12</sup>A fin de profundizar el análisis véase, el cuarto informe de IPCC de la ONU sobre el clima en el que se afirma que puede estimarse esperar un aumento de, al menos, tres grados centígrados en la temperatura de la Tierra de aquí a fin de siglo XXI, También el documento elaborado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático –IPCC- con base en Ginebra, que es un organismo dependiente de las Naciones Unidas, con cien Estados representados, en el que se estima que en el siglo XXI se produzca un aumento de 1,5 a 6°C de la temperatura media del planeta (entre 1°C y 4 °C en 2050).

eléctrica y cubrir hasta el 40% de la demanda total de electricidad en la Unión Europea”. (Rifkin, 2011: 64)

En Estados Unidos, los edificios consumen aproximadamente el 50,1% de la energía total y el 74,5% de la electricidad, lo que equivale al 49,1% de todas las emisiones de dióxido de carbono del país.



Fuente: Secretaría de Energía. Ministerio de Planificación Federal. República Argentina recuperado el 8 de agosto de 2012.

“Los combustibles fósiles (el carbón, el petróleo y el gas natural) son energías de naturaleza elitista por la sencilla razón de que solo se encuentran en localizaciones selectas. Requieren una importante inversión militar para procurarse acceso a las mismas y una gestión geopolítica continuada para garantizar su disponibilidad. También precisan de unos esquemas de control y mando centralizados, verticales y unidireccionales descendentes, así como de unas concentraciones masivas de capital para su traslado desde el subsuelo hasta el consumidor final. Para el rendimiento eficaz del conjunto del sistema resulta crucial, pues, una amplia capacidad

de concentración de capital (la esencia misma del capitalismo moderno).” (Rifkin, op. cit.: 154)

No han sido pocos los pensadores que denunciaron esta dinámica. Garrido Peña sostiene que, “El único vector que el tiempo del progreso reconoce e incentiva es el de la aceleración. Desconectado del pasado (la tradición) y olvidando en el progreso, el futuro, la irresponsabilidad y el inmediatez encuentran una situación idónea para su proliferación. Solo el aquí y el ahora valen, solo la aceleración del crecimiento (destrucción) y de la producción (explotación) son valorados”. (Garrido Peña, 2007: 38)

## **2.6 PLANETA TIERRA EN CONSTANTE TRANSFORMACIÓN. HOMOGÉNESIS PLANETARIA. EXTINCIONES.**

En 1824 Sadi Carnot Cit. en (Acot, 2005: 229), en su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*, reconoce que “los grandes movimientos que nos impresionan cuando miramos la Tierra tienen que atribuirse al calor; a él se deben las agitaciones de la atmósfera, la ascensión de las nubes, la caída de las lluvias y otros fenómenos meteorológicos, las corrientes de agua que surcan la superficie del planeta, en fin, los temblores de tierra, las erupciones volcánicas, también tienen como causa el calor”.

“Los trabajos pioneros del ingeniero Jacques Ebelmen (1814-1852), quien sentó las bases del efecto invernadero en 1845. De manera más general se ocupó de los factores que rigen la cantidad de CO<sub>2</sub> y de oxígeno en la atmósfera y les acordó la mayor importancia en materia de variaciones de la temperatura en el planeta: en las antiguas épocas geológicas, la atmósfera era más densa y más rica en ácido carbónico y, quizás, en

oxígeno, que ahora. A una mayor pesadez de la cubierta de gases tenía que corresponder una mayor condensación del calor solar y fenómenos atmosféricos mucho más intensos. Sin duda las variaciones en la naturaleza del aire estuvieron constantemente relacionadas con los seres organizados que vivieron en cada época. Este es un aspecto esencial de la relación seres vivos- clima: los cambios en la composición química de la atmósfera en gran parte se deben al metabolismo de los seres vivos. Los gases “de efecto invernadero”, que componen una débil parte de la atmósfera, juegan un papel comparable a las paredes vidriadas de un invernadero: dejan entrar las calorías que irradia el Sol y atrapan una parte que no vuelve al espacio profundo. Sin ellos, la temperatura media de la Tierra no permitiría que los seres vivos se desarrollaran.” (Acot, op. cit.: 229)

El minerólogo ruso, Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945) en sus concepciones plantea que la cuestión del flujo de materia y energía es central. “Postula que los objetos naturales, individuales o de conjunto, vivos y no vivos, pueden ser aprehendidos en el marco de procesos planetarios. La atmósfera, las aguas corrientes y los océanos se estudian por su papel mayor en la solidaridad de los sistemas locales y en la estructuración de la biosfera.” (Ibidem: 231)

En la actualidad, dentro de la comunidad científica los informes comprueban que: una parte del recalentamiento del planeta (parte que todavía hay que determinar) tiene, con seguridad, un origen “antrópico”, el hombre tiene una influencia perceptible sobre el clima.

“Sería ilusorio pretender cambiar las relaciones destructivas que los hombres mantienen con la biosfera sin cambiar, al mismo tiempo, las relaciones destructivas de los seres humanos entre sí: todavía hay que construir una ecología de la liberación humana.” (Acot, 2005: 254)

## 2.7 BREVE REFLEXIÓN DEL CONCEPTO DE DESARROLLO.

En su acepción más amplia Sevilla Guzmán afirma que, “el concepto de desarrollo significa el despliegue de las potencialidades de una identidad, sea esta biológica o sociocultural. Se trata de alcanzar un estado superior, o más pleno que el preexistente, tanto cuantitativa como cualitativamente. El aspecto cuantitativo del desarrollo se llama crecimiento; es decir, el aumento natural de tamaño por adición de material a través de la asimilación o el acrecentamiento. La dimensión cualitativa del desarrollo hace referencia a los aspectos energéticos que permiten el despliegue o consecución de la mayor plenitud, la cual puede aunque no suela ser así, puede realizarse sin crecimiento.” (Sevilla Guzmán, 2000:3)

El crecimiento industrial no ha logrado disminuir de manera apreciable las desigualdades sociales, ni las distancias entre países ricos y pobres, poniendo de manifiesto la falta de vínculos reales entre crecimiento económico, industrialización y desarrollo.

Boff (1996) afirma que, “La Amazonia es el lugar donde se refuta el paradigma de desarrollo de la modernidad, un desarrollo insostenible, cargado de pecados capitales (del capital) y anti ecológicos. Las poblaciones son más pobres hoy que cuando se iniciaron los macro proyectos faraónicos. El Pará, Estado de la federación en el que está situado el Programa Grande Carajas, ocupa el tercer lugar entre los mayores exportadores del país (tras San Pablo y el Paraná) y mientras tanto la población que habita en torno a esos proyectos vive sin infraestructura ni agua potable. El 60% de la población de su capital Belem, gana menos del salario mínimo. Este desarrollo no fue hecho para el pueblo ni con el pueblo.” (Boff, op. cit.: 134)

El modelo de sociedad y el sentido de la vida que los seres humanos proyectaron para sí, está en crisis. Y ese modelo económico, que se impuso considera que lo más importante es acumular un gran número de riqueza material, de bienes y servicios, a fin de poder disfrutar del breve paso por este planeta. En realidad, lo que se busca es el máximo de beneficio con el mínimo de inversión y en el más corto plazo de tiempo posible.

Sevilla Guzmán (2000) plantea que la palabra desarrollo: “Implica siempre un cambio favorable, un paso de lo simple a lo complejo, de lo inferior a lo superior, de lo peor a lo mejor. La palabra indica que uno lo está haciendo bien por que avanza en el sentido de una ley necesaria, ineluctable y universal y hacia una meta deseable. La palabra tiene hasta ahora el significado que le dio hace un siglo el creador de la ecología, Haeckel: Desarrollo es a partir, de ahora, la palabra mágica con la que podemos resolver todos los misterios que nos rodean o que, por lo menos nos pueden guiar a su solución. Empero, para dos terceras partes de la gente en el mundo este significado positivo de la palabra desarrollo (profundamente enraizado tras dos siglos de construcción social) es un recordatorio de lo que no son. Les recuerda una condición indeseable e indigna. Para escapar de ella necesitaban hacerse esclavos de las experiencias y los sueños de otros (Gustavo Esteva en W. Sachs, 1992: 10)

“La idea de crecimiento (o desarrollo) económico con la que hoy trabajan los economistas, se encuentra desvinculada del mundo físico y no tiene ya otro significado concreto y susceptible de medirse que el referido al aumento de los agregados de Renta o Producto Nacional.” (Naredo, 1999:23)

Lo que no puede negarse es que el concepto y la idea de desarrollo no ha servido como estructurador del cambio que proclama.

## 2.8 LA CIENCIA POSNORMAL.

En la actualidad los científicos se enfrentan a problemas de relevante envergadura por sus alcances, producto de erráticas políticas públicas. Frente a este escenario es común que los hechos sean inciertos, los valores se encuentren en conflicto, los intereses sean altos y las decisiones urgentes. Por lo tanto Funtowicz y Ravetz (1996) desarrollaron un nuevo marco epistemológico al que denominaron “ciencia post-normal”, donde es posible usar dos aspectos cruciales de la ciencia en el campo de la política: incertidumbre y conflicto de valores. Estos epistemólogos plantean que, “El éxito de la ciencia dio al Estado moderno un modelo legitimador en la toma de decisiones (racionales). El descubrir los hechos verdaderos llevaba a tomar las acciones correctas. En otras palabras, lo Verdadero conducía al Bien. La racionalidad se convirtió en sinónimo de (racionalidad científica) y el conocimiento fue sinónimo de (conocimiento científico). Otras formas de conocimiento y otras apelaciones a la racionalidad, como el conocimiento práctico agrícola, medicinal o artesanal, fueron considerados de segunda categoría.”

La ciencia Post- Normal surgió como respuesta a la necesidad de criterios socialmente relevantes que garanticen la calidad. La premisa de la corriente integradora es que el conocimiento del sistema siempre es incompleto. La sorpresa es inevitable. No solo es incompleta la ciencia, el propio sistema es un blanco en movimiento, que evoluciona debido a los impactos de la gestión y de la progresiva expansión de la escala de influencias del ser humano sobre el planeta. Funtowicz y Ravetz (1996)

En la ciencia Post-Normal, la tarea no es ya la de expertos individuales que descubren (hechos verdaderos) para sustentar (políticas

buenas). Se trata de una tarea que recae en una comunidad extendida, que evalúa y gestiona la calidad de los *inputs* científicos en procesos complejos de toma de decisiones donde los objetivos son negociados desde perspectivas y valores en conflicto.

La sociedad percibe también la conexión entre ese sistema científico y una ciencia económica que privilegia el crecimiento económico como la única forma de desarrollo, con olvido de las cuestiones de equidad y justicia, y que adopta un despreocupado (optimismo tecnológico).

En consonancia con el planteo de Funtowics y Ravetz, Garrido Peña (2007) plantea que “El uso que el mecanicismo y el capitalismo realiza de la aplicación de la ciencia a las actividades productivas ha dado lugar a la racionalidad científico- técnica y a la tecnocracia productivista. Esto ha supuesto de hecho la reducción de la ciencia a la técnica y la colocación de la técnica como criterio de legitimación política y ética. (Garrido Peña, op. cit.: 36)

La ciencia posnormal aborda problemas donde aparecen: hechos inciertos, conflictos de valores, se pone en juego algo relevante, niveles de decisión altas y urgentes, la incertidumbre adquiere tal magnitud que rodea el terreno de la ignorancia, adquiere peso el consenso público y la participación de todos los que están asumiendo los riesgos.

Garrido (2007) afirma que “frente a la disyuntiva típica del pensamiento científico tradicional entre objeto y entorno, entre sujeto y objeto, introduce al observador en la observación. Frente a la supuesta capacidad del método científico para producir conocimientos verdaderos a partir de la verificación empírica y la demostración matemática, reivindica la

paradoja, donde la contradicción no es sinónimo de error sino reflejo de la existencia de dimensiones profundas o desconocidas de la realidad”. (op. cit.: 14)

Este planteo no supone una alternativa a la ciencia sino otra forma de concebirla y practicarla igualmente científica. Reposo en el principio de precaución frente al viejo imperativo de la ciencia tradicional, de que todo lo que puede ser hecho debe ser hecho, sin reflexión previa este principio obliga antes de la acción al estudio y al cuestionamiento de su utilidad social y ambiental.

Di Bernardo (2012) explica que, “la ciencia posnormal trata el estudio de fenómenos en los que se considera la incertidumbre, cuyo valor es muy significativo (como por ejemplo los imponderables que surgen de la manipulación genética o las consecuencias del efecto invernadero), además de ser temas que afectan directamente a la sociedad. No es posible concebir en este sentido a la ciencia como una actividad que provee verdades y certezas, sino que se exige una nueva metodología, más dinámica, sistémica y pragmática. Donde la incertidumbre es una constante irreductible y que exige de un compromiso ético, que son centrales para abordar y resolver los problemas.” (Di Bernardo, op. cit.: 8)

La ciencia tradicional ejerce poder sobre la naturaleza; la nueva ciencia, sin embargo, busca asociarse con ella.

## 2.9 ASIGNACIÓN DE VALOR. LA ECONOMÍA CAPITALISTA. LA ECONOMÍA ECOLÓGICA.

Según Naredo (1987) la Economía Ecológica considera que toda la biosfera y los recursos pueden ser útiles y escasos, mientras la economía estándar se ocupa de aquello que siendo de utilidad directa para los hombres, resulta además apropiable, valorable y producible.

“La valoración monetaria del *capital natural* depende no sólo de la distribución del ingreso sino de la decisión previa acerca de que se incluye en el capital natural y que se excluye de él, y depende también de la asignación concreta de los derechos de propiedad sobre el capital natural incluido”. (Martínez Alier, 1998: 108)

Para la adjudicación de valor Smith, en tal sentido, afirmaba: “[...] debemos advertir que la palabra valor tiene dos significados diferentes, pues a veces expresa la utilidad de un objeto particular y, otras, la capacidad de comprar otros bienes, capacidad que se deriva de la posesión de dinero. Al primero lo podemos llamar ‘valor de uso’, y al segundo valor de cambio”. (Smith [1776] 1997).<sup>13</sup>

Martinez Alier (1998), casi tres siglos después sostiene: “Surge la cuestión del valor de los recursos naturales y los servicios ambientales para la economía. ¿Es posible traducir tales valores ambientales en valores monetarios? Podemos complementar los mercados reales con mercados ficticios, donde preguntemos por la disposición a pagar por bienes ambientales extra-mercantiles o por la disposición a aceptar indemnizaciones por externalidades negativas. Pero los mercados, ni los

---

<sup>13</sup> Cit. en Elio Di Bernardo, 2012a:29.

reales ni los simulados, pueden realmente superar algunas de sus *fallas* -la ausencia en ellos de las generaciones futuras, y de miembros de otras especies. No son realmente fallas, sino características propias de lo que entendemos por *mercados* (reales o ficticios). “(Martinez Alier, 1998: 106)

Desde el enfoque de Di Bernardo, “La economía capitalista desde su fundación para explicar los problemas del desarrollo capitalista, pretende alcanzar capacidades de predicción comparables a la física en sus dimensiones mecánicas, desconociendo en este momento las complejidades e inconmensurabilidades implícitas en la relación sociedad-naturaleza.” (Di Bernardo, 2012b:5)

La *Economía Ecológica*, “como disciplina de gestión de la Sustentabilidad es un nuevo enfoque sobre las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto total de los sistemas físico y social. Hace de la discusión de la equidad, la distribución, la ética y los procesos culturales un elemento central para la comprensión de los problemas de la Sustentabilidad. Es por tanto una visión compleja, sistémica y transdisciplinaria que trasciende el actual paradigma económico y aporta instrumentos económico ecológicos de políticas para una administración sustentable, equilibrada y equitativa de los recursos”. (Pengue, 2005. Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario)

“En la economía los números siempre cuadran por cada desembolso debe haber un ingreso equivalente. En la ecología los números nunca cuadran. No se llevan en dólares, sino en términos de materia-energía, y en estos términos siempre terminan en un déficit. De hecho, cada trabajo, hecho por un organismo vivo, se obtiene a un costo mayor del que ese

trabajo representa en los mismos términos...” (Nicholas Georgescu-Roegen 1977:15)

En opinión de Di Bernardo (2012a), “La economía capitalista en su proceso de desarrollo reaccionó ideológicamente contra los modelos económicos en uso como el mercantilismo y los fisiócratas. El mercantilismo fundaba la riqueza en el comercio, este proceso donde unos ganan y otros pierden, se organizaba en las actividades del comercio de productos extraídos de la naturaleza, la riqueza cambia de manos no se ha creado en absoluto riqueza. Los fisiócratas, casi enteramente dedicados al análisis de las actividades primarias, proponían algunos elementos interesantes, como los análisis energéticos de los procesos productivos, que son recuperados hoy por la Economía Ecológica. Verificaban como la introducción de energía humana y animal en los procesos agrarios, aumentaban la producción (en energía) del sistema natural proporcionalmente más allá de la energía suministrada al sistema. Según los fisiócratas, ni las manufacturas ni el comercio pueden crear riqueza, solo se limitan a modificar los productos originarios de la naturaleza. En realidad todo el capital se origina en los recursos naturales, lo que los fisiócratas no comprendieron fue el valor agregado de la mano de obra industrial, la riqueza, queda limitada a la producción primaria y no a la circulación.” (Di Bernardo, op.cit:2)

## Diferencias conceptuales y metodológicas entre la Economía Ecológica y la Economía Ambiental

Economía Ecológica	Economía del Medio Ambiente y los R. N.
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utiliza una escala óptima.</li> <li>2. Su prioridad es la sostenibilidad</li> <li>3. Necesidades completas y distribución equitativa</li> <li>4. Desarrollo sostenible, Global y relaciones Norte-Sur</li> <li>5. Es pesimista con relación al crecimiento y las Preferencias Individuales</li> <li>6. Co-evolución impredecible</li> <li>7. Maneja una concepción del tiempo histórico irreversible</li> <li>8. Ciencia completa, integral y descriptiva</li> <li>9. Es concreta y específica</li> <li>10. Utiliza indicadores Físicos y biológicos</li> <li>11. Utiliza el análisis de sistemas</li> <li>12. Utiliza la evaluación multidimensional</li> <li>13. Integra modelos con relaciones causa-efecto.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utiliza los conceptos de localización óptima y externalidades</li> <li>2. Su prioridad es la eficiencia</li> <li>3. Bienestar óptimo y “eficiencia paretiana”</li> <li>4. Crecimiento Sostenible</li> <li>5. Es optimista con relación al crecimiento y a las opciones “ganar – ganar”</li> <li>6. Optimización determinística y bienestar intertemporal.</li> <li>7. Maneja una concepción del tiempo cronológico, lineal y reversible.</li> <li>8. Ciencia monodisciplinaria, parcial y analítica</li> <li>9. Es abstracta y general</li> <li>10. Utiliza indicadores monetarios</li> <li>11. Utiliza la teoría de las externalidades y la valoración económica.</li> <li>12. Utiliza el análisis costo-beneficio y costo-efectividad</li> <li>13. Aplica modelos de equilibrio general incluyendo costos externos</li> </ol>

Fuente: Adaptación cuadro presentado en el artículo “Themes, Approaches, and Differences with Environmental Economics. Escrito por: Jeroen C. J. M. van den Berg. Tinbergen Institute Discussion Paper. University van Amsterdam and Vrije University Amsterdam. Año 2000

### 2.10. EFICIENCIA AMBIENTAL. CAPITAL NATURAL CRÍTICO.

La sustentabilidad como problema de la relación sociedad-naturaleza, no se reduce a la finitud de recursos materiales y energéticos y a su impacto sobre el soporte natural, sino que incluye las importantes dimensiones social, económica y política.

Teniendo en cuenta la precedente aseveración es que Di Bernardo (op. cit.: 32) afirma: “La implicancia socio-económica y la amplitud vital planetaria de los problemas ambientales trascienden el ámbito de los puros

científicos, es más, la posible intervención de una comunidad extendida de evaluadores, aconseja no pretender una reducción cientificista de la problemática ambiental y por lo tanto no pretender acotar la denominación a una escala puramente técnica”.

Los nuevos derechos ambientales, culturales y colectivos se van legitimando en un discurso teórico y político que reflexiona, reconoce y acompaña reivindicaciones que se expresan en los nuevos movimientos ciudadanos, ecologistas, indígenas y campesinos.

Entre los pobres del campo hay una infinita vocación de solidaridad. “Nos organizamos y aprendemos nuestros derechos sobre la tierra: MOCASE, está llevando 543 casos civiles y penales relacionados con la defensa de la tierra”. (Pengue, 2005. Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario.)

En relación al concepto de desarrollo sustentable, Di Bernardo (2012) reflexiona que este concepto se “[...] desplaza ante la dificultad de definir un objetivo final claramente referenciado para alcanzarlo a través de metas perfectamente establecidas y acordadas, y se lo reemplaza por el de “eficiencia ambiental” con variables niveles de calidad, para poder monitorear en el tiempo a través de los indicadores y de los síndromes de sustentabilidad. La eficiencia ambiental busca reducir la “saturación antrópica” que pone en riesgo el “capital natural crítico”.

Para Di Bernardo (2012b), “Las representaciones sociales alrededor del concepto de ambiente se fundamentan alrededor de un contexto amplio (normas, valores, intereses, principios éticos, preferencias estéticas, etc.).

Estas representaciones se construyen permanentemente en un conjunto de procesos simbólicos y desarrollos cotidianos, donde la publicidad al consumo adquiere significaciones sin precedentes. Esta publicidad no solo es ejercida desde los medios hegemónicos de poder económico para acelerar los procesos de acumulación ampliada de capital, sino además desde los propios sectores gobernantes, levantando la bandera del “crecimiento” sobre la dudosa representación contable nacional del Producto Bruto Interno PBI. En el contexto global de “competencia” en todos los niveles públicos y privados, esta referencia al crecimiento es inevitable, solamente debemos estar alertas y prevenidos cuando el impulso es inadecuado y atenta gravemente contra el soporte natural en sus dimensiones imprescindibles.” (Di Bernardo, op. cit: 10).

### CAPITULO III

## FUNCION DE EFICIENCIA AMBIENTAL DE LAS TECNOESTRUCTURAS DEL HABITAT (FEATH) <sup>14</sup>

La gran decepción suscitada tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+20, en la que ha quedado claramente en evidencia una Cumbre oficial centrada en la “green economy” como falsa alternativa a la crisis socio-ambiental, no hace más que confirmar la profunda e inocultable ausencia de convicciones y valores de los sectores de poder.

No obstante ello, sí pudieron expresarse en paralelo y hacerse escuchar, otras voces que, lejos del poder político tradicional, debatieron en la Cumbre de los Pueblos proponiendo alternativas diferentes a las del *statu quo*. Debe reconocerse que, desde los distintos campos disciplinarios viene desarrollándose una significativa producción de conocimientos que no encuentra aún un cauce para su viabilidad.

---

<sup>14</sup> Este capítulo está basado en trabajos del Dr. Elio Di Bernardo (DI BERNARDO, E. (2003). *Indagaciones sobre el problema de la arquitectura sustentable*. Precisiones sobre los flujos de energía, materia e información. Optimización ambiental de los mismos. Tesis Doctoral de Consolidación Académica. FAPyD UNR.; Comunicaciones Internas de Centro de Estudios del Ambiente Humano, FAPyD; y estudios inéditos cedidos por el autor para el desarrollo de esta Tesis).

Desde las disciplinas del espacio, diversos autores han cuestionado el *modus operandi* hegemónico y el nivel de los impactos que éste genera sobre el medio y las sociedades. R. Fernández (2003: 25), como arquitecto, propone el concepto de Eco-Diseño, planteado también como un dispositivo operativo resultado de “[...] una actitud más reflexiva y responsable ante el desafío de interpretar la complejidad de los problemas y dar soluciones proyectuales racionales atento a la creciente crisis ambiental...”<sup>15</sup>.

Yeang (cit. en Fernández, 2003:56) plantea la siguiente serie de consideraciones a tener en cuenta en el intento de elaborar una teoría ecológica del proyecto:

- Aplicar el concepto ecológico al entendimiento del ambiente, para internalizar los datos del ambiente y su dinámica al proceso mismo de ideación del trabajo proyectual.
- Plantear desde el proyecto un concepto de conservación de energía, materiales y cualidades ecosistémicas.
- Intentar rastrear hasta consecuencias contextuales complejas los aspectos inherentes a las relaciones sistema-ambiente, aceptando la complejidad holística de tales relaciones.
- Acoger la noción de ciclo de vida como concepto de proyecto.
- Entender que toda construcción comporta un desplazamiento espacial del ecosistema ambiente y unas adiciones de energía y materiales nuevos al lugar de emplazamiento.
- Analizar la relación sistema-ambiente desde un punto de vista holístico integrado y no como sumatoria de efectos o impactos.
- Internalizar al concepto básico del proyecto, el modo racional de minimizar y o eliminar los productos de desechos.

---

<sup>15</sup> Fernández, R. (2003) En “Arquitectura y Ciudad. Del Proyecto al Eco proyecto”. + TIPU. Edit NobuKo. 2003: 23-27.

En análoga búsqueda, E. Di Bernardo planteó en 2003, la ya mencionada *Función de Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat (FEATH)*, a fin de contraponer este concepto a las falsas nociones— tal como se las ha utilizado durante las últimas décadas— de Desarrollo y Arquitectura Sustentable. En este Capítulo, se desarrollan brevemente los términos de la FEATH.

### **3.1 EFICIENCIA AMBIENTAL DE CONSTRUCCION**

#### **3.1.1 Análisis del Ciclo de Vida (ACV)**

La Función de Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat –FEATH–, implica una evaluación del proceso que comienza con la extracción de los materiales y culmina con el reciclado de los residuos de demolición o con su disposición final, lo que “supone verificar los flujos de materia y energía y su impacto en el soporte natural terrestre, acuoso y aéreo, contemplando la resiliencia y /o poliestabilidad de dicho soporte, la difusividad de la acción impactante es diferente según cada uno de los medios.” (Di Bernardo, 2012c:3)

La norma ISO 14040/2000 describe los principios y la estructura para efectuar estudios de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y elaborar informes sobre los mismos, incluyendo ciertos requisitos mínimos. El ACV analiza los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida de un producto, desde la adquisición de la materia prima pasando por la producción, el uso y la eliminación. Entre las categorías generales de impactos ambientales que es necesario considerar se encuentran el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas. Si bien los ítems considerados para verificar el ciclo de vida de un producto, resultarán *per se*

beneficiosos para la empresa y su entorno, considerando la posibilidad de reducir los niveles de impacto, el hecho que se planteen como favorecedores de la competitividad ambiental, evidencia la visión mercantilista prevaleciente.

La función propuesta por Di Bernardo se diferencia del ACV planteado por la norma ISO, porque la primera incorpora el ACV como una variable más del proceso que se inicia en la extracción de los materiales y finaliza en la disposición de estos, tras la demolición teniendo en cuenta además los costos ambientales de la *construcción, funcionamiento, mantenimiento, satisfacción residencial, rehabilitación, mantenimiento y vida útil*, (E. Di Bernardo, op. cit.). Cuando ingresan un conjunto más o menos grande de materiales diversos con sus propios ciclos de vida, la interacción de los mismos dificulta el análisis y obliga a una integración mayor. La diferente duración de cada uno de los materiales se vincula con la variable de *mantenimiento*. La duración de la vida útil no se determina a priori, resulta, en cambio, una variable vinculada a los puntos críticos de proyecto y producción y a la propia cuantía de la inversión de recursos en la *construcción* y en el *mantenimiento*. Además la información debe ser interpretada, como dice la norma ISO, y a partir de diferentes juicios pueden o deben descartarse ciertos materiales.

El impacto sobre el soporte aéreo de mayor difusividad global es considerado prioritariamente en la norma ISO y sólo plantea analizar el valor absoluto de la descarga, dada la saturación de los Gases Efecto Invernadero.

En la función EATH, las acciones sobre el soporte natural líquido o de la litósfera, no se reducen a verificar solo si hay eutrofización, sino que contemplan otros parámetros que corresponden a impactos que no llegan a

la misma, al analizar la capacidad de resiliencia del soporte natural; puede también ocurrir que el impacto produzca una poliestabilidad positiva (o inocua) del soporte natural, para el sistema humano. Además “[...] la utilización del soporte natural de la litósfera como cantera para la extracción de materia, debe considerar otros aspectos, que no están contemplados en la Norma como, por ejemplo, el sitio geográfico y la especialización productiva y/o su interés para la biodiversidad y/o para el ciclo del agua”. Di Bernardo (2012c:4).

Otros aspectos posibles y socialmente prioritarios que deben tenerse en cuenta en la evaluación de la eficiencia de los procesos constructivos desde un enfoque integral; son los asociados de manera directa o indirecta con la mano de obra intensiva; los impactos extendidos a otras regiones o ecosistemas; la extensión superficial de la extracción; por oposición a extracciones a mayor profundidad y menor extensión; el flujo oculto llevado a cabo para la extracción exigida; la posibilidad de la utilización completa de los flujos de materia y también el resultado final sobre el paisaje ambiental después de la extracción.

“La destrucción de suelo fértil por efecto de la expansión urbana, la industrialización, el aumento del flujo de tránsito vehicular, la erosión hídrica y eólica, etc. se está tornando severa y la presión alimentaria de una población planetaria creciente y el sostenimiento del “capital natural crítico”, vuelven muy conflictivo la temática. Los países con una gran acumulación de capital por efecto de la industrialización acelerada y gran cantidad de exportaciones, así como aquellos grandes productores de hidrocarburos o de “commodities” transitoriamente favorables, están comprando grandes extensiones de suelo fértil en otros países” (Ignacio Ramonet, 2009, cit. en Di Bernardo, 2012c: 5), lo que da la pauta de la escasez del recurso.

### 3.1.2 Materiales Parcialmente Renovables

Dentro de los materiales parcialmente renovables se puede mencionar la madera, ya que consume poca cantidad de energía en su proceso de transformación. Como material de construcción, tiene características muy convenientes para su uso estructural y, como tal, se ha empleado desde los inicios de la civilización. Su buena resistencia, ligereza y su carácter de material natural renovable constituyen las principales cualidades de la madera para su empleo en la construcción.

En la utilización de la madera se debe considerar los tratamientos de conservación y protección (pinturas y solventes) que se apliquen, pues los mismos pueden originar emisiones y residuos tóxicos. También se debe prever que la madera utilizada proceda de bosques con explotación forestal sustentable (recursos naturales renovables), evitando las provenientes de bosques nativos.

Di Bernardo (2003) plantea que “La producción de biomasa primaria puede considerarse una de las bases imprescindibles de la *sustentabilidad fuerte global*<sup>16</sup>, dado que sobre ella se monta toda la cadena trófica de la biodiversidad, incluida la alimentación humana y la producción de fibras y maderas. Las zonas con gran capacidad para producir biomasa deben considerarse especialmente y su impacto negativo debe ponderarse de manera diferente a otros impactos. Por ejemplo, la decapitación del horizonte “a” para producir ladrillos “comunes” en la Pampa Ondulada,

---

<sup>16</sup> La noción de *Sustentabilidad Fuerte Global* (Naredo 1999:65), hace énfasis en los riesgos de “la salud de los ecosistemas en los que se inserta la vida y la economía de los hombres, sin ignorar la incidencia que sobre los procesos del mundo físico tiene el razonamiento monetario.” Respecto de la *Sustentabilidad Global* aclara que se refiere a “cuando se razona sobre la extensión a escala planetaria de los sistemas considerados, tomando la Tierra como escala de referencia. “(Ibidem:66).

resulta sumamente perjudicial para la producción de biomasa, por varias razones y a pesar de la simplificación, producto de la deriva intelectual descripta, que lo señala como un “material local con baja incidencia del costo energético del transporte”, esta dimensión debe ser ponderada de manera diferente en el contexto total”.

Alias (2007) afirma que “el muro de mampostería de ladrillos comunes, a lo largo de su Ciclo de Vida, impacta más fuertemente por las grandes emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen durante la cocción de los ladrillos, dicho proceso supone un gasto energético considerable, ya que requiere temperaturas del orden de los 1000°C.” (Alias, 2007:9). En el muro de mampostería además de los ladrillos se utilizan materiales como el cemento y la cal.

La producción de cemento requiere gran cantidad de energía eléctrica y térmica para llevarse a cabo las transformaciones mineralógicas y físicas inherentes al proceso productivo del mismo. La obtención del clínker requiere el calentamiento de las materias primas (caliza y arcilla) a temperaturas muy altas, (1350-1450°C), la molienda se realiza con procedimientos que utilizan energía eléctrica; por lo que la fabricación de cemento constituye un proceso industrial en el que los costos energéticos totales representan casi el 40% de los gastos de fabricación.

El consumo de cemento anual por habitante en Argentina es de 254 kilos, 60 más de los que se consumían hace sólo cinco años, lo que equivale a más de cinco bolsas de cemento por habitante por año. Como parámetros, en Brasil el consumo fue en 2010 de 272 kilos, España 560 y China superó los mil kilos.

Esto no significa, sin embargo, que el déficit habitacional haya disminuido.

### **3.1.3 Materiales de Fuerte Impacto desde la dimensión de la Sustentabilidad Fuerte Global**

El aluminio es uno de los materiales de fuerte impacto debido a que la producción del mismo es “responsable por aproximadamente el 3% del uso mundial de electricidad y la industria del aluminio está entre los sectores económicos que más energía consumen en el mundo. Típicamente, el proceso de fundición da lugar a emisiones de 1,6 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de aluminio y otra tonelada de equivalentes de CO<sub>2</sub> como consecuencia de las emisiones de perfluorocarbonos”. (Ministerio de Relaciones Exteriores Comercio Internacional y Culto. Informe Sectorial. Sector de la Industria del Aluminio y sus manufacturas, 2010:7)

El aluminio se extrae de la bauxita. Es llevado a la molienda y al lavado, para sacarle el barro y las impurezas y tras esa primera refinación se obtiene la alumina u óxido de aluminio, materia prima en polvo que se somete a un proceso en el que se usa soda cáustica para convertirla en alumina líquida, y luego volver a cristalizar el material en forma controlada. Por último se realiza un horneado utilizando corriente eléctrica para calentar agua a 900°C, proceso por el cual se separa el oxígeno y en el fondo queda el aluminio. En ello consiste la segunda refinación. Las proporciones de reducción de este proceso son las siguientes: de cuatro toneladas de bauxita se obtienen dos toneladas de óxido de aluminio o aluminio, y de dos toneladas de óxido de aluminio se obtiene una tonelada de aluminio.

La producción de aluminio primario en la Argentina se inició a comienzos de la década de los años setenta. La localidad seleccionada para la instalación de la planta de aluminio primario fue la ciudad de Puerto Madryn, en la Provincia de Chubut. En forma simultánea a la construcción de la planta de producción aluminio primario por parte de capitales privados, se construyeron un puerto de aguas profundas para la facilitar la importación de materias primas y exportación del metal producido y la Central Hidroeléctrica Futaleufú, a fin de abastecer de energía eléctrica a la planta de aluminio. Estos emprendimientos se llevaron a cabo por parte del Estado.

### **3.2 COSTOS AMBIENTALES DE FUNCIONAMIENTO**

Los cerramientos, fachadas y cubiertas, constituyen la piel del edificio. Se trata de la membrana, interface, que permite y controla las relaciones que se establecen entre el interior y el exterior. Estas relaciones se establecen en términos de intercambios de energía y masa: el aire exterior, utilizado como diluyente de los contaminantes interiores, la energía térmica, que debe disiparse en condiciones de sobrecalentamiento, y la radiación solar que debe penetrar para iluminación natural y para cumplir funciones térmicas e higiénicas.

En los edificios públicos de la ciudad de Rosario la energía utilizada en el funcionamiento es esencialmente energía eléctrica y gas. El consumo de energía eléctrica se está incrementando continuamente en los últimos años, a partir del incremento de los equipos de refrigeración, de los costos de movimiento en los edificios de gran altura y en los gastos energéticos de información.

### 3.2.1. Confort Higrotérmico

El confort higrotérmico se establece cuando el cuerpo pierde calor a la velocidad adecuada; una mayor velocidad implica sensación de frío y una menor velocidad, sensación de calor. A esa velocidad se equilibran todos los intercambios energéticos que se originan en el hombre.

El bienestar es el resultado de la interacción compleja de un conjunto de *parámetros*, tales como los *parámetros geográficos* (latitud y altitud), *ambientales* (temperatura, humedad, movimiento del aire, radiación solar, radiación de onda larga emitida por parámetros exteriores), *personales* (actividad, edad, vestimenta, sexo), *del espacio interior* (tiempo de ocupación, gradiente vertical de temperatura, radiación de onda larga emitida por los paramentos interiores, variación periódica de temperatura, asimetría radiante entre paramentos).

A fin de manejar una combinación múltiple de parámetros se crearon los *índices de bienestar*, entre los que se destaca la *temperatura efectiva*, que es capaz de englobar en un único valor los efectos de la temperatura, humedad y movimiento de aire. De este modo, a la hora de fijar el confort de un local, en función del tipo de ocupantes y de la labor que van a realizar, es suficiente con indicar la temperatura efectiva de confort que le corresponde. “Está estadísticamente comprobado que el mayor porcentaje de individuos confortables en invierno se da ante una temperatura efectiva de 23°C, mientras que en verano corresponde a 25°C, es decir, temperaturas de bulbo seco medidas en ambientes en calma con un 50% de humedad relativa.” (Neila González, 2003:61)

El mal desempeño higrotérmico acarrea patologías no solamente constructivas, sino que generan ambientes interiores fuera de las

condiciones de confort, lo que a su vez repercute en la satisfacción residencial de los ocupantes.

Borgato propone evitar las superficies frías, pues “es importante desde todo punto vista, el del confort (ya que la baja de temperatura de las superficies solo puede compensarse limitadamente con alta temperatura del aire), el de la condensación; el de las corrientes convectivas y el de la potencia y gasto de la instalación de acondicionamiento.” (Borgato, 1973:14)

El aprovechamiento invernal del sol presenta tres posibilidades: la de gozar de sus efectos térmico y psicológicos mientras dura; la de almacenar su energía en el edificio mismo, y finalmente la de captar su energía mediante instalaciones especiales para alimentar luego con ella instalaciones convencionales.

### **3.2.2 Confort Lumínico**

En opinión de Neila Gonzalez, “sólo puede afirmarse que existe confort luminoso cuando la cantidad y calidad de la iluminación se combinan de forma tal que permiten visualizar los objetos con claridad, sin necesidad de requerir esfuerzos por parte del observador”. (Neila Gonzalez, 2003: 115)

Diversos factores pueden alterar la visión de los objetos. Uno de los más importantes es el deslumbramiento, fenómeno que se produce cuando por una incorrecta recepción o distribución de luminancias en el plano o área de trabajo, se reduce la visión o se manifiesta discomfort.

