

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos Centro GIRSU: Consorcio Microregión 5E

Localidades: Melincué, Hughes, Labordeboy, Juncal, Carreras,
Wheelwright y Elortondo
Provincia de Santa Fe

ESTUDIANTES

CASSIN, TOMÁS C-6775/1
GULOTTA, STEFANO G-5193/4
RAMOS, FRANCO R-4252/8
SABA, JORGE FEDERICO S-5379/1

DIRECTORES:

DRA. ING. PORTAPILA, Margarita
ING. DE LA FUENTE, Sebastián

ASESORES:

ING. NAVARRO Raúl
MG. ARQ. CERVERA, Cristina
ING. FIDELEFF, HORACIO
ING. LUQUE, Analía
Mg. ING. FORESTIERI, Claudia
Dra. ING. CAUHAPE CASAUX, Marina

*Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
en cumplimiento parcial de los requisitos para alcanzar la titulación en*

Ingeniería Civil
Marzo 2026

ÍNDICE	
AGRADECIMIENTOS	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO REFERENCIAL	7
3. OBJETIVOS	9
3.1 OBJETIVO GENERAL	9
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES	9
4. MARCO LEGAL	10
4.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	10
4.2 LEGISLACIÓN NACIONAL (ARGENTINA)	10
4.3 LEGISLACIÓN PROVINCIAL (SANTA FE)	11
5 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES	12
5.1 SITUACIÓN ACTUAL	12
5.2 PROBLEMÁTICA SOCIAL	13
5.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	14
6. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN	15
6.1 DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE DISEÑO	15
6.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	15
7. ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	17
7.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	17
7.2 RESIDUOS DE PODA Y DEMOLICIÓN	19
8. DETERMINACIÓN ÁREA NECESARIA PARA EL PREDIO GIRSU	21
9. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO	25
9.1 CRITERIOS APLICADOS	26
9.1.1 CRITERIOS EXCLUYENTES	26
9.1.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN	27
9.1.3 CRITERIOS ECONÓMICOS	27
9.2 CENTRO LOGÍSTICO	27
9.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO	30
9.3.1 ANÁLISIS DE INUNDABILIDAD	30
9.3.2 ALTIMETRÍA DE LA ZONA	31
9.3.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DEL SITIO	32
9.4 ANÁLISIS DE VIENTOS	34
9.5 ACCESIBILIDAD	36
9.6 DISTANCIA A AEROPUERTOS	36
9.7 CONCLUSIONES SELECCIÓN DEL TERRENO	37
10. PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS	38
11. COMPONENTES DE GIRSU	44
11.1 MÓDULOS DEL RELLENO SANITARIO	46
11.2 IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BASE DE FONDO	50
11.3 LÍQUIDOS LIXIVIADOS	50
11.3.1 LAGUNAS DE LIXIVIADOS	50
11.3.2 SISTEMA DE LAGUNAS PARA EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	52

11.3.3 LAGUNA ANAERÓBICA Y LAGUNA FACULTATIVA	53
11.3.4 MATERIALIDAD DE LAS LAGUNAS	55
11.4 VERTEDERO CONTROLADO	55
11.5 SECTOR DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS DE DEMOLICIÓN Y PODA	57
11.6 MOVILIDAD INTERNA.	58
11.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES.	58
11.6.2 DISEÑO PARA CAMINOS DEL CENTRO GIRSU	58
11.6.2.1 DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL	60
11.7 EDIFICIO ADMINISTRATIVO.	62
11.8 SEPARACIÓN Y COMPOSTAJE	64
12. ESTRUCTURA METÁLICA	67
12.1 DESCRIPCIÓN DEL ESQUEMA ESTRUCTURAL	67
12.2 REGLAMENTACIÓN ADOPTADA	70
12.3 MATERIALES	70
12.4 DEFORMACIONES ADMISIBLES	71
12.5 ESTADO Y COMBINACIONES DE CARGA	71
12.6 ACCIONES DE VIENTO	72
12.6.1 Análisis de cargas W - Sistema principal resistente a la fuerza de viento (SPRFV)	72
12.6.2 Análisis de cargas W - Componentes y revestimientos.	75
12.7 RESUMEN DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS	78
12.7.1 Pórtico principal	78
12.7.2 Elementos del frontis	79
12.7.3 Sistema de contravientos	82
12.7.4 Dimensionamiento de placa base, nariz de corte y pernos de anclaje.	83
11.7.5 Fundaciones	84
13. PROYECTO DE OBRAS HIDRÁULICAS	87
13.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO	87
13.2 ESTUDIO DE DINÁMICA HÍDRICA SUPERFICIAL DEL PREDIO	92
13.3 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS	92
13.3.1 Coeficiente de escorrentía	94
13.3.2 Intensidad de la lluvia	95
13.3.3 Caudales máximos de lluvia	96
13.4 PROYECTO DE OBRAS HIDRÁULICAS	97
13.4.1 Diseño de obra de conducción interna	97
13.4.2 Diseño de alcantarillas	98
13.4.3 Diseño de reservorio	100
13.4.4 Diseño de obras de regulación y descarga	101
14. CONSIDERACIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	104
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
16. BIBLIOGRAFÍA	119
17. LEGAJOS DE PLANOS.....	116
01 PLANO DE UBICACIÓN	117

02 LAYOUT GENERAL DEL CENTRO GIRSU.....	118
03 ETAPAS CONSTRUCTIVAS DEL GIRSU.....	119
04 CAMINOS INTERNOS.....	120
05 PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTOS DE CAMINOS INTERNOS.....	121
06 ESQUEMA DE CIRCULACIÓN INTERNA.....	122
07 PLANO DE ESCURRIMIENTO Y SUBCUENCAS.....	123
08 CORTE TRANSVERSAL Y DETALLE RELLENO SANITARIO.....	124
09 PREDISEÑO DE EDIFICIO ADMINISTRATIVO.....	125
10 PLANO ESTRUCTURAL - NAVE DE RECICLAJE.....	126
11 PLANO DE FUNDACIONES Y PB - NAVE DE RECICLAJE.....	127
12 OBRA DE DESCARGA Y REGULACIÓN.....	128
18. ANEXOS	129
18.01 ACTA DE CONFORMACIÓN CONSORCIO MICROREGIÓN 5E.....	130
18.02 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	134
18.03 ESTUDIO DE SUELO.....	139
18.04 DIMENSIONAMIENTO LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS.....	168
18 05 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CAMINOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS	174
18.06 CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	185
18.07 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	204
18.08 NOTICIAS.....	216

GLOSARIO

GIRSU (Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos): Sistema que abarca todas las etapas del manejo de los residuos sólidos urbanos, desde la generación hasta su disposición final, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental y promover su aprovechamiento.

RSU (Residuos Sólidos Urbanos): Desechos generados en áreas urbanas, como hogares, oficinas, comercios, instituciones públicas y otros espacios, incluyendo materiales reciclables y no reciclables.

RSD (Residuos Sólidos Domiciliarios): Subcategoría de los RSU que comprende los desechos originados en viviendas particulares, tales como restos de alimentos, envases y residuos plásticos.

Vertedero controlado: Sitio destinado a la disposición final de residuos, operado bajo normativas ambientales que regulan su confinamiento, compactación y cobertura para minimizar su impacto en el entorno.

Vertedero hidráulico: Tipo de vertedero diseñado para la disposición de residuos en terrenos con características específicas de permeabilidad, donde se emplean sistemas de drenaje y control de lixiviados para evitar la contaminación del suelo y las fuentes de agua.

Lixiviado: Líquido resultante de la filtración de agua a través de residuos depositados en un vertedero, que puede contener sustancias contaminantes y requiere tratamiento adecuado.

Compostaje: Proceso biológico de descomposición de materia orgánica para la producción de compost, un abono natural utilizado en agricultura y jardinería.

Economía circular: Modelo de producción y consumo que busca reducir el desperdicio de recursos mediante la reutilización, reciclaje y valorización de materiales en diferentes ciclos productivos.

Disposición final: Etapa final en la gestión de residuos que consiste en su confinamiento en condiciones controladas, como en vertederos sanitarios o mediante tecnologías de tratamiento.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto representa el cierre de una etapa fundamental en nuestra formación académica y profesional. Este recorrido estuvo marcado por desafíos, aprendizajes y logros que no hubieran sido posibles sin el acompañamiento de muchas personas a las que hoy queremos expresar nuestro profundo agradecimiento.

En primer lugar, extendemos nuestro reconocimiento a la Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, institución que nos brindó un espacio de crecimiento, rigurosidad y excelencia académica. Agradecemos especialmente a sus docentes, cuya dedicación, compromiso y vocación marcaron de manera decisiva nuestra formación. En particular, deseamos destacar el apoyo del equipo docente de la cátedra Proyecto IV, quienes nos guiaron con profesionalismo, disposición y claridad durante el desarrollo de este trabajo. Nuestro especial agradecimiento al Ing. Sebastián De La Fuente, por confiarnos este proyecto, orientarnos desde el primer día y convertirse en un pilar fundamental en este proceso.

También queremos agradecer profundamente a nuestras familias y amigos, por su comprensión, paciencia y cariño incondicional. Ellos estuvieron presentes en cada desafío, alentándonos a seguir adelante y recordándonos la importancia de mantenernos firmes y confiados en nuestro camino.

Por último, pero no menos importante, reconocemos a nuestros compañeros y compañeras de estudio, con quienes compartimos horas de trabajo, debates, dudas y logros. Este trayecto común nos enseñó el valor del esfuerzo colectivo, la solidaridad y el aprendizaje compartido, valores que sin duda llevaremos con nosotros a lo largo de nuestra vida profesional y personal.

Atentamente

Tomás, Stefano, Franco y Jorge.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) constituye uno de los mayores desafíos ambientales, sociales y de infraestructura que enfrenta el mundo actual. El crecimiento demográfico, la expansión urbana y los cambios en los hábitos de consumo han generado un aumento sostenido en la cantidad y variabilidad de los residuos producidos, superando en muchos casos la capacidad de gestión de los sistemas tradicionales de recolección y disposición.

A nivel global, se estima que actualmente se generan más de 2.000 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos por año, de los cuales aproximadamente un 33 % no recibe tratamiento adecuado ni se dispone en condiciones controladas (Fuente: Banco Mundial, 2018). Esta situación se agrava en regiones en desarrollo, donde la falta de infraestructura, la informalidad en la recolección y la ausencia de planificación integral derivan en vertederos a cielo abierto, contaminación de suelos y aguas, y emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

En América Latina y el Caribe, la generación de residuos per cápita supera los 0,9 kg/hab/día, y se prevé un incremento cercano al 25 % para el año 2050 (Fuente: informe World Bank "More Growth, Less Garbage") si no se modifican los patrones actuales de consumo y disposición. En respuesta a esta problemática, numerosos países y regiones han incorporado un enfoque relacionado con la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) dentro de sus políticas públicas, reconociendo que esto requiere una planificación territorial integrada y la aplicación de soluciones de ingeniería ambiental adaptadas a cada contexto.

En Argentina, la problemática presenta características similares a las observadas en el continente. Se generan más de 18 millones de toneladas de residuos urbanos por año (Informe Estado del Ambiente 2020, elaborado por la Dirección Nacional de Gestión Integral de Residuos (DNGIR) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación), con una tasa promedio de 1,15 kg/hab/día, y se estima que más del 40 % de los residuos aún se dispone en basurales a cielo abierto o en sitios sin control ambiental.

La provincia de Santa Fe no escapa a esta situación. Si bien se han implementado políticas de regionalización y cierre progresivo de basurales (particularmente a partir de la sanción de la Ley Provincial N.º 13.055/10), aún existen más de 200 sitios de disposición informal en distintas localidades del territorio (Suma Política, 2020). La dispersión

poblacional y la falta de equipamientos adecuados dificultan la implementación de un sistema eficiente de valorización, transporte y disposición final.

El presente proyecto se adentra en esta problemática global y local, buscando aportar una solución técnica de Ingeniería Civil que dé solución a las exigencias actuales de sustentabilidad y planificación territorial. El diseño de un Centro GIRSU en la provincia de Santa Fe no constituye solamente una obra de infraestructura, sino una intervención estratégica que contribuye a la modernización del sistema de gestión de residuos, la protección de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de la población.

2. MARCO REFERENCIAL

La gestión de los residuos sólidos urbanos no es solo una cuestión ambiental, sino también social, económica y de planificación. En el último tiempo, distintos países han empezado a reconsiderar la forma en que abordan este problema, entendiendo que no se trata únicamente de desechar los residuos, sino de gestionarlos de manera integral y sostenible.

En este sentido, el enfoque de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) propone un cambio de paradigma: pasar del modelo tradicional de recolección y disposición final hacia uno que considere todas las etapas del ciclo de los residuos, desde su generación hasta su aprovechamiento o disposición final controlada. El objetivo es reducir la cantidad de desechos que terminan en rellenos sanitarios, promover la recuperación de materiales reciclables y minimizar los impactos sobre el ambiente y la salud de las personas.