La luz solar directa es una fuente de reflejos y potencialmente de deslumbramiento, y en aquellos locales donde sea claramente perturbadora para la actividad laboral será necesario evitar la radiación directa sobre la ventana, en la medida que, la luz difusa no produce deslumbramiento. Es este el motivo por el que se recomienda utilizar elementos que conviertan la radiación directa en difusa.

Las posibles fuentes de luz, cada una de muy distintas características, son: el cielo azul, el cielo blanco, el cielo gris, el sol directo y el sol reflejado. Para el clima rosarino, probablemente corresponde estudiar la iluminación de invierno en función del cielo azul, y la de verano en función del sol directo y reflejado.

Según las investigaciones realizadas por W. Kleffner<sup>17</sup>, más allá de una superficie de ventana de 1/10 a 1/8 de la superficie del local, el aumento de la iluminación media horizontal no es proporcional al aumento de superficie de ventanas (por ejemplo) un aumento de ventanas de 1/6 a 1/3 de la superficie del suelo no trae otro del 100 % en la iluminación sino sólo el 59 %.

A la hora del diseño de los componentes arquitectónicos involucrados en la iluminación natural surge lo siguiente: *los componentes de conducción de la luz, los componentes de paso de la luz y los elementos de control de la luz*. La primera corresponde a los espacios que proyectan y distribuyen directa o indirectamente la luz en el interior a través de un *componente de paso*: galerías acristaladas; invernaderos; patios con acristalamiento, conductos solares. Los elementos constructivos que conectan dos

---

<sup>17</sup> [www.rosario.gov.ar/normativa](http://www.rosario.gov.ar/normativa). Reglamento de edificación. Recopilación realizada al 30-03-2009.

ambientes luminosos permitiendo el paso de la luz de uno hacia a otro, comprenden los diferentes tipos de huecos acristalados según todas sus características y su relación con el edificio:

Ventanas y ventanales en fachada; muros cortina; lucernarios y claraboyas con sus características: tamaño; forma y proporción; posición con relación al paño; orientación.

El punto de partida del diseño debe ser el aprovechamiento del mayor número de horas de luz natural (coincidentes con las de mayor actividad) en la mayor superficie del edificio posible.

Los tres criterios esenciales a la hora del diseño son:

- Alcanzar un nivel de iluminación suficiente en cualquiera de los planos de trabajo o actividad (ahorro de energía).
- Evitar reflejos que puedan provocar deslumbramiento y dificultar la tarea (mejora de la eficacia laboral).
- Relacionar el ambiente interior con el exterior (función psicológica).

“La iluminación natural no puede considerarse como una dimensión de *sustentabilidad per-se*, pues tiene implícita un flujo de energía solar y según su aporte sea negativo, aumentando la carga de refrigeración o positivo disminuyendo las demandas de calefacción debe ingresar en el análisis. La misma debe considerarse en función de la posición espacial del elemento captor, la altura y acimut del sol, el estado de la bóveda de cielo, los reflectores externos, las protecciones exteriores e interiores, fijas y móviles, las temperaturas secas y húmedas del día en cuestión.” (Di Bernardo, 2007).

Con respecto a la iluminación artificial, los aspectos críticos son: consumo de energía, integración formal; facilidad de limpieza y reposición, reflejos y deslumbramiento. La distribución correcta de las luminarias en todo el campo visual solo resulta problemática en las proximidades de las luminarias, que, en general, deberán ser suficientemente extensas o protegidas y capaces de iluminar adecuadamente el cielorraso. En relación a la iluminación artificial Di Bernardo afirma que “debe considerarse el rendimiento lumínico de las lámparas, su vida útil, la eficiencia de las luminarias, la eficiencia del local y el rendimiento de color exigido a las lámparas. Según algunos datos en edificios públicos el uso de energía eléctrica para iluminación puede variar, en función del tipo de cielo y del proyecto de iluminación natural, entre el 21% y 40% del total en estos edificios es necesario contar con la herramienta de la gestión de la energía y disponer de sensores automáticos para el control de la iluminación.” (Di Bernardo, 2012c: 11)

### **3.2.3 Comunicación**

Los flujos energéticos para esta variable crecen constantemente, fundamentalmente por las herramientas digitales para la comunicación electrónica el acceso a Internet y la TV.

“En edificios públicos de oficinas de entre 15.000 y 40.000 m<sup>2</sup> el consumo de energía eléctrica en computadoras puede ser de entre 10 y 20% del total de acuerdo al equipamiento informático, por lo que debe preverse el apagado automático de los equipos”. (Tanídes, 2009, cit. en Di Bernardo, 2012c: 12)

Los edificios públicos en el caso de la ciudad de Rosario desde hace, aproximadamente diez años, requieren para el desarrollo de actividades que

en los mismos se realizan, la incorporación de técnicas de proceso de datos y de telecomunicaciones. Por ej., en el Edificio de la Aduana cada puesto de trabajo tiene una computadora.

### **3.2.4 Domótica de Control. (Dimensiones automáticas y humanas)**

La seguridad en el funcionamiento de todas las dimensiones de la variable, incluida la seguridad personal se vincula con la domótica o el control inteligente de todo el funcionamiento del sistema. El adecuado control del funcionamiento eficiente del edificio es lo suficientemente complejo como para necesitar algo más que un manual de electrodoméstico. Cambiar buena parte del control casual del usuario por un sistema programado, puede significar un considerable ahorro en el flujo de energía y materia. En edificios especialmente grandes y/o complejos debe contemplarse la función humana del gestor de la energía.

“En las instalaciones eléctricas debe considerarse el potencial de ahorro posible al considerar las pérdidas por efecto Joule. La dimensión de los conductores en instalaciones de baja tensión, debe realizarse considerando la dimensión térmica, la máxima caída de tensión compatible con el funcionamiento de la instalación y el efecto Joule. Se optimiza así el costo ambiental de construcción con el de funcionamiento a lo largo de toda la vida útil del sistema, obteniéndose reducciones hasta del 4,9% en la demanda de potencia y del 1,1% en el consumo energético”. (Tanídes, 2003 b, cit. en Di Bernardo, 2012c: 13)

“En bastantes edificios de oficinas, industriales, entidades bancarias y empresas que se construyen actualmente, se instalan sistemas de

telecomunicaciones e informáticos para la gestión del ambiente higrotérmico, luminoso, acústico, de seguridad (incendio, intrusión, vigilancia, etc.), comunicaciones”. (González González en Monjé Carrió, 1999:223)

Estos sistemas permiten el control del edificio, a partir de los años setenta con la incorporación de la informática a las comunicaciones se comienza a dar nombre de *Edificio inteligente*.

### **3.3. COSTOS AMBIENTALES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN**

#### **3.3.1. Distintos criterios de Mantenimiento**

El adecuado mantenimiento colabora en el aumento de la vida útil de un edificio y mejora las condiciones de funcionamiento correspondiente a los flujos de materia y energía.

“El mantenimiento está directamente relacionado con las calidades de producción y con la vida útil del sistema, es decir establece un puente que puede mejorar o entorpecer la vida útil, ésta última depende de manera directa de las calidades de producción e indirectamente del mantenimiento. A mayores calidades de producción, que dependen de las inversiones energético-materiales y de la solución de diseño de los puntos críticos, menores costos ambientales de mantenimiento”. (Di Bernardo, 2003)

El mantenimiento y la restauración se continúan sin solución de continuidad, la oportunidad de realizar una restauración depende del estado en que se encuentra el edificio, de la eficiencia de funcionamiento respecto de los flujos de masa y energía y del valor histórico y/o arquitectónico del mismo. (Di Bernardo, 2003)

Como ya se sostuvo, el mantenimiento y la restauración se suceden sin solución de continuidad, lo que obliga a cuestionarse ¿cuándo corresponde desde la dimensión de la eficiencia ambiental interrumpir el mantenimiento o no realizar la restauración? Esto nos lleva a preguntarnos ¿cómo debe considerarse la posible amortización ambiental no crematística?

La realidad demuestra que no puede aplicarse fríamente una depreciación lineal del 1% si no se considera la calidad de la construcción. (Di Bernardo, 2003)

El criterio que se debe seguir para aconsejar la rehabilitación ambiental debe tener en cuenta los costos ambientales de mantenimiento (análisis de economía ecológica de la inversión de recursos materiales y energéticos y, su impacto sobre el soporte natural), y la relación de costos de construcción a los de funcionamiento. (Di Bernardo, 2003)

Un criterio posible que se propone consiste en un análisis contingente, es decir las relaciones entre los costos energéticos de construcción (CEC) y los costos energéticos de funcionamiento por año (CEFa) que tiene que ver de manera bastante directa con la eficiencia ambiental de la distribución de los recursos energéticos. Debemos considerar que se pueden poner los insumos materiales en sus valores de energía base, aunque de esta manera se deja afuera el análisis sobre el agotamiento de los recursos y el impacto debido a la extracción de materiales, en muchos casos afectando la geomorfología y la capacidad productiva del suelo. El resultado del cociente entre los costos energéticos de construcción y los de funcionamiento por año es una medida indicada, cuanto más alto el resultado del mismo, en principio, es más aconsejable la rehabilitación, a más bajo cociente menos aconsejable es la rehabilitación, a menos que la misma esté destinada al mejoramiento del funcionamiento

energético del sistema, considerando la calidad de construcción y su inversión inicial en recursos. (Di Bernardo, 2003)

El mantenimiento adecuado se realiza sobre la base de criterios preestablecidos, que pueden variar entre la observación periódica de los daños a que se ve sometido el edificio, realizando la misma cuando se considera que la magnitud del mismo lo aconseja, o realizando la misma en cada período temporal preestablecido, en función de las condiciones del edificio, el clima y las agresiones particulares del uso a que está sometido el mismo.

En este complejo universo de decisiones y de diferentes posibilidades de relaciones, estimar el valor energético-material de los costos de mantenimiento es una tarea que exige todo un trabajo de investigación, es posible que con las decisiones adecuadas de diseño y producción este costo sea irrelevante en el contexto total.

### **3.3.2. Oportunidades de las Rehabilitaciones**

“La rehabilitación de un edificio implica la recuperación y modificación de una funcionalidad principal (su habitabilidad) por medio de una serie de actuaciones sobre las unidades y elementos constructivos dañados por el uso o por la falta de mantenimiento”. (Monjo Carrió, 1999:105)

Rehabilitación funcional y/arquitectónica, se refiere a remodelaciones espaciales para refuncionalizar un edificio. Incluye también refuerzos estructurales en caso de edificios antiguos. Además de adecuaciones según nuevas normas por ejemplo: Accesibilidad de personas con discapacidad eliminando las barreras arquitectónicas.

La rehabilitación puede ser energética, cuando el sistema está obsoleto ya sea por el excesivo consumo de energía o porque está dañado. También por adecuación a nuevas legislaciones por ejemplo Ordenanza N° 8757, “Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética en las construcciones”, Ordenanza N° 8784, “Implementación de energía solar para agua caliente sanitaria en edificios públicos”.

Rehabilitación infraestructural debido a la recuperación o modernización de las instalaciones, por ejemplo adecuación de ascensores según Ordenanza de Complementación, Modificación y Compilación de las indicaciones referidas a ascensores en el capítulo V del Nuevo Reglamento de Edificación.

Monjo Carrió establece lo siguiente: “Será fundamental considerar al edificio como un objeto físico, compuesto a su vez de elementos constructivos con unas características geométricas, físicas, mecánicas y químicas determinadas, que pueden ser objeto de deterioro o sufrir procesos lesivos, procesos patológicos....Podríamos definir la Patología Constructiva de la Edificación como la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio (o en alguna de sus unidades) después de su ejecución (...) “Para poder reparar o rehabilitar se debe empezar por observar la lesión, para, siguiendo la evolución de la misma, llegar a su origen, la causa”. (Monjo Carrió, 1999:105- 106)

Las *lesiones* son manifestaciones observables de un problema constructivo, pueden ser primarias (aparecen en primer lugar en la secuencia temporal del proceso patológico) o secundarias (surge como consecuencia de una lesión anterior).

Las *causas* se pueden definir como el agente, activo o pasivo, que actúa como origen del proceso patológico y que provoca una o varias lesiones. Pueden ser *directas* (cuando constituyen el origen inmediato del proceso patológico, tales como esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.) e *indirectas* cuando se trata de errores o efectos de diseño o ejecución, que necesitan la conjunción de una causa directa, tales como errores en los detalles constructivos o en la elección de materiales, defectos de fabricación de los mismos, etc.

Un estudio estadístico en Europa arroja el siguiente cuadro respecto de la responsabilidad de las causas indirectas (Cit. en Monjo Carrió, 1999: 120):

Proyecto	40% - 50%
Ejecución	25% -35%
Material	10% - 15%
Mantenimiento	10% - 15%

Finalizado el diagnóstico, habiéndose identificado las causas a partir del análisis de la lesión, debe realizarse la *reparación*, mediante un conjunto de actuaciones de diversas envergaduras en función de la magnitud de causas y lesiones. La finalidad de la *reparación y/o rehabilitación* consiste en devolver a los edificios al estado inicial de habitabilidad, o mejorar el mismo. El mejoramiento puede tener por finalidad adecuar tecnológicamente al edificio, mejorar la habitabilidad térmica, lumínica o acústica, así como atender a las modernas consideraciones de la seguridad e higiene y permitir y/o mejorar la accesibilidad a los discapacitados.

### 3.3.3 Obsolescencia Ambiental

La eficiencia energética de funcionamiento es clave para aconsejar la rehabilitación, el consumo puede ser tan grande, por ejemplo, que aconseje la declaración de *ruina ambiental o energética*, para el reemplazo del sistema a pesar de la inversión energética de construcción.

La oportunidad de su realización gira alrededor de la dimensión histórica y/o la calidad arquitectónica, a la que deben agregarse aquellas cuestiones vinculadas a la excelente calidad de producción y/o a la larga vida útil que ha desarrollado el edificio y que todavía se puede esperar de él. (Di Bernardo, 2003:12)

Pero no todo el problema se circunscribe a la dimensión termo-energética, aparecen cuestiones vinculadas a la iluminación, al movimiento, a la información y al control inteligente de funcionamiento entre otros aspectos, que deben considerarse en la rehabilitación. (Di Bernardo 2003:12)

El funcionamiento termo-energético y de iluminación está directamente relacionado con la piel o envolvente del edificio, por lo que pueden hacerse algunas consideraciones particulares al respecto. El Costo Energetico de Funcionamiento Total está referido a la energía extrasomática que llega al edificio en este costo no se agrega el aporte térmico positivo del sol, la iluminación debida a sol y cielo y el refrescamiento debido a la amplitud térmica del clima y/o ventilación y movimiento natural del aire inteligentemente aprovechada. (Di Bernardo, 2003)

### 3.3.4. Relaciones de Eficiencia de Mantenimiento en relación a la Vida Útil, Costos Ambientales de Construcción y Costos Ambientales de Funcionamiento.

Respecto del funcionamiento termo-energético existen un conjunto de posibilidades de optimización, a partir de la inteligente utilización de las *presiones térmicas naturales* en el contexto de: la relación llenos a vacíos, protecciones interiores y exteriores, compacidad volumétrica, de masa y resistencia térmica y de infiltraciones y ventilaciones controladas a voluntad. Distintas soluciones pueden tener diversos costos ambientales de mantenimiento que contrarresten las ventajas obtenidas en el funcionamiento o en la relación de los costos energéticos de construcción con los de funcionamiento y con la vida útil. (Di Bernardo, 2003)

La Norma IRAM 11.604, establece los valores máximos admisibles, para el coeficiente volumétrico  $G^{18}$ , los mismos limitan las pérdidas de calor por unidad de volumen de la vivienda calefaccionada para mantener un determinado nivel de ahorro energético. Fijado el valor  $G$  hay muchas formas de satisfacerlo: se puede aumentar la resistencia térmica de muros, techos y vidrios, así como actuar sobre la forma del edificio. Respecto de la forma de un edificio, es importante destacar que aunque dos construcciones sigan idénticas normas de aislamiento térmico en todos sus elementos, las pérdidas de calor globales serán distintas en la medida que difieran en la forma. La mayor compacidad del edificio disminuye las pérdidas de calor.

Es por esto que el concepto de aislamiento térmico, desde el punto de vista de condiciones de habitabilidad y consumo de energía, incluye no solo la obtención de una mejor calidad de aislación térmica de la envolvente, sino además la adecuada selección de la orientación y de la forma.

---

<sup>18</sup> Coeficiente volumétrico  $G$  de pérdida de calor, unidad: Watt por metro cúbico kelvin. Definición: Flujo de calor que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario. (IRAM 11549,1993:7)

Póngase como ejemplo el que un edificio tenga un coeficiente de pérdida global "G" pequeño, en donde fundamenta uno de los aspectos de su eficiencia energética de funcionamiento de invierno, esto puede ocurrir por la compacidad de su envolvente, por la alta resistencia térmica de la misma o por un efecto combinado de ambas soluciones a lo que debemos sumar el factor, pérdidas -pequeñas (en lo posible)- por infiltraciones. Si el aspecto dominante es la compacidad la conservación de ese funcionamiento está menos vinculada al mantenimiento que si el comportamiento eficiente se basa en la resistencia térmica colocada, por ejemplo, hacia el exterior del muro, con la finalidad de conservar la mayor masa térmica posible hacia el interior. En este caso, según la terminación protectora del material aislante, las necesidades del mantenimiento se incrementan, de igual manera ocurre con los burletes de las aberturas que disminuyen las infiltraciones, especialmente si el clima es ventoso. (Di Bernardo, 2003)

### **3.4 COSTOS AMBIENTALES DE DEMOLICIÓN Y RECICLADO**

#### **3.4.1. Obsolescencia Económica Crematística.**

Se suele considerar como la vida económica de un edificio al período durante el cual produce unos ingresos suficientes como para justificar la inversión realizada (o, en el caso de un edificio ocupado por su propietario, el período durante el cual está en uso directo).

La vida física de un edificio es el período de tiempo durante el cual ese edificio permanece en uso en el entorno edificado, antes de ser demolido, introducido y asimilado por los ecosistemas. Cada vez más la modificación química (y física) de los materiales naturales dificultan su re inserción en el soporte natural, ese es el alegato de los terrícolas que pretenden construir con barro. El destino de la demolición es cada vez más un problema, pues poco puede reciclarse. La coordinación modular puede ayudar a la recuperación de partes con mayor vida útil para su reutilización

en otro sistema, es así como puede pensarse al sistema edilicio como un “mecano” con partes de mayor y menor vida útil que puedan ensamblarse en el tiempo.

Por lo general al concluir su período de vida económica, la vida física del edificio permanece.

Di Bernardo (2003:2), manuscrito: Se considera ruina económica cuando, en la obligación de reparación, el costo de las obras necesarias supera el 50% del valor actual del edificio excluido el valor del terreno, si el edificio es viejo este valor puede ser muy pequeño en relación al costo original actualizado. El cálculo del valor de reparación es objetivo en términos de *seguridad*, no así el de *salubridad*, donde por reduccionismo no se incluyen las condiciones ambientales, ni de *ornato* que son objeto de distintas interpretaciones.

La ruina económica puede incluir una obsolescencia programada, con la finalidad de generar la acumulación ampliada de capital, donde se “consumen” todos los valores del edificio, incluidos los formales o figurativos. El permanente rediseño de los automóviles, con pequeñas modificaciones de detalles, que fuerzan el consumo es un ejemplo acabado de este proceso. Edificios significativos, de los cuales existen muchos ejemplos en el mundo, funcionan de esta manera generando capital a partir de su uso. La eficiencia ambiental exige una larga vida útil, que apoyada en un adecuado mantenimiento amortiza los recursos naturales invertidos en su producción, debe dejarse claro en esta evaluación la eficiencia del funcionamiento del conjunto.

Para determinar la *ruina económica* desde la dimensión clásica, al valor actual se deprecia la antigüedad, aplicándose el concepto de

amortización inmobiliaria en la cual el bien pierde valor con el transcurso del tiempo. La depreciación se estabiliza al concluir la *vida útil económica* del inmueble, si todavía puede ser destinado al uso conserva un valor residual hasta la desaparición física. (Di Bernardo, 2003)

Un criterio simple aplicado en muchas circunstancias consiste en una amortización lineal del 1% no acumulado, una recta con una pendiente del 1%, que dentro de la economía crematística tiene valor para el inmueble como garantía en el mercado inmobiliario. (Di Bernardo, 2003)

Para considerar la declaración de ruina económica la depreciación a aplicar al valor actual es en España, el siguiente:

“Para edificios de uso residencial. 100 años.

Para edificios de oficinas. 75 años.

Para edificios comerciales. 50 años.

Para edificios de uso industrial o ligados a una explotación económica: 35 años.” (Federico García Erviti, 1999: 337)

En muchos países existen criterios de ruina funcional dentro del Código Civil, que se enmarca dentro del “*concepto legal de ruina edificatoria administrativa*”, que obliga a mantener condiciones de seguridad, salubridad y ornato en los edificios. El deber de mantenimiento se extingue por incompatibilidad cuando el edificio se encuentra en situación de ruina.

Puede producirse que el incumplimiento del deber de conservación acelere el deterioro del edificio y produzca su ruina, con el consiguiente beneficio del infractor, especulador inmobiliario. Además la falta de mantenimiento aumentará el costo de la obras de reparación de daños lo que posibilitará la declaración de obsolescencia económica.

### **3.4.2 Obsolescencia “figurativa o estética”**

En la ciudad de Rosario, en el año 1996, mediante la Ordenanza N° 6.171 se dispone la puesta en marcha del "Programa de Preservación del Patrimonio Histórico, Urbano y Arquitectónico".

El Programa interviene bajo la definición de cuatro líneas de trabajo:

- Elaboración e instrumentación de un marco legal, desarrollando normativas específicas, encargadas de regular la actuación en áreas y sitios de valor patrimonial;

- Rehabilitación de edificios de valor patrimonial, a través de intervenciones concretas en inmuebles públicos y en inmuebles privados, con una importante tarea de asesoramiento técnico y gestión;

- Relevamiento, catalogación e inventario;

- Difusión ciudadana y concientización, a través de campañas y publicaciones.

En la ciudad de Rosario en el año 2008 se reglamentó la Ordenanza N° 8245 mediante la cual se fija el Inventario y Catalogación de bienes del Patrimonio Histórico Arquitectónico y Urbanístico de la ciudad de Rosario.

Con respecto al Acondicionamiento y Rehabilitación de los edificios en el capítulo 3 define lo siguiente: “Se refiere a las tareas de recuperación de la imagen global del inmueble, destinadas a mejorar las condiciones higiénicas y de habitabilidad del edificio o parte del mismo, por medio de la incorporación, sustitución o modernización de sus instalaciones e infraestructura de servicios, con las correspondientes modificaciones que estas obras impliquen, para la adecuación a las normas vigentes (seguridad,

accesibilidad, etc.) o definición de nuevos usos compatibles. Puede incluir modificación o incorporación de tabiques interiores sin alteración del orden tipológico. No se requiere la aplicación de procedimientos considerados "científicos".

La Declaración de Ruina según dicha ordenanza, se establece mediante el Programa de Preservación y Rehabilitación del Patrimonio, a través de los informes periciales a realizar con la Asesoría de los Institutos de Investigación Especializados de la Universidad Nacional de Rosario y elevada al Concejo Municipal para modificar su situación en el Inventario.

Según la complejidad de los casos se solicita la intervención al Centro de Control de Calidad, Patologías y Restauración Edilicia (CAPRE) dependiente de la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño o al Instituto de Mecánica Aplicada y Estructura (IMAE) dependiente de la Facultad de Ingeniería, Agrimensura y Ciencias Exactas a los efectos de determinar los "supuestos de ruina" de los inmuebles que así lo requieran, mediante el desarrollo de un informe pericial.

En dichos informes se evalúan las siguientes variables:

Supuesto de ruina *funcional*, condiciones de habitabilidad, capacidades mínimas de confort, salubridad y seguridad. Se realiza un diagnóstico con inspección ocular, se describen las lesiones, grietas, fisuras, desplazamientos, desprendimientos y toda clase desperfectos que afecten las condiciones normales de seguridad, salubridad y aspecto exterior del edificio.

Supuesto de ruina *técnica*, evalúa la estabilidad estructural de la obra, afectación de elementos estructurales, se especifican estado de

conservación y grado de intervención. Descripción de las medidas a tomar apuntalamientos, refuerzos, recalces, sustituciones, etc.

Supuesto de ruina *económica*: similar al procedimiento español, se evalúa el importe de las obras de rehabilitación, reparación y puesta en valor del inmueble y el del 50% del valor actual del edificio, excluido el valor del terreno.

### **3.4.3. Obsolescencia urbana**

La declaración ruina urbanística se establece cuando se requiera la realización de obras que no pudieran ser autorizadas por encontrarse el edificio en circunstancias urbanísticas especiales. Las mismas se identifican en caso que se encuentre con una situación disconforme con lo previsto por el Plan Urbano vigente en cuanto al uso o usos compatibles, tipología edificatoria, edificabilidad, posición del edificio en relación con la alineación oficial, retiros, factor de ocupación del suelo, altura, y en general todos aquellos parámetros que definen el aprovechamiento edificatorio del suelo.

La Ordenanza 8245/2008 establece que se procederá a la Declaración de Ruina de un Inmueble de Valor Patrimonial cuando ocurra algunas de las siguientes causas:

- “Que el inmueble no sea reparable por los medios técnicos habituales.
- Que el estado de la edificación represente un riesgo inminente atentando contra la seguridad del área y de las personas.

- Que junto con la situación de deterioro, existan circunstancias urbanísticas que aconsejen la demolición del inmueble.” (Ordenanza N° 8245: 8)

Anterior a esta ordenanza, el caso más emblemático de obsolescencia urbana fue la demolición de edificaciones anexas a la Catedral (casa parroquial) para la construcción del Pasaje Juramento en el año 1997.

El programa de Preservación del Patrimonio de la Municipalidad de Rosario define como “Preservación del patrimonio urbano: distintos tipos de acciones tendientes a proteger, resguardar y conservar los bienes de valor arquitectónico, histórico, cultural, como ejercicio del derecho público a su disfrute por parte de los ciudadanos y las generaciones futuras.” <http://www.rosario.gov.ar/sitio/arquitectura/programa.jsp> recuperado el 2 de setiembre de 2012.

Otra dimensión a considerar está vinculada a la eficiencia ambiental urbana; la sustitución del edificio, dadas las características ambientales globales del mismo, puede ser ventajosa para mejorar la eficiencia ambiental urbana, tales como la compacidad, usos sociales, liberación de suelo, reintroducción de fragmentaciones naturales, etc. Estas posibles soluciones deben además contemplar la noción de pertenencia de los habitantes a un dado ambiente urbano, esto incluye el patrimonio cultural incluido el intangible. El patrimonio edilicio es un recurso no renovable y escaso de trascendental importancia que puede generar incluso utilidades crematísticas y que debe ser conservado para las generaciones futuras con la finalidad de satisfacer sus necesidades, tal cual reza en la definición.

#### 3.4.4. Obsolescencia técnica. Robustez

Se establece obsolescencia técnica cuando existe daño en el sistema estructural. Cuando el edificio presente un agotamiento generalizado de sus elementos resistentes. Para determinar esta circunstancia se requiere realizar un diagnóstico de las lesiones con el consiguiente análisis de las mismas, sus posibles causas y la posibilidad o no de repararlas.

Se deben analizar grietas y fisuras en función de su ubicación, inclinación, dimensiones; pandeos de elementos verticales; abombamientos y despegues de muros; flexiones de vigas, muros y daños de cubiertas.

En relación al concepto de *agotamiento*, la bibliografía española insiste en el cómputo de aquellos elementos resistentes que presenten daños tales que requieren su demolición y consiguiente sustitución o reemplazo por otros que cumplan la misma función. Aunque se produjeran daños en elementos estructurales o en zonas a reconstruir que requieran el desalojo de los habitantes, si afectasen a una pequeña parte en relación con el total, podrían no resultar suficientes para la declaración de ruina técnica.

La ordenanza sobre Conservación, Rehabilitación y Estado ruinoso de Madrid establece como condición necesaria para la declaración de ruina técnica que la reparación de daños implicase la construcción de elementos estructurales en extensión superior a un tercio de la totalidad de los mismos.

La Ordenanza municipal N° 8245 establece declaración de Ruina de un Inmueble de Valor Patrimonial cuando “el estado de la edificación

represente un riesgo inminente atentando contra la seguridad del área y de las personas.” (Ordenanza N° 8245/2008: 8)

Di Bernardo (2003:14) plantea que la robustez de concepción y obsolescencia funcional, simbólica, tecnológica y social, son criterios que deben discutirse en profundidad de igual manera que el mantenimiento y la transformación funcional y simbólica en el contexto de la eficiencia ambiental del hábitat.

Consecuente con el concepto de diversidad y con la necesidad de poner de relieve la contradicción entre sustentabilidad y globalización, se hace necesario rescatar dentro del territorio la necesaria particularidad local, el concepto de *holgura dimensional*. Este concepto tiende a subvertir la alienación, producto de la acendrada competencia, de la marginación y concentración de la riqueza, de la excluyente división del trabajo internacional y de la desocupación. El concepto de *holgura dimensional* implica holgura espacio-temporal y debe estar presente en el conjunto de variables que intervienen en las decisiones, respecto del concepto de robustez y de transformación funcional y simbólica. (Di Bernardo, 2003:14)

En ocasiones puede darse el problema de la obsolescencia técnica, es decir, una inadecuación al funcionamiento técnico de edificios con una fuerte dependencia tecnológica.

#### **3.4.5. Disposición final de residuos. Alteraciones geomorfológicas.**

La descarga y gestión de todos los productos de desecho de los edificios están relacionadas sistemática y recíprocamente con el flujo de

recursos, con las operaciones que se desarrollan en el seno del edificio y con la capacidad de asimilación de los ecosistemas de la Tierra.

“Durante la producción del edificio el proceso tradicional de construir y romper deja como consecuencia 200 ó 300 Kg de residuos por metro cuadrado construido”. (Di Bernardo, 2012)

Más allá de que algunos materiales pueden mediante los procesos de recuperación, reciclarse, y permanecer durante un tiempo dentro del medio edificado, conviene no olvidar que el destino final de los desechos no deseados son siempre los ecosistemas.

Puede establecerse una distinción fundamental entre dos tipos básicos de residuos:

- Los que producen un incremento en el volumen o en el ritmo de introducción de materiales y/o energía ya existentes en los ecosistemas.
- Los que contienen productos peligrosos (venenosos y químicos) que no suelen estar presentes en los ecosistemas.

Yeang define a la gestión de los residuos como “el conjunto de decisiones que se deben tomar en lo relativo a las rutas seguidas por los desechos, su desarrollo, su destino final y los impactos que ejercen sobre el ecosistema a lo largo de la ruta.” (Yeang, 1999: 138) Entre las medidas destinadas a la gestión de residuos pueden destacarse:

-El reaprovechamiento como materiales degradados (escombros, etc.) como materiales reutilizables mediante un proceso con mayor o menor insumo de energía de media o alta calidad (reutilización de hormigones) mediante rotura a tamaño del anterior agregado grueso.

-La recuperación de elementos (aberturas) o partes completas (paneles globales), esto requiere de la coordinación modular.

-La reducción de residuos en las mismas fuentes en que se generan, cambiando su naturaleza y composición. Aumento de la durabilidad o no durabilidad de acuerdo con sus respectivos modelos de uso o vidas útiles.

-La programación de los procesos de tal manera que la combinación de productos, la magnitud de las emisiones y el tiempo y modo de generación se adecuen a la capacidad de asimilación del ecosistema.

Una vez generados los residuos, una opción es la recuperación en sentido general, que consiste en aprovechar los recursos energéticos contenidos en el residuo. Este proceso reduce el gasto global de producción-consumo pero tiene un umbral, ya que cada acto de recuperación requiere gastos de energía y materiales.

Yeang establece que “Los ecosistemas tienen una capacidad limitada de asimilar, las diversas formas y tipos de residuos a través de mecanismos naturales de transporte, transformación y almacenamiento. El uso del ecosistema como receptor de desecho puede describirse como el uso de la capacidad de asimilación de los sistemas (es decir, su capacidad de disipar, absorber, diluir, degradar, descomponer o modificar los productos).” (Yeang, 1999: 149)

Todo ecosistema que ha sido alterado tiende a buscar un nuevo equilibrio. Cuando la contaminación no es grave, el sistema puede estabilizarse y si la contaminación se detiene, el sistema alcanza un nuevo equilibrio al cabo de un cierto tiempo. Pero si las emisiones de desechos continúan y superan a las que el ecosistema es capaz de tolerar, se produce un grave deterioro de los procesos, estructura y propiedades del ecosistema

que culmina en su desorganización y destrucción total, o en su pervivencia en un estado deteriorado en que solo subsisten unos pocos organismos resistentes.

Existe en el ecosistema una diversidad de especies indispensable para que los ecosistemas soporten las perturbaciones a las que los someten los factores externos.

“La función ecológica más importante y crítica de la biodiversidad es el mantenimiento y el mejoramiento de esta propiedad de los ecosistemas, conocida como “resiliencia”. (Holling, 1973,1994).

La resiliencia es la propiedad de los ecosistemas para responder al estrés provocado por la depredación o la perturbación proveniente de fuentes externas (incluidas las actividades humanas), lo que por cierto, incluye entonces un valor de la biodiversidad. La biodiversidad, es el mecanismo vital que asegura la resiliencia esencial de los ecosistemas.

Di Bernardo (2012) plantea que existen fuertes conflictos entre los intereses sociales y los intereses privados de difícil solución. Muchas veces estos intereses privados toman la fuerza sobrehumana de las ideas, se transmutan en ellas y adquieren el carácter de una corriente fuera de control humano. El pensamiento reduccionista sobre el valor de la “tecnología más avanzada”, debe ser reemplazado por el concepto de “*tecnología apropiada de valor local*”, que puede incluir o no desarrollos tecnológicos de última generación. Ahora bien estos desarrollos tecnológicos de última generación no están necesariamente vinculados a la productividad fundamentada en la relación precio-producto, es posible que los mismos, por ejemplo, estén vinculados al reaprovechamiento de los residuos sólidos de la sociedad

capitalista. En este contexto se deberá considerar apropiadamente todo el desarrollo de la digitalización y de la miniaturización.

### **3.5 VIDA ÚTIL**

#### **3.5.1. Vida útil y Costos de Construcción**

El costo energético de un edificio puede ser contemplado en el contexto de su ciclo de vida. “La cantidad de combustible necesaria para que funcione un edificio durante su vida útil es considerable (alrededor del 65 por ciento) si se compara con la cantidad total de energía utilizada en su producción y construcción.” (Yeang, 1999:129)

La disminución del uso de materiales y de energía de elevado impacto ecológico como consecuencia del empleo de materiales alternativos solo reduce hasta cierto punto el impacto global sobre la biosfera. La mejor solución a largo plazo es reducir la demanda global mediante la modificación de los modelos de necesidades humanas (es decir, una reducción de las exigencias de los estándares de vida) y mediante la práctica generalizada de la conservación de los materiales y energía.

“Un adecuado cuidado en el diseño termoenergético y en los puntos críticos de proyecto y producción, acompañado de un aumento pequeño en la inversión energética de la calidad inicial, mejora notablemente el funcionamiento energético y de confort del edificio.”(Di Bernardo 2012, manuscrito)

Una buena estrategia de conservación podría ser prolongar la vida útil de un material procesado mediante un proyecto generalizado de

recuperación a gran escala. Utilizar una sola vez los recursos minerales (muy particularmente, los metálicos) constituye un derroche, en especial en aquellos casos en que ha sido muy costoso extraerlos, elaborarlos y transportarlos con considerables gastos de energía y degradación del ecosistema. Además, la eliminación de un producto después de su uso comporta la necesidad de fabricar otro nuevo para reemplazarlo.

Como los recursos materiales y de energías fósiles son limitados y no renovables, se hace cada vez más imperioso avanzar en varias direcciones en la recuperación de materiales usados, en la disminución de desechos y en la máxima reducción del uso de los recursos irrecuperables. Igualmente se debe reconocer que no todos los materiales admiten la recirculación. Así, materiales como pinturas, diluyentes, solventes y limpiadores no pueden realizar su función sin disiparse parcialmente en el ambiente. Es en este sentido que Di Bernardo (2012) afirma que “El aluminio tiene un alto costo energético e impacto para producirlo a partir de la bauxita, pero bajo costo de reciclado. La vida útil de un edificio resulta una dimensión significativa de la eficiencia ambiental tanto desde la dimensión objetiva y cuantitativa como desde la simbólica y cualitativa. En el mercado de productos de consumo se tiende a disminuir la vida útil de los productos para evitar la saturación de los mercados, lo mismo está ocurriendo con los edificios, donde las imágenes se consumen con idéntica velocidad, los arquitectos de elite del sistema compiten para brindar siempre imágenes diferentes, vender mejor a sus edificios y vender mejor sus servicios publicitarios.”

Desde la dimensión objetiva, puede afirmarse que, la mayor duración temporal de un edificio implica, en principio, una distribución positiva de los recursos escasos.

### 3.5.2. Vida útil y puntos críticos

En general, los *puntos críticos* por falta de mantenimiento que aparecen con mayor frecuencia son daños en las instalaciones, lesiones en terminaciones, pintura, e impermeabilizaciones. Además los puntos críticos pueden clasificarse por su situación relativa o por las agresiones especiales que reciben, entre ellos se pueden nombrar: zócalos o basamentos, por su situación en contacto con el suelo y con los usuarios, cornisas, aleros y balcones, por su mayor exposición a los agentes atmosféricos.

Di Bernardo (2012) afirma que “Buena parte de las lesiones se originan en lo que podemos llamar *puntos críticos*, por ejemplo, un conjunto heterogéneo de materiales (dilataciones diversas, corrosión galvánica, adhesividades defectuosas, destrucción por efecto del ingreso de agua, etc.), puntos de contacto del edificio y el suelo de fundación (asentamientos diferenciales, arcillas expansivas, agua por capilaridad, agresión química del suelo, etc.), comportamiento higrotérmico defectuoso (condensación superficial e intersticial e higroscópica, dilataciones inadecuadas, etc.)”

Entre las acciones que eliminan el riesgo de condensaciones superficiales o reducen sus efectos, pueden destacarse las de:

- Proyectar y ejecutar edificios bien aislados, sin puentes térmicos, o en el caso de tratarse de rehabilitación proceder al aislamiento de las zonas no aisladas.
- Emplear calefacción equilibrada térmicamente en todos los locales del edificio.
- Ventilar regularmente las diferentes habitaciones del edificio y, fundamentalmente, aquellas sobre las que se produzcan pequeñas condensaciones nocturnas

- Evitar temperaturas interiores extremas (muy altas o muy bajas)
- Ejercer un control sobre las fuentes productoras de vapor, ventilando adecuadamente los locales en los que se produzcan
- Utilizar acabados absorbentes de humedad
- Emplear pinturas fungicidas en las zonas con manchas de humedad

Neila González, (1999:43) afirma lo siguiente, “el riesgo de condensaciones intersticiales en un cerramiento depende determinados factores:

- Las condiciones ambientales interiores de confort
- Las condiciones climáticas de la zona en la que se ubique el edificio
- Las características higrotérmicas del material aislante
- La posición del material aislante dentro del cerramiento
- La barrera de vapor: características resistentes y factor de posición.”

La presencia de elementos constructivos o estructurales que rompen la configuración habitual de la piel del edificio suelen provocar efectos térmicos patológicos no deseados. En la mayoría de los casos estas rupturas de la configuración de la membrana de cerramiento representan una reducción de su resistencia térmica, convirtiéndose en vías rápidas para la salida o entrada de calor en el edificio; por ese motivo, a esos puntos se les denomina puentes térmicos.

Neila González, describe lo siguiente: Los puentes térmicos afectaran al consumo energético del local, ya que son puntos térmicamente débiles por los que se pierde el calor más rápidamente; afectaran al confort, ya que en

ellos, al alcanzarse temperaturas superficiales más bajas que en las zonas aisladas, se incrementan las pérdidas del cuerpo por radiación y se reduce la temperatura media radiante del local y afectara a la patología del cerramiento, ya que el riesgo de condensaciones superficiales es mayor en los puntos en los que la temperatura superficial es más baja. (Neila González, 1999: 49)

Un punto crítico son los encuentros en esquina, pues aunque en ellos no se produzca una discontinuidad de los materiales y, por lo tanto, no sean puentes térmicos clásicos, en ellas se produce una disminución de la temperatura superficial.

### **3.6 SATISFACCIÓN RESIDENCIAL**

#### **3.6.1. Satisfacción residencial y Calidad de vida.**

La calidad de vida está dada si se satisfacen las condiciones materiales necesarias, alimentos, vestimenta, calor y vivienda. Pero más allá de esto, bien puede ser una cuestión cultural de cuántos bienes materiales necesita cada individuo o sociedad para considerar que vive en condiciones de bienestar.

Fischer-Kowalski afirma que "la disminución del "número normal de horas de trabajo" promete ser una medida con efectos tan profundos para el modo de vida como una reforma tributaria socioecológica podría serlo para la eficiencia ecológica. En la mayoría de países industrializados, sólo la minoría de hombres predominantemente de edad mediana trabajan un número "normal de horas" (European Centre, 1993). Sin embargo, este grupo de empleados ocupa posiciones sumamente influyentes cuando se trata de definir los criterios de "normalidad" en nuestro estilo de vida. Su

posición cultural está casualmente relacionada con el alto grado de consumo energético y de recursos en constante crecimiento. Quien trabaja tanto reclama el derecho a gozar de los lujos y de la comodidad, desea evitar los trabajos de la vida cotidiana y normalmente no tiene tiempo suficiente para cuidar de su bienestar de otra manera que disfrutando de las comodidades materiales. Si este modelo dominante de distribuir el tiempo fuera superado, numerosas compensaciones materiales serían redundantes. Podrían ser sustituidas por servicios más eficaces que nos ayudasen a satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones. (...) Más aún, puede ser razonable suponer que una parte sustancial del consumo excesivo de materiales se debe al hecho de que los consumidores carecen de tiempo. Esto incluye una amplia gama de gestos, desde movilizarse en taxi hasta comprar comida preparada, desde la energía utilizada en las secadoras hasta innumerables decisiones que favorecen la sustitución a expensas de la reparación". (Fischer-Kowalski, 1998:10)

La satisfacción residencial y la calidad de vida están relacionadas con los hábitos de consumo y los sistemas de valores.

Di Bernardo plantea que "El mantenimiento y la rehabilitación son funciones de alta importancia en la satisfacción residencial, innumerables ejemplos de "planes de vivienda social" representan un ejemplo irrefutable. La satisfacción residencial hace a la calidad de vida, pero ésta no se agota con ella, el concepto de calidad de vida está asociado a un determinado universo ideológico y a factores objetivos y subjetivos, tangibles tanto como intangibles, y por lo tanto es imposible definirlo taxativamente para todos y de una vez para siempre. Pero podemos aproximarnos al concepto a partir de entenderlo como "holgura dimensional" tanto espacial, como temporal y espiritual." (Di Bernardo, 2012c:13)

En la variable de satisfacción residencial, tanto en su significación personal como social, debemos incluir la dimensión de la calidad formal y espacial del objeto individual y del resultado urbano, en tanto cada sociedad construye un ámbito urbano representativo de la misma.

### **3.6.2. Vida útil y Satisfacción Residencial**

El modelo actual puede describirse como un flujo unidireccional de no renovación (usar y tirar), en el que en un extremo del sistema se utilizan los recursos y en el otro se descargan los desechos. Basándose en el supuesto erróneo que la Tierra es una fuente inagotable de recursos (es decir, de materias primas, combustibles fósiles, etc.) y un recipiente ilimitado para la evacuación de todos los desechos generados.

Di Bernardo establece que “la variable satisfacción residencial involucra un universo muy amplio y, por lo tanto, su amplitud cualitativa introduce un alto nivel de *inconmensurabilidad*. En una primera etapa, a los efectos de reducir esta inconmensurabilidad, se reduce la variable a los patrones de *habitabilidad*. De tal manera que se establece un parámetro de comparación en las evaluaciones de proyectos, para las otras variables dependientes. La calidad de la habitabilidad física está vinculada a un conjunto de factores entre los que deben destacarse el confort higrotérmico, acústico, lumínico, calidad de instalaciones y calidad de equipamiento. Todos estos factores tienen un rango relativamente amplio, entre los que se ubican las preferencias o los márgenes de tolerancia. La calidad y cantidad de equipamiento no tiene un techo previsible, pues se vincula fuertemente con el consumo y la disposición a pagar creada artificialmente. Los aspectos de confort higrotérmico, acústico y lumínico son imprescindibles y deben quedar comprendidos dentro de márgenes aceptables por las normas generales en tal sentido. A más bajo nivel socioeconómico, mayor deberá ser la prestación de confort pasivo de la vivienda, de lo contrario se fuerza al

usuario a vivir por debajo de niveles mínimos de confort". (Di Bernardo, 2012c:13)

El programa de necesidades y usos es la manera como se conciben y organizan los requerimientos de los usuarios. Todo proyecto incluye el establecimiento de grados de confort para los usuarios, esto afecta las cantidades de energía y materiales que se van a consumir a lo largo de la vida útil del edificio. Cuanto más alto sean esos grados de necesidades mayores serán los impactos sobre el ecosistema. Solo puede lograrse una reducción global de los impactos ambientales si se procede a una reducción similar en la demanda de ciertas necesidades por parte de la población (alojamiento, grado de confort, movilidad, suministro de alimentos, etc.)

Cuanto más se aleje la población de un modelo sencillo de necesidades y uso, más complejo será el sistema de recursos que se exigirá al ambiente y de mayor envergadura serán las medidas a tomar para evitar el previsible deterioro ambiental.

Se debe tener en cuenta la cantidad y cualidad de los recursos o materiales necesarios a lo largo de la vida útil del edificio, recordando que estos no están compuestos únicamente por la energía y recursos materiales utilizados para producir su forma física, sino también por los empleados para su funcionamiento y mantenimiento en todas las fases de su ciclo de vida completo (producción, construcción, funcionamiento, mantenimiento y recuperación).

### 3.6.3. Sentido de Pertenencia y Heredabilidad

El sentido de pertenencia y heredabilidad plantea la noción de patrimonio más amplia, considerando la dimensión social e incorporando las facetas relacionadas con la historia, la filosofía, la sociología, la geografía, el derecho, la ingeniería, el paisajismo, las diversas artes, la gestión y administración, el turismo, la economía, y muchas otras disciplinas que son complementarias de la óptica meramente arquitectónica.

Suárez – Inclan Ducassi afirma que “esta nueva dimensión del patrimonio, que no viene sino a explicar la razón y valor profundo de unas formas, unos materiales, una disposición de los elementos habitacionales y funcionales, etc. refleja la creciente preocupación de la sociedad por unos bienes que atañen a su identidad, a su memoria y a sus afectos, a partir de la toma de conciencia social de su escasez, de su valor, de su representatividad, y de su posible utilización”. (Suarez – Inclan Ducassi ,1999:261)

Se refleja así que la dimensión social del patrimonio tiene la propiedad de ser insustituible, por lo tanto, se debe valorar también el derecho que sobre los mismos tienen las generaciones futuras.

Suarez – Inclan Ducassi asevera que, “el patrimonio engloba, tanto a la naturaleza, hábitat insustituible de ser humano, como a todas las obras insertas en aquella, merced a la acción del hombre. Patrimonio entendido siempre en base a su significado más profundo, esto es, no como un objeto para el estudio, la actuación, el disfrute y la opinión de unos pocos, sino en función de la general comprensión y defensa de los valores de la vida. Como instrumento que garantice la real participación de toda la sociedad en la

cultura y favorezca la paz, la comunicación y el entendimiento universales. Frente a los factores destructivos que amenazan al patrimonio cultural en el presente (entre ellos la fuerza excesivamente homogeneizante de la globalización, tanto los poderes públicos, como los ciudadanos de todo el mundo, compartimos la responsabilidad de salvaguardarlo y contribuir a su mantenimiento.” (Suárez – Inclan Ducassi, 1999: 272)

El patrimonio es hoy considerado como un recurso no renovable, su conservación ha de inscribirse en un contexto de desarrollo duradero y abordarse con criterio de planificación global y a largo plazo, así como con una aproximación y tratamiento pluridisciplinar. Se trata de asumir una responsabilidad colectiva en función que, “La globalización requiere prevenirse contra los riesgos que amenazan el patrimonio a causa de una homogeneización esterilizante de los valores culturales.” (Suárez – Inclan Ducassi, 1999: 288)

Es la propia escasez de los elementos conservados, lo que impulsa al ser humano a valorarlo y defenderlo, aferrándose a la memoria, a la escala humana, a la calidad ambiental.

“La aplicación generalizada e indiscriminada de conceptos, formas, técnicas, materiales y tecnologías uniformes, producto de la globalización, debe ser objeto de reflexión y análisis.” (Suárez – Inclan Ducassi, 1999: 290)

Aún más allá del patrimonio como calidad, debe considerarse el patrimonio como inversión de recursos naturales que pueden extenderse en su uso por herencia con los valores afectivos con los que vienen vinculados.

Di Bernardo (2012) afirma que “La FEAH implica establecer relaciones de partes y optimizaciones relativas donde aparecen escalas de *criterios* cuantitativos y cualitativos, que indica su conveniencia según las consecuencias relacionadas al mismo punto de vista. Es decir nos permite describir o discutir el resultado de la comparación de distintas alternativas relativas al punto de vista. Al fijar un punto de vista fijamos restricciones que son necesarias para eludir las soluciones triviales.”

Todo proyecto de obra nueva así como de rehabilitación o reparación debe ir acompañado de una propuesta de mantenimiento, los aspectos más importantes que debe contemplar son los siguientes:

- Revisiones visuales periódicas de los puntos críticos, terminaciones e instalaciones, en caso de existir de los elementos lesionados y reparados, comprobando la aparición de lesiones y en general, su integridad.

- Reposición periódica del material de acabado, que estará en función de su tipo y de su nivel de exposición, además de su ubicación. Hay que partir de la base que los materiales de acabado tienen una determinada vida útil.

- Limpieza periódica de superficies y elementos drenantes, como continuación del ítem anterior. Muchos procesos patológicos tienen su causa en la acumulación de partículas de suciedad (suciedades, organismos, erosiones químicas).

En definitiva, todo proyecto debe contemplar las acciones destinadas a mantener la integridad de los materiales y elementos que componen el edificio. Un edificio es un objeto con una vida útil determinada, que requiere de atención relativamente periódica, y de un correcto uso, para obtener de él una respuesta correcta (habitabilidad, integridad y aspecto) durante el máximo de tiempo de su vida, a ello aspira la *Función de Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat*.

## **CAPITULO IV**

### **EFICIENCIA AMBIENTAL EN LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PARQUE EDILICIO MUNICIPAL.**

#### **4.1. PARQUE EDILICIO MUNICIPAL**

El elenco de edificios que constituye un parque edilicio gubernamental suele ser variado, no sólo en tipologías arquitectónicas o en cuanto a la antigüedad de sus componentes, sino también y por eso mismo, en relación con los problemas que los mismos presentan. Es frecuente además, en nuestra realidad y en la mayoría de los países latinoamericanos, que el estado de muchos de los edificios públicos no sea el adecuado. De hecho, los costos económicos relativos al mantenimiento no siempre están disponibles y, cuando esto sucede, tiene lugar aquello que pareciera ser inevitablemente inherente a lo público: es propiedad de todos, pero eso mismo hace que por momentos parezca no pertenecer a nadie.

El parque edilicio municipal de Rosario incluye edificios antiguos que fueron inicialmente diseñados para albergar actividades gubernamentales y otros que, si bien en su origen no eran de propiedad municipal, fueron adquiridos y rehabilitados para tal fin. Se trata de inmuebles con un largo

período de uso en los que se desarrollan actividades diversas. La mayoría de ellos ha sido objeto de intervenciones de mantenimiento y reforma. Los edificios mencionados tienen grandes superficies y pertenecen a la categoría *Grandes Usuarios*<sup>19</sup> denominados así por la Empresa Provincial de la Energía (EPE), debido al elevado volumen de energía que consumen. Este conjunto incluye 36 edificios municipales, los cuáles se han clasificado en los siguientes grupos:

a) *Edificios Antiguos* que fueron adquiridos y mantenidos por la Municipalidad.

b) *Edificios Nuevos* (construidos en los últimos 10/12 años).

Completan el parque edilicio municipal un gran número de edificios de menor superficie, distribuidos en toda la planta urbana. Corresponden a la categoría de *Pequeños Usuarios* de energía y, entre éstos, los más representativos son los Centros de Atención Primaria y los Centros Territoriales de Referencia<sup>20</sup>.

Los dos casos de estudio se seleccionaron entre los edificios pertenecientes a la categoría de *Grandes Usuarios*, responsables de gran parte del consumo total de energía del parque edilicio municipal y en los que se han desarrollado las intervenciones de *Mantenimiento y Rehabilitación* más importantes.

---

<sup>19</sup> En esta categoría están incluidos los usuarios que presentan un consumo mayor o igual a 20.000 kwh y hasta 450.000 kwh con baja tensión. La EPE otorga un descuento del 15% en la tarifa energética a usuarios que presentan un consumo mayor o igual a 450.000 kwh (media tensión). Los edificios municipales que pertenecen a esta categoría son el Hospital de Emergencias Clemente Álvarez, el Centro de Especialidades Medicas Ambulatorias y el Hospital de Niños V. J. Vilela.

<sup>20</sup> Los Centros Territoriales de Referencia son unidades edilicias ubicadas en los territorios más vulnerables de la ciudad, en los que diferentes equipos interdisciplinarios llevan adelante políticas sociales.

#### **4.1.1. Descripción de Edificios correspondientes a la categoría *Grandes Usuarios*.**

El 70% de estos edificios se encuentra ubicado en el Distrito Centro. Los edificios que presentan los mayores consumos de energía eléctrica dentro del grupo son: el Nuevo Hospital de Emergencias Clemente Álvarez, el Centro de Especialidades Medicas Ambulatorias (CEMAR), el Hospital de Niños V. J. Vilela, el Hospital Roque Sáenz Peña, el Palacio Municipal, el edificio de la Ex Aduana y los seis Centros Municipales de Distrito (cinco de los cuales no se localizan en el Distrito Centro). Cabe mencionar que el nuevo Hospital de Emergencias, consume 10 veces más energía que el anterior, mientras que su superficie cubierta supera sólo en 4 veces la del viejo hospital.

El *mantenimiento* consiste básicamente en restituir las condiciones iniciales del edificio que se hayan deteriorado por el uso, la acción de los agentes climáticos o el desgaste natural del proceso de funcionamiento. Está más vinculado con reparar las consecuencias de las acciones sobre los elementos de protección exterior o sobre la superficie externa de los materiales expuestos en condiciones originales.

Los tipos de acciones relativas al *Mantenimiento*, pueden clasificarse en función del sistema, subsistema o componente edilicio al que estén dirigidas:

- Sistema resistente/ estructura.
- Sistema de cerramientos verticales.
- Sistema de cerramientos horizontales.
- Sistema de infraestructuras.
- Sistema de elementos interiores.

Como se ha mencionado, la *Rehabilitación* es un proceso destinado a transformar las condiciones de un edificio, ya sea para destinarlo a una nueva función o para introducir cambios parciales en el funcionamiento del mismo, por ejemplo: mejorar las prestaciones termo-energéticas, reducir el volumen de agua utilizada, ajustar cerramientos verticales y/o horizontales, corregir o reemplazar el sistema de movimiento interior de materia y/o personas, etc.

A continuación, se resume y organiza la información relativa a los edificios municipales analizados (*Grandes Usuarios*).

Tabla 1: **Edificios Públicos Rehabilitados y con procesos de Mantenimiento.**

Edificios Rehabilitados	Año de construcción	Año de Rehabilitación	Consumo de energía (KWh x año)	Superficie Cubierta (m <sup>2</sup> )	Índice de compacidad	Tipo de carpintería	Tipo de cubierta	Tipo de estructura	Función del edificio
Palacio Chico	1925	2004	<20.000	1.800	Alto	Madera	Húmeda	Muros portantes	Adm.
Museo de la Memoria	1928	2011	<20.000	1.400	Alto	Madera	Seca/ Húmeda	Muros portantes	Cultural
Isla de los Inventos	1885	2003	<20.000		Bajo	Madera	Seca	Indep.	Cultural
CMD Norte (Villa Hortensia)	1890	1996	<20.000		Alto	Madera	Seca/ Húmeda	Muros portantes	Adm.
CMD Centro	1870	2005	<20.000		Medio	Madera	Seca	Indep.	Adm.
C.E.C.	1890	2004	>20.000	1600	Bajo	Madera	Seca	Indep.	Cultural
Casa del Tango	1890	2004	>20.000	200	Bajo	Madera	Seca	Muros portantes	Cultural
Sec. de Cultura	1885		<20.000		Bajo	Madera	Seca	Indep.	Adm.
Edificio Ex Aduana	1930	1999	<20.000	11.000	Alto	Madera	Seca y Húmeda	Muros portantes	Adm.
Museo Macro		2004	<20.000	970	Medio	Madera	Húmeda	Muros portantes	Cultural
Teatro La Comedia	1909	103	<20.000		Alto	Madera	Seca	Muros portantes	Cultural

Tabla 2: Edificios Públicos Construidos durante los últimos 13 años.

Edificios Nuevos Construidos en los últimos 13 años	Año de construcción	Antigüedad	Consumo de energía (KWh x año)	Superficie Cubierta (m <sup>2</sup> )	Índice de compacidad	Tipo de carpintería	Tipo de cubierta	Tipo de estructura	Función del edificio
CEMAR/Martin	1999	13	<450.000	20.000	Bajo	Aluminio	Seca y Húmeda	Independiente	Salud
H.E.C.A.	2008	4	<450.000	22.000	Bajo	Aluminio	Húmeda	Independiente	Salud
E.T.U.R.	2006	6	>20.000		Bajo	Aluminio	Seca	Independiente	Cultural
Jardín de los niños	2001	11	<20.000	1.500	Medio	Aluminio	Húmeda	Independiente	Cultural
C.M.D. Sudoeste	2009	3	<20.000	6.900	Bajo	Aluminio	Húmeda/ Seca	Independiente	Adm.
C.M.D. Sur	2002	10	<20.000	3.900	Bajo	Aluminio	Húmeda/ Seca	Independiente	Adm.
C.M.D. Oeste	1999	13	<20.000	3.000	Bajo	Aluminio	Húmeda	Independiente	Adm.
C.M.D.Noroeste	2006	6	>20.000	5.500	Medio	Aluminio	Húmeda/ Seca	Independiente	Adm.

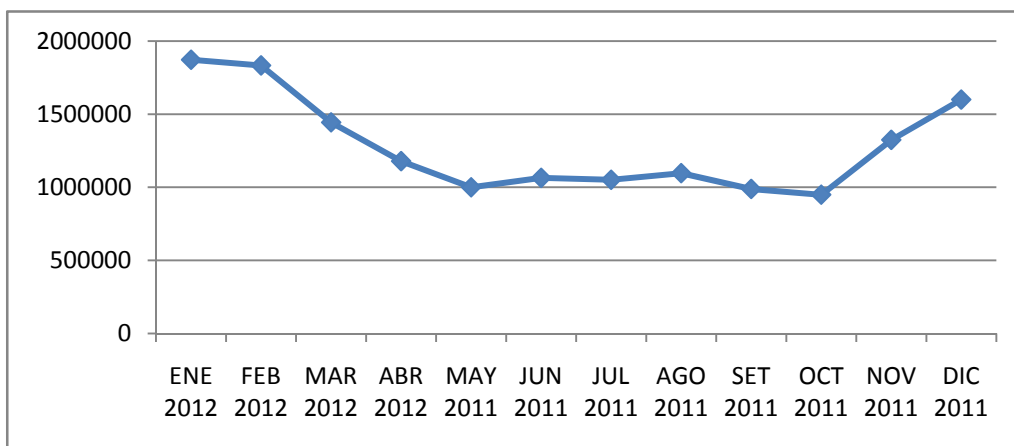
Tabla 3: Edificios Mantenidos por la Municipalidad.

Edificios mantenidos por la Municipalidad	Año de construcción	Antigüedad	Consumo de energía (KWh x año)	Superficie Cubierta (m2)	índice de compacidad	Tipo de carpintería	Tipo de cubierta	Tipo de estructura	Función del edificio
Palacio Municipal	1898	114	<20.000		Alto	Madera	Húmeda/ Seca	Muros portantes	Adm.
Concejo Municipal	1911	101	>20.000		Alto	Madera	Húmeda	Muros portantes	Adm.
Museo Castagnino	1937	75	<20.000		Alto	Madera	Húmeda	Muros portantes	Cultural
Biblioteca Álvarez	1912	100	<20.000		Alto	Madera	Húmeda	Muros portantes	Cultural
Biblioteca Estrada	1996	16	>20.000		Medio	Aluminio	Húmeda	Independiente	Cultural
Complejo Astronómico	1970	42	<20.000		Medio	Chapa Doblada	Húmeda	Independiente	Cultural
Centro Cultural Fontanarrosa	1977	35	<20.000		Medio	Chapa Doblada	Húmeda	Independiente	Cultural
Hospital de Niños	1930	82	<450.000	9.500	Medio	Chapa Doblada/ aluminio	Húmeda	Muros portantes	Salud
Hospital Alberdi	1947	65	>20.000	2.000	Alto	Chapa Doblada	Húmeda	Muros portantes	Salud
Hospital Carrasco	1897	115	<20.000	4.500	Medio	Madera/ Chapa Doblada	Húmeda/ Seca	Muros portantes	Salud
Hospital Roque S. Peña	1923	89	<20.000	5.000	Medio	Madera/ Chapa	Húmeda/ Seca	Muros portantes	Salud

Tabla 5: **Densidades y equipamiento según Distritos Municipales.**

Distrito	Población (hab.)	Población <sup>21</sup> (%)	Sup. <sup>22</sup> (km2)	Densidad (hab. x manzana)	Superficie urbanizada (km2)	Centros <sup>23</sup> de Salud	Centros Territ. de Ref.
Centro	228.660	25.13	20.66	187	20.66	1	0
Norte	129.214	14.20	34.88	85	20.23	8	5
Noroeste	155.868	17.13	43.82	80	32.96	11	5
Oeste	125.387	13.78	40.42	108	13.03	11	9
Sudoeste	117.141	12.87	20.13	102	14.19	12	7
Sur	153.596	16.89	18.78	123	18.11	7	3

Grafico 1: **Consumo de Energía Eléctrica Edificios Municipales Grandes Usuarios<sup>24</sup>**



En el eje “y” se establecen los valores de consumo de energía en kwh registrados durante el período transcurrido entre mayo 2011 y abril 2012.

<sup>21</sup> Datos estimados al año 2010 por la Dirección General de Estadística, a partir del Censo Nacional de Población y Viviendas relevado en 2001.

<sup>22</sup> Los valores de las superficies fueron provistos por la Dirección General de Topografía y Catastro de la Municipalidad de Rosario

<sup>23</sup> Datos de equipamiento extraídos de [www.rosario.gov.ar](http://www.rosario.gov.ar)

<sup>24</sup> Datos suministrados por la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad de Rosario.

La variable Satisfacción Residencial que incluye la dimensión de confort higrotérmico, debe incluir en su tratamiento aspectos referidos a las conductas de comportamiento con un fuerte anclaje ético, dado que se puede demostrar holgadamente la posibilidad de estar confortable con reducción de consumo energético en edificios de las características de la ex Aduana.

Desde la Secretaría de Obras Públicas y en conjunto con la Sub-Secretaría de Medio Ambiente se está comenzando a trabajar en pautas de eficiencia energética para disminuir el consumo de energía asociado al uso de sistemas de Refrigeración.

### Características climáticas de la ciudad de Rosario

En el grafico siguiente se presentan las temperaturas máximas (rojo), medias (amarillo) y mínimas (azul), para el período 1961-1990.

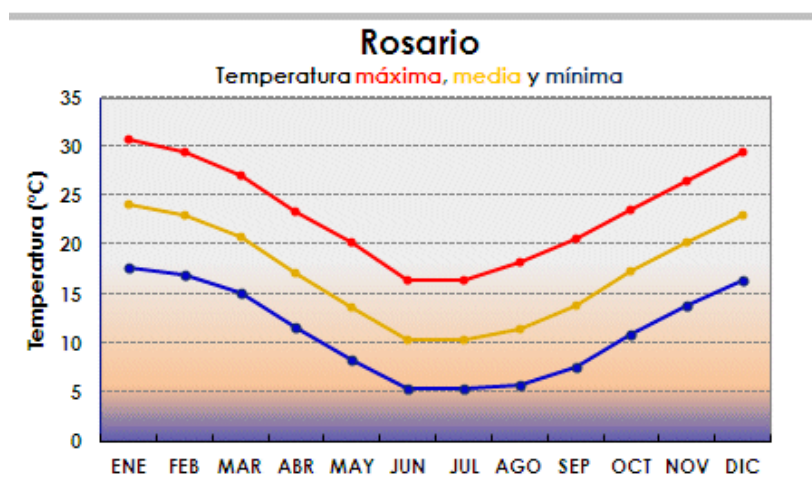


Gráfico 2: Temperaturas máximas, media y mínima. Fuente: [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar). Recuperado el 1 de setiembre de 2012.

Si se relacionan ambos gráficos, -el de consumo de energía con el de temperaturas- se evidencia la significativa influencia de los sistemas de climatización durante el período estival.

En términos generales el clima de la micro región donde se encuentra la ciudad de Rosario (33° de latitud sur, 60° de longitud oeste y 30 metros de altitud), se encuadra dentro del tipo *pampeano templado-húmedo*, con las cuatro estaciones claramente definidas. Dos períodos de transición relativamente cortos, un período cálido que se extiende desde diciembre a marzo, y otro frío que comienza fines de mayo y termina a principios setiembre.

Los datos meteorológicos son los siguientes:

Tabla 6. **Datos clima Rosario.** Di Bernardo, E; Perone, D. (1985)

<b>Variable</b>	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
Extensión (días)	90-100	120-130
Temperaturas máximas medias (°C)	16-18	27-30
Temperaturas mínimas medias (°C)	4-6	14-17
Temperaturas medias (°C)	9-12	21-24
Tensión de vapor media (mb)	9-11	17-19
Radiación solar media (MJ/m <sup>2</sup> )	7-11	18-25

“El trabajo se realizó analizando estadísticamente los datos meteorológicos diarios de cinco años de la Estación Meteorológica Aeropuerto Fisherton, que fueron cotejados con estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional correspondiente a cuatro decenios anteriores, no encontrándose diferencias sustanciales en las variables definitorias. Esto incrementa la representatividad de la muestra analizada y permite utilizar los resultados obtenidos para hacer las inferencias estadísticas correspondientes.” (Di Bernardo, Perone, 1985)

#### 4.1.2. Obras de *Mantenimiento* en los edificios municipales

Según la información disponible correspondiente a los últimos 14 años, las intervenciones más recurrentes en los edificios antes descritos fueron las siguientes:

##### *Mantenimiento por lesiones*

*Cubiertas:* Impermeabilizaciones, reparaciones de mojinetes y cornisas, limpieza y desobstrucción de desagües pluviales, embudos, canaletas, caños verticales, reposición de zinguería, reemplazo de membranas, etc. Este mantenimiento se realizó en el edificio de la Ex Aduana, en donde cada cuatro años se hicieron trabajos de impermeabilización en cubiertas. Casos: Palacio Municipal, Centro Cultural Fontanarrosa, Centro Municipal de Distrito Oeste (a los 5 años de inaugurado) y Palacio Chico.

*Fachadas:* Limpieza y protección antigraffiti. Hidrolavado, reparación de revoques, pintura sobre paramentos exteriores, pintura sobre metales, celosías y pintura sobre madera en aberturas. Casos: ex Aduana, Palacio Municipal, Palacio Chico, Complejo astronómico, Centro municipal Distrito Norte, Edificio de Defensa Civil y Estación Parque Urquiza.

*Ascensores:* Renovación Instalación eléctrica, cambio de motores, cables y contrapesos, cambio de puertas, panel de cabina, de revestimientos. Casos: Centro Cultural Fontanarrosa, Palacio Municipal, Edificio Ex Aduana, Monumento Nacional a la Bandera.

*Obsolescencia Técnica:* Refuerzos Estructurales en los siguientes Edificios: Museo Estévez y Palacio Chico.

*Obsolescencia Funcional:* Mantenimiento de tabiquería y trabajos de albañilería para su rehabilitación funcional en los siguientes casos: ex-Aduana, Palacio Chico, Centro de Distrito Municipal Norte, Edificio Guardia Urbana Municipal, Palacio Municipal.

*Accesibilidad:* eliminación de barreras arquitectónicas. Casos: Biblioteca Argentina, Complejo Astronómico Municipal, Edificio Ex – Aduana.

Es importante destacar que, si bien los procesos de *Mantenimiento* edilicio establecen relaciones significativas con la mayoría de las variables de la FEATH, dado el interés de este estudio en el uso racional de los recursos energético-materiales durante la vida útil edilicia, se hará referencia al confort higrotérmico en tanto sub-variable de la *Satisfacción Residencial*, reconocida la relevancia de ésta última por introducir aspectos representativos de los niveles de habitabilidad alcanzados. Si bien la variable *Satisfacción Residencial* cubre un amplio espectro cuali-cuantitativo, interesa el confort higrotérmico porque, además de la dimensión cuantitativa vinculada a problemas de temperatura seca, húmeda, radiante y movimiento del aire, incluye una dimensión cultural estrechamente relacionada con el consumo masivo. Es este un punto crítico, ya que el 90 % de los edificios públicos municipales que se encuentran en la categoría *Grandes Usuarios*, tiene instalado sistemas de climatización artificial. De hecho, durante los últimos 14 años se colocaron equipos de aire acondicionado en el Palacio Municipal (13 equipos tipo Split frío solo), y en el Edificio Ex Aduana. En este último, entre los años 1999 y 2011, se instalaron equipos individuales que representaban un total de 441.000 frigorías y una potencia de más de 450 kw, lo que obligó a redimensionar la sección de los conductores eléctricos y a concretar otras obras necesarias. Las instalaciones se incrementaron durante el año 2011, bajo el impulso de varios factores culturales y tecnológicos. Este proceso se repitió en casi todos los edificios municipales.

### **Sobre la elección de los dos casos de estudio.**

Los edificios que presentan los mayores consumos de energía eléctrica dentro del grupo de “grandes usuarios” son: el Nuevo Hospital de Emergencias Clemente Álvarez, el Centro de Especialidades Medicas Ambulatorias (CEMAR), el Hospital de Niños V. J. Vilela, el Hospital Roque Sáenz Peña, el Palacio Municipal, el edificio de la Ex Aduana y los seis Centros Municipales de Distrito (cinco de los cuales no se localizan en el Distrito Centro).

El Hospital de Emergencias es de uso continuo en su totalidad, y de construcción muy reciente, tiene solamente 4 años de antigüedad, por lo tanto el registro de los consumos de energía no es significativo para poder comparar y tomar como caso de estudio.

Los Hospitales Victor J. Vilela y Roque Saenz Peña también en su mayoría son de uso continuo aunque no totalmente ya que cuentan con consultorios médicos de atención, además del sector de guardia y de internación. En lo que respecta a la arquitectura los dos son edificios antiguos, con una arquitectura particular de la época 1930 y 1923 respectivamente. Construídos en planta baja extendida formando sectores en diferentes alas o bloques. Además el Hospital de niños Vilela ha tenido varias remodelaciones, y ampliaciones, llegando a duplicar su superficie original en diversas etapas y con diferentes características constructivas lo que hace difícil tipificarlo para el análisis termoenergético.

El hospital Roque Saenz Peña, también ha sido refaccionado y ampliado en diferentes etapas: 1961 la maternidad, y en el año 2009 se inauguró la nueva sala de guardia 4 veces más grande que la anterior.

Los seis (CMD), Centros Municipales de Distrito corresponden a edificios nuevos construidos en los últimos 13 años, la única excepción es el CMD Centro que es una remodelación y adaptación de un edificio existente, es el único que está ubicado en el centro de la ciudad, el resto están ubicados en lugares residenciales, con baja densidad edilicia. No fueron analizados por tener una superficie cubierta menor en relación a los otros edificios entre 3.000 y 6.900 m<sup>2</sup>, el CMD Sudoeste que es el que más superficie cubierta tiene 6.900 m<sup>2</sup> fue inaugurado en el año 2009, con una antigüedad de sólo 3 años, lo que dificulta el análisis de consumo energético al contar con pocos registros. Además estos edificios están construidos en planta baja extendida con algunos sectores en planta baja y 1º piso. Son todos de uso discontinuo.

Una vez analizados los edificios correspondientes a la categoría Grandes Usuarios, atendiendo a las características tipológicas, los problemas detectados y la información disponible, se seleccionaron, para ser analizados con mayor nivel de detalle, los edificios ex – Aduana y el Centro de Especialidades Ambulatorias Rosario (CEMAR). Ver Planimetría complementaria en el Anexo II.

La selección del edificio de la Ex Aduana y del CEMAR surge de la necesidad de comparar dos edificios con características tipológicas diferentes, épocas distintas de construcción 1930 y 1999. Las diferencias se manifiestan especialmente en el tratamiento de la envolvente, las proporciones entre las superficies opacas y transparentes, en la elección de los materiales y en la masa de los mismos. Ambos son edificios de planta

compacta, un solo bloque edilicio en altura, en el caso del CEMAR, superficie por planta de 1.400 metros cuadrados, la aduana tiene una composición en claustro con dos patios internos, una superficie cubierta por planta de 2.600 metros cuadrados. Si bien la Aduana ha tenido remodelaciones y refacciones, todas han sido interiores, manteniendo la envolvente original. En altura, ambas construcciones, son similares el caso del CEMAR tiene 29 metros desde el nivel de vereda distribuidos en seis pisos y la Aduana 26 metros distribuidos en cuatro pisos. También tienen en común la ubicación los dos edificios están ubicados en el centro de la ciudad, área edilicia densamente poblada. Con respecto a los usos, el edificio de la ex Aduana es de uso discontinuo (de lunes a viernes, en horario diurno) y el CEMAR es de uso discontinuo, con excepción de las instalaciones de la Maternidad Martín que ocupan solamente el 14% del total de la superficie cubierta del edificio.

Existe un interés particular en analizar el funcionamiento termoenergético del edificio de la Ex Aduana dado que la tesista trabaja actualmente, y desde hace 9 años en las instalaciones. Además en este edificio funcionan las reparticiones de Planeamiento y Obras Públicas, las mismas son las encargadas del diseño, construcción y mantenimiento de los edificios públicos de la ciudad de Rosario.

#### **4.2 SIMULACIONES DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN EDIFICIOS SELECCIONADOS**

Con la finalidad de proceder al análisis del comportamiento energético de funcionamiento higrotérmico de los edificios “testigo”, se realizaron dos procesos simultáneamente. Uno consistió en una simulación térmica mediante un programa para el diseño y simulación del comportamiento térmico de edificios, que operar sobre edificios con muchos locales a fin de evaluar el comportamiento de los mismos frente a determinadas variaciones

climáticas y detectar de esta manera problemas de falta de confort (sobrecalentamiento o bajas temperaturas), con la posibilidad de introducir ganancias internas.

A continuación se describen los resultados de la simulación del comportamiento térmico del edificio de la Ex Aduana y del Centro de Especialidades Médicas Ambulatorias Rosario (CEMAR), para el período invernal del 1 al 15 de agosto y para el período estival del 15 al 30 de enero, desarrollada mediante SIMEDIF<sup>25</sup>.

#### **4.2.1. Simulaciones del comportamiento térmico – Edificio Ex Aduana.**

En el edificio de la Ex Aduana, funcionan actualmente oficinas administrativas de la Secretaría de Planeamiento, Secretaría de Obras Públicas y Secretaría de Gobierno de la Municipalidad de Rosario. El mismo está ubicado en Avenida Belgrano y Sargento Cabral, con una superficie cubierta de 12.000 metros cuadrados, desarrollada en subsuelo, planta baja y tres pisos. El sector central tiene 4 pisos, donde funcionan oficinas de la Secretaría de Planeamiento.

---

<sup>25</sup> SIMEDIF, Programa desarrollado por el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencionales, Salta (INENCO)



Imagen 1. **Edificio Ex Aduana. Fachada Noroeste.**

El edificio fue construido en el año 1930, con estructura de hormigón armado y mampostería de cierre de ladrillos comunes. Las aberturas son de madera, y los locales tienen piso de entablonado de madera pinotea. Los locales simulados tienen 4,6 metros de altura y las ventanas del tercer piso 1,86 metros cuadrados.