En Argentina, este enfoque comenzó a tomar fuerza en las últimas dos décadas, impulsado tanto por políticas nacionales como provinciales. La Ley Nacional N.º 25.916, establece los lineamientos básicos para una gestión responsable de los residuos domiciliarios, mientras que la Ley Provincial N.º 13.055 de Santa Fe promueve la creación de consorcios regionales GIRSU. Estas políticas buscan reemplazar los basurales a cielo abierto, que durante muchos años fueron la forma más común de eliminar los residuos.

La provincia de Santa Fe ha avanzado en la implementación de este modelo mediante la instalación de Centros GIRSU regionales en diferentes zonas, como Venado Tuerto y Villa Gobernador Gálvez. Sin embargo, todavía existen muchos municipios y comunas que no cuentan con una infraestructura adecuada para el tratamiento o la

disposición final, lo que genera situaciones perjudiciales para el ambiente y conflictos con la población local.

Por lo tanto, el desarrollo de nuevos centros de gestión se plantea como una necesidad urgente para acompañar el crecimiento urbano y reducir los impactos negativos asociados a la disposición inadecuada de los residuos. Además, el diseño de estas instalaciones ofrece una oportunidad de integración regional, permitiendo que varios municipios trabajen de manera conjunta y compartan recursos, equipamientos y responsabilidades.

Desde la perspectiva de la Ingeniería Civil, los proyectos de este tipo implican múltiples aspectos: la selección del sitio de emplazamiento, la planificación vial y de accesos, la previsión de desagües pluviales, la seguridad ambiental del relleno sanitario y la organización funcional de las distintas áreas del predio. Todo esto debe hacerse bajo criterios de sustentabilidad, eficiencia y compatibilidad con el entorno.

A su vez, el marco referencial también reconoce la importancia de cambiar los hábitos de consumo y de manejo de residuos. La educación ambiental, la separación en origen y la valorización de materiales reciclables son componentes fundamentales para el éxito de cualquier política GIRSU. Sin el apoyo de la comunidad, hasta las obras mejor diseñadas pueden resultar insuficientes.

En la provincia de Santa Fe, desde 2008 se adoptó un esquema de regionalización administrativa en 5 regiones, bajo el marco del Plan Estratégico Provincial (PEP).

Las cinco regiones son:

1. Región 1 — Nodo Reconquista
2. Región 2 — Nodo Rafaela
3. Región 3 — Nodo Santa Fe
4. Región 4 — Nodo Rosario
5. Región 5 — Nodo Venado Tuerto

Cada región agrupa varios de los 19 departamentos en que tradicionalmente se divide la Provincia (unidad administrativa tradicional). El propósito de esta regionalización es descentralizar, mejorar la gestión del territorio, y acercar los recursos públicos de forma más equilibrada.

Dentro del marco de este esquema regional, se define el concepto de “microregión” como una subdivisión de las regiones, pensada como una unidad más pequeña que comparta “criterios territoriales, temáticos, de intereses, recursos e identidades comunes”.

Las microrregiones se usan como base para convocar “reuniones microregionales” donde participan autoridades locales, actores comunitarios, y sociedad civil, con el fin de planificar políticas públicas, gestionar proyectos, y adaptar las decisiones a las realidades locales.

En el año 2014 se conformó el consorcio “*Microrregión 5E*” para la gestión integral de residuos sólidos urbanos integrado por las comunas de Hughes, Labordeboy, Juncal, Carreras, Elortondo, Melincué, Wheelwright. Se adjunta en el *Anexo N°01* el acta de conformación del consorcio.

A partir de todo lo mencionado, se destaca que al día de la fecha todo esto quedó obsoleto y no se le presta interés, pero se considera de importancia resaltar esto en el informe ya que que la micro regionalización propuesta en ese entonces, optimiza y permite eficientizar la gestión de residuos en las zonas de estudio.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente proyecto es buscar una solución a partir de una propuesta de diseño de un Centro GIRSU destinado al tratamiento, valorización y disposición final controlada de los residuos provenientes de un conjunto de localidades de la provincia de Santa Fe (Hughes, Labordeboy, Juncal, Carreras, Elortondo, Melincué, Wheelwright), bajo criterios de sustentabilidad ambiental, eficiencia técnica y planificación regional.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar la situación actual de gestión de residuos en la región de influencia.
- Proyectar un centro GIRSU teniendo en cuenta aspectos hidrológicos-hidráulicos, accesos y circulación interna.
- Promover la reutilización de los residuos y concientizar a la población, fomentando la cooperación intermunicipal y la educación ambiental.

- Alcanzar la protección del Sitio Ramsar, ubicado en la zona de influencia del GIRSU a desarrollar.

Brevemente, se resumen los alcances de este estudio, clasificados según las áreas de la Ingeniería Civil involucradas:

Aspecto ambiental: Diseño del sistema de impermeabilización para evitar infiltración del lixiviado; manejo de lixiviado y biogás; control de olores, vectores e impactos en las comunidades cercanas.

Aspecto arquitectónico y estructural: Obras complementarias de infraestructura como estaciones de bombeo, piletas de lixiviados, galpones para reciclaje, además instalaciones para oficinas del personal que trabaje en el GIRSU.

Aspecto geotécnico e hidráulico: Estudio de suelo para ver si soporta el peso de los residuos, diseño de taludes y estabilidad del terreno, profundidad de la napa, control de infiltraciones y drenajes subterráneos y superficiales.

Aspecto vial: Diseño de accesos internos y caminos de operación para maquinaria; conexión con rutas y caminos de acceso.

Aspecto sanitario: Cálculo de vida útil del relleno en función de la población y generación de residuos, plan de cierre.

4. MARCO LEGAL

4.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

La Agenda 2030, es un plan mundial de adhesión voluntaria a partir de un compromiso global. Si bien no es legislación, nuestro país ha adherido a la misma – Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 y 12: promueven ciudades sostenibles y patrones de producción y consumo responsables, incluyendo la gestión adecuada de residuos. Convención Ramsar (1971): tratado internacional que protege humedales de importancia internacional, como la Laguna de Melincué. Establece obligaciones a los Estados Parte para conservar estos ecosistemas, evitando impactos negativos como los generados por la contaminación por residuos.

4.2 LEGISLACIÓN NACIONAL (ARGENTINA)

Ley N.º 25.916 (2004): establece los presupuestos mínimos para la gestión integral de residuos domiciliarios. Obliga a adoptar medidas para reducir su generación, fomentar la separación en origen y eliminar gradualmente los basurales a cielo abierto.

Ley General del Ambiente N.º 25.675: define el derecho a un ambiente sano, el principio de prevención y el de responsabilidad, todos aplicables al tratamiento de RSU y al impacto ambiental de los basurales.

Ley N.º 23.922: aprueba el Convenio Ramsar y le otorga jerarquía legal dentro del derecho argentino, lo que implica proteger ecosistemas como la Laguna de Melincué.

4.3 LEGISLACIÓN PROVINCIAL (SANTA FE)

Ley Provincial N.º 13.055 (2010): establece el régimen para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Santa Fe. Promueve la erradicación progresiva de los basurales a cielo abierto y fomenta la regionalización a través de consorcios intermunicipales (como el Consorcio GIRSU Microregión 5E).

Ley Provincial Nro. 11.730: establece un régimen especial para el uso de bienes situados en áreas inundables. Define 3 tipos de zonas inundables: Área I (corresponden a cauces naturales o artificiales y cuerpos de agua permanentes); Área II (vías de evacuación de crecidas y áreas de almacenamiento) y Área III (zonas con riesgo de inundación que no están incluidas en I o II).

La Resolución Provincial Nº 128/2004 establecida por el el Secretario de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable refuerza esta prohibición al establecer la erradicación de basurales a cielo abierto, así como la quema de residuos en estas áreas. Asimismo, prohíbe el uso de residuos sólidos urbanos para rellenar lagunas o zonas anegables, una medida destinada a prevenir la degradación ambiental y a fomentar métodos de disposición final más seguros, como los rellenos sanitarios.

En cuanto a la Ley Provincial N.º 11.717/1999, denominada "Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe" establece el marco normativo para la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable. Su objetivo principal es preservar, conservar, mejorar y recuperar los recursos naturales, garantizando el derecho de la población a un ambiente saludable. La normativa regula el ordenamiento territorial, el manejo racional de los recursos, la gestión de residuos y el control de actividades con impacto ambiental. Además, exige la presentación de Estudios de Impacto Ambiental (EIA), estableciendo su contenido mínimo y los procedimientos administrativos para su evaluación y aprobación por parte de la autoridad competente.

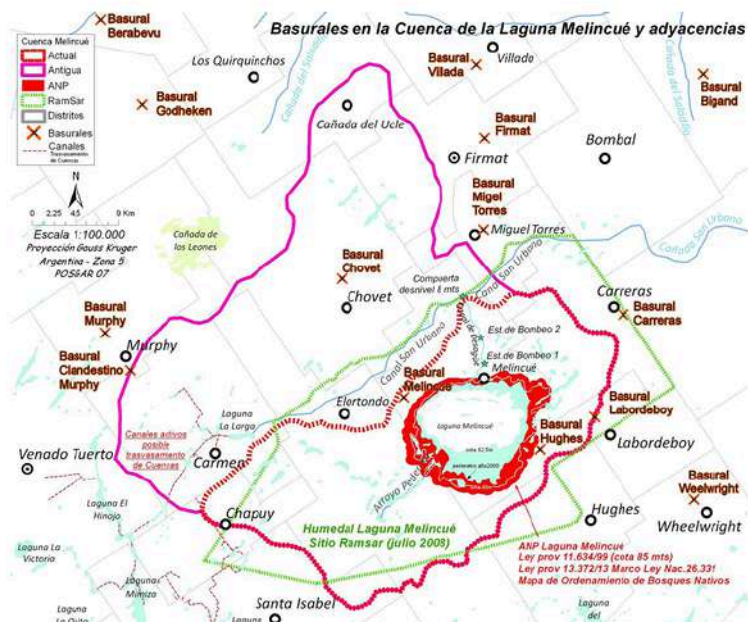


Figura N° 02: Ubicación de los basurales en la cuenca y áreas cercanas (Fuente: Romano, M.; I.Barberis; L. Guerra; E. Piovano y P. Minotti. 2014. Sitio Ramsar Humedal Laguna Melincué)

5.2 PROBLEMÁTICA SOCIAL

En términos sociales, la problemática de los basurales trasciende lo ambiental y genera consecuencias directas sobre la población y la gestión municipal. En primer lugar, se observa la existencia de conflictos entre localidades vecinas, particularmente entre Melincué y Hughes, debido a la disposición de residuos en áreas limítrofes. Esta situación derivó en tensiones políticas, reclamos ciudadanos y una denuncia judicial presentada en abril de 2022 por parte de la comuna de Melincué, que acusó a Hughes de depositar basura en su jurisdicción. El hecho refleja la falta de planificación conjunta en la gestión regional de los residuos y la ausencia de acuerdos interjurisdiccionales sostenibles.

En segundo lugar, la afectación a la salud pública constituye un riesgo significativo en localidades como Labordeboy, Juncal y Carreras, donde los basurales a cielo abierto contienen residuos domiciliarios y electrónicos, incrementando la exposición a contaminantes que impactan en el suelo, el aire y el agua. El caso de Wheelwright, registrado en 2021, resulta particularmente ilustrativo: en apenas cuatro meses se recolectaron allí cerca de 50 toneladas de residuos, incluyendo materiales tóxicos, lo que evidencia la magnitud de la acumulación y la precariedad en el manejo de desechos complejos.

Asimismo, en Elortondo, en 2023, las autoridades locales asumieron un compromiso formal para eliminar progresivamente el basural a cielo abierto, respondiendo a la presión social y a las demandas de los habitantes por mejorar la calidad de vida. No obstante, la persistencia de estas prácticas en las localidades vecinas reproduce condiciones de desigualdad territorial, ya que algunos municipios carecen de recursos financieros o de infraestructura para implementar alternativas seguras, como plantas de separación, reciclado o rellenos sanitarios controlados.

Finalmente, la presencia de basurales en torno a la Laguna de Melincué genera una tensión social y cultural: mientras se busca conservar un ecosistema reconocido a nivel internacional, las prácticas de disposición inadecuadas lo ponen en riesgo, afectando tanto la calidad ambiental como la identidad local de estas comunidades.

Ver Anexo N°08 donde se adjuntan noticias sobre dichas problemáticas.

5.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

La presencia de basurales a cielo abierto en el área de influencia de la Laguna de Melincué genera una serie de impactos, que afectan tanto la calidad de los recursos naturales como al ecosistema.

Estas prácticas de disposición final inadecuada conforman una de las principales fuentes de contaminación en la región, con efectos directos sobre el suelo, el agua y el aire.

En primer lugar, los suelos próximos a los sitios de disposición presentan riesgo de contaminación por lixiviados, producto de la descomposición de los residuos orgánicos y de la infiltración de líquidos sin control. Dichos lixiviados pueden alcanzar los acuíferos freáticos, afectando la calidad del agua utilizada para consumo humano, animal o riego. Este proceso resulta especialmente preocupante en áreas donde el nivel freático se encuentra próximo a la superficie, como ocurre en el sitio de estudio.