### **Descripción de los locales a simular.**

Se simularon ocho locales, de los cuales cuatro son Oficinas, una Administración, una Sala de Reunión, Depósito y Circulación ubicados en el tercer piso del edificio. (Ver en Tabla 1 del Anexo I, las especificaciones de las dimensiones de los locales.)

Se han asignado también valores a las renovaciones de aire por hora de cada local. Se han asumido 2 renovaciones de aire por hora para las

Oficinas, Sala de reunión, Depósito y Administración. Para el local de Circulación que se encuentra directamente vinculado con la triple altura y tiene ventanas que conectan con los patios, se tomaron 7 renovaciones de aire por hora.

En este edificio se simularon 25 paredes. (Ver planimetría complementaria en el Anexo N° 2). El piso se considera como una pared que conecta el local simulado con la planta inferior y el techo, con la planta superior en la Oficina 1, Sala de Reunión y Administración. En las oficinas 2,3 y 4, que no tienen construido un piso superior, la cubierta se considera tabique. (Ver Tabla 2 del Anexo N° 1).

### **Índices de radiación y áreas de radiación.**

(Ver tabla 3 del Anexo I y tabla 4 del Anexo I)

### **Coeficientes de Absorción**

Según Norma IRAM 11.605.

### **Coeficientes convectivos y conductancias de los cerramientos.**

Los coeficientes convectivos se aplican sobre paredes y tabiques. Para los coeficientes de transferencia por convección aplicados a este caso, se adoptaron valores de  $6 \text{ W/m}^2\text{°C}$  para paredes y tabiques interiores que no reciben radiación solar;  $8 \text{ W/m}^2\text{°C}$  para paredes y tabiques exteriores que reciben radiación solar en verano;  $10 \text{ W/m}^2 \text{ ° C}$  para paredes y tabiques exteriores en contacto con el viento exterior (corresponde a una velocidad de viento de aproximadamente  $2.5 \text{ m/s}$ ) en invierno.

Para las cubiertas T4, T5 y T6 se adoptó  $10\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  en verano y  $12\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$  en invierno.

Las conductancias se tomaron de las Normas IRAM 11.601. Para las ventanas este coeficiente puede desdoblarse en dos partes: durante el día y durante la noche, en este caso las aberturas son todas iguales, de madera con vidrio simple y celosías de hierro que se cierran durante la noche.

A partir de estos datos, los elementos y sus características se presentan en las Tablas 5 a 8 del Anexo I.

#### **Ingreso de las capas de paredes.**

Los datos de ingreso para la ficha *Capas de paredes* se especifican en la Tabla N° 9 en el Anexo I.

#### **Ingreso de los datos meteorológicos.**

A continuación se presentan los datos climáticos del período a simular. En este caso se utilizarán las temperaturas máxima, mínima y media diaria según Norma IRAM 11.603, tablas 2 y 3 correspondientes a la localidad más próxima a la ciudad de Rosario que es Oliveros.

### 4.2.1.1. Resultados de las Simulaciones Edificio Ex Aduana. Período Estival

Gráfico 3: Simulación de Temperatura Interior en Oficina 1 (15 al 30 de enero)

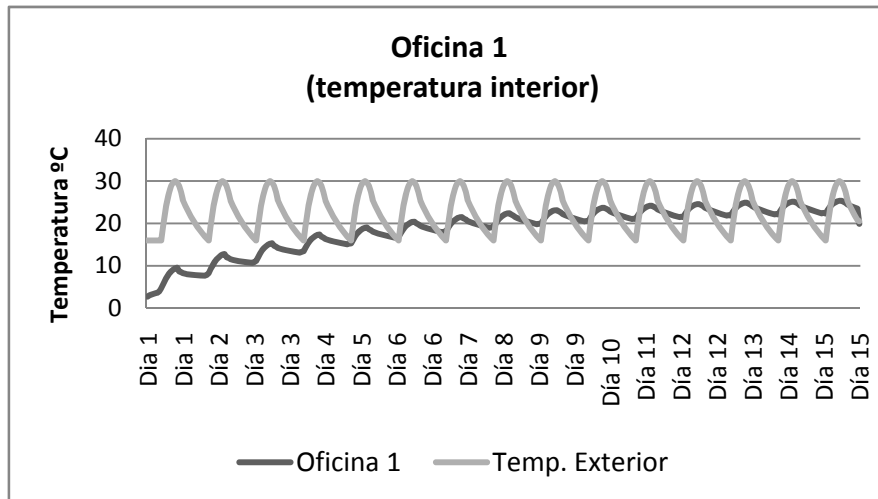


Gráfico 4: Simulación de Temperatura Interior en Administración. (15 al 30 de enero)

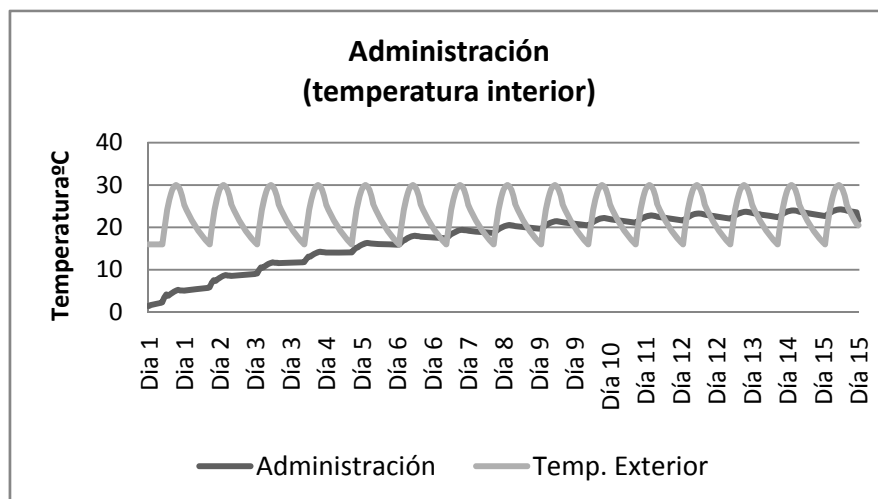


Gráfico 5: Simulación de Temperatura Interior en Sala de Reunion. (15 al 30 de enero)

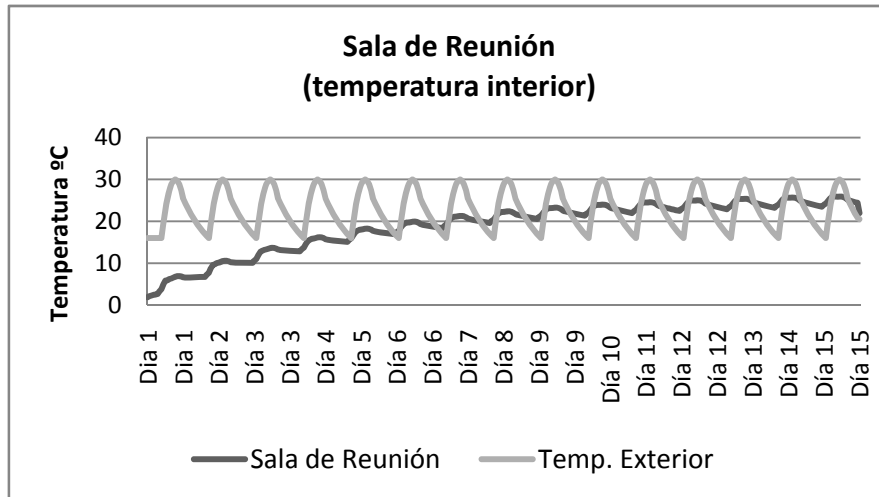


Gráfico 6: Simulación de Temperatura Interior en Oficina 2. (15 al 30 de enero)

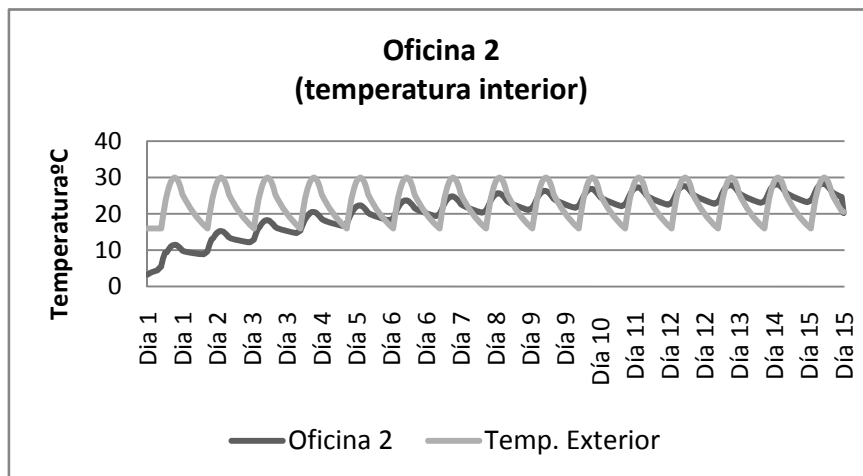


Gráfico 7: **Simulación de Temperatura Interior en Oficina3.** (15 al 30 de enero)

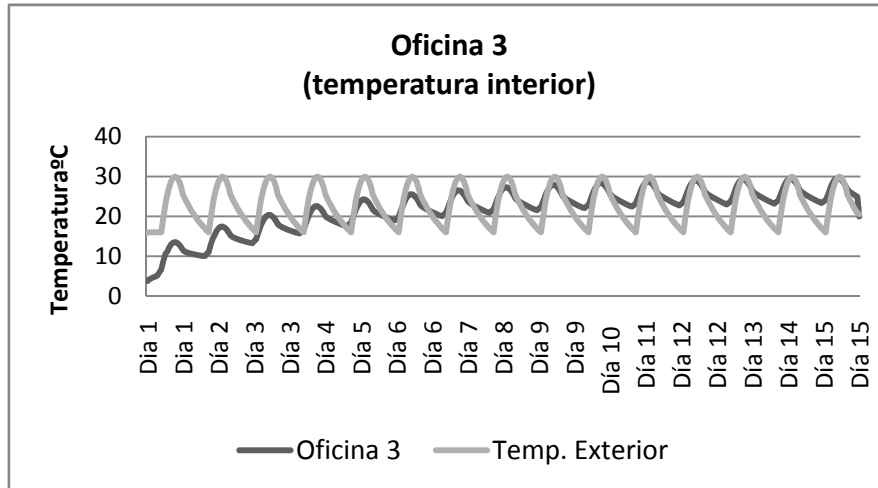
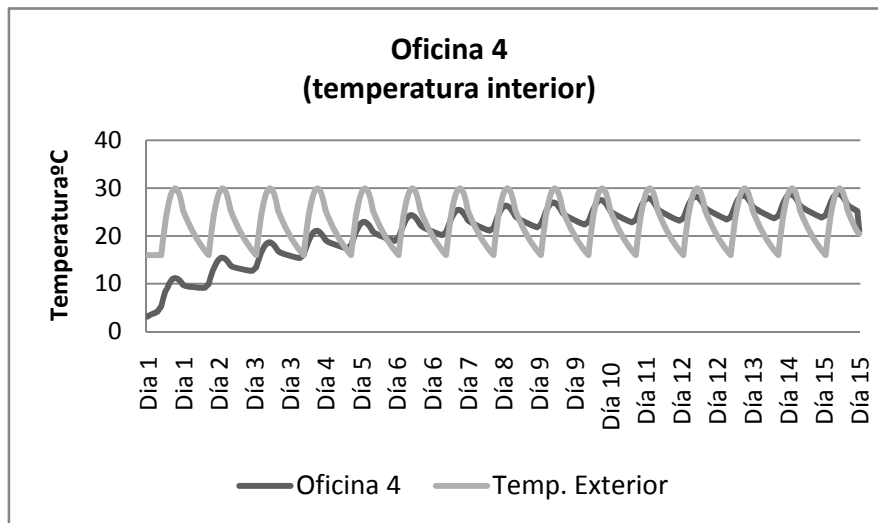


Gráfico 8: **Simulación de Temperatura Interior en Oficina 4.** (15 al 30 de enero)



Luego de analizar las simulaciones, puede observarse que la temperatura interior en la Oficina 1, en la Sala de Reunión y en la Administración durante el período estival, no supera los 25°C (ambos locales tienen construido un piso superior). Se hace evidente la importancia de la resistencia térmica (masa y resistencia) de los elementos de cierre exterior,

además de las cuestiones referidas a la compacidad interior. En las Oficinas 2,3 y 4 donde el techo es la cubierta, la radiación que reciben es mayor y por lo tanto la temperatura es más elevada llegando a los 29 °C.

**4.2.1.2. Resultados de las Simulaciones Edificio Ex Aduana. Período Invernal.**

Gráfico 9: **Simulación de Temperatura Interior en Oficina1.** (1al 15 de agosto)

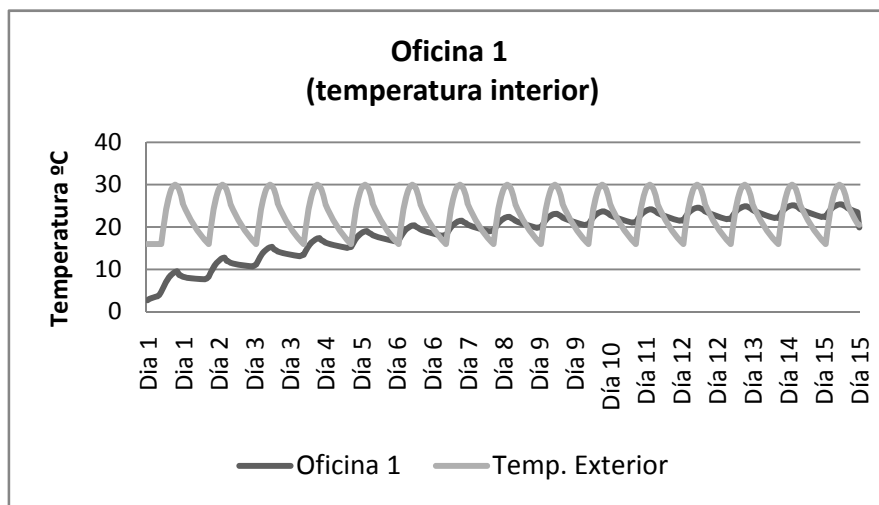


Gráfico 10: **Simulación de Temperatura Interior en Administración.** (1al 15 de agosto)

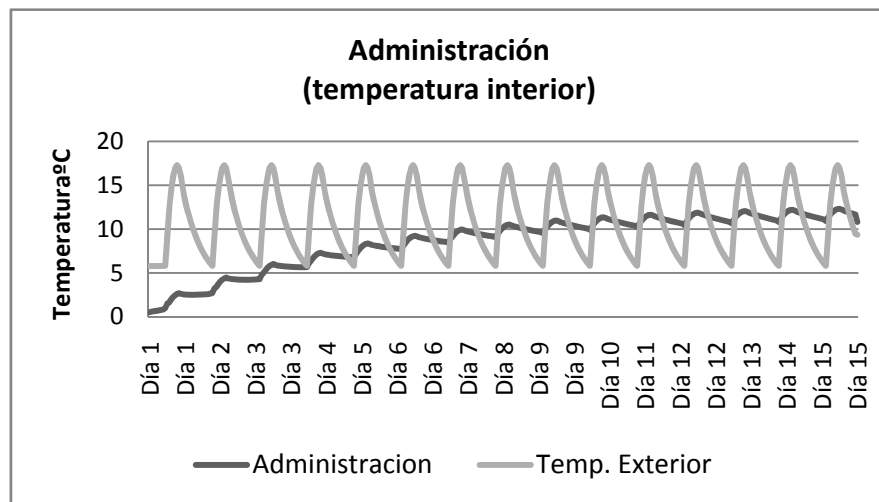


Gráfico 11: **Simulación de Temperatura Interior en Sala de Reunion.** (1al 15 de agosto)

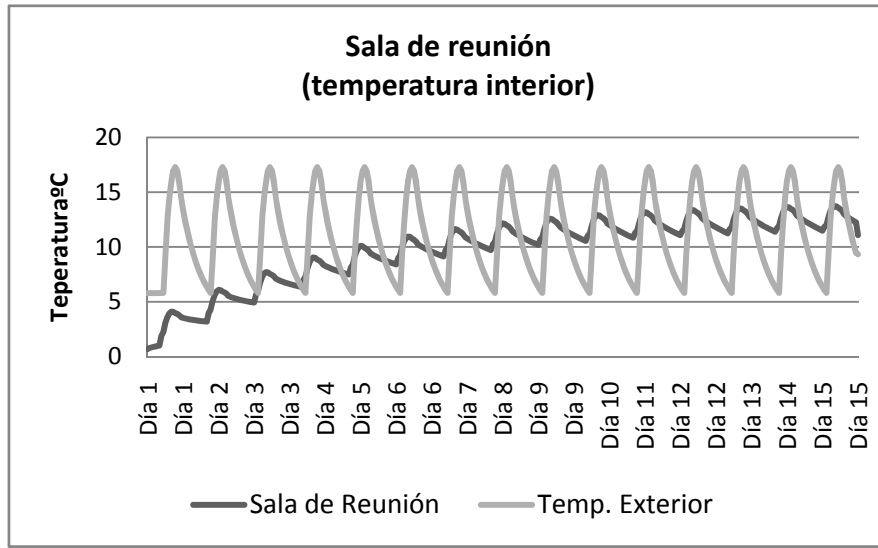


Gráfico 12: **Simulación de Temperatura Interior en Oficina 2.** (1al 15 de agosto)

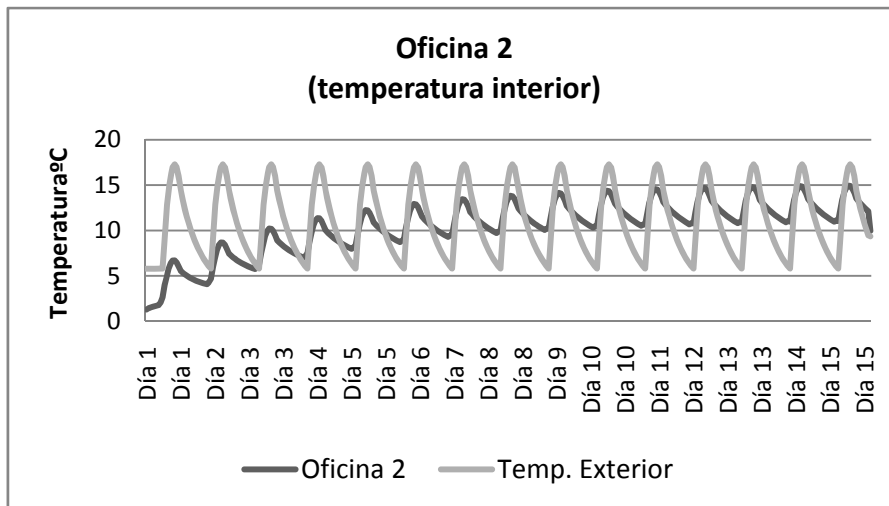


Gráfico 13: **Simulación de Temperatura Interior en Oficina 3.** (1al 15 de agosto)

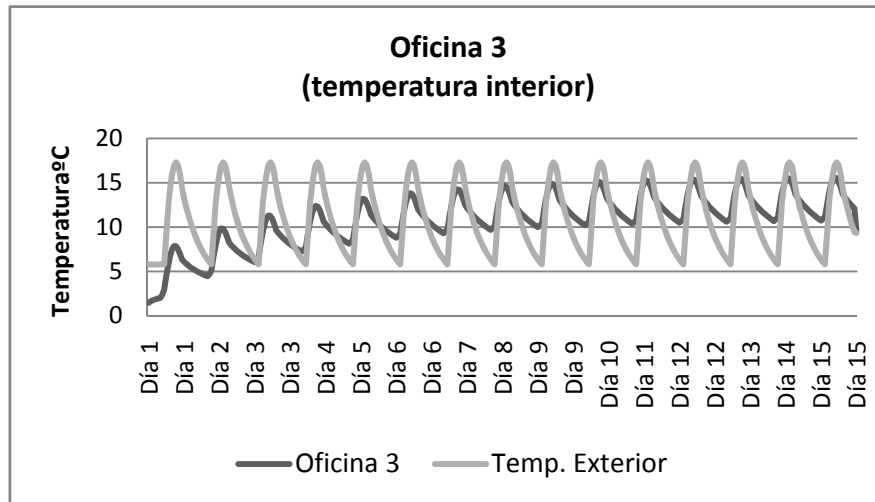
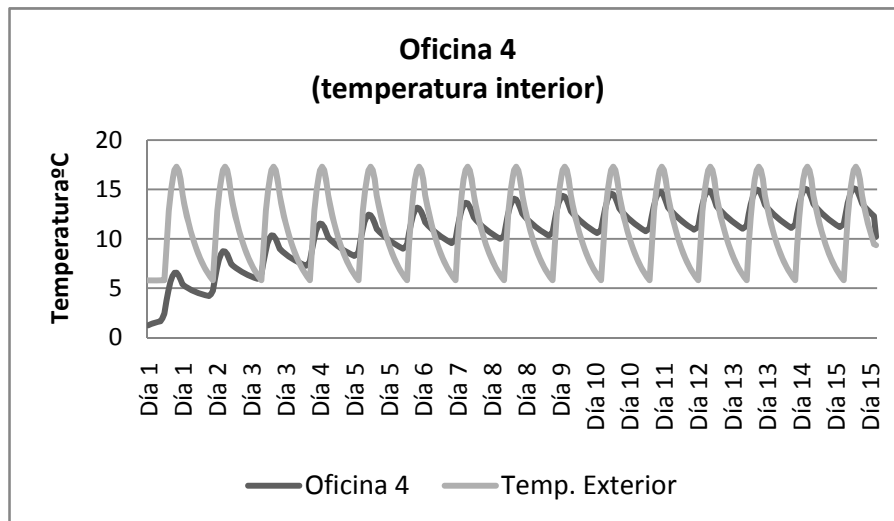


Gráfico 14: **Simulación de Temperatura Interior en Oficina 4.** (1al 15 de agosto)



En invierno las temperaturas interiores en los locales que reciben radiación en la cubierta, alcanzan los 16°C, a diferencia de la Oficina 1, en la Sala de Reunión y la Administración, las temperaturas son inferiores, registrándose según la simulación, entre 13°C y 14°C, haciéndose evidente la necesidad de calefaccionar estos locales.

#### 4.2.2 Simulaciones del comportamiento térmico - Edificio CEMAR.

En el edificio del Centro de Especialidades Medicas Ambulatorias Rosario funcionan actualmente consultorios médicos, odontológicos, laboratorios y una Maternidad, la que se ubica en el quinto y el sexto piso.

Está ubicado en calle San Luis entre Moreno y Balcarce, tiene una superficie cubierta de 20.000 metros cuadrados, desarrollada en dos subsuelos, planta baja y seis pisos



Imagen 2. Edificio CEMAR Fachada Norte.



Imagen 3. Edificio CEMAR Fachadas Sur y Este.

El edificio fue construido en el año 1999, con estructura de hormigón armado, mampostería de cierre de ladrillos comunes, y piel de vidrio al Norte. Las aberturas son de aluminio.

#### **Descripción de los locales a simular.**

En este caso, se simularon 9 locales, Circulación norte, Circulación Sur y Terapia del sexto piso, Comedor y Estar del quinto piso, Sala de espera, y Registro Civil en cuarto piso y Sala de espera y Circulación Sur en tercer piso. Las dimensiones y características de los locales se describen en la Tabla N° 10 del Anexo I. En dicha Tabla también se han asignado valores a las renovaciones de aire por hora de cada local. Se han asumido 2 renovaciones de aire por hora. (Ver Anexos I y II.)

## **Índices de radiación, áreas de radiación y coeficientes de absorción.**

Ver Tabla 12 del Anexo I y Tabla 13 del Anexo I

### **Coeficientes de absorción**

Estos coeficientes se obtuvieron de la Norma IRAM 11.605. Para los tabiques que corresponden a la piel de vidrio con lámina de control solar, se adoptó coeficiente de absorción es 0.43, según especificaciones técnicas del fabricante.

### **Coeficientes convectivos y coeficientes conductivos.**

Los coeficientes convectivos se aplican sobre paredes y tabiques. Para los coeficientes de transferencia por convección de este caso se han adoptado los valores de  $6 \text{ W/m}^2\text{°C}$  para paredes y tabiques interiores que no reciben radiación solar;  $8 \text{ W/m}^2\text{°C}$  para paredes y tabiques exteriores que reciben radiación solar en verano;  $10 \text{ W/m}^2 \text{ ° C}$  para paredes y tabiques exteriores en contacto con el viento exterior (que corresponde a una velocidad de viento de aproximadamente 2.5 m/s en invierno). Para las cubiertas T25, T26 y T27 se adoptó  $10 \text{ W/m}^2 \text{ ° C}$  en verano y  $12 \text{ W/m}^2\text{°C}$  en invierno. Las conductancias térmicas se obtuvieron de la Norma IRAM 11.601. (Ver Tablas 14 a 17 del Anexo I).

### **Ingreso de las capas de paredes.**

Los datos de ingreso para la ficha *Capas de paredes* se especifican en la tabla 18 del Anexo I.

### 4.2.2.1. Resultados de las Simulaciones Edificio CEMAR. Período Estival.

Gráfico 15: Simulación de Temperatura Interior en Circulacion Norte 6º piso.(15 al 30 de enero)

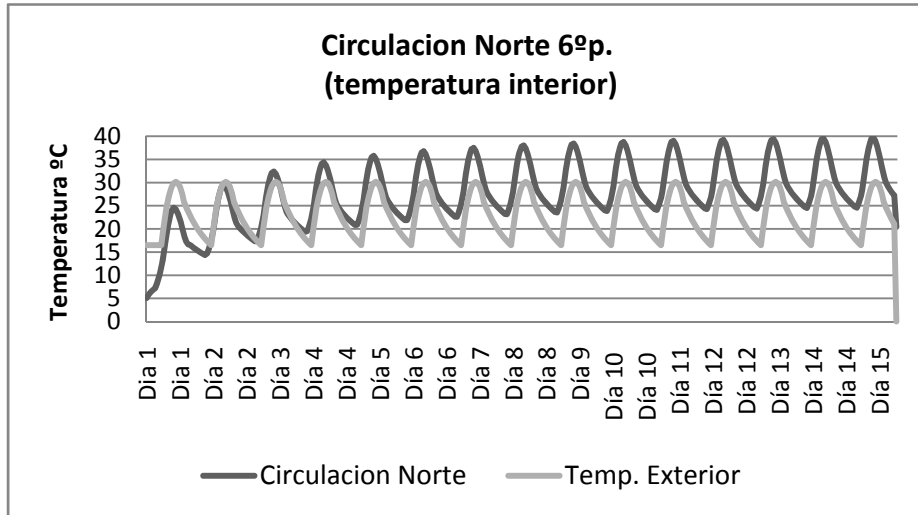
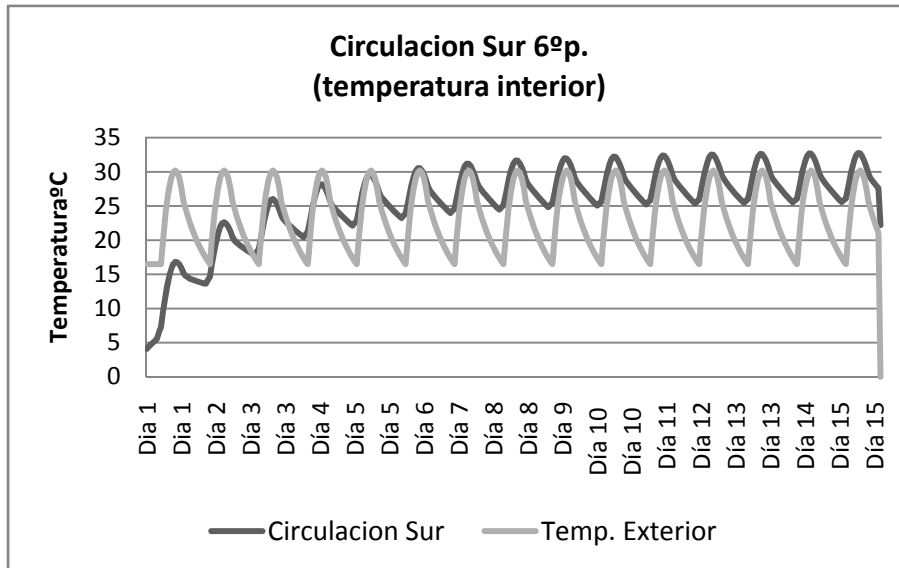


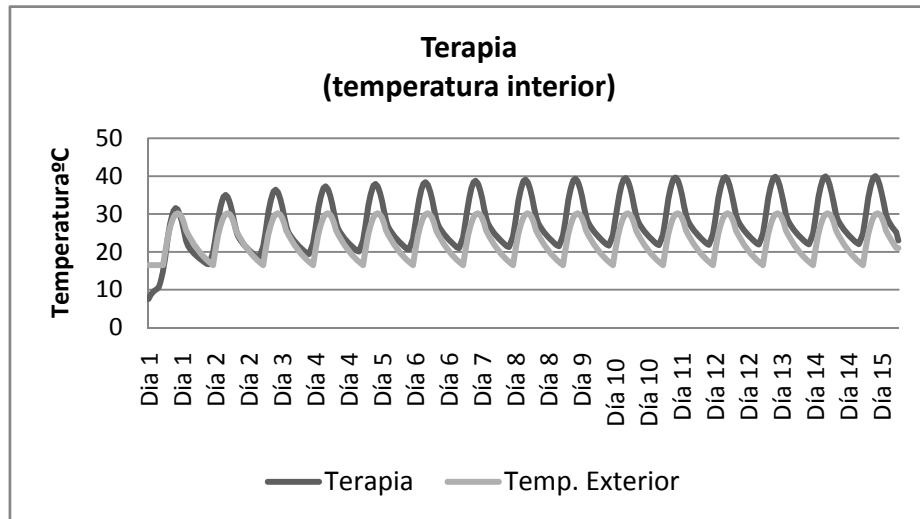
Gráfico 16: Simulación de Temperatura Interior en Circulacion Sur 6º piso.(15 al 30 de enero)



Se observa una diferencia temperatura entre los 5° y 7°C entre la Circulacion Norte con el vidriado de piso a techo y la Circulacion Sur que

tiene un cerramiento mamposteria de ladrillos comunes y ventanas de 1.15 m. de altura.

Grafico 17: **Simulación de Temperatura Interior en Terapia 6º piso.**(15 al 30 de enero)



Los gráficos 15, 16 y 17 que representan la temperatura interior de los locales simulados ubicados en el sexto piso, demuestran las peores condiciones de funcionamiento termoenergético del edificio, ya que la temperatura alcanza los 40°C. Cabe aclarar que justamente es en el sexto y quinto piso donde funciona la Maternidad Martin durante las 24 horas.

Gráfico 18: **Simulación de Temperatura Interior en Comedor 5º piso.** (15 al 30 de enero)

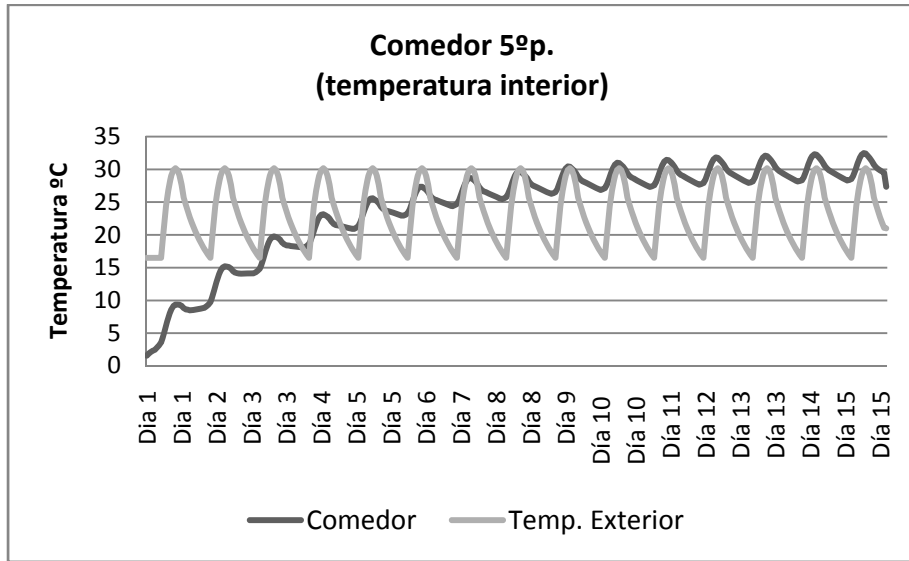
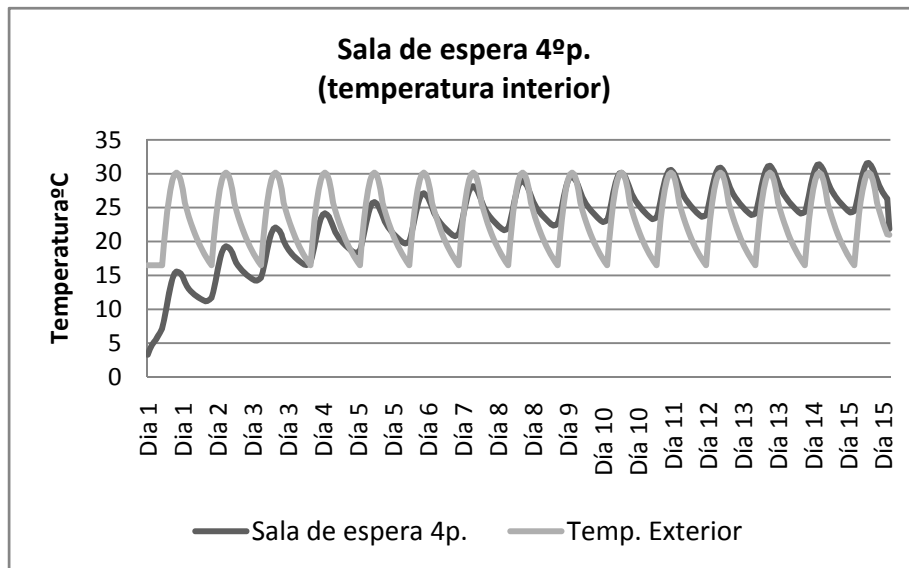


Gráfico 19: **Simulación de Temperatura Interior en Sala de Espera 4º piso.**(15 al 30 de enero)



Si se comparan los gráficos 3, 4, 5, 6, 7 y 8 correspondientes a las simulaciones del Edificio de la ex - Aduana, la temperatura interior, en algunos casos, llega a los 29 °C, pero en ninguno supera la temperatura exterior máxima de 30°C. A diferencia de esto, en los gráficos 15, 16, 17, 18 y 19 de las simulaciones del CEMAR, se verifica que la temperatura interior supera siempre la temperatura exterior, durante el período estival. Esto se

debe a la menor masa térmica del edificio y especialmente a la gran superficie vidriada orientada al Norte que produce sobrecalentamiento incluso durante horas del día en invierno, alcanzando los 27°C. Durante la noche, en la circulación vidriada, la temperatura apenas asciende a unos 12°C.