En segundo término, la contaminación atmosférica constituye otro impacto relevante. La quema informal de residuos contribuye al deterioro de la calidad del aire local como al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. A su vez, la presencia de materiales plásticos, electrónicos y de caucho incrementa la toxicidad de las emisiones, afectando la salud de la población y del personal que manipula los residuos.

Por otra parte, la contaminación visual y paisajística deteriora el entorno natural de un sitio de alto valor ecológico y turístico, como la Laguna de Melincué, reduciendo su

atractivo y afectando actividades recreativas y de conservación. Además, la proliferación de vectores agrava el problema sanitario y ecológico.

En términos del ecosistema, los residuos depositados en cercanías del humedal impactan sobre las aguas superficiales y los flujos hidrológicos naturales, ya que los basurales suelen ubicarse en zonas bajas o depresiones, donde se acumulan escorrentías pluviales. Esto favorece el arrastre de contaminantes hacia la laguna y sus afluentes, contribuyendo a procesos de pérdida de vida acuática.

De esta manera, la continuidad de estas prácticas amenaza los objetivos de conservación establecidos por la Convención Ramsar, comprometiendo la integridad ecológica del sitio y el cumplimiento de compromisos internacionales asumidos por el Estado argentino.

6. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

6.1 DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE DISEÑO

Al inicio del proyecto, se establece un período de diseño, que es el tiempo durante el cual se espera que el relleno sanitario funcione correctamente y cumpla con sus objetivos.

El diseño y construcción de un relleno sanitario es una parte clave de la infraestructura de gestión de residuos y requiere una planificación pensada a futuro. En este caso, se ha definido un período de diseño de 20 años, teniendo en cuenta principalmente dos aspectos: la flexibilidad operativa y la recuperación de la inversión. Esto implica que el año N° 0 sería 2027 y el año para el cual será diseñado es 2047.

La flexibilidad operativa implica que las instalaciones se irán poniendo en funcionamiento de manera gradual, a medida que se consigan los fondos necesarios.

6.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Para estimar la población futura de las localidades comprendidas en el área de influencia del proyecto, se aplicó el método de la Tasas Medias Anuales Decrecientes (TMAD).

Este método permite proyectar el crecimiento poblacional a partir de los censos anteriores (Años 2001, 2010 y 2022; publicados por el INDEC), considerando una tasa de incremento constante durante el período analizado.

De esta manera, en la *Tabla N°01* se pueden observar los valores obtenidos.

Localidad	2001	2010	2022	2027	2037	2047
Hughes	4142	4598	4794	5182	6365	8353
Labordeboy	982	928	1158	1264	1594	2166
Juncal	1277	1112	1147	1083	931	763
Carreras	1640	1972	1932	2108	2654	3600
Elortondo	5069	6063	5781	6200	7459	9524
Melincué	2118	2139	2406	2575	3081	3905
Wheelwright	5756	5733	6142	6360	6969	7865
TOTAL	20984	22545	23360	24772	29053	36176

Tabla N° 01: Estimación de la población en el periodo 2027-2047 según método TMAD (Fuente: Elaboración propia) - Datos Censales año 2001, 2010 y 2022 (Fuente: INDEC)

Proyección de población

Periodo 2027-2047

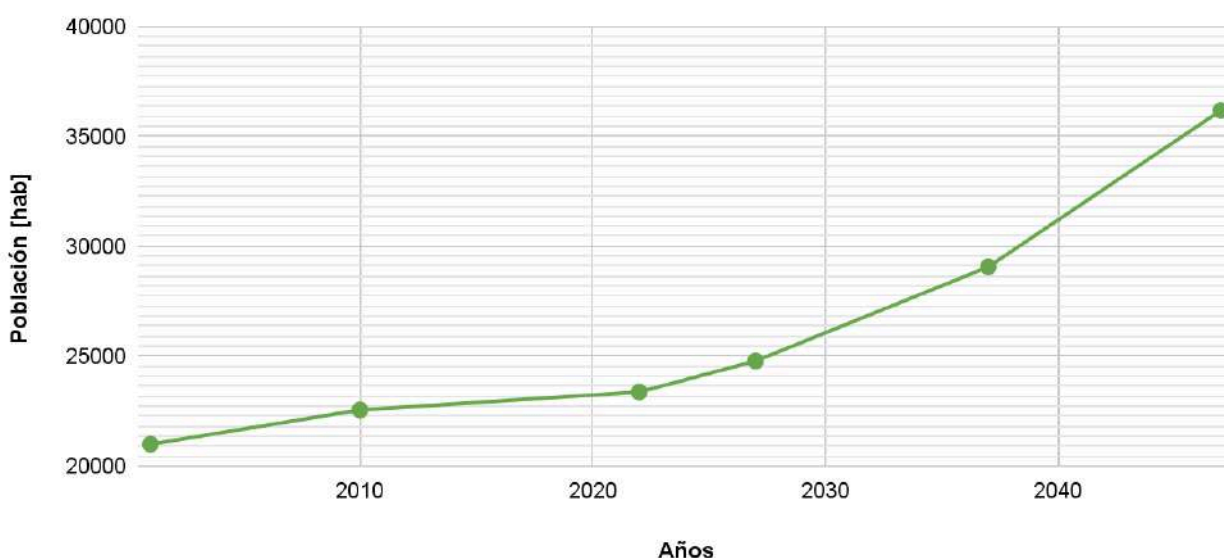


Figura N° 03: Proyección población (Fuente: Elaboración propia)

7. ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Además de considerar la población futura, debemos considerar la generación de residuos sólidos urbanos por habitante por día. Cabe destacar que en el presente análisis se contempla la estimación de generación correspondiente a dos corrientes diferenciadas de residuos: por un lado, los residuos domiciliarios, y por otro, aquellos originados en actividades como la poda y la demolición. Estas mismas son las que serán tratadas y

depositadas en nuestro Centro GIRSU, cuyo destino final actual son los basurales a cielo abierto (Ver Glosario - RSD, RSU)

7.1 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

El criterio de definición utilizado surge de promedios empíricos obtenidos a partir de mediciones reales en municipios de tamaño pequeño y mediano, donde los patrones de consumo, el nivel de urbanización y la actividad comercial e industrial son moderados. En este tipo de centros urbanos, la generación per cápita resulta inferior a la de grandes ciudades, lo que justifica la utilización de un valor conservador y técnicamente aceptado para el dimensionamiento de sistemas de gestión de residuos.

Utilizamos el valor recomendado en las “Notas de clase - Ingeniería Sanitaria y Ambiental”, el cual es de 0,65 kg/hab/día para una población de menos de 35.000 habitantes para el año 2009.

Además, para la proyección a futuro, lo que hicimos fue adoptar la tasa de crecimiento que propone el informe “What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050” elaborado por el Banco Mundial en el año 2016, la cual estima los valores indicados en la *figura N°04*.

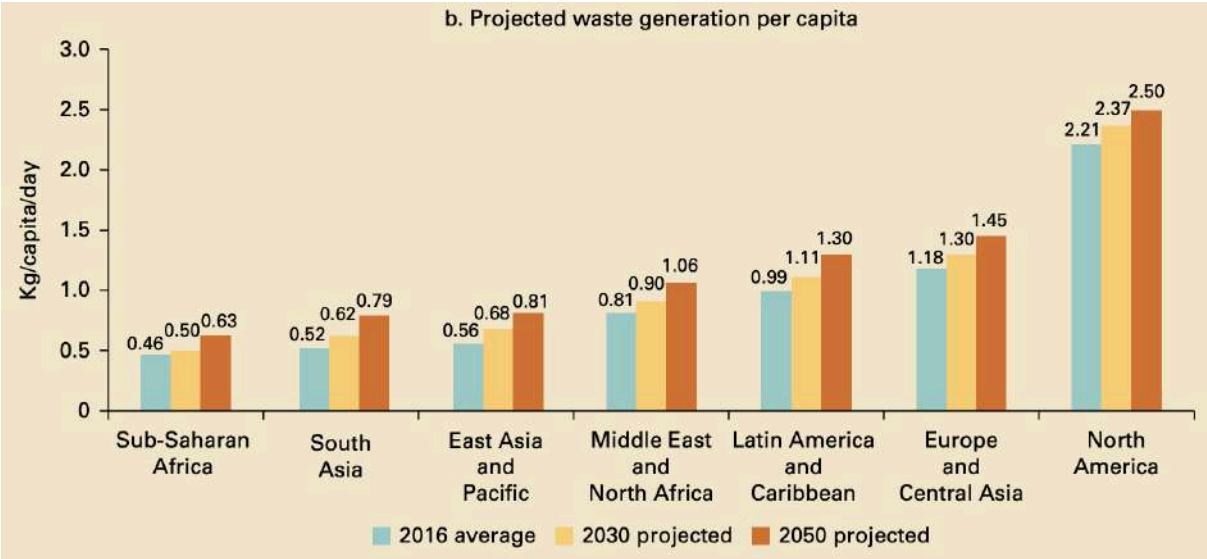


Figura N° 04: Proyección de generación de basura per cápita (Fuente: Banco Mundial)

Los valores utilizados se pueden ver en la *Tabla N°02*.

Fuente	Generación de residuos [kg/hab/día]			
Segun Plan provincial	0,65	2012		
Proyeccion WaW - Banco Mundial	1,11	2030	Tasa de crecimiento 2030-2050 [kg/hab/día*año]	0,0095
	1,3	2050		
Estimacion segun tasa de crecimiento de WaW - Banco mundial	1,011	2047	Tasa de crecimiento 2030-2050 [kg/hab/año]	3,47

Tabla N° 02: Estimación para el año 2047 de la generación de residuos para el consorcio (Fuente: Elaboración propia)

Para llegar al resultado de la tasa de crecimiento utilizada lo que hicimos fue calcular el incremento entre 2030 y 2050 con la siguiente ecuación

$$(1,3 \text{ kg/hab/día} - 1,11 \text{ kg/hab/día}) / (2050 - 2030) = 0,0095 \text{ kg/hab}/(\text{día} * \text{año}) = 3,47 \text{ kg/hab/año. año}$$

Los valores 1,11 kg/hab/día y 1,3 kg/hab/día surgen de la proyección que realiza el Banco mundial, para la zona de Latinoamérica y Caribe.

Al resultado obtenido, lo multiplicamos por la diferencia entre 2047 y 2009 y se lo sumamos al valor de 0,65 kg/hab/día, ya que esta surge de un análisis local y lo consideramos como información más certera que la del banco mundial, siendo esta última utilizada solo para estimar el crecimiento

De esta manera, obtenemos el resultado de la generación de residuos en nuestro periodo de estudio. A modo de ejemplo, se muestran los cálculos desarrollados para el año 0 (2027) y el año 20 (2047) de nuestro plazo analizado.

$$0,65 \text{ kg/hab/día} + 0,0095 \text{ kg/hab/día} * (2027 - 2009) = 0,821 \text{ kg/hab/día}$$

$$0,65 \text{ kg/hab/día} + 0,0095 \text{ kg/hab/día} * (2047 - 2009) = 1,011 \text{ kg/hab/día}$$

7.2 RESIDUOS DE PODA Y DEMOLICIÓN

Para la estimación de la segunda corriente de residuos sólidos urbanos, la correspondiente a poda y demolición, consideramos los siguientes porcentajes observados en la *Tabla N°03*. La misma tabla muestra, sobre un total de residuos, qué porcentaje representa los materiales de construcción y demolición, y qué porcentaje representa los residuos de poda y jardín.

COMPOSICIÓN DE LOS RSU DE LA REPÚBLICA ARGENTINA	
Componentes	% Peso en Peso
Papeles y Cartones	13,96%
Diarios y Revistas	2,15%
Papel de Oficina (Alta Calidad)	0,72%
Papel Mezclado	6,32%
Cartón	3,97%
Envases Tetrabrick	0,85%
Plásticos	14,61%
PET (1)	2,29%
PEAD (2)	1,77%
PVC (3)	0,54%
PEBD (4)	5,82%
PP (5)	2,50%
PS (6)	1,42%
Otros (7)	0,28%
Vidrio	3,16%
Verde	1,58%
Ambar	0,40%
Bianco	1,14%
Plano	0,03%
Metales Ferrosos	1,43%
Metales No Ferrosos	0,41%
Materiales Textiles	4,50%
Madera	1,09%
Goma, cuero, corcho	1,28%
Pañales Descartables y Apositos	5,77%
Materiales de Construcción y Demolicion	2,05%
Residuos de Poda y Jardin	9,95%
Residuos Peligrosos y Patologicos ^a	0,22%

Tabla N° 03: Composición de los RSU de la República Argentina (Fuente: Biblioteca.camarco)

Estos valores se utilizaron para poder establecer una relación porcentual entre ambos y vincularlas con la densidad individual de los mismos.

Tomando en cuenta esta información y estimando una densidad para poda de 0,3 tn/m³ y para restos de demolición de 0,9 tn/m³, obtuvimos un valor promedio de 0,4 tn/m³.

Se destaca que esta tabla se utilizó solamente para estimar densidad de este tipo de residuos en base a la relación entre los porcentajes y sus densidades correspondientes, y no para definir volumen de los mismos.

$$\text{Densidad PyD [tn/m}^3\text{]} = (0,3 \text{ tn/m}^3 * 10\% + 0,9 \text{ tn/m}^3 * 2\%)/ 12\% = 0,4 \text{ tn/m}^3$$

Para la cantidad, se estimó a partir del informe “Gestion integral de RSU” realizado por la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, que el porcentaje de

poda y demolición representa aproximadamente un 40% de los residuos domiciliarios. Utilizando la *Tabla N°04*.

Tabla 4 - Distribución estimada de los componentes de los RSU		
Tipos de residuos	Rango (% Peso/Peso)	Promedio (% Peso/Peso)
Domésticos y comerciales (excluyendo los residuos especiales y peligrosos)	50 – 75	62
Especiales domésticos (voluminosos, electrodomésticos de consumo, bienes de línea blanca, residuos de jardín, baterías, pilas y neumáticos)	3 – 12	5
Domésticos peligrosos	0,01 – 1	0,1
Institucionales	3 – 5	3,4
Construcción y demolición	8 – 20	14
Servicios Municipales:		
Limpieza de calles	2 – 5	3,8
Poda de árboles y paisajismo	2 – 5	3
Parques y áreas recreativas	1,5 – 3	2
Sumideros	0,5 – 1,2	0,7
Barros de Planta de Tratamientos	3 – 8	6
Fuente: Tchobanoglous G. (1994), <i>Gestión Integral de los Residuos Sólidos</i> , (Primera Edición) Mc Graw-Hill		

Tabla N° 04: Distribución estimada de componentes de RSU (Fuente: indicada en la figura)

El procedimiento fue el siguiente: sumar los residuos correspondientes a “servicios municipales” (9,5%) y “construcción y demolición” (14%), y establecer el porcentaje que representa frente a los “domésticos y comerciales” (domiciliarios para nosotros, 62%). Numéricamente, sería:

$$[(3,8\% + 3\% + 2\% + 0,7\%) + 14\%] / 62\% \approx 40\%$$

8. DETERMINACIÓN ÁREA NECESARIA PARA EL PREDIO GIRSU

A partir de la obtención de la población de cada año con el método de cálculo mencionado y los kg de RSU producidos, se puede determinar las toneladas totales de residuos sólidos en el mismo periodo.

Para la estimación de incremento de generación de RV y RCD se mantuvo constante la relación mencionada del 40% a través de los años.

Se realiza el cálculo mencionado (ver *Tabla N°05*), con el fin de determinar el área necesaria para el relleno sanitario.

Proyección de la población				
Año	Población [Hab]	RSD [Kg/Hab.día]	RSD / año [tn]	Estimación RV y RCD [tn]
2027	24772	0,821	7423	2969
2028	25170	0,831	7630	3052
2029	25574	0,840	7841	3136
2030	25985	0,850	8057	3223
2031	26403	0,859	8278	3311
2032	26827	0,869	8504	3402
2033	27258	0,878	8735	3494
2034	27696	0,888	8972	3589
2035	28141	0,897	9214	3685
2036	28594	0,907	9461	3784
2037	29053	0,916	9714	3885
2038	29697	0,925	10032	4013
2039	30355	0,935	10359	4144
2040	31028	0,944	10697	4279
2041	31716	0,954	11044	4418
2042	32419	0,963	11401	4560
2043	33138	0,973	11769	4708
2044	33873	0,982	12147	4859
2045	34624	0,992	12537	5015
2046	35391	1,002	12937	5175
2047	36176	1,011	13349	5340
		TOTAL [tn]	210101	84040
		VOLUMEN RSD [m3]	262626	
		VOLUMEN x mod RSD [m3]	87542	
		VOLUMEN RV y RCD [m3]	210101	

Tabla N° 05: Proyección de población y generación de basura per cápita (Fuente: Elaboración propia)

De ésta manera, obtenemos las toneladas totales de RSU y luego, a partir de considerar las condiciones operativas propuestas adoptando una densidad de 0,8 tn/m³ para los residuos que se depositarán en el relleno sanitario, se determina el volumen necesario para el mismo.

$$\text{Volumen} = \Sigma \text{RSU año [tn]} / 0,8 \text{ tn/m}^3 \Rightarrow \text{Volumen} = 262.626 \text{ m}^3$$

Análogamente, habiendo obtenido una densidad de 0,4 se obtiene el determina de RV y RCD (restos verdes, y de construcción y demolición) una densidad de 0,4 obteniendo el volumen correspondiente

Volumen = ΣR_v y RCD año [tn] / 0,4 tn/m³ => **Volumen = 210.101 m³**

Para definir la geometría de cada celda, se tuvo en cuenta las especificaciones establecidas de la Ley Provincial 13.055, particularmente en el artículo N°40, que regulan el diseño del relleno.

“ARTÍCULO 40.- El diseño del relleno sanitario deberá responder a las siguientes pautas de diseño y operación:

- a. la base del relleno deberá estar a una distancia mínima de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del nivel de la capa freática. Si esta condición no se puede cumplir, la autoridad de aplicación estudiará el caso y, si correspondiere, establecerá los requisitos a cumplir.*
- b. la base del relleno y las paredes deberán ser de material arcilloso compactado o arcilla con bentonita, cuyo espesor no deberá ser menor de sesenta centímetros (60 cm) y la permeabilidad no deberá ser inferior a 1×10^{-7} cm/seg, o de otro material, o combinación de materiales, que reúna las características de permeabilidad antes mencionadas, que impidan la contaminación de las capas subterráneas y en su diseño se tomarán todos los recaudos que permitan reforzar ese impedimento, requiriéndose, además membrana de polietileno de por lo menos ochenta milímetros (0,80 mm) en rellenos sanitarios donde se dispongan cantidades de residuos superiores a cien toneladas (100 t) diarias.*
- c. esparcimiento y compactación de los residuos sólidos urbanos. Deberán compactarse los residuos en capas cuyo espesor no supere los treinta centímetros (30 cm), considerándose óptima la compactación cada veinte centímetros (20 cm).*
- d. recubrimiento con tierra u otros materiales adecuados, las veces que sea necesario en función de la secuencia de operación presentada.*
- e. cubierta final de cierre con características de espesor y permeabilidad similares a las mencionadas en el inciso b-, que impida la penetración de agua de lluvia en la masa de residuos.*
- f. monitoreo, aguas arriba y aguas abajo del sitio de emplazamiento del relleno sanitario. Dicho monitoreo, que determinará la calidad del agua, en cuanto a sus características físico - químicas y bacteriológicas, se realizará antes del emplazamiento, durante la vida útil del mismo y con posterioridad al cierre, estableciéndose la secuencia del mismo de acuerdo a la magnitud del emprendimiento.*
- g. gestión integral del líquido lixiviado.*

h. accesibilidad y funcionamiento bajo todas las condiciones climáticas, que incluya sistema de drenaje de las aguas pluviales en el área de trabajo, para evitar el ingreso del agua de lluvia de los terrenos circundantes en el relleno.

i. venteo asegurado de las zonas rellenas.

j. Monitoreo de gases y partículas.

k. fijación de los terrenos (cubierta final, taludes, etc.) a fin de evitar los efectos de la erosión hídrica, asentamientos, etc., y preparación para su uso posterior.

l. cercado perimetral, identificación y señalización del predio.

m. control de vectores.

n. cortina forestal o barrera de contención.”

Como lo establece la normativa vigente, es indispensable respetar una distancia mínima respecto del nivel freático. Para ello, se toma como referencia una estimación del nivel de la napa a -2m del NTN. En función de esta información, se adopta una profundidad máxima de excavación de 0,50 m (Ver Anexo N°03).

Otro dato relevante extraído de los estudios geotécnicos es la capacidad portante del suelo a la profundidad de excavación mencionada. A 0,50 m de profundidad, se cuenta con una tensión admisible de 13.000 kg/m² (Ver Anexo N°03), valor que será considerado para determinar la altura máxima que podrá alcanzar el cuerpo del relleno sanitario, siempre en cumplimiento de la normativa vigente.

En este sentido, si bien la altura admisible estructuralmente es de 16.00m, se adopta una altura máxima de 12 metros por encima del nivel del terreno natural por razones de impacto visual, resultando en una altura total del relleno de 12,5 metros, considerando los 0,50 m de excavación. Esta decisión responde tanto a criterios técnicos (condiciones geotécnicas) como a cuestiones ambientales, principalmente relacionadas con la reducción del impacto visual.

Se establece una pendiente de talud 3:1, con el objetivo de evitar la erosión de la cobertura superficial de las celdas por escurrimientos pluviales.

Respecto al manejo del lixiviado, se prevé que el mismo escurra desde el fondo del relleno con una pendiente longitudinal del 1%. Para lograrlo, se propone un ancho de relleno de 100 m, el cual será dividido en dos partes iguales (50m), lo cual permite mantener la excavación dentro de la profundidad límite establecida (0,50 m). Con este criterio, el módulo necesario para alojar el volumen estimado de residuos durante los 20 años de proyecto presenta una dimensión de 100 m x 360 m.

Este módulo será subdividido en tres sectores, permitiendo una ejecución del relleno en etapas.

De acuerdo con lo establecido por la Ley Provincial N° 13.055, se deberá prever una franja perimetral de 15 metros de ancho en todo el contorno del relleno, destinada a actuar como barrera de protección ante posibles focos ígneos.

Además del área destinada al relleno sanitario, el predio deberá contemplar espacio suficiente para el desarrollo de otras instalaciones complementarias: edificio de recepción y usos múltiples (SUM), naves industriales para separación y compostaje, cancha de compostaje, Planta de tratamiento de lixiviados y un modulo para restos verdes y materiales de demolición.

En cuanto a la superficie destinada a instalaciones, se hizo una estimación de superficie en base a Centros GRSU existentes. La misma se consideró que representa el 30% de las áreas en planta calculadas para el Relleno Sanitario (la suma de RSD más RSPyD)

A continuación, se presentan en la *Tabla N°06* los valores de diseño adoptados para el relleno sanitario y las dimensiones obtenidas (*Ver Anexo N°02*)

Dimensiones Relleno Sanitario (RSD)		Dimensiones Relleno Sanitario (Demolición/Poda)	
Prof Relleno H1 [m]	0,50	Prof Relleno H1 [m]	0,50
Altura Relleno H2 [m]	12,00	Altura Relleno H2 [m]	12,00
Revancha NF [m]	1,50	Revancha NF [m]	1,50
Base Fondo [m]	97,00	Base Fondo [m]	97,00
Talud Excavación	3 :1	Talud Excavación	3 :1
Talud Residuos	3 :1	Talud Residuos	3 :1
Base NTN [m]	100,00	Base NTN [m]	100,00
Base inferior	100,00	Base inferior	100,00
Base Superior [m]	28,00	Base Superior [m]	28,00
Área Excavación [m2]	49,25	Área Excavación [m2]	49,25
Área (transv) Residuos [m2]	768,00	Área (transv) Residuos [m2]	768,00
Área (transv) Total [m2]	817,25	Área (transv) Total [m2]	817,25
Longitud Necesaria [m]	325,00	Longitud Necesaria [m]	210,00
Módulos	3	Módulos	3
Longitud a nivel NTN [m]	361	Longitud a nivel NTN [m]	246
Longitud superior [m]	289	Longitud superior [m]	174
Longitud en excavación [m]	358	Longitud en excavación [m]	243
Superficie en planta (nivel TN) [ha]	3,61	Superficie en planta (nivel TN) [ha]	2,46
Espacio perimetral interno [ha]	1,28	Espacio perimetral interno [ha]	0,93
Superficie en planta Relleno Sanitario a nivel NTN [ha]	4,89	Superficie en planta Relleno Sanitario a nivel NTN [ha]	3,39
Superficie para instalaciones del GIRSU [ha]		2,48	
TOTAL Superficie GIRSU [ha]		10,77	

Tabla N° 06: Dimensiones relleno sanitario (Fuente: Elaboración propia)

Por todo lo anterior, y considerando también las áreas de circulación y reserva, se estima que el predio deberá contar con una superficie no menor a 11 hectáreas.

9. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO

La selección del sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos es una etapa muy importante que busca garantizar la protección de los recursos naturales, la salud pública y la viabilidad técnica y económica de la obra.

Esto no es tarea fácil ya que, si bien las comunidades están de acuerdo en que necesitan un sitio para la deposición final de los residuos, a la vez oponen resistencia a posibles ubicaciones porque las mismas se encuentran muy próximas a sus residencias. Esto se debe a cierta preocupación por la salud pública y por cuestiones estéticas, debido a que la presencia de instalaciones de eliminación de residuos podría considerarse como perjudicial para la calidad de vida de los habitantes.

Este fenómeno se relaciona con el llamado efecto NIMBY (acrónimo de *Not In My Back Yard*, que significa “no en mi patio trasero”), el cual describe la actitud de aceptación general hacia una infraestructura necesaria, pero de rechazo cuando su localización se plantea cerca del lugar de residencia propio. En el caso de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, el efecto NIMBY se manifiesta en la oposición vecinal basada en el temor a impactos ambientales, riesgos para la salud, depreciación del valor de las propiedades y afectación del paisaje. Esta dinámica social representa un desafío adicional en la planificación territorial, ya que obliga a compatibilizar criterios técnicos y ambientales con la aceptación social del proyecto.