**4.2.2.2. Resultados de las Simulaciones Edificio CEMAR. Período Invernal.**

Gráfico 20 : Simulación de Temperatura Interior en Circulación Norte 6º piso.(1 al 15 de agosto)

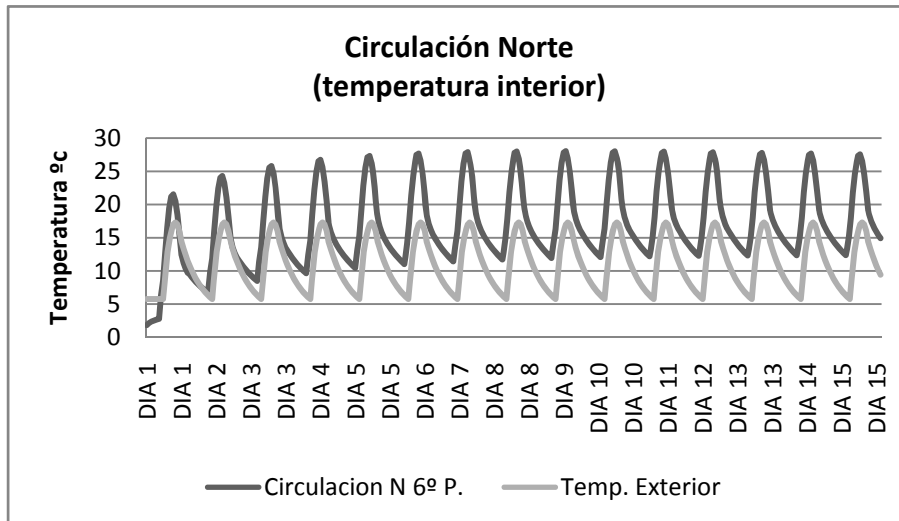


Gráfico 21 : **Simulación de Temperatura Interior en Circulacion Sur 6º piso.** (1 al 15 de agosto)

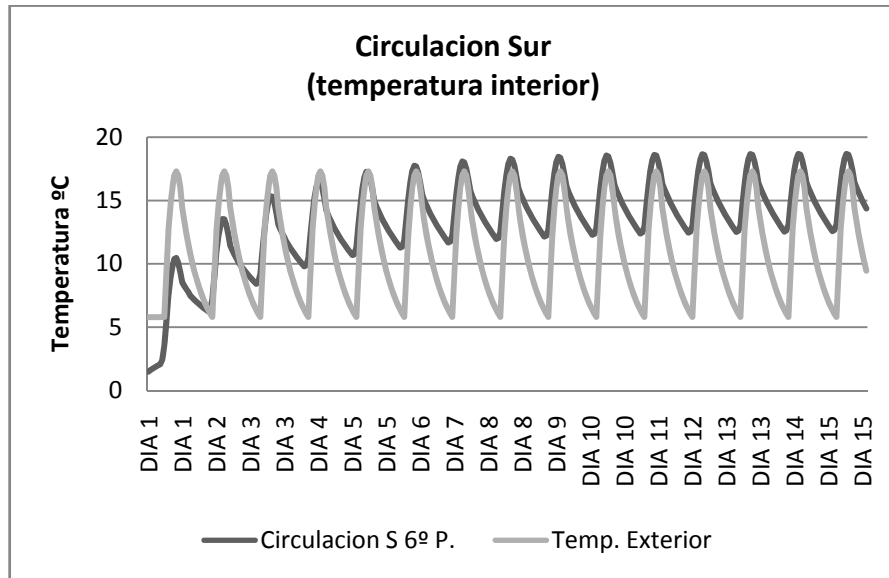


Gráfico 22 : **Simulación de Temperatura Interior en Terapia 6º piso.**(1 al 15 de agosto)

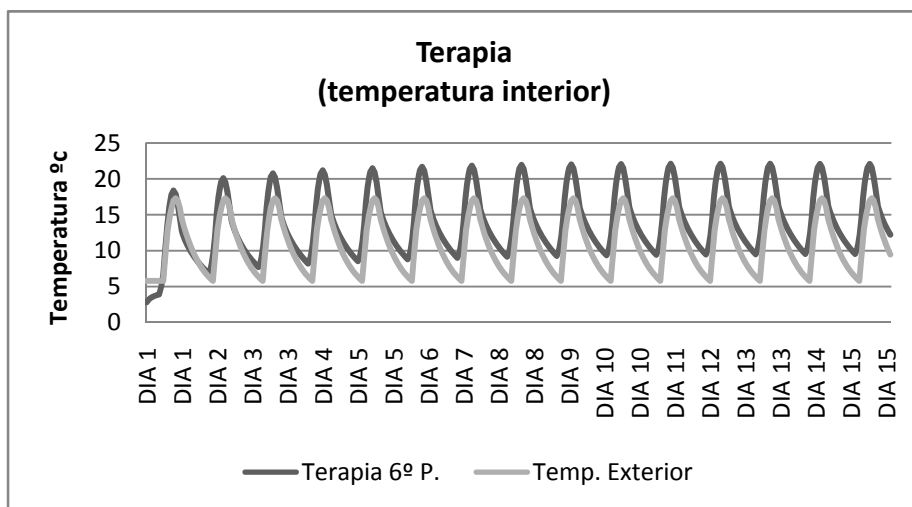


Gráfico 23 : Simulación de Temperatura Interior en Comedor 5º piso. (1 al 15 de agosto)

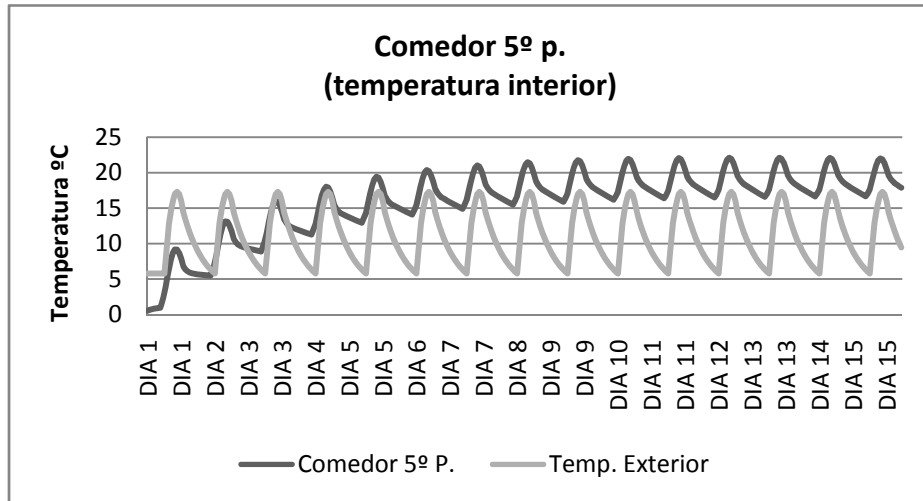
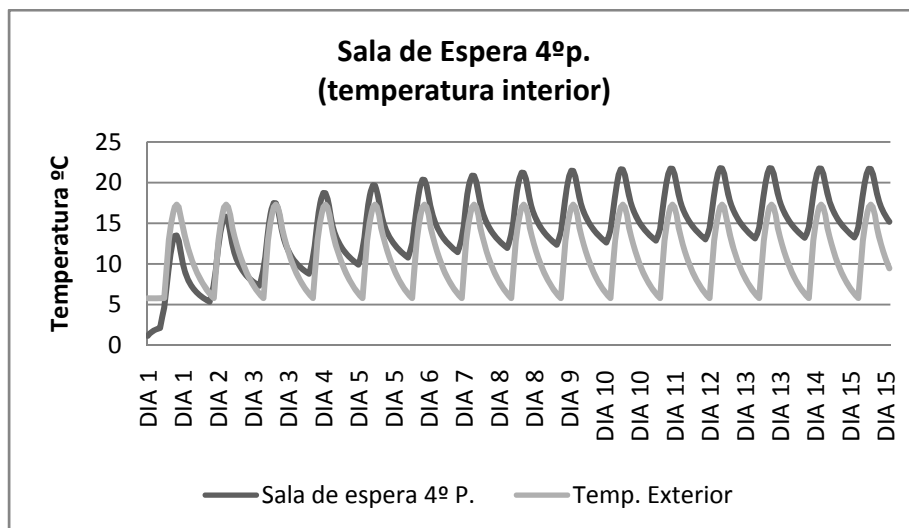


Gráfico 24 : Simulación de Temperatura Interior en Sala de Espera 4º piso.(1 al 15 de agosto)



El análisis energético del comportamiento térmico desarrollado en ambos edificios mediante modelo de simulación SIMEDIF pone en evidencia

las deficientes condiciones de confort del Edificio CEMAR, en el que las temperaturas interiores en los locales del último piso llegan a los 38/40°C.

En el caso del edificio de la ex - Aduana, la simulación indica que las mismas alcanzan los 28º/29°C durante el período estival.

Estas diferencias se deben a la inercia térmica y a la existencia de pequeñas ventanas en el edificio de la ex Aduana, y a la masa menor y menor resistencia térmica de la envolvente, además de la gran superficie de ganancia directa del CEMAR.

La gran diferencia de flujo térmico entre ambos edificios, es debida a las características de sus envolventes y a las distintas condiciones relativas a las masas térmicas existentes en los interiores de cada uno, aspecto éste que se aprecia mediante aplicación del SIMEDIF.

La simulación explica porqué el CEMAR consume cuatro veces más energía por metro cuadrado de superficie cubierta que el edificio de la ex – Aduana.

En el sector ocupado por la Maternidad Martin – espacio que representa el 14% de la superficie total del edificio y presenta demandas de confort específicas durante las 24 horas - se registraron las temperaturas más altas.

## CAPITULO V

### REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Mientras el *Mantenimiento* consiste en devolver las condiciones iniciales de un edificio sometido a desgastes o alteraciones en el uso, la *Rehabilitación* es el proceso a través del cual se modifica el destino funcional de un edificio o se cambian o modifican espacios y componentes con la finalidad de mejorar sus prestaciones y/o de adaptarlo a nuevos requerimientos.

En el marco de este trabajo, la elección de dos tipologías edilicias que presentasen marcadas diferencias tuvo que ver, básicamente, con poder identificar problemas recurrentes inherentes al funcionamiento termo-energético de los mismos, comparar sus respectivas prestaciones y detectar -si las hubiera- estrategias aplicadas por los decisores técnicos a cargo de los edificios para darles solución.

Precisar las aristas de los problemas existentes permitió, además, considerando los resultados de las simulaciones realizadas, plantear una alternativa orientada a la *Rehabilitación Termo-energética* de uno de los

edificios analizados, el Centro de Especialidades Médicas Ambulatorias (CEMAR).

### 5.1 ESTUDIO DE CASO. EDIFICIO CEMAR.

El edificio del CEMAR fue inaugurado en el año 1999. Se encuentra ubicado en calle San Luis 2020. Tiene una superficie cubierta de 20.000 metros cuadrados, desarrollada en planta baja, dos subsuelos y seis pisos. Las superficies vidriadas de cada orientación son las siguientes: Norte 1297 m<sup>2</sup>, Este 100 m<sup>2</sup>, Sur 290 m<sup>2</sup> y Oeste 190 m<sup>2</sup>.

El sistema de climatización original era del tipo “*fan coil*”, con tres máquinas de absorción para la refrigeración a partir de agua y bromuro de litio. Al ser ésta una tecnología sin mucha difusión en el país, surgieron graves dificultades para mantenerla en funcionamiento, aspecto que se vió agravado por un problema tecnológico de las máquinas, que derivó en daños irreparables desde el punto de vista económico crematístico. En octubre de 2008 el equipo de refrigeración dejó de funcionar, decidiéndose cambiar de sistema. En el verano de 2009 se colocaron 52 equipos individuales con una capacidad de (311.850 frigorías)<sup>26</sup>.

El personal profesional de Arquitectura Hospitalaria, que se encuentra a cargo de las obras de mantenimiento del Edificio, realizó en el año 2009, el siguiente informe para la autorización del presupuesto para la compra de láminas de control solar sobre el edificio del CEMAR:

---

<sup>26</sup> No se disponen de datos del consumo de energía eléctrica correspondientes al período 2008-2009.

“Con respecto a la materialidad, parte destacada de la situación de la climatización es el gran vidriado que el edificio posee en su fachada Norte. Este vidriado está formado por cristal de seguridad laminado 3+3mm. Este frente, hasta hace dos años, estaba relativamente protegido por una arboleda en todo su largo y hasta cubrir prácticamente el quinto piso. Por razones de seguridad la Dirección General de Parques y Paseos pudo estos árboles bajándolos hasta el tercer piso, quitó dos de ellos y un tercero cayó solo. Es así que la fachada en cuestión quedó más expuesta a la radiación solar directa, difusa de cielo y reflejada de piso”.

En octubre de 2010, se realizó la provisión y colocación de láminas de “Control solar” sobre un área vidriada de 1.750 m<sup>2</sup> correspondientes a las fachadas Este, Oeste y Norte del Edificio.

En noviembre de 2011, se ejecutó la obra de reemplazo de máquinas enfriadoras de líquidos originales. El correspondiente llamado a licitación se realizó para la provisión de proyecto, montaje y puesta a punto de tres máquinas enfriadoras de líquido, del tipo compresor a tornillo, condensada por agua, de 200 TR +/- 5% cada máquina, y dos calderas de 700.000 kcal/h +/- 5%, sumando una capacidad en el sistema de aproximadamente 600 TR +/- 5% y 1.400.000 kcal/h +/- 5%.

Es importante destacar el proceso de toma de decisiones desde la etapa del proyecto geométrico original, las decisiones técnicas de los sistemas, los reemplazos indiscriminados de equipos y el fallido intento de disminuir la radiación solar directa, aumentando la absorción de los vidrios, que generaba una disminución de la transmitancia pero al mismo tiempo aumentaba el problema del intercambio radiante hacia el usuario. Estos aspectos detallados de fracasos encadenados en la obra pública, causan el aumento de los costos crematísticos originales de producción, al tiempo que no reducen los gastos de funcionamiento. Tampoco garantizan el aumento

de la vida útil del sistema, dimensión de suma importancia en el parque edilicio público, que se produce y gestiona con fondos sociales.

En la siguiente tabla se presentan los datos de consumo de energía mensual global y por metro cuadrado de los edificios tomados en consideración, correspondientes a los últimos 7 meses del año 2012. Los datos del año 2002 ilustran el incremento que ha tenido lugar durante estos diez años transcurridos, originado en pautas culturales de consumo y en el desarrollo de equipos de refrigeración separados, de alta demanda, los que no incluyen externalidades económicas referidas a la producción de energía, a su distribución, al efecto joule por problemas existentes de sección de conductores y, en muchos casos, debidas a la necesidad del cambio de los mismos.

En el caso del CEMAR, el aumento se corresponde con una modificación del sistema de atención.

Tabla1. Comparación de consumos de Energía Eléctrica. Edificios ExAduana y CEMAR

	Aduana (12.000m <sup>2</sup> )	Consumo (kwh /m <sup>2</sup> )	CEMAR (20.000m <sup>2</sup> )	Consumo (kwh /m <sup>2</sup> )
Dic-11	48.000 Kwh	4	274.080 Kwh	13.70
Ene-12	60.000 Kwh	5	320.400 Kwh	16.02
Feb-12	<b>48.000</b> Kwh	<b>4</b>	<b>322.800</b> Kw h	<b>16.14</b>
Mar-12	42.400 Kwh	3.53	232.560 Kwh	11.63
Abr-12	35.000 Kwh	2.92	204.960 Kwh	10.25
May-12	22.200 Kwh	1.85	124.560 Kwh	6.23
Jun-12	37.600 Kwh	3.13	152.640 Kwh	7.63
Feb-02	<b>32.454</b> Kwh	<b>2.70</b>	<b>106.000</b> Kwh	<b>6.16 (17.200m<sup>2</sup>)</b>

En el edificio de la ex Aduana, el incremento en el consumo es del 48%, esto se debe a que en el año 2002, sólo el 10% de las oficinas contaba

con equipos de refrigeración, mientras que en el año 2012, el 80% de las oficinas tienen equipos de refrigeración.

En el caso del edificio del CEMAR, en el año 2002 funcionaban 17.200 metros cuadrados solamente en horario diurno. A partir de Noviembre de 2006, se muda la Maternidad Martin al quinto y sexto piso, incrementando la superficie habilitada en 2.800 metros cuadrados y aumentando la franja horaria significativamente, ya que la misma funciona, desde entonces, las 24 horas.

Igualmente, si se comparan los consumos del año 2007 -con pleno funcionamiento del edificio- con los correspondientes al año 2012, se detecta un incremento del 13%, probablemente por la menor cantidad de obstrucciones, arbolado, al intercambio radiante de fuente extensa.

Tabla 2. **Consumos de Energía eléctrica Edificio CEMAR.**

CEMAR	Consumo mensual	Consumo (kwh /m <sup>2</sup> )
Ene-07	207.950 kwh	10.4
Feb-07	290.160 kwh	14.5
Mar-07	229.440 kwh	11.5
Abr-07	219.400 kwh	11
May-07	144.480 kwh	7.2
Jun-07	148.560 kwh	7.4
Jul-07	143.280 kwh	7.2
Ago-07	149.760 kwh	7.5

La disminución del consumo de invierno se debe a que la calefacción funciona con gas. De cualquier manera, debe destacarse el

sobrecalentamiento cercano a la fachada Norte contrapuesto a la necesidad de calefacción de la zona orientada al sur.

Como se ha mencionado, el edificio del CEMAR fue inaugurado en el año 1999. Si se considera una vida útil de alrededor de 65/ 70 años, el edificio deberá funcionar por lo menos 55 años más, en base a lo cual, resultaría un consumo de energía de:

216.000 kwh promedio mensual correspondiente a los últimos siete meses (dic. 2011 a junio 2012) x 12 meses x 55 años =  
**142.560.000 kwh**

## 5.2 BALANCE TÉRMICO CON MODELO JB78. (Borgato, 1978)

Análisis de flujo.

Frente Norte, edificio CEMAR, totalmente vidriado, se desprecia el ancho de carpintería de las aberturas.

Mediodía solar. Análisis para los meses de junio; marzo/setiembre; octubre/febrero; noviembre/enero; diciembre.

Radiación solar cielo claro de Moon (1940) modelo JB78 (Borgato 1978).

E = radiación solar global considerada  $E = ES + EC + EP$

Radiación de Sol  $ES = \kappa \tau^m \cdot \cos a \cdot \cos h$

a (azimut con la fachada); h(altura sol)

Radiación de cielo  $EC = \kappa \tau^m \cdot k_3 \cdot C$

C (cielo visible con obstrucciones p/ plano)  $k_3 = 0.83$  coeficiente del modelo.

$\tau$  = transmitancia de la atmósfera.

Radiación de piso  $EP = K\tau^m \cdot \text{senh} \cdot C_p \cdot \rho_p$

$\rho_p$  (reflección piso)

$C_p$  (piso visible por el vidriado)

$$F = t_e - t_i / R_e + \alpha E_{Re} / R + \tau E \quad (1)$$

$\alpha$  Absorción según fabricante para la película adherida  $\alpha = 0,43$

$\tau$  se consideró según el ángulo de incidencia del sol sobre el vidrio, más rasante (más grande ángulo respecto de la perpendicular) mayor reflexión especular.

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

Transmitancia vidrio

junio  $\tau = 0,51$

setiembre/marzo  $\tau = 0,44$

octubre/febrero  $\tau = 0,35$

noviembre/enero  $\tau = 0,18$

diciembre  $\tau = 0,13$

Cielo visible  $C = 0,4$

Piso visible  $P = 0,4$

$\rho_p = 0,4$  (depende del valor del color medio)

$$K = 1100 \text{ W/m}^2 \cdot \tau^m$$

$m = 1/\sin h$  (número de masas que atraviesa el sol) depende de  $h$ .

Radiación sobre plano vertical mediodía solar

junio  $E = 658,00 \text{ W/m}^2$

setiembre/marzo  $E = 640,00 \text{ W/m}^2$

octubre/febrero  $E = 509,00 \text{ W/m}^2$

noviembre/enero  $E = 413,00 \text{ W/m}^2$

diciembre  $E = 346,00 \text{ W/m}^2$

Flujo térmico a través del vidriado a mediodía solar.

junio  $F = 343,00 \text{ W/m}^2$

setiembre/marzo  $F = 381,00 \text{ W/m}^2$

octubre/febrero  $F = 271,00 \text{ W/m}^2$

noviembre/enero  $F = 163,00 \text{ W/m}^2$

diciembre  $F = 134,00 \text{ W/m}^2$

En junio a mediodía solar con  $t_e = 10\text{C}$  (día frío)  $t_i = 20\text{C}$ , las pérdidas por calor sensible es de  $57 \text{ W/m}^2$  y las ganancias solares por sol, cielo y reflexión de piso  $E = 343,00 \text{ W/m}^2$

El plano vertical recibe a lo largo del día de Junio para cielo claro  $Q = 4,60 \text{ kW/m}^2$ .

### 5.3 SOLUCIÓN DE REHABILITACIÓN CASO CEMAR.

Se propone transformar el 50% de la superficie vítrea en opaca, colocando 0,07m de Poliestireno Expandido detrás del vidrio, con terminación interior de placa de yeso y, exteriormente, una terminación que permita lograr la imagen deseada. De esta forma se obtiene una conductancia:

$C = 0,5 \text{ W/m}^2$ , en este caso el flujo térmico es:

Flujo térmico a través del "opaco".

junio	$F = -1 \text{ W/m}^2$
setiembre/marzo	$F = 8 \text{ W/m}^2$
octubre/febrero	$F = 7,5 \text{ W/m}^2$
noviembre/enero	$F = 7,5 \text{ W/m}^2$
diciembre	$F = 7 \text{ W/m}^2$

En junio hay una pérdida de  $1 \text{ W/m}^2$ , a medida que transcurre el día la temperatura baja y el sol se oculta, el flujo de pérdida es mayor llegando en el caso de una temperatura de  $t_e = 0\text{C}$  y  $t_i = 20\text{C}$  a un flujo de:  $F = 10 \text{ W/m}^2$

Actualmente la fachada Norte tiene una piel de vidrio con una superficie de  $1297\text{m}^2$ . La ganancia por radiación solar se describe en la tabla siguiente.

Tabla 3: **Comparación de flujo térmico.**

	100% vidrio	50% vidrio	Opaco
Junio	2670 Kwh	1340 kwh	El flujo es de pérdida
Setiembre/Marzo	3262 Kwh	1631 kwh	37 kwh
Octubre/Febrero	2531 kwh	1270 kwh	36 kwh
Noviembre/Enero	1015 kwh	507 kwh	36 kwh
Diciembre	730 kwh	365 kwh	19 kwh

En el Anexo III se presentan las imágenes originales con los fotomontajes de la propuesta de *Rehabilitación Energética*.

Utilizándose los días de diseño para Rosario (Perone et al, 1985) se realizará, en desarrollos futuros, una aproximación al consumo global del edificio y a las reducciones que se obtendrían con la rehabilitación propuesta, estimadas para todo el período de vida útil del edificio.

En este proceso se verificarán las causas de las aparentes incongruencias entre los consumos de energía eléctrica registrados en Febrero y en Marzo en relación con las ganancias térmicas debidas a radiación solar en los días de cielo claro de dichos meses.

#### **5.4 ANÁLISIS DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO CEMAR.**

Con relación a los problemas energéticos de la iluminación, es necesario distinguir los dos atributos básicos de la iluminación: *natural* y *artificial*.

La iluminación artificial general uniforme, resuelta con lámparas de bajo consumo, se puede satisfacer con un flujo de 15 o 16 W/m<sup>2</sup> para iluminación del orden de los 500 lx; debemos destacar que los “usos técnicos” o específicos a la tecnología médica, requieren de condiciones que pueden alterarse muy poco desde la dimensión de la eficiencia y muchos de los espacios tienen esa condición, salvo las esperas y los espacios de internación que requieren poca superficie en este caso. Por otro lado, la imposición funcional de establecer una circulación técnica claramente diferenciada de la circulación de público, ha determinado una serie de consideraciones especiales con respecto de los locales y su relación con la iluminación natural.

El parámetro característico del edificio en cuanto al consumo energético no específicamente técnico, se refiere a una serie de desaciertos en las decisiones de climatización que comienza con un gran plano vidriado al norte, que se supone protegido por una serie de árboles, y un conjunto de idas y venidas respecto de las decisiones de los sistemas de climatización y de disminución del ingreso directo de radiación solar a partir de aumentar la absorción de los vidrios.

De ser necesario un mejoramiento del rendimiento de la iluminación artificial, se puede considerar un protocolo de recambio y mantenimiento orientado hacia la elección conveniente de las lámparas y un progresivo recambio de las luminarias, si fuera necesario.

El factor de potencia de las lámparas de descarga se corrige con los adecuados capacitores y la disminución del consumo reducirá sin lugar a dudas las pérdidas por efecto Joule, considerando las adecuadas secciones de los conductores, también es posible demostrar que los armónicos introducidos en la onda de corriente alterna son absolutamente

despreciables. Por otro lado la estimación de la magnitud de la iluminación artificial, así como la garantía de su uniformidad, puede resolverse a partir de la adecuada distribución de luminarias.

La iluminación natural permite la vinculación con el espacio exterior, aspecto que resalta la importancia de la misma, en todas las dimensiones de la percepción, ya que permite apreciar el transcurrir de las horas del día, la variación de tiempo atmosférico exterior, etc. En este caso la ventana vertical permite una mayor relación con el espacio exterior, dado que el paisaje se organiza sobre la línea del horizonte –horizontal- de tal manera que dicha ventana corta todas las partes o franjas del paisaje. Los aspectos negativos por ejemplo todos los referentes a intercambios térmicos, mejorados en este estudio, o los referidos al ruido, en este caso existen pocas zonas de abrir por lo que el nivel de ruido tiende a ser más bajo al reducirse la cantidad de juntas. Si bien la eficiencia y la magnitud de la luz solar suele ser superior a la iluminación artificial, el problema radica en la falta de uniformidad de la misma.

Considerando el uso sanitario y el tipo de actividades desarrolladas en el edificio del CEMAR, en relación al cómputo de superficies realizado, se ha detectado que el 53% del área total no necesita iluminación natural. Se computaron los sectores de estacionamiento, depósitos, salas de maquinas además de las aéreas técnicas específicas.

El edificio cuenta con áreas de superficies técnicas de uso hospitalario que necesariamente deben estar aisladas por su función: rayos, ecografía, mamografía, farmacia, laboratorio. La planta del sexto piso, en su totalidad, donde funciona la maternidad, con los respectivos quirófanos, salas de partos, terapia, y áreas de neonatología, necesita iluminación

artificial con estricto control de uniformidad, ausencia de deslumbramiento y adecuado color de la luz.

Tabla 4. Cómputo de superficies de locales con necesidad de luz natural por piso.

Superficie total edificio CEMAR	<b>20240</b> m2
Locales con necesidad de luz natural	Superficie
Sexto piso	-----
Quinto piso	1321 m2
Cuarto piso	1321 m2
Tercer piso	1263 m2
Segundo piso	1321 m2
Primer piso	1452 m2
PB.	1412 m2
Primer subsuelo	769 m2
Segundo subsuelo	725 m2
Subtotal	<b>9584</b> m2

Lo que resulta interesante analizar, dado que las soluciones no tienen el carácter de ajuste constante que se puede realizar con la iluminación artificial, es la iluminación natural, que está afectada por las reformas introducidas en la rehabilitación desde el principio de la misma.

La solución propuesta de rehabilitación propicia el ventanamiento vertical y hasta el cielorraso, que es favorable para una buena iluminación natural.

El análisis de la iluminación natural se realiza para el plano Norte, dado que el mismo, por su gran superficie, es el que le otorga la característica principal al edificio y es donde se ha propuesto la intervención de rehabilitación termo energética.

Para el estudio de la iluminación natural se suponen las siguientes condiciones de cielo, que permiten un punto de partida importante para el análisis, dado que puede considerarse la máxima iluminación a conseguir a nivel del mar, dando así un parámetro de referencia importante:

Sol según Moon, corresponde a cielo claro.

Cuyas características son:

300 partículas de polvo por centímetro cúbico.

Presión atmosférica 10,33 m de columna de agua

Presión parcial de ozono 0,038 m de columna de agua

Vapor de agua precipitable 0,02m.

Coincidente con ASHAE 59 limpio, para estas condiciones Jorge Borgato propone el modelo JB<sub>78a</sub> que se formula de la siguiente manera:

$$ESN = K \tau^{1/\text{sen } h}$$

$$E(b) = ESN (\cos i + k_1 \cos i + k_2 \cos h \cos a \text{ sen } b + k_3 C)$$

$h$  = altura del sol;  $10^\circ < h < 90^\circ$

$a$  = diferencia acimutal del sol respecto a la perpendicular al plano considerado.

$b$  = ángulo del plano considerado sobre plano horizontal.

$C$  = factor de cielo.

Para el cielo considerado

$$K = 1100 \text{ W/m}^2$$

$$\tau = 0,83$$

$k_1 = 0$  (corresponde a la aureola del sol, para este cielo está incluido en el sol)

$k_2 = 0,11$  (corresponde al punto brillante del horizonte, oculto en el horizonte urbano)

$$k_3 = 0,12 \text{ bóveda de emitancia pareja } L; L = k_3 \text{ ESN}$$

Con este modelo de sol se puede suponer la mayor irradiación solar directa a nivel del mar y la menor emitancia de bóveda.

Se puede atribuir el siguiente flujo de radiación en el espectro visible.

Sol bajo      95 lm/W

Sol alto      103 lm/W

Cielo azul    110 a 140 lm/W, se adopta la

semisuma de estos valores 125 lm/W.

En el Gráfico 1 se puede ver el conjunto de curvas que van desde 0 a 30.000 lm/m<sup>2</sup>, correspondiente al solsticio de verano es decir una declinación  $\delta = -23,45^\circ$ . La curva superior, con un flujo de 30.800lm/m<sup>2</sup>, corresponde al flujo acumulado por radiación solar directa, luz de cielo y flujo que llega desde el piso considerando una reflexión media del mismo de 0,3.

Se considera una altura de la fachada sobre el piso, suficiente como para considerar que los obstáculos exteriores no afectan el factor de forma

de la fachada respecto del piso, que vale  $C = 0,5$ , dadas las condiciones del entorno real, esta suposición es válida.

La radiación solar directa (curva de trazos), dado el ángulo que forma el sol respecto de la perpendicular a la fachada, se ve afectada por la reflexión especular vítrea, el ángulo considerado  $i$  se ha obtenido como:

$\cos i = \cos a \cos h$ , la curva inferior es la correspondiente a la radiación solar directa afectada por dicha reflexión especular.

Puede verse en este caso la importancia de la radiación de piso (curva de líneas cruzadas) comparada con la radiación solar directa afectada por la reflexión especular. El aporte debido a la reflexión de piso, en las siete horas consideradas, otorgando una reflectancia media de 0,3, es 3,5 veces mayor que la debida a sol directo, afectada por la reflexión vítrea.

En este caso es importante considerar, en otros análisis o proyectos, los aleros o aletas horizontales que puedan afectar esta radiación, tanto para disminuir la ganancia térmica como para disminuir la iluminación debida a piso. Por otro lado no se debe olvidar, que estas aletas reflejarán el sol directo aumentando su penetración en relación bastante directa a su reflectancia.

La iluminación, en las siete horas consideradas, debida a bóveda de cielo (curva de puntos) participa con un 27% del total de la misma, mientras que la reflexión del piso lo hace con un 57% y el sol directo afectado por reflexión (curva de puntos y trazos) con un 16%. Estas proporciones se van modificando hacia el solsticio de invierno.

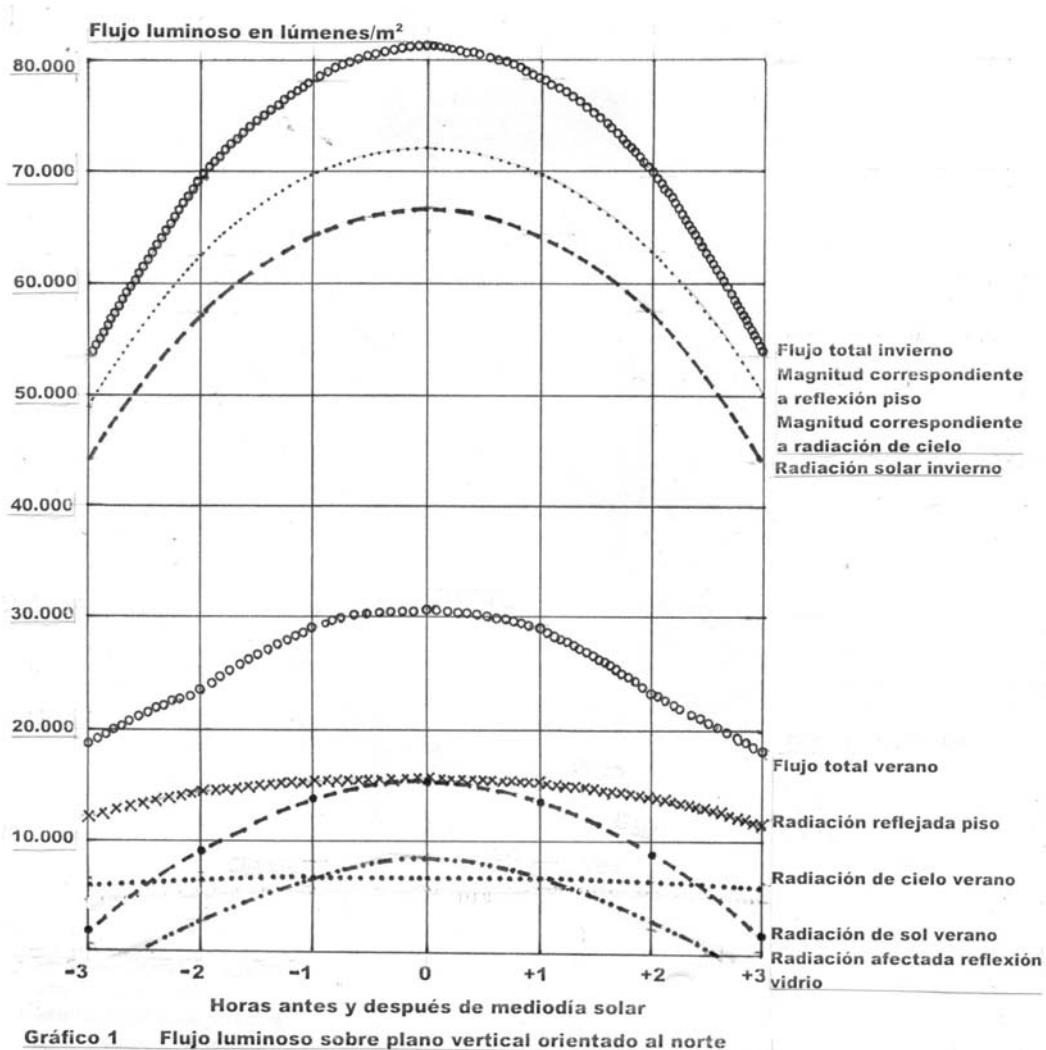
Si se considera un tipo de cielo con mayor emitancia, como puede ocurrir a menudo en la región considerada, asimilando el modelo con ASHAE 59 industrial, donde aparece mayor emitancia de cielo, juntamente con la aureola que integramos al sol directo, nos encontramos que el flujo luminoso durante las siete horas consideradas, debido a cielo, es 3,3 veces mayor que la correspondiente a sol directo afectado de la reflexión vítrea. A mediodía solar la iluminación debida a cielo es 1,6 veces mayor a la conseguida mediante sol directo.

Durante el solsticio de invierno, es decir con una declinación  $\delta = 23,45^\circ$ , en el gráfico 1 podemos ver (curvas más altas), en líneas de trazos, la iluminación que llega al plano vidriado debida a sol directo, se suma a esta iluminación (con línea de puntos) la iluminación debida a cielo; a su vez se suma a esta iluminación la magnitud correspondiente a la radiación reflejada por el piso en las mismas condiciones anteriores; la curva total de iluminación (curva de pequeños círculos) indica una iluminación máxima que llega al plano vidriado a mediodía solar de aproximadamente  $81.700 \text{ lm/m}^2$ .

La participación de cada una de las fuentes en el total de la iluminación, en las siete horas consideradas, que llega al plano vidriado es: el 81% corresponde a iluminación debida a sol directo, 11% a reflexión del piso y 8% a la iluminación debida a cielo. La iluminación debida a luz de cielo corresponde a casi el 10% de la radiación que llega debida a sol directo.

Si se considera un tipo de cielo con mayor emitancia, asimilando el modelo con ASHAE 59 industrial, se puede establecer que la iluminación que llega al plano vidriado, en las siete horas consideradas, debido a luz de cielo corresponde con un 18% de la iluminación que llega por radiación

directa, veámos que para cielo claro la luz debida a la emitancia de cielo es del orden del 10% de la iluminación debida a radiación solar directa.



Fuente: Di Bernardo, 2013. Estudio Inédito. CEAH. Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño. Universidad Nacional de Rosario.

La organización funcional en un edificio como el CEMAR, en la que se asume de gran importancia la movilidad, conduce a la necesidad de tener dos circulaciones, una técnica de médicos, enfermeros y técnicos y una circulación pública. Ésta organización ha obligado a reservar los espacios contra los límites exteriores a estas circulaciones, dejando el compromiso de la iluminación a la iluminación artificial, que se puede realizar de forma eficiente en términos energéticos, con las adecuadas decisiones de luminarias y lámparas.

De cualquier manera, en aquellos espacios de espera con fuerte afluencia de público, se puede estimar lo siguiente:

### **Análisis de iluminación natural para el edificio del CEMAR.**

La superficie vidriada al Norte en las zonas de espera del 2º, 3º y 4º piso es de 130 m<sup>2</sup>, con la propuesta de rehabilitación se reducen a 65 m<sup>2</sup>.

Paredes y cielorrasos colores claros: Reflectancia: 70%.

Pisos: Reflectancia: 40 %.

Plano vidriado: Reflectancia 0,12.

65m<sup>2</sup> de vidrio x 0,88 = 57,2 m<sup>2</sup> de absorción por el plano vidriado.

65 m<sup>2</sup> sector con propuesta de rehabilitación, con material aislante y cuya superficie interior refleja el 70%.

Absorción total A = 339 m<sup>2</sup>

La iluminación media de la envolvente será  $E=F/A$ , donde:

E = iluminación

F = flujo total

A = absorción total

En el gráfico 2 puede verse la iluminación media de la superficie envolvente.

La reflexión media de la envolvente es de 0,55.

Realizando el mismo análisis para la zona de espera del sexto piso tenemos:

Absorción total  $A = 148 \text{ m}^2$

La reflexión media en el sexto piso es de 0,57.

### **Iluminación Media de la envolvente en el edificio CEMAR**

A continuación se presenta el gráfico 2 con las curvas de los resultados de iluminación media para el 3º piso y para el 6º piso en invierno y en verano, tres horas antes y tres horas después del mediodía solar.

Al solo efecto comparativo se presentan también las curvas con los resultados donde se suponen las paredes con reflexión nula, es decir la iluminación solo confiada a la luz directa se puede así tener una idea de la importancia de la reflexión de la envolvente tanto en el aumento del nivel posible como en la mayor uniformidad obtenida.

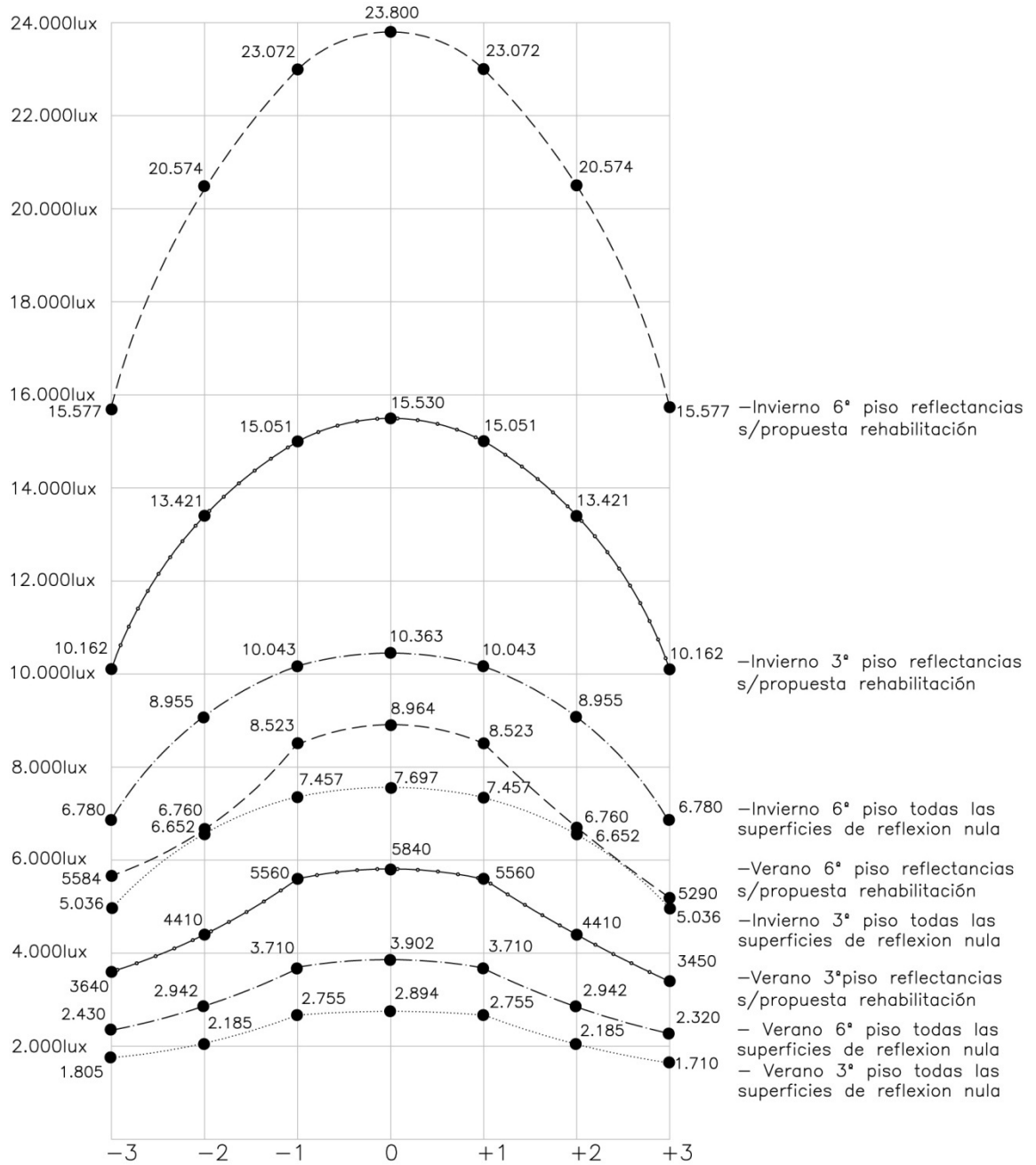


Gráfico 2. Iluminación media de la envonvente Edificio CEMAR

Las diferencias de iluminación entre el sexto y el tercer piso se deben a las diferentes proporciones de los locales. El tercer piso tiene un ancho de 5,70 metros por 45 metros de largo, y el sexto piso un ancho promedio 2,40 metros por 23 metros de largo. Puede verse como la profundidad y la disminución de absorción por la envonvente afecta los niveles de iluminación, a un dado ingreso de luz.