Por lo tanto, para definir la zona de emplazamiento se aplicaron criterios de exclusión, de evaluación, económicos y se realizó un análisis técnico-ambiental del área de estudio.

En nuestro proyecto, iniciando el análisis, se buscó la localización de cavas existentes dentro de la microregión. La cava presenta un pasivo ambiental ya existente que se trata de mejorar mediante la implementación de una obra de ingeniería. Se analizaron los terrenos que cumplían con lo mencionado y a partir de la aplicación de los criterios que se desarrollan a continuación se fueron filtrando posibilidades hasta llegar a la que se consideró más óptima y eficiente.

9.1 CRITERIOS APLICADOS

9.1.1 CRITERIOS EXCLUYENTES

En caso de no cumplir con alguno de estos criterios, la posible ubicación queda inhabilitada como alternativa. Estos son:

- Zonas de pozos importantes para el abastecimiento público.
- Recursos de aguas subterráneas importantes.
- Distancias a aeropuertos o pistas de aterrizaje.

- Fundaciones inestables (pantanos).
- Falta de suelos de buena permeabilidad como barrera natural o geológica contra infiltraciones.
- Áreas inundables.
- Parques nacionales, reservas importantes de fauna y flora, bosques naturales, otros patrimonios.
- Planes reguladores de uso del suelo.
- Aceptación política de radicación.

9.1.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Permiten determinar la mejor opción a partir de comparar distintas ubicaciones entre sí. Se destaca que los criterios mencionados a continuación fueron los determinantes respecto a la selección:

- Distancia a la superficie de las aguas subterráneas.
- Aspectos meteorológicos (direcciones principales de viento), en cuanto a área poblada.
- Accesos viales seguros (aún en condiciones de precipitaciones altas).
- Vida útil o posibilidades de ampliación en el sector. Se sugiere no menos de 10 años siendo deseable 15 a 20 años con ingreso de la totalidad de los residuos generados.

Vale mencionar que hubo criterios que se aplicaron pero que no fueron determinantes a la hora de evaluar la viabilidad del terreno:

- Cercanía con otras obras de infraestructura sanitaria (por ejemplo tratamiento de líquidos cloacales) o puntos críticos para el desarrollo urbanístico (cementeros, áreas industriales).
- Aspectos de tráfico (conexión, pasos por poblaciones, etc)..
- Distancia a cursos de agua principales.

9.1.3 CRITERIOS ECONÓMICOS

- Distancia desde el origen de los residuos.
- Volúmenes de residuos a disponer.
- Accesibilidad hacia vías de comunicación principales.
- Infraestructura disponible

9.2 CENTRO LOGÍSTICO

Como punto de partida, se realiza un análisis logístico considerando la población de cada una de las localidades que integran el Consorcio y suponiendo que las mismas se concentran en el baricentro de las localidades. De esta manera, se aplica la misma metodología utilizada para calcular el centroide de una figura compuesta, pero en lugar de trabajar con áreas, se trabaja con población. Esto se realiza con el objetivo de minimizar los costos de transporte y tiempos de desplazamiento entre localidades y el sitio de disposición final.

Se puede ver en la *Figura N° 05* en rojo el polígono formado por la ubicación de cada una de las localidades, en celeste el centroide de dicho polígono, obtenido de la manera anteriormente nombrada, y en negro, el sitio elegido para emplazar el centro GIRSU. En la *Figura N° 06* se puede observar una imagen aérea del sitio de emplazamiento.



Figura N° 05: Localización del sitio de emplazamiento (Fuente: Elaboración propia)

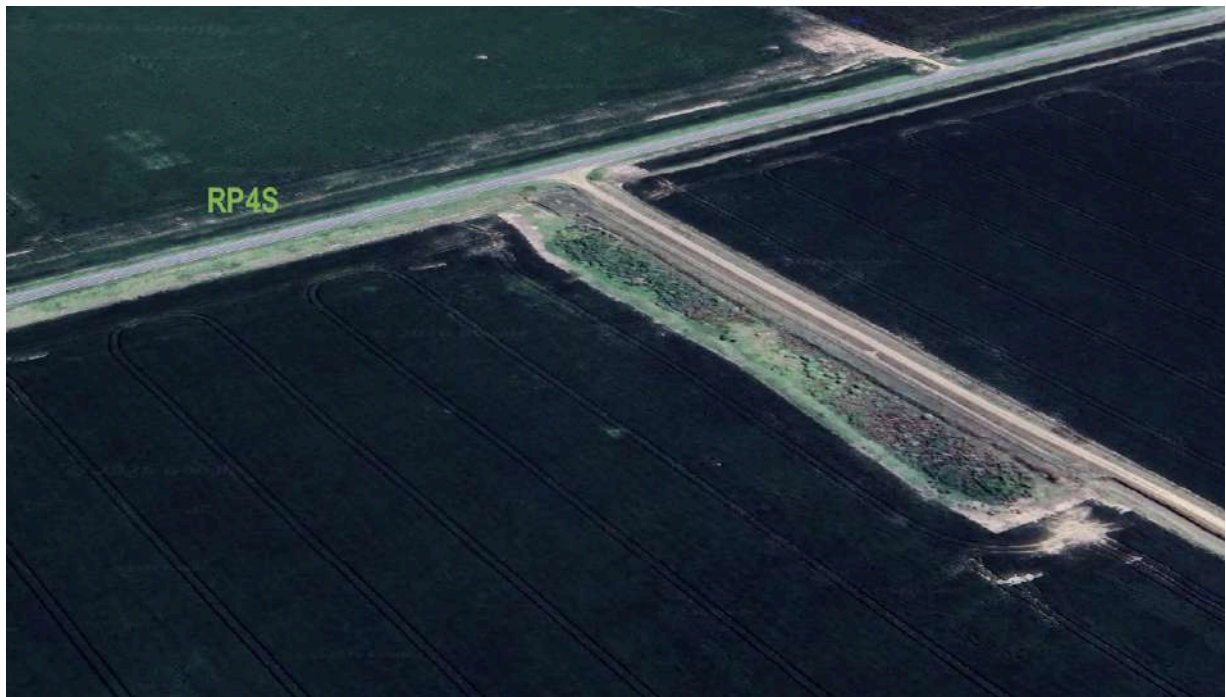


Figura N° 06: Imagen Aérea del sitio de emplazamiento (Fuente: Google Earth)

Dicha ubicación se determinó considerando los criterios de exclusión previamente nombrados, profundizados uno por uno en el desarrollo a continuación. Complementariamente, se desarrolló una estimación de las distancias desde la ubicación del predio hasta el baricentro de cada localidad (ver Tabla N°07), de manera de verificar que las mismas no sean mayores a 40 km, de modo que haya que colocar estaciones de

transferencia para lograr mayor eficiencia en el proceso de recolección, transporte y disposición.

Localidad	Distancia al predio seleccionado [km]
Hughes	15
Carreras	24
Juncal	33
Wheelwright	13
Elortondo	33
Melincué	17
Labordeboy	1,5

Tabla N° 07: Distancia del predio seleccionado a localidades del consorcio (Fuente: Elaboración propia)

9.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO

9.3.1 ANÁLISIS DE INUNDABILIDAD

En este apartado se analiza la inundabilidad del terreno seleccionado. Este estudio asegura que el predio cumpla los criterios de zonificación y seguridad hídrica exigidos por la normativa. Este análisis permite planificar un proyecto seguro y sostenible, reduciendo riesgos de inundación y asegurando el cumplimiento normativo.

La emisión del Certificado de Zonificación según Ley Provincial Nro. 11.730 (ya desarrollada en el apartado “Marco Legal”), garantiza que se ha acreditado y demarcado geográficamente la ubicación del inmueble donde se desarrollará el proyecto y aceptadas, en el caso que corresponda, las obras o acciones propuestas para mitigar los efectos de las inundaciones (de origen pluvial y/o fluvial), respecto a las zonas 1 y 2 de la ley citada.

Al localizar el terreno seleccionado en el mapa de riesgo hídrico establecido por la normativa provincial (ver Figura N°07), se verifica que el predio se encuentra fuera de las áreas de riesgo definidas. En consecuencia, no se requieren medidas estructurales especiales en materia hídrica, previéndose únicamente las obras de drenaje pluvial habituales y las pendientes necesarias para garantizar el correcto escurrimiento superficial.

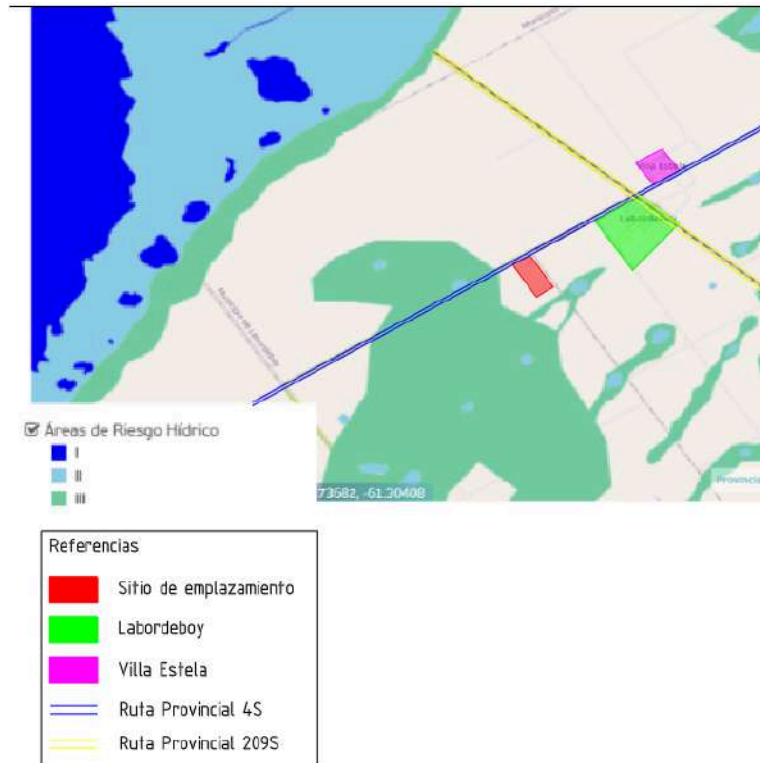


Figura N° 07: Mapa de inundabilidad. (Fuente: IDESF)

9.3.2 ALTIMETRÍA DE LA ZONA

Para la determinación de las cotas de terreno natural, utilizadas luego a lo largo del proyecto, se tomó información de dos fuentes: la elevación según Google Earth, y las curvas de nivel del IGN otorgadas por la cátedra. (ver figura N°08)

Se optó como información verídica inicial las curvas de nivel, ya que Google Earth trabaja con imágenes, no haciendo relevamientos del lugar in situ como sí puede haber sido el caso para la obtención de las curvas de nivel de la zona. Sin embargo, se utilizó Google Earth tomando como válida la distribución y diferencias de niveles del predio.

A los fines de adoptar una cota IGN para el lote, se buscó un punto de la curva de nivel de +102.50m cercano al área de emplazamiento, y se buscó la elevación medida según Google Earth.



Figura N° 08: Estimación de un punto sobre la Curva de Nivel +102.5 (Fuente: Google Earth)

9.3.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DEL SITIO

Dentro del análisis multicriterio del sitio de emplazamiento en cuestión, se debió analizar la cuestión hidrológica e hidráulica de la zona. Como vemos, el futuro centro GIRSU no se encuentra en un punto bajo, lo que generaría una consideración especial en cuanto a la generación de líquidos lixiviados: Siempre resulta conveniente que un relleno sanitario se sitúe en un terreno donde la escorrentía de agua se resuelva fácil de manera de minimizar riesgos de acumulación de agua que entre en contacto con residuos.

En la *Figura N° 09*, se observan las curvas de nivel de la zona, quedando el sector entre las cotas de 102.5 y la de 100.00m, con lo cual el trabajo consta de tomar medidas para evitar el ingreso de agua a la planta.

El terreno, al estar próximo al terraplén generado por la RP4S, tendrá un canal que pasará lateralmente, el cual se tratará en la *sección N°11* del presente trabajo.



Figura N° 09: Mapa de curvas de nivel del sitio de emplazamiento (Fuente: Google Earth)

Mediante el uso de Google Earth, obtuvimos el perfil longitudinal de una poligonal indicativo del comportamiento del terreno natural, ubicada en los lados norte y sur de la ruta (figuras N°10 y N°11) con el fin de evidenciar la pendiente del terreno y su escurrimiento hacia el oeste. A fines de comprender la imagen se aclara que la flecha roja de la imagen satelital (Figura N° 10) está representada en la gráfica de elevación inferior como la barra vertical, ubicada al este de la ruta, observándose la pendiente hacia el oeste



Figura N° 10: Perfil longitudinal del lado Norte de la RP4S (Fuente: Google Earth)



Figura N° 11: Perfil longitudinal del lado Sur de la RP4S (Fuente: Google Earth)

9.4 ANÁLISIS DE VIENTOS

La evaluación de los vientos constituye un factor fundamental en la planificación de la ubicación de un relleno sanitario, ya que permite prever la dirección en la que podrían dispersarse olores, gases y partículas, reduciendo así el riesgo de impacto sobre las poblaciones cercanas. Por lo tanto, debemos determinar la dirección de los vientos predominantes de la región, para esto, contamos con la Rosa de los Vientos de las localidades de Labordeboy y Hughes (ver *Figura N°12* y *N°13*), ya que son las que se encuentran más próximas al sector designado para el relleno.

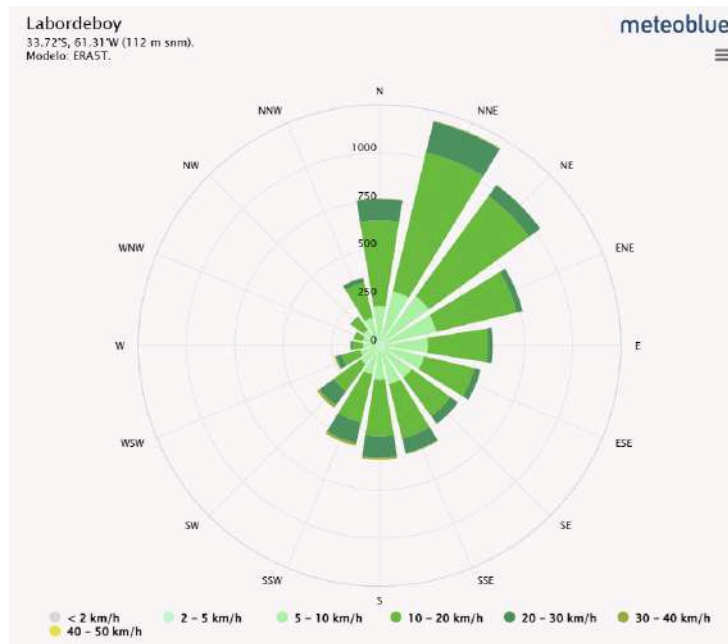


Figura N° 12: Rosa de los Vientos Labordeboy (Fuente: Meteoblue)

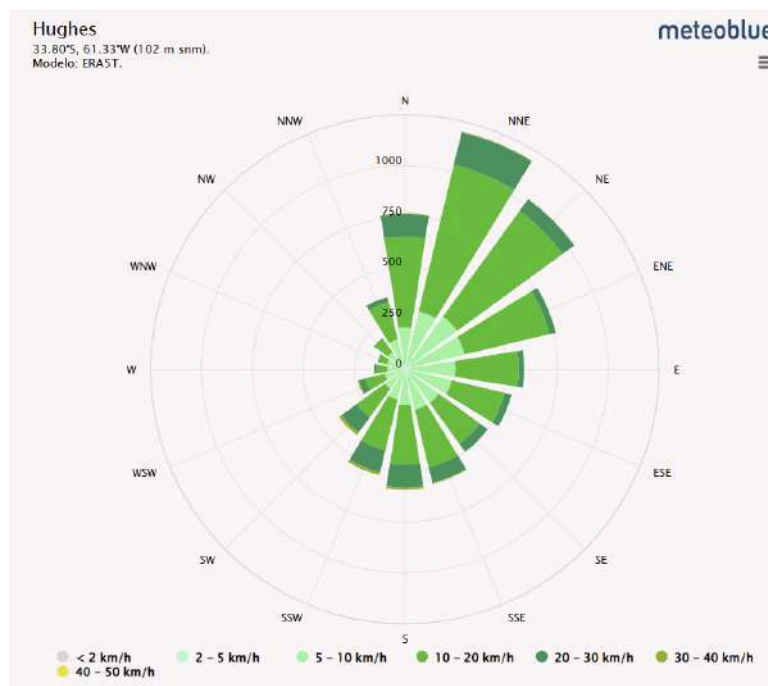


Figura N° 13: Rosa de los Vientos Hughes (Fuente: Meteoblue)

De dichas figuras se puede ver que durante la mayor parte del año, los vientos predominantes poseen una dirección noreste hacia el sur o suroeste, con velocidades principales entre 10-20km/h, aunque también hay registros de 20-30 km/h.

De esta manera surgen las siguientes recomendaciones:

- Evitar la localización del relleno sanitario en puntos que se encuentren a barlovento de poblaciones cercanas, es decir, en sectores donde los vientos predominantes pueden conducir malos olores hacia ellas.
- Priorizar áreas donde la dispersión de olores y partículas se dirija hacia zonas rurales abiertas, con baja densidad de población.

9.5 ACCESIBILIDAD

La accesibilidad también constituye uno de los criterios técnicos más relevantes en la selección del sitio destinado a la implantación del Centro GIRSU, ya que condiciona directamente la eficiencia logística, los costos operativos y la seguridad ambiental del sistema.

Un predio destinado a la disposición final o al tratamiento de residuos debe estar vinculado de manera adecuada con la red vial existente, garantizando la circulación fluida y segura de los camiones recolectores y de los vehículos de apoyo técnico.

Además, desde el punto de vista ambiental, la accesibilidad también incide sobre el impacto del transporte y la huella de carbono asociada al sistema. Un diseño eficiente de los recorridos permite reducir el consumo de combustibles fósiles, minimizar la emisión de gases y disminuir los costos de mantenimiento vehicular.

Como se puede ver en imágenes anteriores el sitio adoptado se encuentra próximo a la Ruta Provincial 4S, la cual se encuentra en buen estado y garantiza la posibilidad de acceder al centro sin inconvenientes.

9.6 DISTANCIA A AEROPUERTOS

La Ley N° 13.055, Artículo 38 establece: “El predio destinado al tratamiento o disposición final de residuos sólidos urbanos, o centro de transferencia, deberá situarse a más de tres mil metros (3.000 m) de aeródromos o pistas de aterrizaje de aviones.”

La razón principal de este criterio es la seguridad operacional aeroportuaria, especialmente para evitar atracción de fauna, contaminación visual y riesgos que residuos pueden causar a los vuelos (por ejemplo aves). También se busca prevenir interferencias con las operaciones aéreas (despegue, aterrizaje) y evitar molestias u otros impactos colaterales. Además, estos criterios ayudan a cumplir con normativas nacionales/aviación civil sobre ambientes cercanos a aeródromos.

Como se puede ver en la *Figura N°14* el aeródromo más cercano se encuentra a 33km de distancia, por lo que verifica con el criterio necesario.

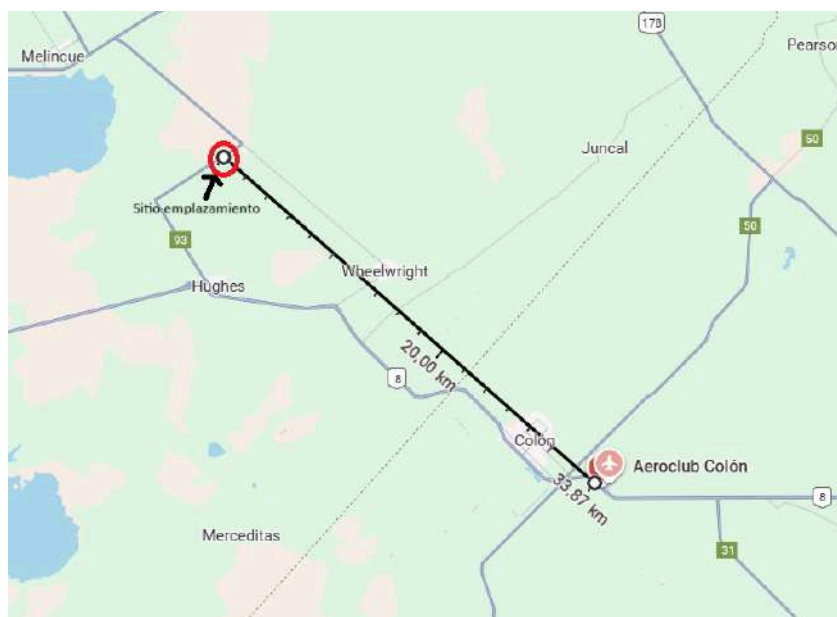


Figura N° 14: Distancia centro GIRSU a Aeródromo más cercano (Fuente: Google Maps)

9.7 CONCLUSIONES SELECCIÓN DEL TERRENO

En función del análisis técnico, ambiental, hidrológico, logístico, normativo y económico desarrollado a lo largo del presente informe, se concluye que el terreno seleccionado para el emplazamiento del Centro GIRSU resulta adecuado y viable para la implementación del proyecto.

La superficie estimada de 11 hectáreas permite garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones proyectadas, incluyendo el relleno sanitario, áreas de circulación, sectores operativos y reservas para futuras ampliaciones, asegurando una vida útil acorde a los requerimientos regionales.

La aplicación sistemática de criterios excluyentes permitió descartar ubicaciones incompatibles desde el punto de vista ambiental, hidrológico y normativo. Asimismo, los criterios de evaluación y económicos posibilitaron identificar la alternativa que consideramos más eficiente, teniendo en cuenta la distancia a las localidades del consorcio, la minimización de costos de transporte y la optimización logística mediante el análisis del centroide poblacional. Desde el punto de vista hidrológico-hidráulico, el predio se encuentra fuera de zonas de riesgo de inundación según la normativa vigente, presenta condiciones altimétricas favorables y permite un adecuado escurrimiento superficial, reduciendo riesgos asociados a la generación y manejo de lixiviados. En cuanto a la dirección predominante de

los vientos, la localización adoptada minimiza potenciales impactos sobre áreas pobladas, favoreciendo la dispersión hacia zonas rurales de baja densidad.

La accesibilidad constituye otro aspecto determinante, dado que la proximidad a la Ruta Provincial 4S garantiza conectividad adecuada, seguridad operativa y eficiencia en el transporte de residuos. Asimismo, se verifica el cumplimiento de la legislación vigente respecto a la distancia mínima a aeródromos.

Finalmente, la estrategia de priorizar una cava existente como punto de partida permite optimizar movimientos de suelo y transformar un pasivo ambiental en una infraestructura controlada y técnicamente diseñada, mejorando las condiciones ambientales preexistentes.

En consecuencia, el sitio seleccionado no solo cumple con los requisitos técnicos y legales establecidos, sino que representa una alternativa equilibrada en términos ambientales, sociales, operativos y económicos, garantizando una solución sostenible para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos del consorcio.

10. PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

A fin de optimizar los recursos, se propone que la recolección sea planificada en forma centralizada por parte del consorcio y llevada adelante con recursos propios. Para ellos desarrollamos la siguiente propuesta:

Se calcula la cantidad de camiones recolectores que requiere el Consorcio para su funcionamiento. Para ello, se supone la utilización de camiones de capacidad de 18 m³ y una densidad de compactación de 400 kg/m³ para RSD. Para los residuos de poda y demolición se utilizan camiones volcadores de 10 m³. Los resultados se muestran en las *Tablas N° 08 y 09*.



Figura N° 15: Camión compactador de 18 m³ de capacidad (Fuente: Google Imágenes)



Figura N° 16: Camión volcador de 10 m³ de capacidad (Fuente: Google Imágenes)

2027	Habitantes en 2027	RSD (kg/día)	densidad [m ³]	m ³ acumulado 1 día	m ³ /18m ³ (cap camion)	cantidad de viajes
Carreras	2108	1730,67	4,33	22,34	1,24	2
Elortondo	6200	5090,20	12,73			
Melincué	2575	2114,08	5,29			
Labordeboy	1264	1037,74	2,59	28,51	1,58	2
Juncal	1083	889,14	2,22			
Wheelwright	6360	5221,56	13,05			
Hughes	5182	4254,42	10,64			

Tabla N° 08: Estimación de cantidad de camiones de recolección diaria para RSD para 2027 (Fuente: Elaboración propia)

2027	Habitantes en 2027	Poda y demolición (kg/día)	densidad [m ³]	m ³ acumulado 1 día	m ³ /10m ³ (cap camion)	cantidad de viajes
Carreras	2108	692,27	3,46	17,87	1,79	2
Elortondo	6200	2036,08	10,18			
Melincué	2575	845,63	4,23			
Labordeboy	1264	415,10	2,08	22,81	2,28	3
Juncal	1083	355,66	1,78			
Wheelwright	6360	2088,62	10,44			
Hughes	5182	1701,77	8,51			

Tabla N° 09: Estimación de cantidad de camiones de recolección diaria para poda y demolición para 2027 (Fuente: Elaboración propia)

En conjunto, las 7 localidades generarían un total de 50,84 m³ de RSD diarios y 40,68 m³ de residuos de poda y demolición para el año 2027.

Actualmente, cada localidad requiere un compactador y un volcador dedicados a la recolección, lo que implica 7 compactadores + 7 volcadores = 14 camiones disponibles. Cada localidad a su vez requiere un área de mantenimiento y soporte a su plantel móvil. Por otro lado, trabajar regionalmente, tal como lo plantea la normativa provincial, permitiría compartir recursos optimizando la logística de recolección y gestión de los residuos.

Es de especial importancia tener en cuenta las distancias entre cada localidad y planificar rutas eficientes para los camiones, ya que omitir este factor podría resultar en mayores costos de combustible y tiempos de trabajo.