Con los resultados obtenidos de la iluminación media de la envolvente y considerando que el plano de interés de nuestro estudio es el de piso se observa que el nivel obtenido es más que satisfactorio para la función.

Con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos y verificar el nivel de uniformidad conseguido, se ha utilizado el Programa Autodesk Ecotect Analysis 2011 - Diseño y Visualización de Construcciones Sostenibles - para Simulación y Análisis Energético de Construcciones y entornos utilizando interfase gráfica. Se utilizó el archivo de clima de la ciudad de Rosario obtenido a partir de datos estadísticos de NASA.

Las imágenes de las simulaciones se presentan en el Anexo IV, Simulación de Iluminación natural; a continuación como referencia se agrega una imagen con la finalidad de explicar el proceso seguido.



Simulación 6º piso. 21 de junio. 12:00 hrs.

Realizando la iluminación media de todos los puntos descritos se consigue verificar el grado de ajuste de los dos modelos, el más simple que solo considera el valor medio y el más elaborado de aplicación digital.

A continuación se presentan los resultados de los dos modelos de evaluación.

3° piso	ECOTECT	JB78
Invierno- 21 de junio		
12:00 hrs.	16.764 lux	15.530 lux
15:00 hrs.	12.266 lux	10.162 lux
Verano -21 de diciembre		
12:00 hrs.	4.162 lux	5.840 lux
15:00 hrs.	2.445 lux	3.450 lux

6° piso	ECOTECT	JB78
Invierno- 21 de junio		
12:00 hrs.	24.917 lux	23.800 lux
15:00 hrs.	20.860 lux	15.777 lux
Verano- 21 de diciembre		
12:00 hrs.	5.675 lux	8.964 lux
15:00 hrs.	3.962 lux	5.290 lux

En próximos trabajos verificaremos la razón de las diferencias obtenidas, que sin lugar a dudas radican en las diferencias de radiación consideradas y las obtenidas por la NASA.

## CONCLUSIONES

Dificultades de diversa índole han incidido en generar los problemas detectados. En el edificio de la ex Aduana, los problemas, son más culturales que energéticos y están vinculados al consumo de ciertos patrones de confort térmico que se impulsan desde la publicidad.

En el edificio del CEMAR los problemas iniciales son también de carácter cultural, pero vinculados a modelos de diseño de edificios que significan (representan) el consumo de la economía capitalista, esto se hace evidente al disponer de un gran frente vidriado sin razones funcionales, formales y de comunicación con el exterior.

Además a estos problemas iniciales, se sumaron una serie de desaciertos posteriores que incrementaron la magnitud del problema, más aún, tratándose de fondos públicos. Probablemente estos problemas posteriores se originaron en la falta de criterios claros para resolver la dimensión de la rehabilitación.

Otra dimensión a tener en cuenta en el diseño y posterior consumo energético es la función a que está destinado el edificio, lo que vuelve más crítico el contexto de decisiones adoptadas.

Los problemas de la ex Aduana no son de carácter edilicio y su solución pasa por dimensiones de concientización cultural, junto a normas de vestimenta adecuada (como ha ocurrido en algún momento en Japón) y asegurar un movimiento del aire que garantice el confort necesario a las personas. Probablemente se pueda estudiar en el futuro, la posibilidad de inyectar mecánicamente, aire nocturno en momentos de temperatura conveniente para colaborar en el enfriamiento de la masa térmica.

En el edificio del CEMAR en una primera etapa, se propone la rehabilitación de la fachada norte reduciendo a la mitad la cantidad de superficie semitransparente, sin modificar significativamente la apariencia externa y la “calidad” de comunicación con el exterior. No se espera con este recurso optimizar plenamente el funcionamiento termoenergético. En otras etapas posteriores se realizarán otros ajustes termoenergéticos en el diseño de la envolvente.

Es deber de la administración municipal adoptar medidas adecuadas por dos dimensiones importantes. Una de ellas se refiere a los costos crematísticos de funcionamiento, que se afrontan con el aporte del erario público y el otro está referido al ejemplo que debe darse para concientizar a la población, sobre los problemas de la necesaria homeostasis de la relación sociedad-naturaleza.

Esta reducción de costos puede además dedicarse, en parte, a mejorar la participación de la mano de obra, de personal municipal, dedicada al mantenimiento. Desde el punto de vista ambiental, es decir desde los flujos de energía y de masa, esto resulta conveniente. El salario, como forma del capital, se construye con variables cantidades de energía y de masa, pero también con más o menos cantidades de salarios, por lo tanto, si a partir de más salario se aumentan el rendimiento de los flujos de energía y masa y por lo tanto el rendimiento de la inversión inicial en energía y masa, y el de funcionamiento, la inversión resulta provechosa para mejorar la homeostasis sociedad-naturaleza; en otros trabajos profundizaremos estas hipótesis.

Otras tareas posteriores de rehabilitación y mantenimiento estarán destinadas a mejorar todos aquellos aspectos que inciden directamente en la vida útil del edificio con el fin de prorratar en un tiempo mayor la inversión de recursos y mano de obra realizada.

En la hipótesis se propone:

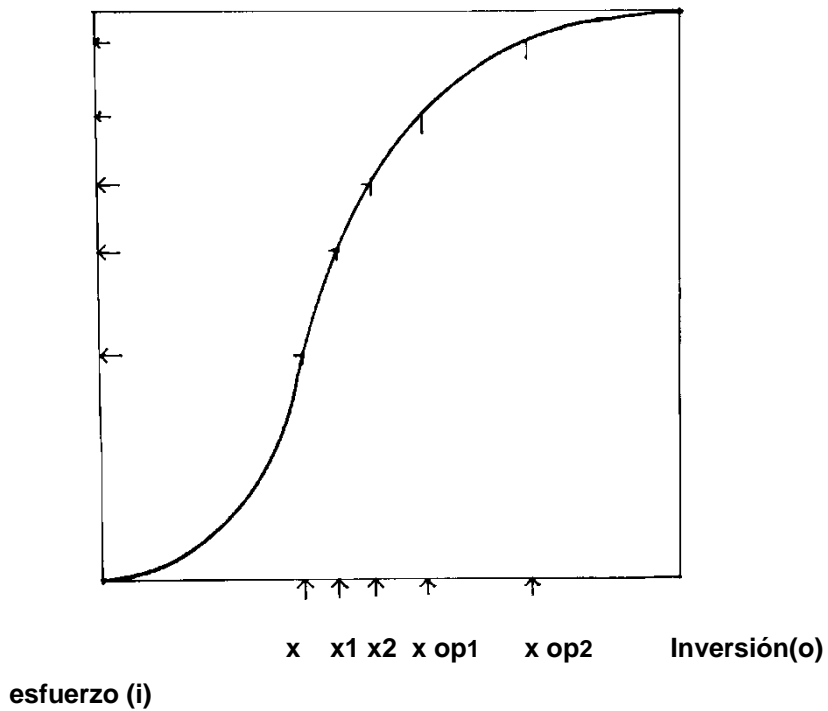
*En toda tecnoestructura edilicia -y particularmente en los edificios públicos- deben optimizarse las condiciones de habitabilidad aumentando la eficiencia energética de funcionamiento. Con el adecuado mantenimiento se puede aumentar la Vida Útil, que junto al aumento de la eficiencia energética, nos permite mejorar la eficiencia ambiental de la tecnoestructura. Estas medidas permiten amortizar la inversión inicial en un plazo mayor.*

En la misma se parte del supuesto que el aumento de la vida útil amortiza la inversión inicial en un plazo mayor, mejorando la eficiencia ambiental del sistema edilicio. Para ejemplificar este aspecto se ha definido una curva sigmoidea, que explica cómo después de la inversión inicial necesaria para toda construcción los aumentos de inversión

(recursos, mano de obra y dinero) crecen más lentamente que los beneficios aportados (en el aumento de la vida útil, reducción de inversiones de mantenimiento y funcionamiento). A medida que este proceso continúa las relaciones de inversión y rendimientos se invierten, con lo que es posible encontrar en cada caso un óptimo adecuado.

**Ganancias o**

**Resultados (G)**



El análisis ambiental trasciende el mero costo crematístico, la amortización de las inversiones debe realizarse en términos de recursos naturales, antes que de dinero, a riesgo de no poder adjudicar valor justo a dichos recursos. En este contexto, el *mantenimiento* y la *rehabilitación* se transforman en variables esenciales para el aumento de la vida útil. Las decisiones de diseño y materialización inherentes a los procesos de rehabilitación y la incorporación adecuada de mano de obra en el mantenimiento, debe analizarse en función de la participación de los recursos naturales, las condiciones de habitabilidad, el capital, el trabajo y la renta en la construcción del capital con que se enfrentan los salarios.

En los objetivos se proponía:

*Describir sintéticamente los problemas relacionados con los altos costos de energía y materia y las deficientes condiciones de confort y habitabilidad, asociadas con los procesos de mantenimiento y rehabilitación de edificios municipales.*

En el marco de este objetivo, se realizaron simulaciones con programas de estimaciones térmicas y modelos de radiación solar, dado que resulta adecuado para el análisis propuesto.

El programa de simulaciones SIMEDIF, como era de esperar en el análisis térmico pasivo, entregó resultados donde se podía observar la importancia de la masa térmica, del edificio ex Aduana, en la atenuación de las oscilaciones térmicas a lo largo del día y su apartamiento con las temperaturas exteriores fundamentadas en el tamaño y protección de las aberturas y la notable masa térmica de la envolvente y del interior. La producción de edificios modernos, no pueden por diversos motivos, reproducir el uso de tanta masa térmica.

Los sistemas “gruesos, pesados y porosos”, tienden a ser reemplazados por sistemas “finos, livianos e impermeables”, dadas las razones de flujos de masa que se permite la adecuada homeostasia sociedad-naturaleza, con recursos de masa que deben optimizarse en el marco de una población mundial cada vez mayor. Es notable analizar los datos estadísticos la magnitud de los flujos de masa, reales y ocultos, implícitos en la construcción de todo tipo de infraestructura, extracciones mineras de diverso tipo y las erosiones producidas por los procesos agroproductivos modernos. Esta sobreexplotación de recursos de suelo para distintas actividades extractivas y productivas, está superando los límites

que son posibles dentro de una estrategia de eficiencia ambiental compatible con la homeostasia propuesta.

Estos sistemas “finos, livianos e impermeables” deben tener las altas resistencias térmicas que el modelo de producción permite, ser muy cuidadoso con las condensaciones de vapor de agua (intersticial y superficial). Además debe tenerse un adecuado control sobre la cantidad, posición, orientación, tamaño y protección exterior e interior de las áreas semitransparentes.

En el edificio del CEMAR el SIMEDIF produjo los resultados esperados con relación a las condiciones de la envolvente. Para analizar los problemas energéticos del gran área vidriada al norte, se utilizó un modelo de radiación solar, definido con las características del cielo de Moon y concretado en el modelo JB<sub>78</sub> en una expresión que sintetiza la emitancia de los distintos sectores del cielo y que permite establecer la radiación a través de las diferentes masas atmosféricas, y su correspondiente transmitancia, en función de la altura del sol, además el modelo permite ubicar los planos en su correspondiente posición espacial.

Se analizó la radiación que atraviesa el plano vidriado teniendo presente la absorbancia<sup>27</sup> y reflectancia del plano vítreo, esta última dimensión se realizó en función del ángulo de incidencia solar. Se tuvo en cuenta la radiación debida a sol, cielo y reflexión de piso, estimando una reflectancia media del mismo.

---

<sup>27</sup> La radiación incidente sobre un plano es absorbida, reflejada y transmitida. La transmitancia, reflectancia y absorbancia son funciones: del espesor, del ángulo de incidencia de la radiación, del índice de refracción y del coeficiente de extinción del material.

Se obtuvieron todos los registros facturados de energía eléctrica, en una etapa posterior se analizará la importancia relativa de la ganancia solar por el frente norte en el consumo energético total de refrigeración, dado que aparecen unas aparentes “contradicciones” entre el consumo medido del mes de febrero y la radiación solar de ese mes y del mes de marzo.

Con respecto a:

*Describir el perfil que se le ha dado a las modalidades operativas respecto del diseño, mantenimiento y rehabilitación del parque edilicio público durante la última década, y su relación con el incremento del consumo energético.*

Es importante destacar la influencia que la década de los '90 ha tenido entre otros aspectos el referido a los problemas urbanos. Se intentaba establecer una competencia entre ciudades, como las antiguas ciudades estado italianas. Se pretendía construir edificios emblemáticos, dimensión que se hizo evidente en los edificios de la descentralización municipal.

En el encargo específico y en el diseño de los edificios se prestó más atención a este aspecto de competencia formal que a las más verdaderas y fundadas necesidades funcionales de los mismos, así como a la importancia de la adecuada distribución de recursos públicos.

El mantenimiento y la necesaria rehabilitación se manejó en el contexto de la coyuntura del día a día. Las razones de esta actitud escapan de los objetivos de este trabajo y merecerían una explicación especial.

Con respecto a:

*Establecer pautas para intentar dar solución a los problemas aumentando la eficiencia de los procesos inherentes al mantenimiento y la rehabilitación de edificios públicos.*

Con la rehabilitación energética del CEMAR se desarrolla una alternativa que modifica el funcionamiento térmico de la fachada norte, a partir de la reducción al 50% de la superficie semitransparente. El tamaño de esta reducción esta impuesta por la propia razón estructural del vidriado existente.

Otras alternativas para otros edificios pueden recurrir a sistemas que produzcan protección exterior de la radiación del sol (y del vandalismo), al tiempo que siguen permitiendo una dada vinculación visual con el exterior. Las condiciones de altura del edificio y otras decisiones funcionales y visuales aconsejaron no adoptar esta estrategia a partir de sistemas de protección móviles. En el futuro, dado que la solución es directamente aditiva en procesos consecutivos, se podrán estudiar alternativas de pantallas exteriores translucidas, así como doble pieles de vidrio ventiladas, con material vítreo exterior de baja transparencia y no alterante del color del paisaje exterior. Esta decisión se comparará en términos de economía ecológica.

Abordar el análisis de la variable *Eficiencia Ambiental de Rehabilitación* en los dos edificios municipales seleccionados, en el marco de la función *Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat*, permitió reflexionar acerca de las interacciones establecidas entre las ocho variables que integran dicha función, considerando los diferentes niveles de inconmensurabilidad implícitos.

La rehabilitación es una de las variables con las que se podía interactuar, otras de las variables, *vida útil* (alto nivel de deterioro) reunida con costos de mantenimiento “improcedentes”, podría haber aconsejado la obsolescencia ambiental del edificio (su demolición), no es este el caso. El mantenimiento está directamente asociado a la calidad de producción del

edificio y de la estrategia elegida de mantenimiento, se supone que un aumento de mantenimiento aumentará la vida útil de manera no proporcional a dicha inversión. La variable de satisfacción residencial está directamente vinculada a las variables de habitabilidad, por lo que en este trabajo se ha tratado de reducir los costos crematísticos y energéticos de mantenimiento, sin afectar las condiciones de habitabilidad. En la variable de funcionamiento, el movimiento técnico hospitalario está bien resuelto. En un futuro se puede analizar el gasto energético de funcionamiento mecánico en vertical y proponer, de ser necesario, una rehabilitación del mismo. Como puede verse la función de *Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat*, nos permite un abordaje completo al problema del aumento de la eficiencia ambiental.

Los edificios estudiados son resultado de procesos productivos desarrollados durante diferentes momentos históricos, con muy diferente utilización de masa construida. Se han obtenido resultados sobre el *funcionamiento térmico* de los mismos, quedando por analizar, en posteriores estudios, los demás aspectos de la eficiencia ambiental del proceso de rehabilitación.

Las estrategias para mejorar los procesos de rehabilitación en términos de eficiencia ambiental son de suma importancia, dado el enorme parque edilicio existente (no solo municipal, sino también privado) necesitado de mejorar su funcionamiento, ya que puede indicar un camino para futuras intervenciones.

El análisis energético del comportamiento térmico desarrollado en ambos edificios mediante modelo de simulación SIMEDIF pone en evidencia las deficientes condiciones de confort en el Edificio CEMAR, las temperaturas interiores en los locales del último piso llegan a los 38/40°C.

En el caso del edificio de la ex - Aduana, la simulación indica que las mismas alcanzan los 28°/29°C durante el período estival.

Estas diferencias se deben a la inercia térmica y a la existencia de pequeñas ventanas en el edificio de la ex Aduana, y a la masa menor y menor resistencia térmica de la envolvente, además de la gran superficie de ganancia directa del CEMAR.

El modelo de radiación utilizado (JB78) permitió hacer estimaciones representativas del flujo por radiación solar, principal fuente de ganancias a través del plano Norte, lo que constituye una clara situación problemática en el caso de la fachada totalmente vidriada del CEMAR.

La gran diferencia de flujo térmico entre ambos edificios, es debida a las características de sus envolventes y a las distintas condiciones relativas a las masas térmicas existentes en los interiores de cada uno, aspecto éste que se aprecia mediante aplicación del SIMEDIF.

La simulación explica porqué el CEMAR consume cuatro veces más energía por metro cuadrado de superficie cubierta que el edificio de la ex – Aduana. En el sector ocupado por la Maternidad Martín – espacio que representa el 14% de la superficie total del edificio y presenta demandas de confort específicas- se registraron las temperaturas más altas.

En la ex Aduana, actualmente el consumo se ve incrementado por problemas culturales y tecnológicos concurrentes. El edificio, construido en un momento en el que no se utilizaba movimiento de aire para acondicionamiento estival, fue habitado funcionando durante muchos años

sin recurrir a sistemas de climatización. Posteriormente, la introducción de mecanismos de movimiento de aire permitió un mejoramiento de la temperatura efectiva corregida. Actualmente la modificación de las pautas de consumo y el desarrollo de la tecnología de equipos de refrigeración separados (condensador-evaporador) y los precios de mercado, con grandes externalidades económicas, ha hecho que el consumo energético aumente notablemente.

Si bien el CEMAR es un edificio que espacial y funcionalmente está bien resuelto, el problema detectado radica en las pautas de diseño y materialización de la envolvente, problema que puede interpretarse como cultural y que afecta significativamente el funcionamiento termo-energético edilicio y demanda altos costos económicos para alcanzar condiciones de confort mínimas. Existe una profunda despreocupación, casi un desprecio, por parte de los diseñadores (arquitectos) respecto de los problemas de orden energético, que los lleva a la utilización indiscriminada del vidrio como una razón de orden contemporáneo.

En los resultados del balance térmico realizado y a través de la rehabilitación energética propuesta, tendiente a la reducción de un 50 % de la superficie vidriada, sin afectar la apariencia formal ni la espacialidad original de la obra, se logra mejorar el funcionamiento termo-energético y disminuir el flujo térmico que ingresa a los locales.

**Comparación de flujo térmico.**

	100% vidrio	50% vidrio	Opaco
Junio	2670 Kwh	1340 kwh	El flujo es de perdida
Setiembre /Marzo	3262 Kwh	1631 kwh	37 kwh
Octubre/Febrero	2531 kwh	1270 kwh	36 kwh
Noviembre/Enero	1015 kwh	507 kwh	36 kwh
Diciembre	730 kwh	365 kwh	19 kwh

Este análisis puede resultar el punto de partida de toda la serie de estudios referidos al mantenimiento y rehabilitación de los edificios municipales, entre ellos el Hospital de Emergencia Clemente Álvarez (HECA), el edificio de mayor consumo a cargo del municipio.

En este contexto la Municipalidad propende a la reglamentación de la Ordenanza 8757 (Aspectos Higrotérmicos), que regula el comportamiento energético de los edificios de orbita privada y que estará vigente a partir del año próximo, esta es una alternativa viable para empezar a disminuir el consumo de recursos naturales, y optimizar el confort higrotérmico.

Es posible en un futuro mediato instrumentar medidas impositivas y de tasa, junto a la adecuación del precio de la energía, para impulsar la refuncionalización de un importante parque edilicio de desmesurado consumo, para ello se están elaborando en el grupo de investigación propuestas técnicas y materiales para este fin.

La variable Satisfacción residencial que incluye la dimensión de confort higrotérmico, debe incluir en su tratamiento aspectos referidos a las

conductas de comportamiento con un fuerte anclaje ético, dado que se puede demostrar holgadamente la posibilidad de estar confortable con reducción de consumo energético en edificios de las características de la ex Aduana.

Con respecto al estudio de la iluminación, considerando el uso sanitario y el tipo de actividades desarrolladas en el edificio del CEMAR, en relación al cómputo de superficies realizado, se ha detectado que el 53% del área total no necesita iluminación natural. Se computaron los sectores de estacionamiento, depósitos, salas de maquinas además de las aéreas técnicas específicas.

El edificio cuenta con áreas de superficies técnicas de uso hospitalario que necesariamente deben estar aisladas por su función: rayos, ecografía, mamografía, farmacia, laboratorio, quirófanos, salas de partos, terapia, y áreas de neonatología, necesita iluminación artificial con estricto control de uniformidad, ausencia de deslumbramiento y adecuado color de la luz.

Con los resultados obtenidos de la iluminación media de la envolvente y considerando que el plano de interés de nuestro estudio es el de piso se observa que el nivel obtenido es más que satisfactorio para la función.

A continuación se presentan los resultados de los dos modelos de evaluación.

3º piso	ECOTECT	JB78
Invierno- 21 de junio		
12:00 hrs.	16.764 lux	15.530 lux
15:00 hrs.	12.266 lux	10.162 lux
Verano -21 de diciembre		
12:00 hrs.	4.162 lux	5.840 lux
15:00 hrs.	2.445 lux	3.450 lux

6º piso	ECOTECT	JB78
Invierno- 21 de junio		
12:00 hrs.	24.917 lux	23.800 lux
15:00 hrs.	20.860 lux	15.777 lux
Verano- 21 de diciembre		
12:00 hrs.	5.675 lux	8.964 lux
15:00 hrs.	3.962 lux	5.290 lux

Realizando la iluminación media de todos los puntos descriptos se consigue verificar el grado de ajuste de los dos modelos, el más simple que solo considera el valor medio y el más elaborado de aplicación digital.

*“Ojalá podamos mantener viva la certeza de que es posible ser compatriota y contemporáneo de todo aquel que viva animado por la voluntad de justicia y la voluntad de belleza, nazca donde nazca y viva cuando viva, porque no tienen fronteras los mapas del alma ni del tiempo.”*

E. Galeano

**BIBLIOGRAFIA**

Acot, P. (2005) *Historia del clima. Desde el Big Bang a las catástrofes climáticas*. (1ª edición) Buenos Aires. Argentina: Editorial Ateneo.

Agamben, G. (2009, 21 de marzo). ¿Qué es ser contemporáneo? Traducción de Cristina Sardoy. *Diario Clarín*, p.5.

Alexander, C. (1977). *Un lenguaje de patrones. Ciudades, Edificios, Construcciones*. (2ª ed.) Barcelona. España: Gustavo Gili, S.A.

Alias, H.; Jacobo, G. (2007). Construcción Sostenible. Materiales de Construcción energética y ambientalmente eficientes en el nordeste de Argentina. *Ciudades para un futuro sostenible*. CF+S 35 Recuperado el 08 de agosto de 2012, de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n35/ahali.html>

Alimonda, H. Lipietz, A., O'Connor, J., Guimaraes, G., Castro Herrera, G., Dias, C., Alonso, A., Costa, V., Gudynas, E., Moreira, R., Barkin, D., Costa Neto, C., Canavessi, F., Menasche, R., Ferreira Ribeiro, R., De la Cuadra, F., Acselrad, H., Mello, A., Villalobos, R. (2002). *Ecología Política, Naturaleza, Sociedad y Utopía*. (1ª ed.) Buenos Aires: CLACSO.

Álvarez Hincapié, C. F. (2010). Capital natural crítico y función de hábitat como aproximación a la complejidad ambiental. *Revista Lasallista de Investigación*, 7, (2), 132-149.

Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica (2007, junio). Economía, ecología y abordajes para la resolución de conflictos ecológicos distributivos en el Cono Sur. San Miguel de Tucumán, Argentina: ASAUUE.

Bárcena, A. (2001). Evolución de la urbanización en América Latina y El Caribe en la década de los noventa: Desafíos y oportunidades. *La Nueva Agenda Política en América Latina*, 790, 51 - 61.

Beck, U. (1998) *Risk Society. Towards a new Modernity*. London: Sage.

Begon, M., Harper, J.L. y Townsend, C.R. (1986) *Ecology: individuals, populations and communities*. (1ª ed.) Oxford: Blackwell Science.

Boff, L. (1996). *Ecología. Grito de la tierra, grito de los pobres*. (1ª ed.) Buenos Aires. Argentina: LOHLE-LUMEN.

Brundtland, G. H. (1987). *Documento Nuestro Futuro Común*. Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Recuperado el 6 de junio de 2012, de <http://www.brundtlandnet.com>

Castiblanco Rozo, C., (2003) *Los métodos de valoración económica del medio ambiente: conceptos preliminares*. Recuperado el 10 de abril de 2012, del Sitio web del Departamento de la Universidad Nacional de Colombia: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ede/search/authors/view?firstName=Carmenza&middleName=&lastName=Castiblanco%20Rozo&affiliation=&country=>

Chalmers, A. (1976) *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (3ª ed.) Buenos Aires. Argentina: Siglo XXI de Argentina Editores.

Chang, M.; Foladori, G.; Gazano, I.; Pierre, N.; Tommasino, H. (2001) *Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. (1ª ed.) Montevideo. Uruguay: Pierre, Naina y Foladori, Guillermo Editores.

Chelmicki, J.P. (2007) *Impacto del crecimiento edilicio sobre los servicios por red en la Ciudad de Buenos Aires*. Recuperado el 20 de mayo de 2012, de [http://www.cai.org.ar/dep\\_tecnico/comisiones/CVIVI/trabajos/Informe\\_Decr\\_1929.pdf](http://www.cai.org.ar/dep_tecnico/comisiones/CVIVI/trabajos/Informe_Decr_1929.pdf)

Coase, R. (1960). The Problem of Social Cost. *The Journal of Law and Economics*, Vol. 3, 1-44.

Comisión de Lucha contra el cambio climático de la Union Europea. (22 de junio de 2005). *Libro Verde sobre la eficiencia energética*. Recuperado el 12 de Agosto de 2012, de Síntesis de la legislación de la Union Europea: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/l27061\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l27061_es.htm)

Comisión de Lucha contra el cambio climático de la Union Europea. (19 de octubre de 2006). *Plan de acción para la eficiencia energética (2007-2012)*. Recuperado el 15 de Setiembre de 2012, de Síntesis de la legislación de la Union Europea: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/l27061\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l27061_es.htm)

Crespo Callaú, R. (1999) *Diccionario de Términos Ambientales*. (1ª ed.). La Paz. Bolivia: Centro de Estudios Superiores Universitarios. Universidad Mayor de San Simón, UNESCO.

Di Bernardo, E; Perone, D. (1985, octubre). *Definición de días de diseño para el área bioclimática de Rosario*. Ponencia presentada en la Décima Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. Neuquén, Argentina.

Di Bernardo, E. y Perone, D. (1986). Propuesta para la optimización energética en viviendas de interés social. Estudio Inédito. Centro de Estudios Bioambientales. Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño. Universidad Nacional de Rosario.

Di Bernardo, E. (2003). *Indagaciones sobre el problema de la arquitectura sustentable. Precisiones sobre los flujos de energía, materia e información. Optimización ambiental de los mismos*. Tesis Doctoral de Consolidación Académica no publicada, Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

Di Bernardo, E. (2012a) Síntesis sobre los fundamentos de la economía capitalista para adjudicar valor o precio. Estudio Inédito. CEAH. Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño. Universidad Nacional de Rosario.

Di Bernardo, E. (2012b) Sobre el concepto de Ambiente. Estudio Inédito. CEAH. Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño. Universidad Nacional de Rosario.

Di Bernardo, E. (2012c, junio). *Sustentabilidad Urbana, Megaconstrucciones y ambiente*. Ponencia presentada en el Primer Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana. Desafíos y Escenarios de Desarrollo para las Ciudades Latinoamericanas, Buenos Aires, Argentina.

Duncan, O. (1961) From Social System to Ecosystem. *Sociological Inquiry*, 31, 140-149.

Esteva, G. (1992). *Diccionario del desarrollo. Una guía del conocimiento como poder.* (1ª ed.). Perú: W. SACHS Editor.

Fernández, R. (2000). *La ciudad verde. Teoría de la gestión ambiental urbana.* (1ª ed.). Argentina: Espacio Editorial.

Fernández, R. (2003). *Arquitectura y Ciudad: Del Proyecto al Eco- Proyecto.* (1ª ed.) Argentina: Nobuko.

Fisher- Kowalski, M. y Haberl, H. (1998). Sustainable Development: Socio-Economic Metabolism and Colonization of Nature. *International Social Science Journal*, 158(4), 573-587.

Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2000). *La ciencia posnormal. Ciencia con la gente.* (1ª ed.). Barcelona: Icaria Editorial.

Gallopin, G. Funtowicz, S. O'Connor, M. Ravetz, J. (2001). *Una ciencia para el siglo XXI: del contrato social al núcleo científico.* Recuperado el 10 de junio de 2012, de <http://www.oei.es/salactsi/gallopin.pdf>.

Garrido, F. González de Molina, M., Munda, G., Nardo, M., Puleo, A., Serrano, J., Solana, J., Toledo, V., Valencia, A. (2007) *El paradigma ecológico de las ciencias sociales.* (1ª ed.). Barcelona. España: Icaria editorial.

Geogescu-Roegen, N.(1977). Reflections on the Motive Power of Heat **and** on the Engines Suitable for Developing this Power Atlantic. *Economic Journal*, V, 13-21.

Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles.* (1ª ed.) Valencia. España: Ediciones Tilde S.L.

Global Footprint Network. (s.f.) Recuperado el 12 de abril de 2012, de <http://www.footprintnetwork.org/es/>

Goin, F. y Goñi, R. (1993) *Elementos de Política Ambiental. Honorable Cámara de diputados de la provincia de Buenos Aires.* Buenos Aires: Editores: Goin – Goñi.

Gómez Alguacil, J. (1998). *Calidad de Vida y Praxis Urbana. Ciudades para un Futuro más Sostenible*. Recuperado el 12 de julio de 2012, de [http://habitat.aq.upm.es/cvpu/acvpu\\_5.html](http://habitat.aq.upm.es/cvpu/acvpu_5.html).

Grossi Gallegos, H. y Righini, R. (2007). *Atlas de Energía Solar de la República Argentina*. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva. Universidad Nacional de Lujan. Argentina.

Guzmán Casado, G.; González De Molina, M.; Sevilla Guzman, E. (1999). *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. (1ª ed.). España: Ediciones Mundi.

Hans, J. (1995). *El Principio de Responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. (1ª ed.). Barcelona. España: Herder.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1991) *Norma N° 11625. Acondicionamiento térmico de edificios- Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial, en muros, techos y otros elementos exteriores de edificios*. Argentina: IRAM.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1993) *Norma N° 11549. Acondicionamiento térmico de edificios*. Argentina: IRAM.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996) *Norma N° 11601. Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo*. Argentina: IRAM.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996) *Norma N° 11603. Acondicionamiento térmico de edificios- Clasificación bioambiental de la Argentina*. Argentina: IRAM.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996) *Norma N° 11605. Acondicionamiento térmico de edificios- Condiciones de habitabilidad en edificios*. Argentina: IRAM.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996) *Norma N° 1739. Materiales Aislantes Térmicos- Espesores de uso*. Argentina: IRAM.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1997) *Norma N° 11604. Acondicionamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción*. Argentina: IRAM.

Kicillof, A. (2010) *De Smith a Keynes: siete lecciones de historia del pensamiento económico, un análisis de los textos originales*. (1° ed.) Buenos Aires: EUDEBA.

Leff, E. (1998). *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. (1° ed.) México: Siglo XXI.

Levi- Strauss, C. (1983). *Antropología estructural, mito, sociedad humanidades*. (1° ed.) México: Siglo XXI.

Maturana, H. (2003) *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento*. (1ª ed.) Buenos Aires: Lumen/Editorial Universitaria.

Martinez Alier, J. (1998). *Curso de economía ecológica*. Serie de textos básicos para la formación ambiental N° 1. (1°ed.corregida) México: PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.

Max-Neef, M.; Elizalde, A.; Hopenhayn, M., (1986) *Desarrollo a escala humana. Opciones para el futuro*. Recuperado el 23 de agosto de 2012, de [http://habitat.aq.upm.es/deh/adeh\\_5.htm](http://habitat.aq.upm.es/deh/adeh_5.htm).

Monjo Carrió, J. (1999). *Tratado de Rehabilitación, Patología y Técnicas de Intervención. Tomo Metodología de la Restauración y de la Rehabilitación*. Universidad Politécnica de Madrid. España: Editorial Munilla- Leria.

Monjo Carrió, J. (2003). *Tratado de construcción. Tomo fachadas y Cubiertas*. Universidad Politécnica de Madrid.España: Editorial Munilla- Leria.

Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos.

Morin, E. (2000). *Introducción al Pensamiento complejo*. (22ª ed.). Barcelona. España: Gedisa editorial.

Morin, E. (2002). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. (5º ed.). Buenos Aires: Nueva Visión.

Munda, G. (2004). Métodos y Procesos Multicriterio para la Evaluación Económico-Ambiental de las Políticas Públicas. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 1. Recuperado el 30 de julio de 2012, de <http://ddd.uab.cat/pub/revibec/13902776v1a1.pdf>

Naredo, J.M. (1997). *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*. Recuperado el 10 de julio de 2012, de <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>

Naredo, J. M. y Valero A. (1999). *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. (1ª edición.) Madrid: Fundación Argentaria-Visor.

Naredo, J.M. (2002). *Ciudades sostenibles. Instrumentos para paliar la insostenibilidad de los sistemas urbanos*. Recuperado el 11 de junio de 2012, de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n24/ajnar.html>

Neila González J. y Bedoya Frutos, C. (1999). *Tratado de Rehabilitación, Patología y Técnicas de Intervención*. Tomo Las Instalaciones. U.P.M. España: Editorial Munilla- Leria.

Odum, H; Odum, E. (1981). *Hombre y Naturaleza. Bases Energéticas*. Barcelona: Ediciones Omega.

Samaja, J. (1993). *Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. (3ª ed.). Argentina: Eudeba.

Samaja, J. (2004). *Proceso, Diseño y Proyecto en Investigación Científica*, (1ª ed.) Buenos Aires. Argentina: JVE Ediciones.

Sevilla Guzmán, E. (2000). *Agroecología y desarrollo rural sustentable: una propuesta desde Latino América*. Estudio Inédito. Instituto de Estudios Campesinos. ISEC. Universidad de Córdoba. España.

Pengue, W. (2005). Seminario sobre Economía Ecológica. Maestría en Sistemas Ambientales Humanos, Universidad Nacional de Rosario.

Pengue, W. (2008). *La economía ecológica y el desarrollo en América Latina*. Recuperado el 13 de mayo de 2012, de [http://www.ecoport.net/Temas Especiales/Economia/la economia ecologica y el desarrollo en america latina](http://www.ecoport.net/Temas_Especiales/Economia/la_economia_ecologica_y_el_desarrollo_en_america_latina)

Pesci, R. (1984). *La ciudad in- urbana y algunas rebeliones*. (1ª ed.), Buenos Aires. Argentina: ambiente libros.

Pigou, A. (1920). *The Economics of Welfare*. Recuperado el 2 de junio de 2012, de <http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW0.html>

Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 363, 447 – 465.

Rifkin, J. (2011). *La tercera Revolución Industrial. Como el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*. (1ªed.) Barcelona. España: PAIDOS.

RIO+20. (2012, Junio) *Declaración final de la Cumbre de los Pueblos en la Río+20*. Recuperado el 3 de octubre de 2012, de <http://rio20.net/propuestas/declaracion-final-de-la-cumbre-de-los-pueblos-en-la-rio20>.

Tánides, C.G., Cánepa M.J.; Petroni, O.D.; Rizzone, J.; Soibelzon, H.L. (2003) Evaluación de la sección óptima económica de los conductores eléctricos en el edificio Paseo Colon de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 7, (1), 06-19.

Toledo, A. (1998). *Economía de la biodiversidad*. Serie de textos básicos para la formación ambiental nº 2. (1ªed.) México: PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.

United Nations Population Fund. (2011). *Estado de la Población Mundial 2011*. Recuperado el 10 de agosto de 2012, de [http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/SWP\\_2011/SP-SWOP2011.pdf](http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/SWP_2011/SP-SWOP2011.pdf)

Van Hauwermeiren, S. (1998). *Manual de Economía Ecológica*. Santiago de Chile: Instituto de Ecología Política.

Yeang, K. (1999). *Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico*. Barcelona. España: Editorial Gustavo Gili.

**ANEXO I**  
**TABLAS DE PARAMETRIZACION DE DATOS SIMULACIONES**

### Tablas de datos del Edificio de la Ex Aduana.

Tabla 1: Dimensiones de los locales.