Por lo mencionado, se plantea que la recolección diaria se realice por zona, separando las áreas de recolección en 2: por un lado, las localidades de Carreras, Elortondo y Melincué, ubicadas al norte del sector elegido para el emplazamiento del GIRSU. Por otro lado las localidades de Labordeboy, Juncal, Wheelwright y Hughes.

A continuación se puede ver en la *Figura N°17* los circuitos de recolección:



Figura N° 17: Recorrido de recolección (Fuente: Elaboración propia, Google Maps)

CIRCUITO 1:

- ELORTONDO → MELINCUÉ
- MELINCUÉ → CARRERAS

- CARRERAS → Centro GIRSU

Este recorrido nos da un total de **51,9** km recorrido por cada camión al centro GIRSU.

CIRCUITO 2:

- JUNCAL → WHEELWRIGHT
- WHEELWRIGHT → HUGHES
- HUGHES → LABORDEBOY
- LABORDEBOY → Centro GIRSU

Este recorrido nos da un total de **50,7** km recorrido por cada camión al centro GIRSU.

La sumatoria de km recorridos que se tendría si se plantea una recolección individual por localidad hacia el centro GIRSU sería de 162,9 km por lo que es destacable la reducción de tiempos y distancias.

La vida útil en términos de km para un camión compactador para un gran centro urbano como Rosario se encuentra en un rango de 100.000 a 200.000 km. En nuestro caso, considerando que la mayoría de los kilómetros se realizan en ruta y planteando una adecuada gestión y mantenimiento de los camiones se puede estirar la vida útil de los mismos a un rango entre 250.000 y 300.000 km. Se busca que con un diseño óptimo, los mismos duren entre 8 y 10 años.

Con el esquema planteado las camiones realizarían un total de km mensuales que rondan los 1600. Este cálculo nos da como pauta que aproximadamente en ese periodo de trabajo llegarían estimativamente a los 160.000 km en 8 años de trabajo, por lo que se considera que el planteo también cumple con esta pauta de diseño.

Se destaca también que existen numerosas combinaciones y alternativas posibles de recorridos, como puede ser, por ejemplo, dividir en 2 localidades planteando turnos de 8 hs. A fines prácticos y de desarrollo continuamos con el análisis para el primer sentido de recolección planteado, pero es de importancia mencionar que el análisis no se debe limitar a lo exclusivamente desarrollado en el presente trabajo sino que se debe profundizar en el estudio.

Ahora bien, con este esquema de recorrido planteado (Ver *Figura N°15*), se entiende que si cada viaje se realiza con un camión serán requeridos una totalidad de 4 camiones compactadores y 5 camiones volcadores para satisfacer la demanda.

Realizamos un análisis para estudiar de manera alternativa la posibilidad de utilizar un solo camión compactador para satisfacer la necesidad de viajes diarios, por ejemplo, para el recorrido 1 que requiere 2 viajes diarios.

Para ello se estimó la cantidad de manzanas de cada localidad. Estos números son estimaciones aproximadas basadas en tramas urbanas visibles en mapas online (Google Maps). Para un cálculo exacto se necesitarían planos catastrales oficiales o hacer un conteo sistemático en un SIG (QGIS, ArcGIS, etc.).

Luego, se determinó la cantidad de contenedores tomando en consideración que se tiene uno cada dos manzanas. Para determinar la cantidad de minutos por localidad se ponderó que cada camión demora unos 3 minutos en cada contenedor realizando la descarga de residuos dentro del camión, limpiando y repasando minuciosamente el entorno del mismo, y gracias a ello se obtuvo la totalidad de horas que se demoraría en hacer un viaje de los planteados anteriormente.

LOCALIDAD	Estimación de manzanas	Contenedores	Minutos por localidad	Minutos por recorrido	Horas por recorrido
Carreras	54	27	81	345	5,75
Elortondo	90	45	135		
Melincué	86	43	129		
Labordeboy	20	10	30	249	4,15
Juncal	28	14	42		
Wheelwright	60	30	90		
Hughes	58	29	87		

Tabla N° 10: Estimación de horas por recorrido para 2027 (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, considerando una velocidad media de 60km/h, adicionamos 1 hora más a cada recorrido teniendo en cuenta que tanto para el circuito 1 como el circuito 2 la cantidad de km a recorrer es de aproximadamente 60 km. Además, se suman 10 minutos aproximadamente que requerirá el camión para entrar al centro GIRSU y descargar.

Por lo tanto, para el recorrido 1, si se tiene un solo camión compactador para satisfacer la necesidad de viajes diarios, en este caso particular son dos, el mismo deberá estar operativo unos 850 minutos, que nos daría aproximadamente 14 horas de trabajo ininterrumpidas (no se está considerando cambios de turno, paradas técnicas u otras interrupciones).

Se concluye que para definir qué esquema de recolección resulta más óptimo a emplear se debe realizar un análisis mucho más exhaustivo en el que se incluyan consideraciones como inversión inicial, costo financiero, vida útil de los camiones para determinar su amortización, precio del combustible, y varias cuestiones más que resultan determinantes.

Asimismo, realizamos el análisis para el año 2047 de manera tal de estudiar el crecimiento y la necesidad futura, con el objetivo de ponderar esto en el diseño de todos los componentes del GRSU que lo requieran. Los resultados se muestran en las tablas N° 11 y 12.

2047	Habitantes en 2047	RSD (kg/día)	densidad [m3]	m3 acumulado 1 día	m3/18m3 (cap camion)	cantidad de viajes
Carreras	3600	3639,60	9,10	43,04	2,39	3
Elortondo	9524	9628,76	24,07			
Melincué	3905	3947,96	9,87			
Labordeboy	2166	2189,83	5,47	48,39	2,69	3
Juncal	763	771,39	1,93			
Wheelwright	7865	7951,52	19,88			
Hughes	8353	8444,88	21,11			

Tabla N° 11: Estimación de cantidad de camiones de recolección diaria para residuos domiciliarios para 2047

(Fuente: Elaboración propia)

2047	Habitantes en 2027	Poda y demolición (kg/día)	densidad [m3]	m3 acumulado 1 día	m3/10m3 (cap camion)	cantidad de viajes
Carreras	3600	1455,84	7,28	34,43	3,44	4
Elortondo	9524	3851,51	19,26			
Melincué	3905	1579,18	7,90			
Labordeboy	2166	875,93	4,38	38,72	3,87	4
Juncal	763	308,56	1,54			
Wheelwright	7865	3180,61	15,90			
Hughes	8353	3377,95	16,89			

Tabla N° 12: Estimación de cantidad de camiones de recolección diaria para residuos de poda y demolición para

2047 (Fuente: Elaboración propia)

Se puede observar que para el año 2047 serán requeridos 6 camiones compactadores y 8 camiones volcadores.

Como se mencionó anteriormente se debe realizar un análisis de alternativas que involucren mucho más pautas de evaluación para determinar la cantidad de camiones necesarios y el esquemas de recolección más óptimo para el centro.

11. COMPONENTES DE GIRSU

A continuación, se presenta un predimensionado de las obras de infraestructura que conforman un centro GIRSU:

- Nave de reciclaje.
- Nave de compostaje.
- Módulo de relleno sanitario, destinado a los residuos rechazados en los dos primeros.
- Vertedero controlado para residuos de poda y construcción.
- Oficinas administrativas.
- Planta de tratamiento de lixiviados, constituida por dos lagunas.

Estas instalaciones no operan de manera aislada, sino que forman parte de un sistema integrado. Por ello, para asegurar su funcionamiento correcto y eficiente, resulta esencial el análisis del *layout* del predio, así como la planificación de los caminos de acceso y circulación interna. Este *layout* se muestra a continuación en la *Figura N°18*, el cual se encuentra representado en el “*Plano 02*” (Ver *Listado de Planos*).

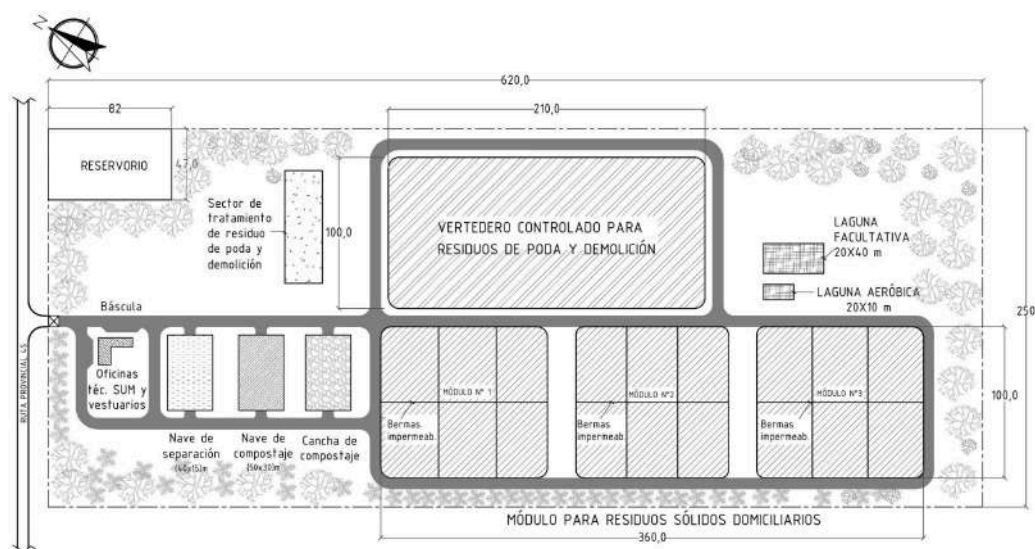


Figura N° 18: Layout propuesto para el GIRSU (Fuente: Elaboración propia)

Estas infraestructuras tienen un rol clave en la eficiencia operativa, la gestión ambiental y el manejo integral de los residuos, tal como se detalla a continuación:

- Eficiencia en la gestión de residuos: Un diseño adecuado de los caminos y del *layout* permite una distribución funcional y organizada de las distintas áreas del centro GIRSU. Esto mejora los procesos logísticos vinculados a la recolección, clasificación, reciclaje, compostaje y disposición final, optimizando el rendimiento operativo.
- Reducción de costos operativos: Un *layout* bien resuelto permite disminuir los costos mediante la reducción de distancias de transporte, la mejora en los flujos de trabajo y la disminución de los tiempos improductivos. Este aspecto es central en un GIRSU, donde la eficiencia en el uso de los recursos es clave.
- Seguridad y salud ocupacional: El diseño del *layout* y de los caminos debe contemplar la protección del personal y la prevención de riesgos laborales. Esto implica una adecuada localización de áreas como oficinas, vestuarios y espacios de uso común, además de una correcta señalización y aplicación de medidas de seguridad.
- Mitigación del impacto ambiental: Un *layout* planificado correctamente puede contribuir a reducir la emisión de olores y otros efectos negativos, especialmente en zonas como la de compostaje o el relleno sanitario. Esto resulta vital para lograr la integración del centro con su entorno comunitario.

Dado lo anterior, el análisis de diferentes alternativas para la disposición y vinculación de las áreas internas del centro GIRSU es un aspecto prioritario desde el punto de vista operativo, especialmente considerando la maquinaria y los equipos que serán implementados.

En este sentido, se evaluaron diversas opciones para organizar las obras que integran el mismo. Como referencia principal, se tomó el esquema del centro de Villa Gobernador Gálvez, ilustrado en la *Figura N°19 y N°20*. Esto se debe a las similitudes funcionales entre ambos proyectos, aunque difieren principalmente en la escala de sus componentes.



Figura N° 19: Esquema en planta del centro GRSU de VGG (Fuente: SantaFe.gob.ar)



Figura N° 20: Vista aérea del centro GRSU Corredor Sur Metropolitano (Fuente: SantaFe.gob.ar)

11.1 MÓDULOS DEL RELLENO SANITARIO

El módulo de disposición final está destinado a recibir los residuos que no pudieron ser retenidos y clasificados en la Planta de Separación.

Si bien ya se determinó que para una vida útil de 20 años son necesarias 3,61 hectáreas destinadas al relleno sanitario, se proyecta la ejecución y operación del mismo en forma modular. Se plantean 3 módulos en total de aproximadamente 1.20 hectáreas cada uno.

La división en módulos se traduce en una serie de ventajas que mejoran la eficiencia operativa al mismo tiempo que permite la construcción por etapas disminuyendo

entonces la inversión inicial y extendiendo las inversiones en el tiempo lo cual representa una importante reducción del costo financiero de la obra.

A continuación, se describen algunas de las ventajas de la modulación del relleno sanitario.

- Optimización del espacio: La implementación por módulos permite ocupar gradualmente el terreno disponible, optimizando el espacio de manera eficiente. A medida que un módulo alcanza su capacidad, se puede cerrar y rehabilitar, permitiendo la expansión controlada del relleno sanitario.
- Flexibilidad en la operación: La modulación proporciona flexibilidad operativa. Cada módulo puede ser gestionado de manera independiente, lo que facilita el cierre y la rehabilitación gradual de áreas llenas, permitiendo la adaptación a cambios en la generación de residuos o en los métodos de gestión.
- Mejora en la eficiencia de operación: Al dividir el relleno sanitario en módulos, se facilita la planificación y ejecución de tareas operativas, como la compactación, el recubrimiento diario y el control de gases. Esto mejora la eficiencia global del proceso y reduce los tiempos de operación.