Local	Superficie	Alto	Volumen	Renovaciones
Oficina 1	64 m <sup>2</sup>	4.6 m	294.4 m <sup>3</sup>	2
Administración	18 m <sup>2</sup>	4.60 m	82.8 m <sup>3</sup>	2
Deposito	5 m <sup>2</sup>	4.60 m	20 m <sup>3</sup>	2
Sala de Reunión	22.8 m <sup>2</sup>	4.60 m	105 m <sup>3</sup>	2
Circulación	330 m <sup>2</sup>	4.60 m	1518 m <sup>3</sup>	7
Oficina 2	24 m <sup>2</sup>	4.60 m	110.4 m <sup>3</sup>	2
Oficina 3	85.5 m <sup>2</sup>	4.60 m	393 m <sup>3</sup>	2
Oficina 4	85.5 m <sup>2</sup>	4.60 m	393 m <sup>3</sup>	2

Tabla 2: Elementos y sus dimensiones.

Elemento	Conecta	Área (m <sup>2</sup> )	Otras especificaciones
Paredes	P1	Piso de Oficina 1	Nro. de capas 3
	P2	Exterior- Oficina 1	Nro. de capas 1
	P3	Oficina 1- Oficina Administrativa	Nro. de capas 1
	P4	Oficina 1 – Sala reuniones	Nro. de capas 1
	P5	Oficina 1 - Circulación	Nro. de capas 1
	P6	Techo Oficina 1	Nro. de capas 3
	P7	Oficina Adm.- Oficina 2	Nro. de capas 1
	P8	Oficina 2-Circulacion	Nro. de capas 1
	P9	Oficina 2- Exterior	Nro. de capas 1
	P10	Oficina 2- Oficina 3	Nro. de capas 1
	P11	Oficina 3- Exterior	Nro. de capas 1
	P12	Oficina 3- Exterior	Nro. de capas 1
	P13	Oficina 3- Circulación	Nro. de capas 1
	P14	Oficina 4- Exterior	Nro. de capas 1
	P15	Oficina 4 – Sala reunión	Nro. de capas 1
	P16	Oficina 4- Exterior	Nro. de capas 1
	P17	Oficina 4 - Circulación	Nro. de capas 1
	P18	Piso Oficina 4	Nro. de capas 3
	P19	Piso Oficina 2	Nro. de capas 3
	P20	Piso Administración	Nro. de capas 3
	P21	Techo Administración (Otro piso arriba)	Nro. de capas 3
	P22	Piso Sala de Reunión	Nro. de capas 3
	P23	Techo Sala de Reunión	Nro. de capas 3
	P24	Sala de Reunión - Exterior	Nro. de capas 1
	P25	Piso Oficina 3	Nro. de capas 3

Elemento		Conecta	Área (m <sup>2</sup> )	Otras especificaciones
Tabiques	T1	Puerta Cerrada Oficina 1	3.9	-
	T2	Administración- Deposito	12.6	-
	T3	Oficina 3- Circulación	17.50	-
	T4	Techo Oficina 2	24	-
	T5	Techo Oficina 3	86	-
	T6	Techo Oficina 4	86	-
Ventanas	V1	Oficina 1 - Exterior	1.86	-
	V2	Oficina 1 - Exterior	1.86	-
	V3	Oficina 1 - Exterior	1.86	-
	V4	Oficina 2 - Exterior	1.86	-
	V5	Oficina 3 - Exterior	1.86	-
	V6	Oficina 3 - Exterior	1.86	-
	V7	Oficina 3 - Exterior	1.86	-
	V8	Oficina 3 - Exterior	1.86	-
	V9	Oficina 4 - Exterior	1.86	-
	V10	Oficina 4 - Exterior	1.86	-
	V11	Oficina 4 - Exterior	1.86	-
	V12	Oficina 4 - Exterior	1.86	-
Puertas	D1	Oficina 1- Administración	3.90	Coef. descarga 0.7
	D2	Oficina 1- Sala de Reunión	3.90	Coef. descarga 0.7
	D3	Oficina 2- Circulación	4.5	Coef. descarga 0.7
	D4	Oficina 2- Oficina 3	4.5	Coef. descarga 0.7
	D5	Oficina 3- Circulación	4.5	Coef. descarga 0.7
	D6	Oficina 3- Circulación	3.6	Coef. descarga 0.7
	D7	Oficina 4- Circulación	4.5	Coef. descarga 0.7
	D8	Sala de reunión- Circulación	2.25	Coef. descarga 0.7
	D9	Administración- Circulación	2.25	Coef. descarga 0.7

Tabla 3: Elementos que reciben radiación.

Elemento	Lado	Pendiente	Azimut	Albedo	Nº de Cubiertas
P1	Piso Oficina 1	90	135 (Noreste)	0.45	1
P2	Exterior	90	135 (Noreste)	0.45	0
P9	Exterior	90	135 (Noreste)	0.45	0
P11	Exterior	90	135 (Noreste)	0.45	0
P12	Exterior	90	45 (Sureste)	0.25	0
P14	Exterior	90	135 (Noreste)	0.45	0
P16	Exterior	90	225 (Noroeste)	0.45	0
P18	Piso Oficina 4	90	225 (Noroeste)	0.45	1
P19	Piso Oficina 2	90	135 (Noreste)	0.45	1
P24	Exterior	90	135 (Noreste)	0.45	0
P25	Piso Oficina 3	90	45 (Sureste)	0.25	1
T4	Techo Oficina 2	0	Indistinto	0.45	0
T5	Techo Oficina 3	0	Indistinto	0.45	0
T6	Techo Oficina 4	0	Indistinto	0.45	0

Tabla 4: Índices de radiación. Ver planos Anexo 2.

Numero de índice	Pendiente	Azimuth	Albedo	Numero de Cubiertas	Se aplica a
1	90	135	0.45	0	P2,P9,P11,
2	90	225	0.45	0	P16
3	90	45	0.25	0	P12
4	0	(Indistinto)	0.45	0	T4,T5,T6
5	90	135	0.45	1	P1
6	90	45	0.25	1	P25
7	90	225	0.45	1	P18

Tabla 5: Datos de ingreso para la ficha Paredes.

Pared	Lado	Coef. absorción	Coef. convección	Índice de Radiación	Área de Radiación	Área (m2)	Nro. Capas
P1	Piso of. 1	0.45	6	5	5.58	64	3
	X	0.45	6	5(Indistinto)	0		
P2	Oficina 1	0.5	6	1(Indistinto)	0	23	1
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	1	23		
P3	Oficina 1	0.5	6	1(Indistinto)	0	21	1
	Administración	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P4	Oficina 1	0.5	6	1(Indistinto)	0	21	1
	Sala reunión	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P5	Oficina 1	0.5	6	1(Indistinto)	0	41	1
	Circulación	0.5	7	1(Indistinto)	0		
P6	Techo Of. 1	0.5	6	1(Indistinto)	0	64	3
	X	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P7	Administración	0.5	6	1(Indistinto)	0	26.2	1
	Oficina 2	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P8	Administración	0.5	6	1(Indistinto)	0	14.5	1
	Circulación	0.5	7	1(Indistinto)	0		
P9	Oficina 2	0.5	6	1(Indistinto)	0	19.4	1
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	1	19.4		
P10	Oficina 2	0.5	6	1(Indistinto)	0	20.5	1
	Oficina 3	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P11	Oficina 3	0.5	6	1(Indistinto)	0	51.29	1
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	1	51.29		
P12	Oficina 3	0.5	6	3(Indistinto)	0	26	1
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	3	26		
P13	Oficina 3	0.5	6	1(Indistinto)	0	45.5	1
	Circulación	0.5	7	1(Indistinto)	0		
P14	Oficina 4	0.5	6	1(Indistinto)	0	51.3	1
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	1	51.3		
P15	Oficina 4	0.5	6	1(Indistinto)	0	27	1
	Sala reunión	0.5	6	1(Indistinto)	0		

Tabla 6: Datos de ingreso para la ficha Tabiques.

Tabique	Lado	Coefficiente de Absorción	Coefficiente de Convección	Índice de radiación	Área de Rad.	Área	Coef. de Cond.
T1	Oficina 1	0.5	6	1(Indistinto)	0	3.9	3.2
	Circulación	0.5	7	1(Indistinto)	0		
T2	Adminis.	0.5	6	1(Indistinto)	0	12.6	5.4
	Deposito	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T3	Oficina 2	0.5	6	1(Indistinto)	0	17.5	5.4
	Circulación	0.5	7	1(Indistinto)	0		
T4	Oficina 2	0.5	6	1(Indistinto)	0	24	3(inv.) 1.8 (ver.)
	Exterior	0.5	12(invierno) 10(verano)	4	24		
T5	Oficina 3	0.5	6	1(Indistinto)	0	86	3(inv.) 1.8 (ver.)
	Exterior	0.5	12(invierno) 10(verano)	4	86		
T6	Oficina 4	0.5	6	1(Indistinto)	0	86	3(inv.) 1.8 (ver.)
	Exterior	0.5	12(invierno) 10(verano)	4	86		

Tabla 7: Datos de ingreso para la ficha Ventanas.

Ventana	Conexión	Área	Coefficiente. Día (W/m <sup>2</sup> °C)	Coefficiente Noche (W/m <sup>2</sup> °C)
V1	Oficina 1- Exterior	1.86	4	3.2
V2	Oficina 1- Exterior	1.86	4	3.2
V3	Oficina 1- Exterior	1.86	4	3.2
V4	Oficina 2-Exterior	1.86	4	3.2
V5	Oficina 3- Exterior	1.86	4	3.2
V6	Oficina 3- Exterior	1.86	4	3.2
V7	Oficina 3- Exterior	1.86	4	3.2
V8	Oficina 3- Exterior	1.86	4	3.2
V9	Oficina 4- Exterior	1.86	4	3.2
V10	Oficina 4- Exterior	1.86	4	3.2
V11	Oficina 4- Exterior	1.86	4	3.2
V12	Oficina 4- Exterior	1.86	4	3.2

Tabla 8: Datos de ingreso de Puertas.

Puerta	Conexión	Altura	Ancho	Coefficiente Descarga
D1	Oficina 1- Administración	3	1.3	0.7
D2	Oficina 1- Sala de Reunión	3	1.3	0.7
D3	Oficina 2- Circulación	3	1.5	0.7
D4	Oficina 2- Oficina 3	3	1.5	0.7
D5	Oficina 3 - Circulación	3	1.5	0.7
D6	Oficina 3- Circulación	3	1.2	0.7
D7	Oficina 4- Circulación	3	1.5	0.7
D8	Sala de Reunión - Circulación	3	0.9	0.7
D9	Administración- Circulación	3	0.9	0.7

Tabla 9: Datos de ingreso para la ficha Capas de Paredes.

Pared	Capa	Con masa	K(W/m°C)	Espesor (m)	Densidad (kg/m3)	C.P. (J/kg)	Nro. puntos
P2,P11,P12, P14,P16,P24	1	SI	0.81	0.95	1800	840	5
P3,P4,P5,P7, P8,P10,P13, P17	1	SI	0.81	0.45	1800	840	5
P9	1	SI	0.81	0.60	1800	840	5
P15	1	SI	0.81	0.30	1800	840	5
P1,P6,P18, P19,P20,P21, P22, P23, P25.	1	SI	0.2	0.025	600	2500	5
	2	NO	1.6	0.15	-	-	5
	3	SI	1.63	0.25	2400	837	5

### Tablas de datos para la Simulación del Edificio C.E.M.A.R.

Tabla 10: Dimensiones de los locales. Ver planos en el Anexo 2.

Local	Superficie	Alto	Volumen	Renovaciones
Circulación Norte	50.15 m <sup>2</sup>	2.90 m	145 m <sup>3</sup>	2
Circulación Sur	53 m <sup>2</sup>	2.55 m	135 m <sup>3</sup>	2
Terapia	127 m <sup>2</sup>	2.55 m	324 m <sup>3</sup>	2
Comedor piso 5	29 m <sup>2</sup>	2.90	84 m <sup>3</sup>	2
Estar piso 5	56 m <sup>2</sup>	2.90 m	162 m <sup>3</sup>	2
Sala de Espera piso 4	475 m <sup>2</sup>	2.90 m	1377 m <sup>3</sup>	2
Registro civil piso 4	12 m <sup>2</sup>	2.55 m	30.60 m <sup>3</sup>	2
Sala de Espera piso 3	393 m <sup>2</sup>	2.90 m	1140 m <sup>3</sup>	2
Circulación Sur piso 3	138 m <sup>2</sup>	2.55 m	352 m <sup>3</sup>	2

Tabla 11: Elementos y sus dimensiones.

Elemento	Conecta	Área (m2)	Otras especificaciones	
Paredes	P1	Piso de Circulación Norte	50	Nro. de capas 3
	P2	Circulación Sur- Exterior	55	Nro. de capas 3
	P3	Circulación Sur- Exterior	4.08	Nro. de capas 3
	P4	Piso Circulación Sur	53	Nro. de capas 3
	P5	Terapia- Exterior	9	Nro. de capas 3
	P6	Terapia- Exterior	34.5	Nro. de capas 3
	P7	Terapia-Exterior	12.30	Nro. de capas 3
	P8	Piso terapia	139.5	Nro. de capas 3
	P9	Piso Comedor piso 5	29.2	Nro. de capas 3
	P10	Techo Comedor piso 5	29.2	Nro. de capas 3
	P11	Estar 5º p.- Exterior	19.7	Nro. de capas 3
	P12	Piso Estar 5º p.	56.30	Nro. de capas 3
	P13	Techo Estar 5º p.	56.30	Nro. de capas 3
	P14	Sala de espera 4º p- Exterior	8.90	Nro. de capas 3
	P15	Piso sala de espera 4º p.	456	Nro. de capas 3
	P16	Techo sala de espera 4º p.	456	Nro. de capas 3
	P17	Piso registro civil	12	Nro. de capas 3
	P18	Techo Registro civil	12	Nro. de capas 3
	P19	Registro civil-Exterior	12.2	Nro. de capas 3
	P20	Registro civil-Exterior	4.5	Nro. de capas 3
	P21	Piso sala de espera 3ºp.	393	Nro. de capas 3
	P22	Techo Sala de espera 3ºp.	393	Nro. de capas 3
	P23	Sala de espera- Exterior	23.2	Nro. de capas 3
	P24	Piso Circulación Sur 3ºp	137	Nro. de capas 3
	P25	Techo Circulación Sur 3ºp.	137	Nro. de capas 3
	P26	Circulación Sur-Exterior	819	Nro. de capas 3
	P27	Circulación sur- Exterior	5.6	Nro. de capas 3
	P28	Circulación Norte – Circulación Sur	72.20	Nro. de capas 1

Continúa pág. sig.

Elemento	Conecta	Área (m2)	Otras especificaciones	
Tabiques	T1	Circulación Norte-Exterior	65	-
	T2	Circulación Norte- X	8.12	-
	T3	Circulación Norte - X	3.4	-
	T4	Circulación Sur- X	87	-
	T5	Circulación Sur- X	2.5	-
	T6	Terapia- Circulación Sur	31	-
	T7	Comedor- Exterior	19	-
	T8	Comedor- Estar	11.6	-
	T9	Comedor- X	13.6	-
	T10	Comedor- X	18.1	-
	T11	Estar- Exterior	24.30	-
	T12	Estar- X	16.56	-
	T13	Sala de Espera 4º- Exterior	130	-
	T14	Sala de Espera 4º- Exterior	7	-
	T15	Sala de Espera- X	208	-
	T16	Sala de espera- Exterior	81.20	-
	T17	Sala de espera- Reg. civil	12.24	-
	T18	Registro civil-X	12.4	-
	T19	Sala espera 3º p.- Exterior	130	-
	T20	Sala espera 3º p.- Exterior	72	-
	T21	Sala espera 3ºp.- X	13.9	-
	T22	Sala espera 3ºp.- Circulación Sur	211	-
	T23	Circulación Sur- Sala espera	203	-
	T24	Circulación Sur- X	5.6	-
	T25	Techo Circulación Norte	50	-
	T26	Techo Circulación Sur	53	-
	T27	Techo Terapia	139.5	-
Ventanas	V1	Circulación Sur-Exterior	7.87	
	V2	Circulación Sur-Exterior	8.97	
	V3	Circulación Sur-Exterior	8.97	
	V4	Circulación Sur-Exterior	8.97	
	V5	Circulación Sur-Exterior	8.97	
	V6	Circulación Sur-Exterior	8.97	
	V7	Terapia – Exterior	16	
	V8	Terapia- Exterior	8	
	V9	Sala espera 4º p.- Exterior	2.8	
	V10	Registro Civil - Exterior	1.7	
	V11	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V12	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V13	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V14	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V15	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V16	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V17	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V18	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	
	V19	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	

Elemento	Conecta	Área (m2)	Coef. descarga	
Puertas	D1	Circulación Norte- Terapia	1.95	0.6
	D2	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D3	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D4	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D5	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D6	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D7	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D8	Circulación Norte- Preparto	1.95	0.6
	D9	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D10	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D11	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D12	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D13	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D14	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D15	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D16	Circulación Sur- Sala partos	1.95	0.6
	D17	Circulación Sur- Exterior	1.95	0.6
	D18	Terapia- Circulación Norte	1.95	0.6
	D19	Terapia- Circulación Sur	1.95	0.6
	D20	Estar- Comedor	1.95	0.6
	D21	Estar- Exterior	1.95	0.6
	D22	Registro Civil- Circulación	1.95	0.6
	D23	Sala de espera- Consultorios	1.95	0.6
	D24	Sala de espera- Consultorios	1.95	0.6
	D25	Sala de espera- Consultorios	1.95	0.6
	D26	Sala de espera- Consultorios	1.95	0.6
	D27	Sala de espera- Consultorios	1.95	0.6
	D28	Sala de espera- Consultorios	1.95	0.6

Tabla 12: Elementos que reciben radiación.

Elemento	Lado	Pendiente	Azimut	Albedo	Nº Cub.
P1	Piso Circulación Norte	90	180 (Norte)	0.25	1
P2	Circulación Sur 6ºp.	90	0 (Sur)	0.30	0
P3	Circulación Sur 6ºp.	90	270 (Oeste)	0.30	0
P4	Piso Circulación Sur 6ºp.	90	0	0.3	1
P5	Terapia	90	180 (Norte)	0.3	0
P6	Terapia	90	90 (Este)	0.3	0
P7	Terapia	90	0 (Sur)	0.3	0
P8	Piso Terapia	90	180 (Norte)	0.25	1
P9	Piso Comedor	90	180	0.25	1
P11	Estar 5ºp.	90	270 (Oeste)	0.30	0
P12	Piso Estar	90	180 (Norte)	0.25	1
P14	Sala espera 4ºp.	90	270 (Oeste)	0.30	0
P15	Piso Sala espera 4ºp.	90	180 (Norte)	0.25	1
P17	Piso Registro Civil	90	90 (Este)	0.30	1
P19	Registro civil	90	180 (Norte)	0.25	0
P20	Registro civil	90	90 (Este)	0.3	0
P21	Piso Sala Espera 3ºp.	90	180 (Norte)	0.25	1
P23	Sala Espera 3ºp.	90	270 (Oeste)	0.30	0
P24	Piso Circulación Sur 3ºp.	90	0 (Sur)	0.3	1
P26	Circulación Sur 3ºp.	90	0 (Sur)	0.3	0
P27	Circulación Sur 3ºp.	90	270 (Oeste)	0.30	0
T1	Circulación Norte	90	180 (Norte)	0.25	0
T7	Comedor 5ºp.	90	180 (Norte)	0.25	0
T11	Estar 5ºp.	90	180 (Norte)	0.25	0
T13	Sala de Espera 4º piso	90	180 (Norte)	0.25	0
T14	Sala de Espera 4º piso	90	270 (Oeste)	0.30	0
T16	Sala de Espera 4º piso	90	180 (Norte)	0.25	0
T19	Sala de Espera 3º piso	90	180 (Norte)	0.25	0
T 20	Sala de Espera 3º piso	90	180 (Norte)	0.25	0
T25	Techo Circulación Norte 6ºp.	0	Indistinto	0.30	0
T26	Techo Circulación Sur 6ºp.	0	Indistinto	0.30	0
T27	Techo Terapia 6ºp.	0	Indistinto	0.30	0

Tabla 13: Índices de radiación.

Nro Índice	Pendiente	Azimut	Albedo	Nro Cubiertas	Se aplica a
1	90	180	0.25	0	P5,P19,T1,T7,T11,T13,T16,T19,T20
2	90	90	0.3	0	P6, P20
3	90	270	0.3	0	P3,P11,P14 P23,P27,T14
4	90	0	0.3	0	P2,P7,P26
5	0	0	0.3	0	T25,T26,T27
6	90	180	0.25	1	P1,P8,P9,P12,P15,P21
7	90	90	0.3	1	P17
8	90	0	0.3	1	P4,P24

Tabla 14: Datos de ingreso para la ficha de Paredes.

Pared	Lado	Coef. absorción	Coef. convección	Índice de radiación	Área de Rad.	Área (m2)	Nro. Capas
P1	Piso Circulación Norte	0.5	6	6	65	50	3
P2	Circulación Sur	0.5	6	4 (Indistinto)	0	55.15	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	4	55.15		
P3	Circulación Sur	0.5	6	3(Indistinto)	0	4.08	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	3	4.08		
P4	Piso Circulación Sur	0.5	6	9	52.75	53	3
P5	Terapia	0.5	6	1(Indistinto)	0	9	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	1	9		
P6	Terapia	0.5	6	2(Indistinto)	0	34.5	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	2	34.5		
P7	Terapia	0.5	6	1(Indistinto)	0	12.3	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	4	12.3		
P8	Piso Terapia	0.5	6	6	9	139.5	3
P9	Piso comedor	0.5	6	6	19	29.2	3
P10	Techo Comedor	0.5	6	1(Indistinto)	0	29.2	3
	Circulación Norte	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P11	Estar	0.5	6	1(Indistinto)	0	19.77	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	3	19.77		

Continúa pág. sig.

Pared	Lado	Coef. absorción	Coef. convección	Índice de radiación	Área de Rad.	Área (m2)	Nro. Capas
P12	Piso Estar	0.5	6	6	24.3	56.3	3
P13	Techo Estar	0.5	6	1(Indistinto)	0	56.3	3
	Circulación Norte	0.5	6	1(Indistinto)	0		
P14	Sala espera 4ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	8.9	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	3	8.9		
P15	Piso Sala espera 4ºp.	0.5	6	6	133	456	3
P16	Techo Sala espera 4ºp.	0.5	6	1 (Indistinto)	0	456	3
P17	Piso Registro Civil	0.5	6	7	1.7	12	3
P18	Techo Registro Civil	0.5	6	7 (Indistinto)	0	12	3
P19	Registro Civil	0.5	6	5	1.86	12.2	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	1	12.2		
P20	Registro Civil	0.5	6	1 (Indistinto)	0	4.5	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	2	4.5		
P21	Piso Sala espera 3ºp.	0.5	6	6	130	393	3
P22	Techo Sala espera 3ºp.	0.5	6	1 (Indistinto)	0	393	3
P23	Sala espera 3ºp..	0.5	6	1 (Indistinto)	0	23.2	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	3	23.2		
P24	Piso Circulación sur 3ºp.	0.5	6	8	38.7	137	3
P25	Techo Circulación Sur 3ºp.	0.5	6	1 (Indistinto)	0	137	3
P26	Circulación Sur 3ºp.	0.5	6	1 (Indistinto)	0	819	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	4	819		
P27	Circulación Sur 3ºp.	0.5	6	1 (Indistinto)	0	5.6	3
	Exterior	0.5	10(invierno) 8 (verano)	3	5.6		
P28	Circulación Norte 6º P.	0.5	6	1 (Indistinto)	0	72.2	1
	Preparto	0.5	6	1 (Indistinto)	0		

Tabla 15: Datos de ingreso para la ficha Tabiques.

Tabique	Lado	Coef. Absorción	Coef. Convección	Índice de radiación	Área de Rad.	Área	Coef. Cond.
T1	Circulación norte 6ºp.	0.43	6	1(Indistinto)	0	65	5.7
	Exterior	0.43	10(inv.) 8(ver.)	1	65		
T2	Circulación Norte 6ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	8.12	3.7
	X	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T3	Circulación Norte 6ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	3.4	3.7
	X	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T4	Circulación Sur 6ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	87	3.7
	X	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T5	Circulación Sur 6ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	2.5	3.7
	Terapia	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T6	Circulación Sur 6ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	31	3.7
T7	Terapia	0.5	6	1(Indistinto)	0	19	5.7
	Comedor	0.43	6	1(Indistinto)	0		
T8	Exterior	0.43	10(inv.) 8(ver.)	1	19	11.6	3.7
	Comedor	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T9	Estar	0.5	6	1(Indistinto)	0	13.6	3.7
	Comedor	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T10	X	0.5	6	1(Indistinto)	0	18.1	3.7
	Comedor	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T11	X	0.5	6	1(Indistinto)	0	24.3	5.7
	Estar	0.43	6	1(Indistinto)	0		
T12	Exterior	0.43	10(inv.) 8(ver.)	1	24.3	16.5	5.4
	Estar	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T13	Circulación	0.5	6	1(Indistinto)	0	130	5.7
	Sala espera 4ºp.	0.43	6	1(Indistinto)	0		

Continúa pág. sig.

Tabique	Lado	Coef. Absorción	Coef. Convección	Índice de radiación	Área de Rad.	Área	Coef. Cond.
T14	Exterior	0.43	10(inv.) 8 (ver.)	1	130	7	5.7
	Sala espera 4ºp.	0.43	6	1(Indistinto)	0		
T15	Exterior	0.43	10(inv.) 8 (ver.)	3	7	208	3.7
	Sala espera 4ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T16	Consultorios	0.5	6	1(Indistinto)	0		10.86
	Sala espera 4ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T17	Exterior	0.5	10(inv.) 8 (ver.)	1	81.2	81.2	3.7
	Registro Civil	0.5	6	1(Indistinto)	0	12.2	
T18	Circulación	0.5	6	1(Indistinto)	0	12.4	3.7
	Registro Civil	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T19	Exterior	0.43	10(inv.) 8 (ver.)	1	130	130	5.7
	Sala espera 3ºp.	0.43	6	1(Indistinto)	0		
T20	Exterior	0.43	10(inv.) 8 (ver.)	1	72	72	10.86
	Sala espera 3ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T21	Consultorios	0.5	10(inv.) 8 (ver.)	1(Indistinto)	0	13.9	3.7
	Sala espera 3ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T22	Sala espera 3ºp.	0.5	6	1(Indistinto)	0	211	3.7
	Consultorios	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T23	Circulación Sur	0.5	6	1(Indistinto)	0	203	3.7
	Consultorios	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T24	Circulación Sur	0.5	6	1(Indistinto)	0	5.6	3.7
	X	0.5	6	1(Indistinto)	0		
T25	Techo Circulación Norte 6ºp.	0.5	12(inv.) 10(ver.)	5	50	50	4.3 (inv.) 3.3 (ver.)
T26	Techo Circulación Sur 6ºp.	0.5	12(inv.) 10(ver.)	5	53	53	4.3 (inv.) 3.3 (ver.)
T27	Techo Terapia 6ºp.	0.5	12(inv.) 10(ver.)	5	139.5	139.5	4.3 (inv.) 3.3 (ver.)

Tabla 16: Datos de ingreso para la ficha Ventanas.

Ventana	Conexión	Área (m <sup>2</sup> )	Coef. Día (W/m <sup>2</sup> °C)	Coef Noche (W/m <sup>2</sup> °C)
V1	Circulación Sur-Exterior	7.87	5.8	5.8
V2	Circulación Sur-Exterior	8.97	5.8	5.8
V3	Circulación Sur-Exterior	8.97	5.8	5.8
V4	Circulación Sur-Exterior	8.97	5.8	5.8
V5	Circulación Sur-Exterior	8.97	5.8	5.8
V6	Circulación Sur-Exterior	8.97	5.8	5.8
V7	Terapia – Exterior	16	5.8	5.8
V8	Terapia- Exterior	8	5.8	5.8
V9	Sala espera 4º p.- Exterior	2.8	5.8	5.8
V10	Registro Civil - Exterior	1.7	5.8	5.8
V11	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V12	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V13	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V14	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V15	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V16	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V17	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V18	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8
V19	Circulación Sur 3ºp.Exterior	4.30	5.8	5.8

Tabla 17: Datos de ingreso de Puertas.

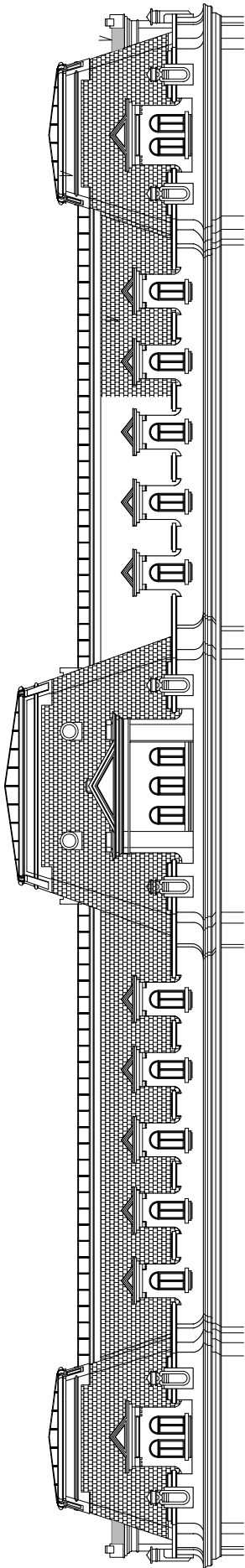
Puerta	Conexión	Altura	Ancho	Coef. Descarga
D1	Circulación Norte- Terapia	2.05	0.95	0.6
D2	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D3	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D4	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D5	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D6	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D7	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D8	Circulación Norte- Parto	2.05	0.95	0.6
D9	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D10	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D11	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D12	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D13	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D14	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D15	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D16	Circulación Sur- Sala partos	2.05	0.95	0.6
D17	Circulación Sur- Exterior	2.05	0.95	0.6
D18	Terapia- Circulación Norte	2.05	0.95	0.6
D19	Terapia- Circulación Sur	2.05	0.95	0.6
D20	Estar- Comedor	2.05	0.95	0.6
D21	Estar- Exterior	2.05	0.95	0.6
D22	Registro Civil- Circulación	2.05	0.95	0.6
D23	Sala de espera- Consultorios	2.05	0.95	0.6
D24	Sala de espera- Consultorios	2.05	0.95	0.6
D25	Sala de espera- Consultorios	2.05	0.95	0.6
D26	Sala de espera- Consultorios	2.05	0.95	0.6
D27	Sala de espera- Consultorios	2.05	0.95	0.6
D28	Sala de espera- Consultorios	2.05	0.95	0.6

Tabla 18: Datos de ingreso para la ficha Capas de Paredes.

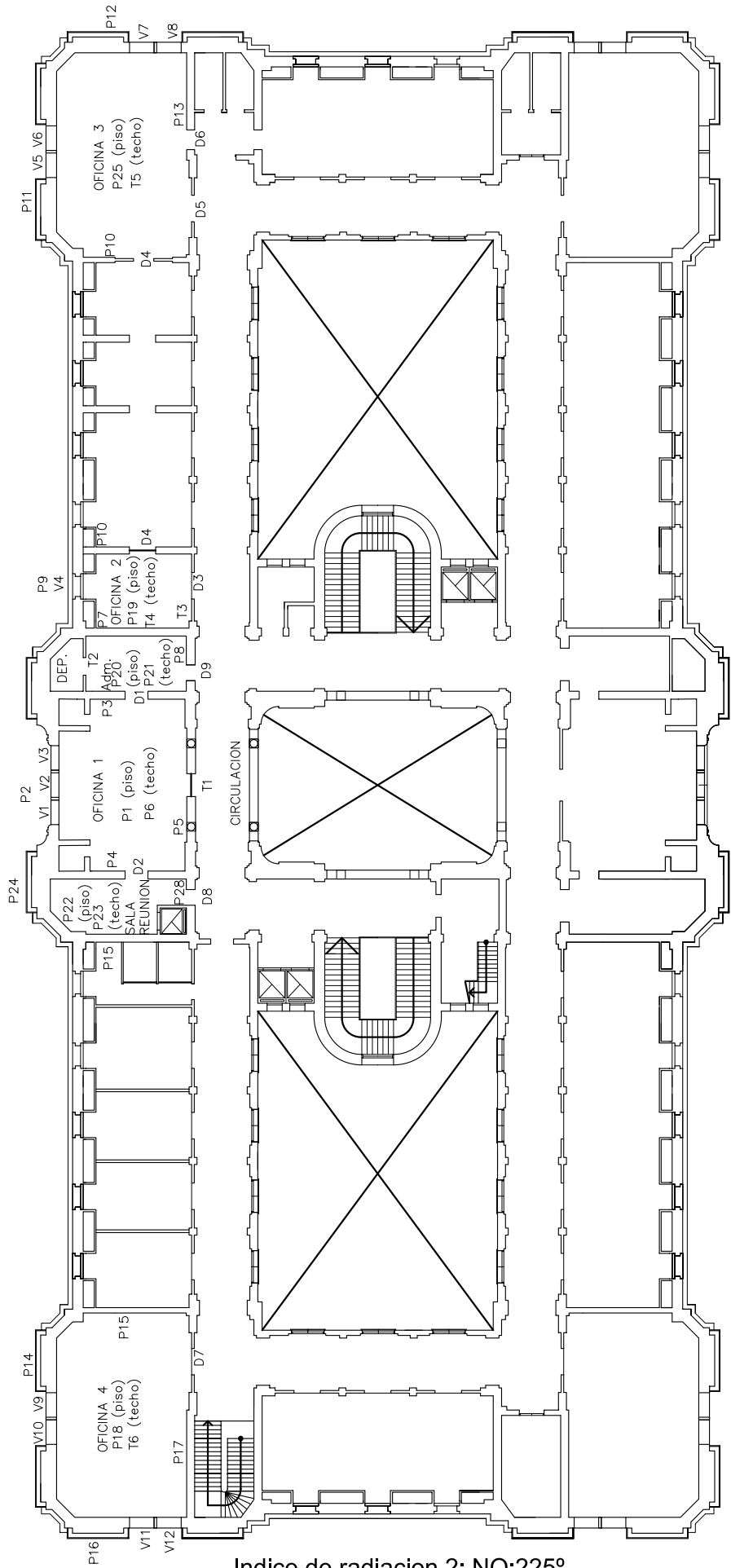
Pared	Capa	Con masa	K(W/m°C)	Espesor (m)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	C.P. (J/kg)	Nro. puntos
P2, P3, P5, P6, P7, P11, P14, P19, P20, P23, P26, P27	1	SI	0.81	0.12	1600	920	5
	2	NO	2.9	0.05	-	-	5
	3	SI	0.81	0.12	1600	920	5
P1, P4, P8, P9, P10, P12, P13, P15, P16, P17, P18, P21, P22, P24, P25	1	SI	0.37	0.03	800	1080	5
	2	NO	1.6	0.75	-	-	5
	3	SI	1.6	0.25	2400	837	5
P28	1	SI	0.81	0.12	1600	920	5

**ANEXO II**  
**PLANIMETRIA COMPLEMENTARIA DE CASOS DE ESTUDIO**

Indice de radiacion 4: SE:45°



Indice de radiacion 1: NE:135°

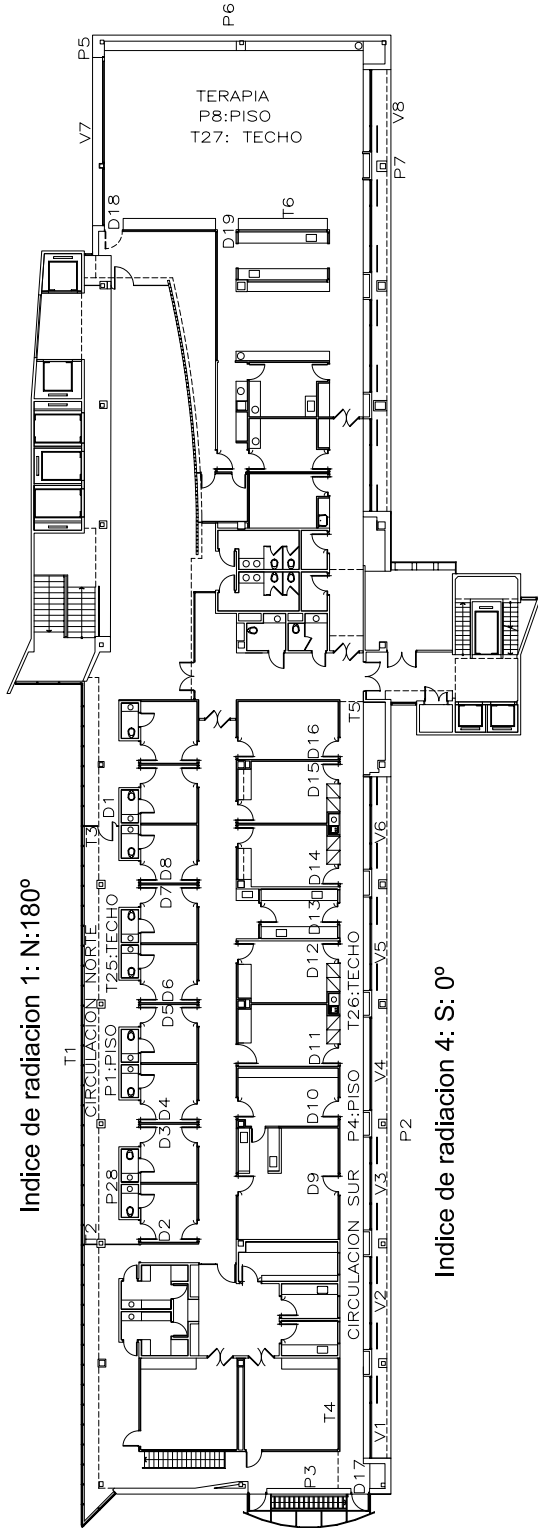


Indice de radiacion 2: NO:225°

PLANTA 3° PISO EDIFICIO EX-ADUANA

# EDIFICIO CEMAR

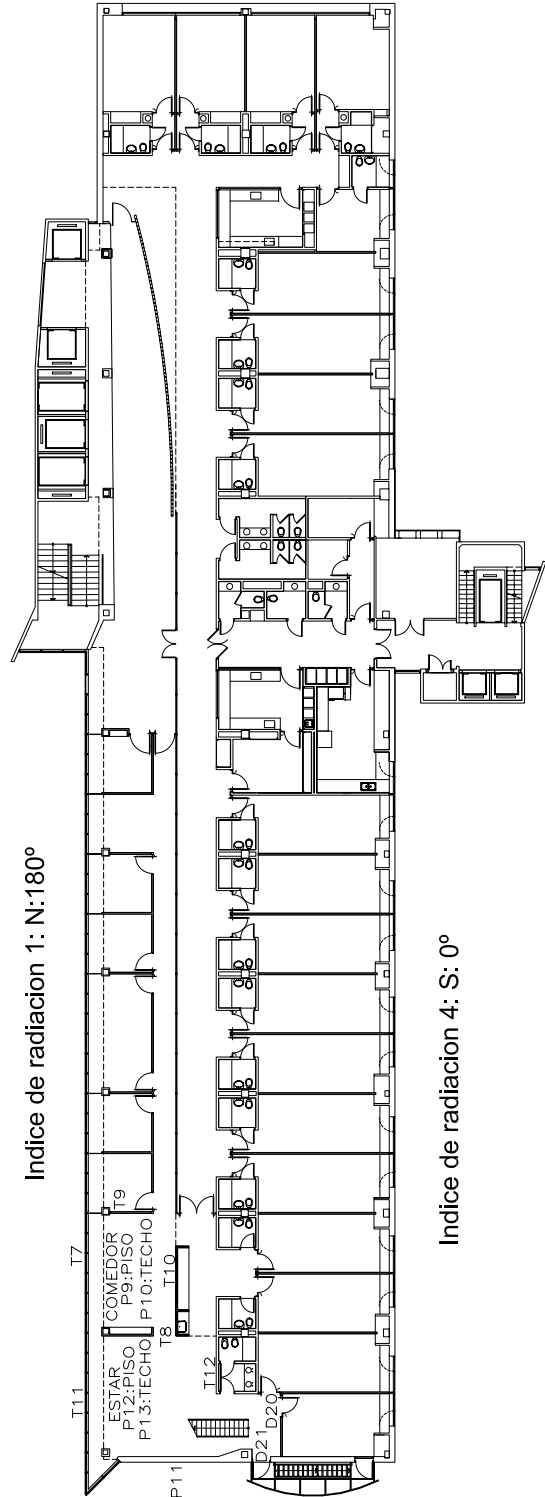
Indice de radiacion 2:E:90°



Indice de radiacion 3: O:270°

PLANTA SEXTO PISO

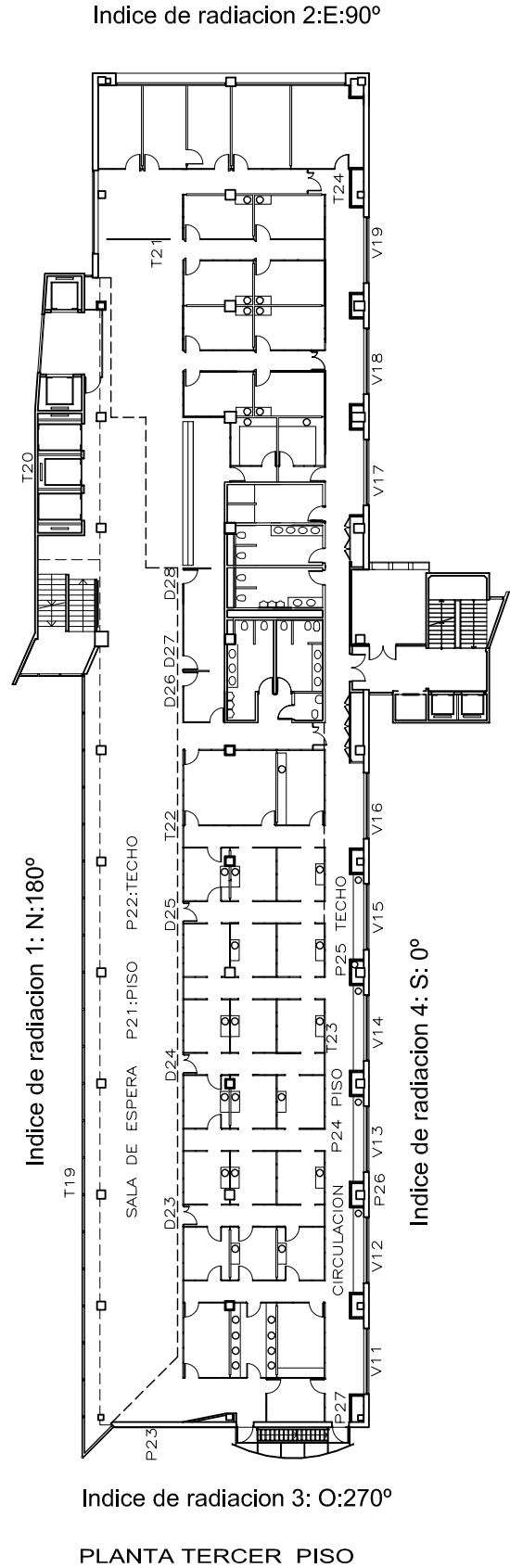
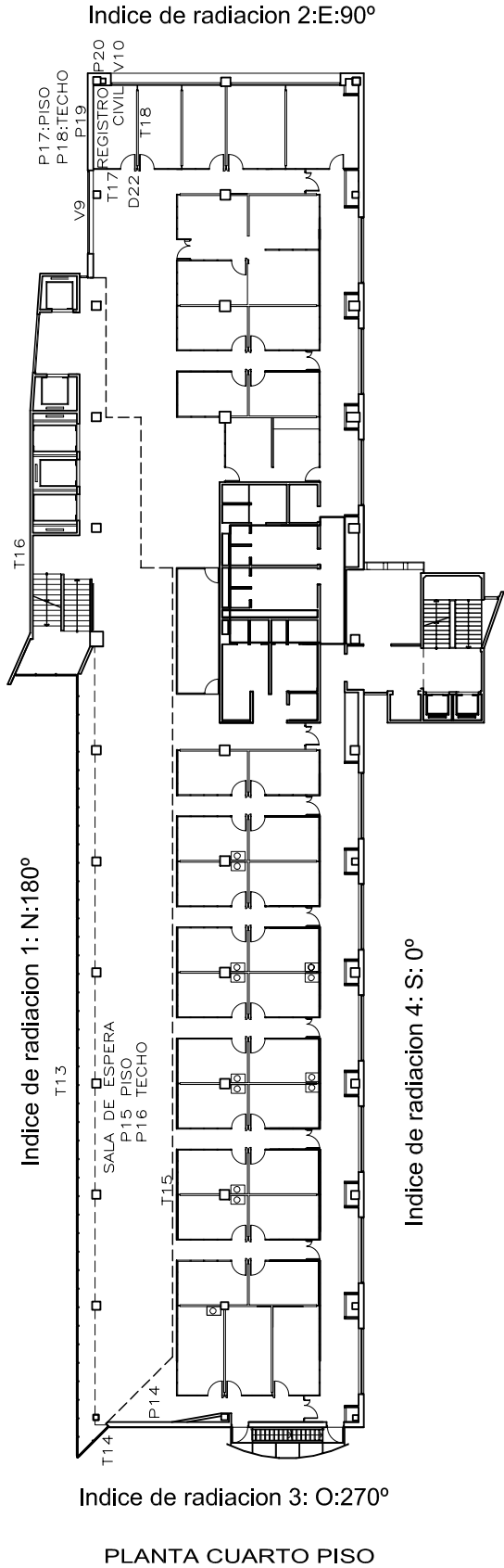
Indice de radiacion 2:E:90°

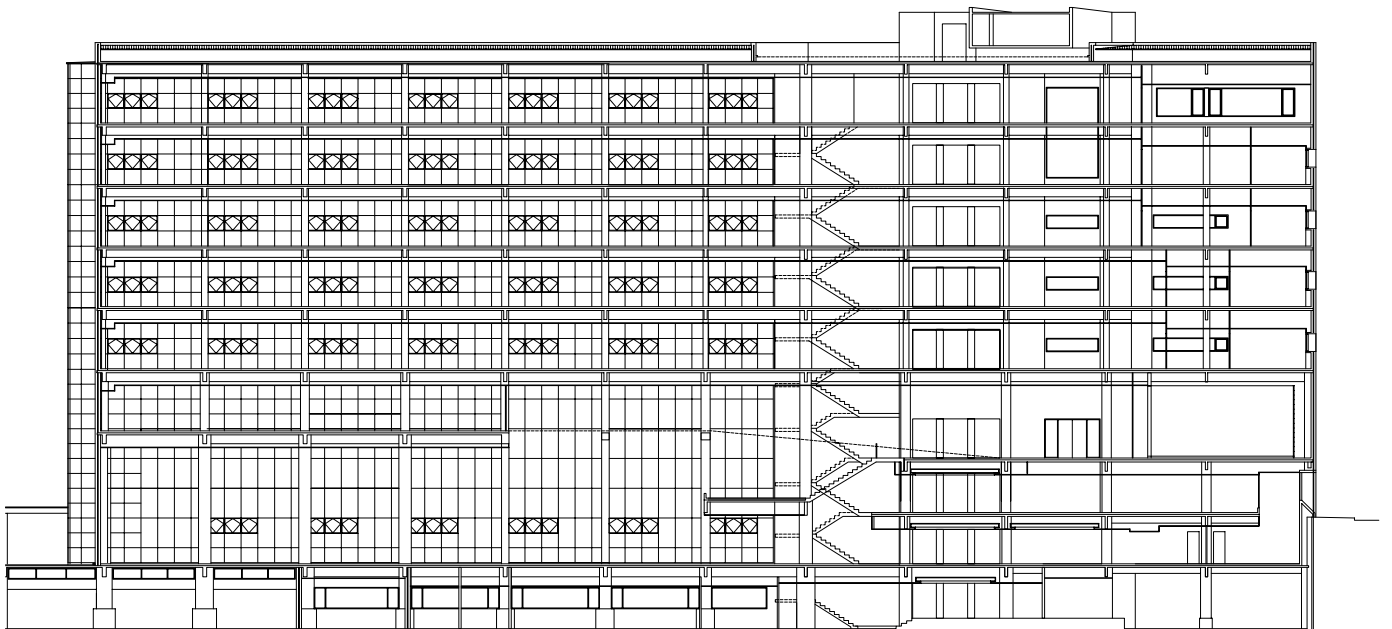


Indice de radiacion 3: O:270°

PLANTA QUINTO PISO

# EDIFICIO CEMAR





CORTES EDIFICIO CEMAR

**ANEXO III**  
**PROPUESTA DE REHABILITACION ENERGETICA**  
**Imágenes y Fotomontajes.**

### Fotomontajes Rehabilitación energética del Edificio CEMAR



Foto Original fachada Norte.



Fotomontaje



Foto Original Circulación Norte  
Sexto piso.



Fotomontaje



Foto Original en Sala de Espera cuarto piso.



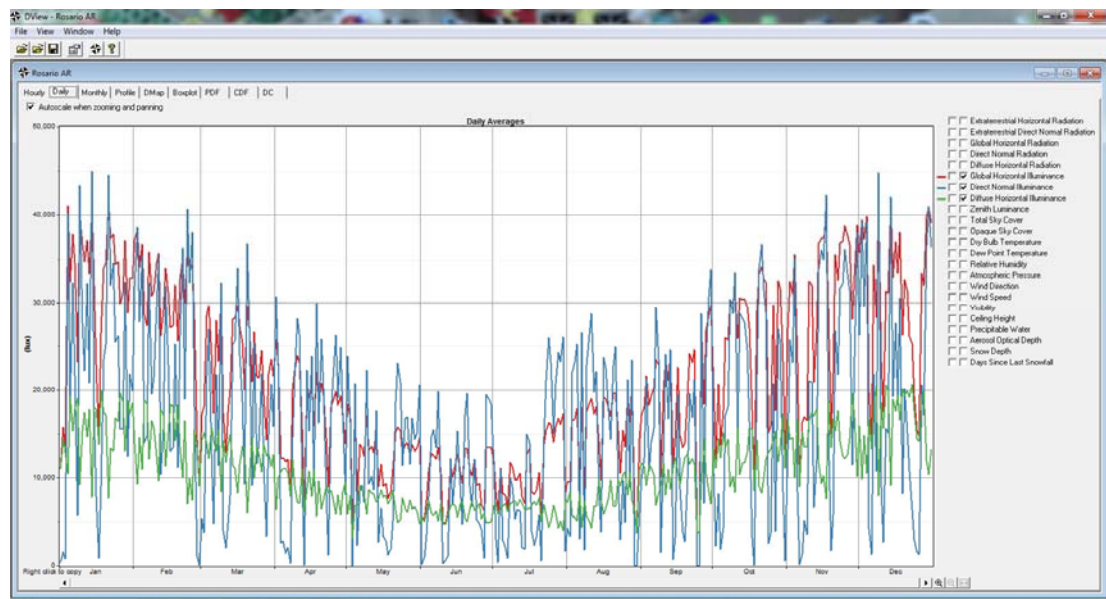
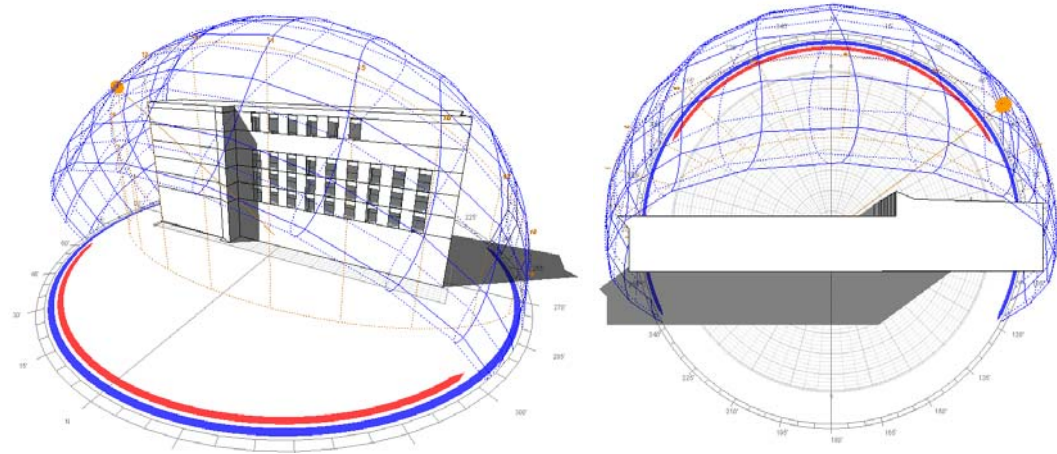
Fotomontaje

## **ANEXO IV**

### **SIMULACION DE ILUMINACION DEL EDIFICIO CEMAR**

Programa Autodesk Ecotect Analysis 2011.

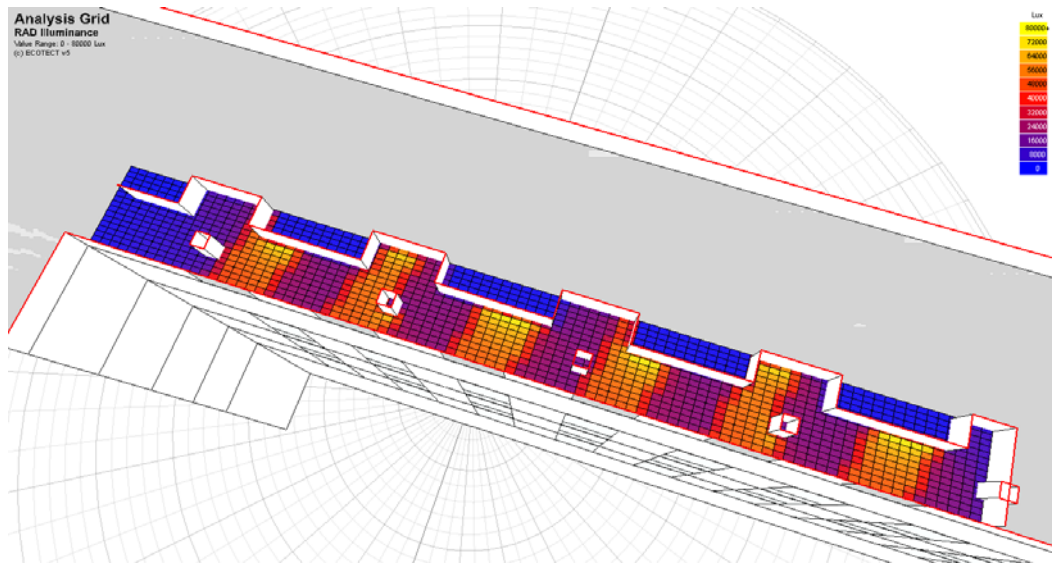
Se presentan a continuación las imágenes del estudio realizado con el Programa Autodesk Ecotect Analysis 2011 - Diseño y Visualización de Construcciones Sostenibles - para Simulación y Análisis Energético de Construcciones y entornos utilizando interfase gráfica.



Se utilizó el archivo de clima de la ciudad de Rosario obtenido a partir de datos estadísticos de NASA.



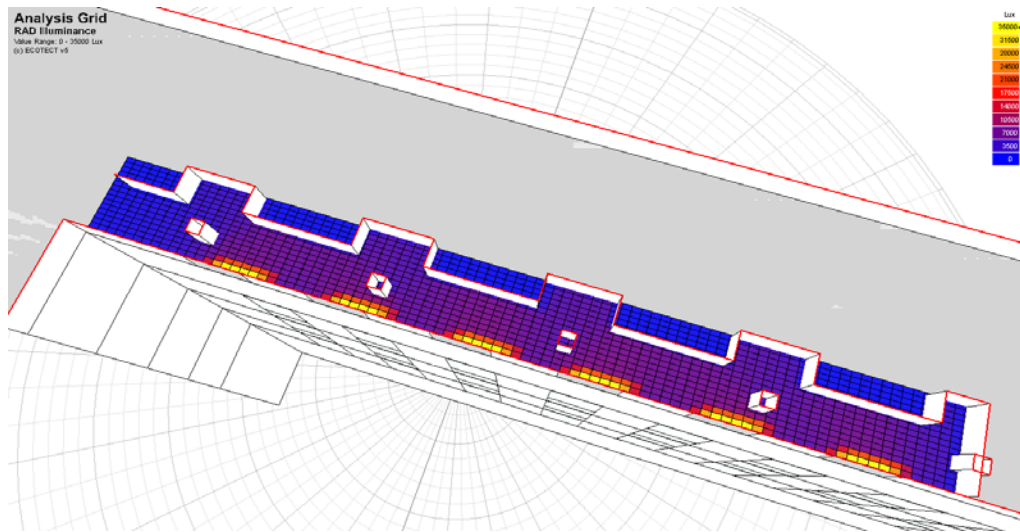
Imágenes aéreas de ubicación del edificio CEMAR.



Iluminancia de la sala de espera del 6° piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de junio – 12hs. Valor medio: 24.917 lux



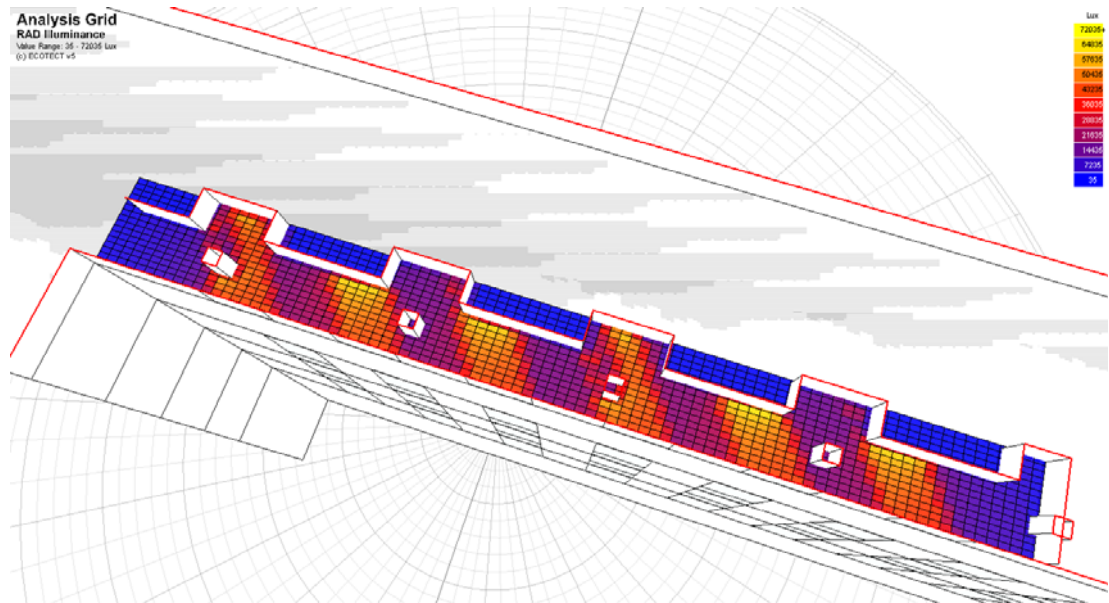
Imagen interior. Piso 6°. Simulación 21 de junio. 12:00 hrs.



Illuminancia de la sala de espera del 6° piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de diciembre – 12hs. Valor medio: 5.675 lux.



Imagen interior. Piso 6°. Simulación 21 de diciembre. 12:00 hrs.



Illuminancia de la sala de espera del 6° piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de junio – 15hs. Valor medio: 20.860 lux.

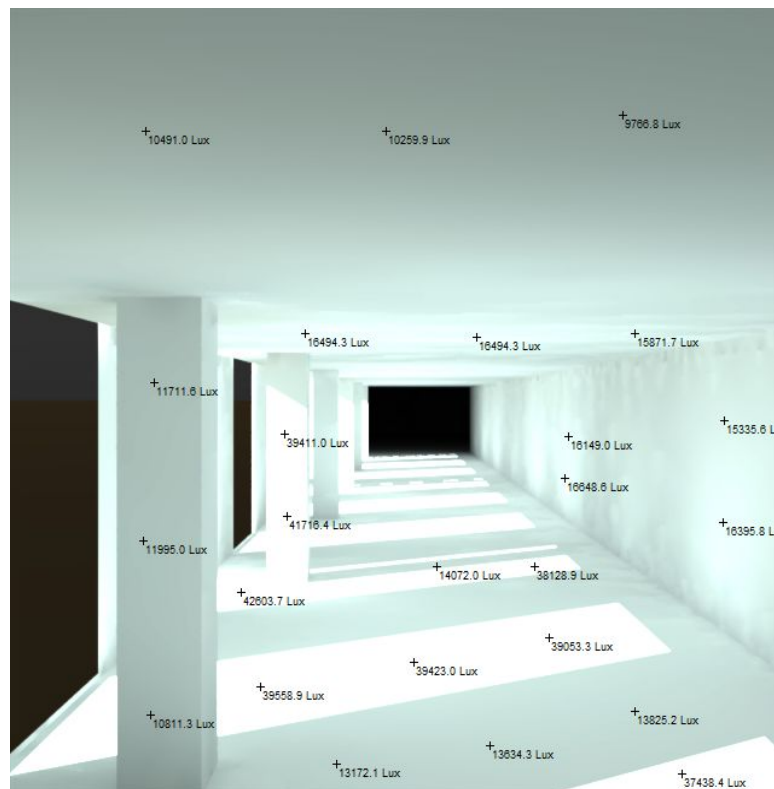
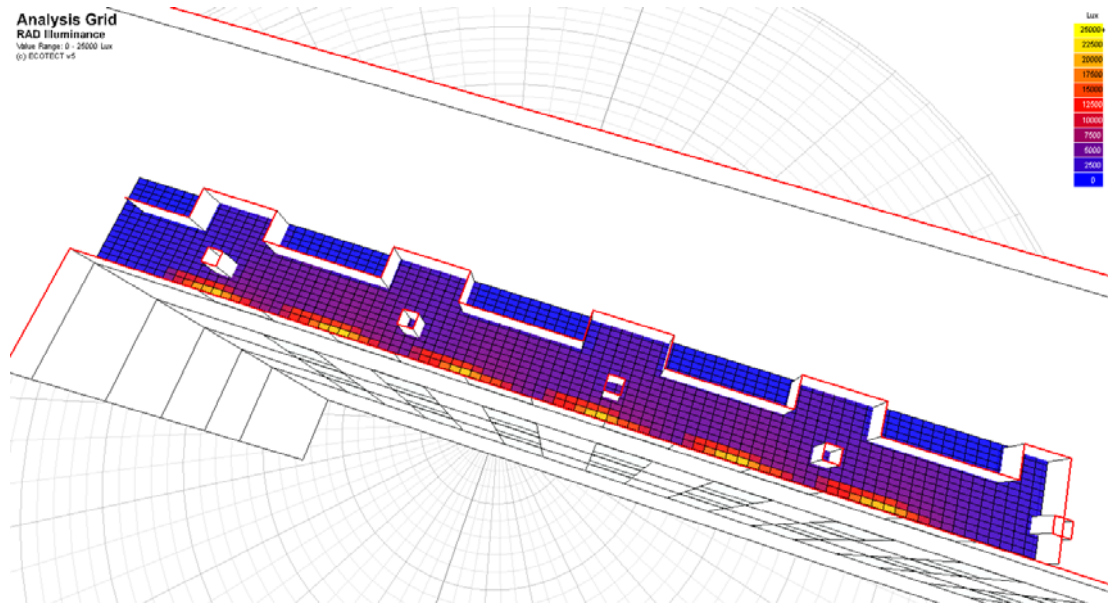


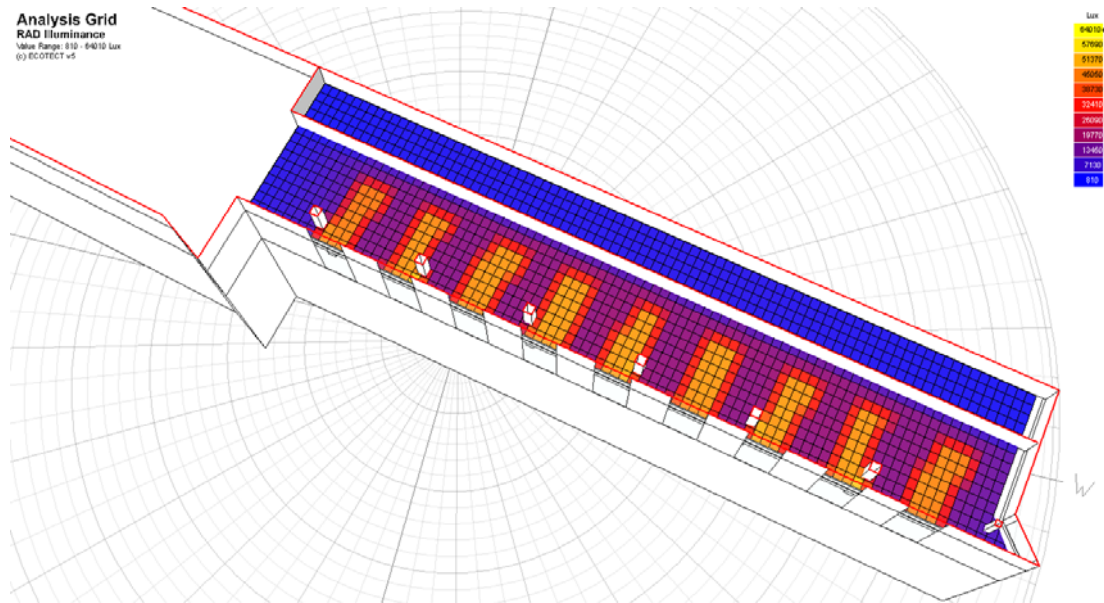
Imagen interior. Piso 6°. Simulación 21 de junio. 15:00 hrs.



Illuminancia de la sala de espera del 6º piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de diciembre – 15hs. Valor medio: 3.962 lux.



Imagen interior. Piso 6º. Simulación 21 de diciembre. 15:00 hrs.



Iluminancia de la sala de espera del 3° piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de junio – 12hs. Valor medio: 16.764 lux.

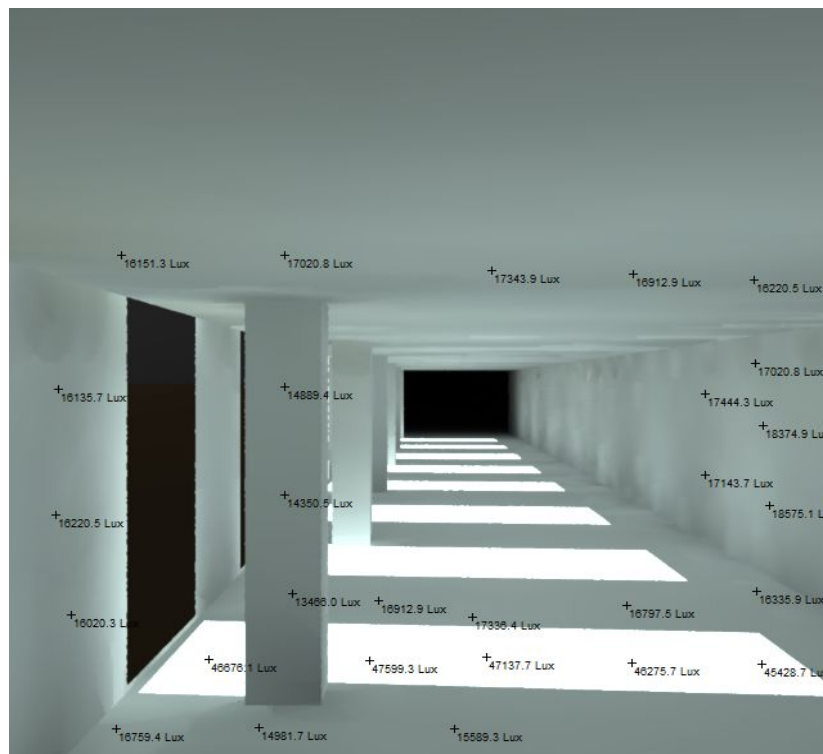
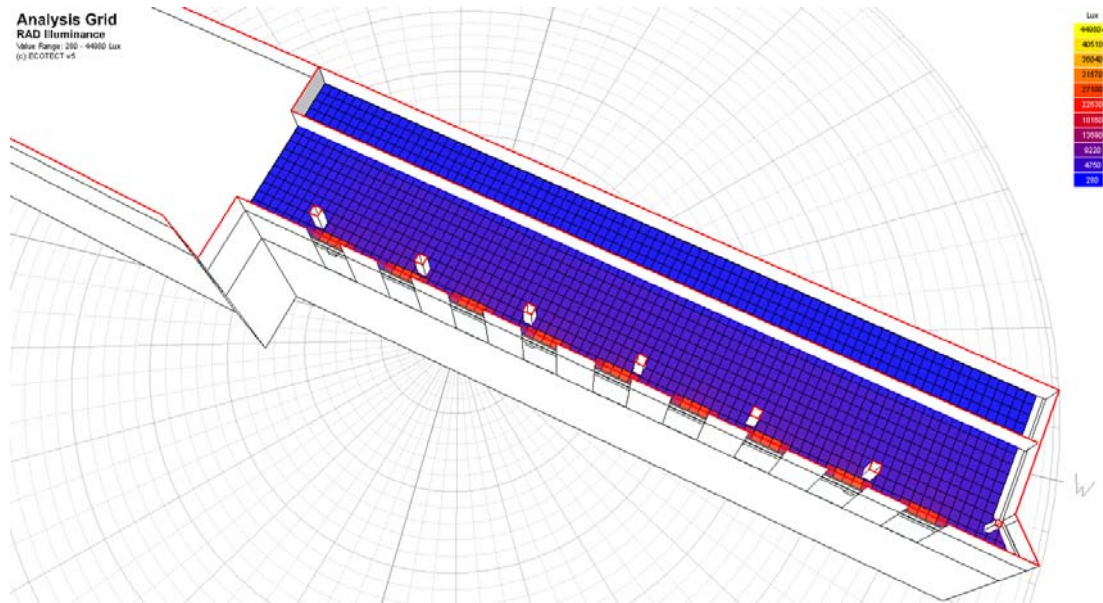


Imagen interior. Piso 3°. Simulación 21 de junio. 12:00 hrs.



Illuminancia de la sala de espera del 3º piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de diciembre – 12hs. Valor medio: 4.162 lux.

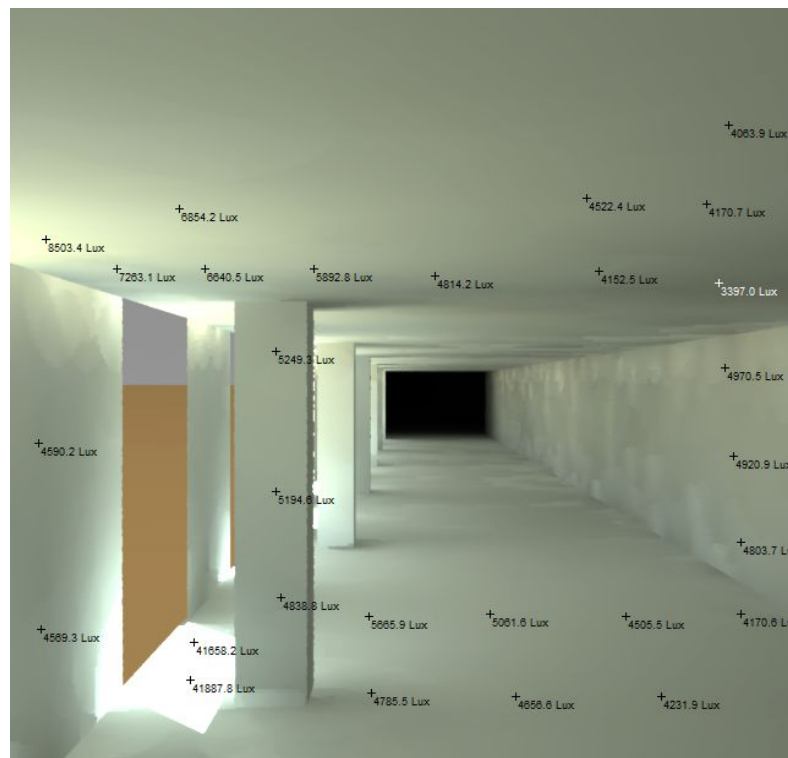
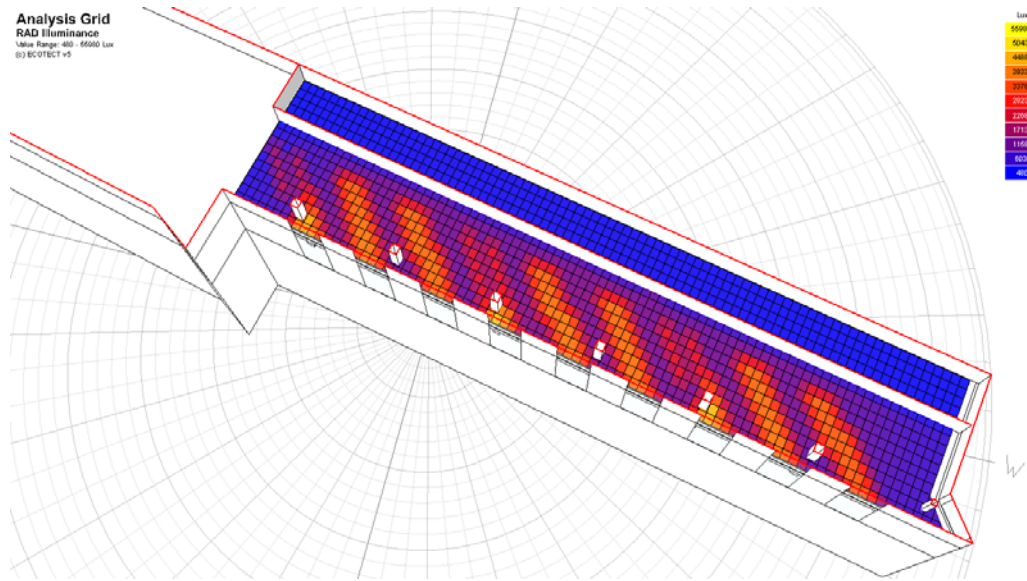


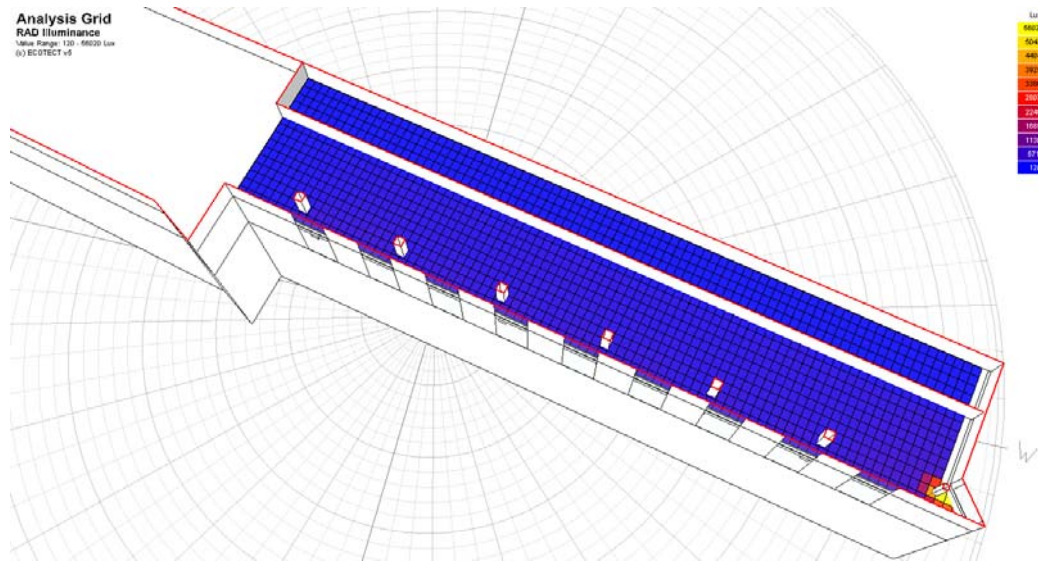
Imagen interior. Piso 3º. Simulación 21 de diciembre. 12:00 hrs.



Illuminancia de la sala de espera del 3º piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de junio – 15hs. Valor medio: 12.266 lux.



Imagen interior. Piso 3º. Simulación 21 de junio. 15:00 hrs.



Illuminancia de la sala de espera del 3º piso para cielo claro. Grilla de análisis S /NPT. 21 de diciembre – 15hs. Valor medio: 2.445 lux.



Imagen interior. Piso 3º. Simulación 21 de diciembre. 15:00 hrs.