Como consecuencia de esto se planea la ejecución y operación de cada uno de los módulos siguiendo la secuencia que se presenta en el "Plano 03" (Ver *Legajo de Planos*).

Además, se propone subdividir cada módulo en seis celdas. Esta medida permitirá una gestión más organizada y eficiente de los residuos a lo largo del tiempo, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia operativa y a reducir el impacto ambiental negativo del relleno sanitario.

Cada una de estas celdas tendrá una capacidad de entre 9,000 y 13,000 toneladas de residuos, lo que nos proporcionará una vida útil estimada de entre 12 y 15 meses para cada una. Esta proyección se fundamenta en el crecimiento proyectado de la población, y en la generación esperada de residuos sólidos urbanos. Es importante destacar que esta estimación incluye un margen de seguridad, teniendo en cuenta la posibilidad de recuperación de parte de los residuos y su potencial utilización en compostaje, lo que podría extender la vida útil del relleno. A continuación, se presenta la *Tabla N°13*, que detalla la duración estimada de cada una de las celdas, acompañada de un esquema que identifica cada una de ellas.

CELDAS - MÓDULOS			
CELDA	Duración [meses]	Volumen [m3]	Cantidad de meses
MÓDULO 1			
1	1-15	11173	15
2	16-30	11547	15
3	31-45	11931	15
4	46-50	11499	14
5	60-73	11881	14
6	74-87	12274	14
MÓDULO 2			
7	88-101	12655	14
8	102-115	13044	14
9	116-128	12475	13
10	129-141	12887	13
11	142-154	13341	13
12	155-167	13809	13
MÓDULO 3			
13	168-180	14292	13
14	181-192	13652	12
15	193-204	14093	12
16	205-216	15012	12
17	217-228	15492	12
18	229-240	15985	12

Tabla N° 13: Duración de cada una de las celdas (Fuente: Elaboración propia)

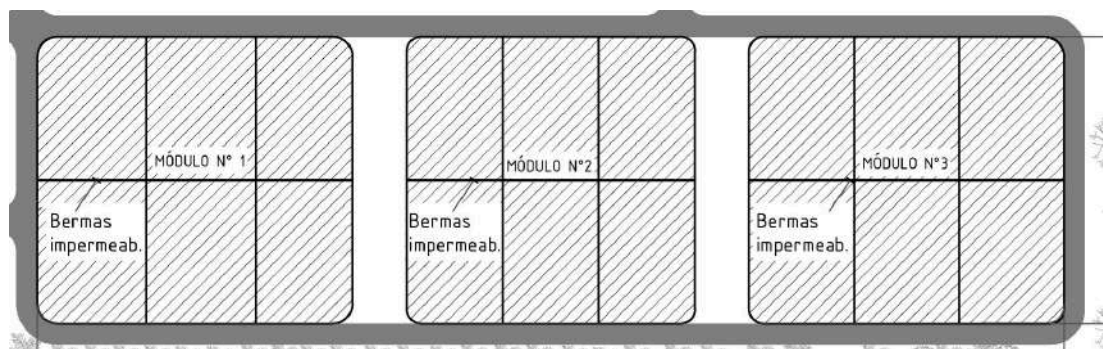


Figura N° 21: Modulación del relleno (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, en la *figura N°22*, se puede ver un corte transversal del relleno sanitario

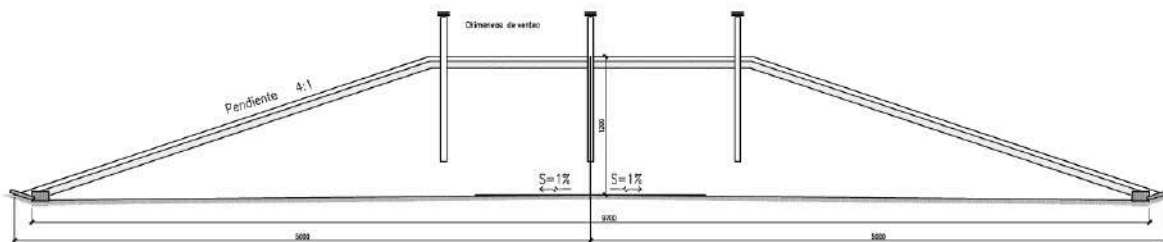


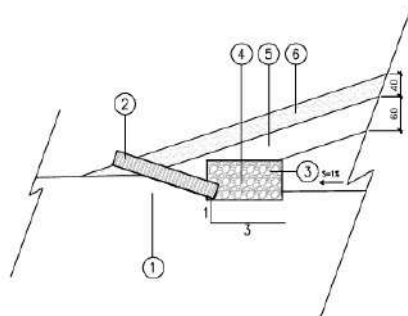
Figura N° 22: Corte transversal relleno sanitario (Fuente: Elaboración propia)

Cuando una celda alcanza su capacidad, se procede a cubrirla con una capa de suelo seleccionado, cuya función principal es sellar e impermeabilizar la superficie que contiene los residuos, dando por concluida su operación. Además, se prevé la construcción de un camino perimetral, destinado a facilitar la circulación de camiones y el desplazamiento de maquinaria pesada en torno al módulo.

Se destaca que teniendo en cuenta la escala reducida del relleno sanitario y el balance negativo de suelos no se propone en principio coberturas intermedias sistemáticas, ya que tornaría excesivamente costoso para la operabilidad del relleno sanitario

A continuación, se presenta la *Figura N° 23*, en la cual se observa un detalle del relleno sanitario y la captación de los líquidos lixiviados que se generen

DETALLE RELLENO SANITARIO Y DESAGÜE DE LIXIVIADOS



- ① Arcilla bentonítica en un espesor de 0.60mts según especificaciones
- ② Caño de PEAD \varnothing 300mm
- ③ Residuos
- ④ Dren material granular y geotextil 1.50x0.80mts
- ⑤ Suelo compactado en un espesor de 0.60mts
- ⑥ Suelo vegetal en un espesor de 0.40mts

Figura N° 23: Detalle de relleno sanitario y captación de lixiviados (Fuente: Elaboración propia)

11.2 IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BASE DE FONDO

La Ley Provincial N.º 13.055 de Santa Fe, establece en su Artículo 40 los requisitos técnicos para el diseño y operación de los rellenos sanitarios. En lo que respecta a la impermeabilización de la base de fondo, indica lo siguiente:

- La base del relleno debe estar al menos 1,50 m por encima del nivel freático.
- Tanto la base como las paredes deben construirse con material arcilloso compactado o arcilla con bentonita, con un espesor mínimo de 60 cm.
- La permeabilidad de esa capa no debe ser mayor a 1×10^{-7} cm/seg.
- También se admite el uso de otros materiales o combinaciones que cumplan con esa misma condición de impermeabilidad.
- En los rellenos donde se dispongan más de 100 toneladas diarias de residuos, además se exige una membrana de polietileno de al menos 0,80 mm de espesor como refuerzo. Al no ser nuestro caso, esta consideración no la tenemos en cuenta.

11.3 LÍQUIDOS LIXIVIADOS

Los lixiviados constituyen un subproducto líquido que se forma cuando el agua de lluvia o escorrentía percola a través de materiales sólidos o porosos, disolviendo en su recorrido compuestos químicos y sustancias solubles.

En el caso de los rellenos sanitarios, su generación se debe principalmente a la humedad inherente de los residuos y al proceso de descomposición de la materia orgánica presente. Asimismo, cuando las precipitaciones entran en contacto con los desechos sólidos, el agua infiltrada puede solubilizar contaminantes, compuestos químicos y diversos materiales orgánicos e inorgánicos. Como resultado, se obtiene un efluente con elevados valores de DBO, DQO y otros parámetros que lo convierten en un fluido potencialmente peligroso para el medio ambiente si no es tratado y gestionado adecuadamente.

11.3.1 LAGUNAS DE LIXIVIADOS

Para estimar el volumen de lixiviados que podría generarse en cada módulo a lo largo de su vida útil, se aplica el denominado Modelo Suizo. Este modelo, de carácter simplificado, considera únicamente la precipitación incidente sobre el área del módulo y el grado de compactación de los residuos. No incorpora otras variables relevantes como la capacidad de absorción de los desechos, las condiciones climáticas específicas de la región o las propiedades del material de cobertura. No obstante, dado que el objetivo es realizar un

predimensionamiento básico y no se dispone de información suficiente para aplicar métodos más complejos, se adopta este modelo como una herramienta de estimación razonable.

El Modelo Suizo mencionado anteriormente utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = t^{-1} \cdot P \cdot A \cdot K$$

Donde:

- Q = caudal medio de lixiviado o líquido percolado [L/s]
- t = 31536000 s (segundos en un año)
- P = precipitación media anual [mm/año]
- A = Área superficial del relleno sanitario [m²]
- K = Coeficiente que es función del grado de compactación de los RSU

- 0,4 t/m³ < ρ compactación < 0,7 t/m³ → 0,25 < K < 0,5

- ρ compactación > 0,7 t/m³ → 0,15 < K < 0,25

Al analizar el coeficiente K se infiere que, a mayor grado de compactación de los residuos, menor será la generación estimada de lixiviados.

Asimismo, de acuerdo con la fórmula, el parámetro principal para una estimación precisa del caudal corresponde a la precipitación media.

No se cuenta con datos de estación meteorológica cercana al sector de emplazamiento del de la obra civil por lo que recurrimos a la página web Weather Spark con el objetivo de obtener la precipitación media anual más representativa para nuestra zona de emplazamiento.

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Precipitaciones en mm.	114,6	131,1	129,6	100,5	53,9	24,6	21,5	30,4	51,7	101,8	108,2	116,4

Tabla N° 14: Datos históricos de precipitaciones medias mensuales (Fuente: weatherspark)

Precipitación media anual = 984,3 mm

Precipitación anual [mm]	984,3	100%
Época más lluviosa [mm]	octubre-abril	802,2 81,50%
Época menos lluviosa [mm]	mayo-sept	182,1 18,50%

Tabla N° 15: Valores precipitaciones época menos y más lluviosa (Fuente: Elaboración propia)

Tal como se muestra en la *Tabla N°15*, la precipitación total es 948,3 mm. La época más lluviosa se desarrolla entre los meses Octubre y Abril, y representa el 81,5% de la precipitación anual.

Así, con la información procesada de ésta tabla y aplicando la fórmula se llega a los siguientes valores de caudal de lixiviados (ver *Tabla N°16*).

		General	Verano	Invierno
	P [mm/año] =	984,3	802,2	182,10
	A [m ²] =	12033	12033	12033
	t [s/año] =	31536000		
	K =	0,25		
	Q [L/s] =	0,09	0,08	0,02
1 módulo	Q [m³/día] =	8,11	6,61	1,50
3 módulos	Q [m³/día] =	24,34	19,83	4,50

Tabla N° 16: Caudal de lixiviados (Fuente: Elaboración propia)

11.3.2 SISTEMA DE LAGUNAS PARA EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS

El líquido recolectado desde el módulo del relleno sanitario será sometido a un tratamiento orientado a disminuir la carga de materia orgánica mediante la acción de microorganismos. Estos procesos biológicos se basan en la degradación y estabilización del material orgánico, siempre que existan condiciones adecuadas para el desarrollo microbiano, tales como la disponibilidad de sustrato biodegradable y factores ambientales favorables (temperatura, oxígeno, luz solar, entre otros).

Con el fin de optimizar los recursos y reducir los costos operativos, se descartan tecnologías mecanizadas, priorizando en cambio la aplicación de sistemas naturales de tratamiento. Aunque estos sistemas requieren mayores superficies, dicha característica no implica una limitación relevante debido a la extensión del terreno disponible y a sus condiciones físicas adecuadas para su implementación. Además, las características climáticas locales, especialmente la radiación solar y la temperatura, resultan apropiadas para este tipo de procesos.

Dentro de las alternativas naturales, se prevé la construcción de lagunas de estabilización, las cuales funcionan como estanques biológicos donde los microorganismos permanecen en suspensión y actúan sobre la materia orgánica disuelta en el líquido. Para asegurar un nivel de tratamiento adecuado, el sistema se compone de varias lagunas dispuestas en serie, de modo que el líquido atraviese sucesivas etapas de depuración.

El diseño de las lagunas considera un tiempo de permanencia específico, denominado Tiempo de Retención o Residencia Hidráulica (TRH), que permite el desarrollo de los mecanismos de depuración necesarios para alcanzar la calidad de efluente requerida.

11.3.3 LAGUNA ANAERÓBICA Y LAGUNA FACULTATIVA

Dentro del sistema proyectado, se distinguen dos tipos principales de lagunas: anaeróbicas y facultativas, cada una con características y funciones específicas dentro del proceso de depuración.

Este tipo de lagunas presenta la particularidad de no tener oxígeno disuelto ni combinado en toda su masa líquida, logrando de esta forma que los mecanismos de remoción sean desarrollados por bacterias anaeróbicas. Esta laguna será la primera de la serie, recibiendo el líquido crudo con alta carga orgánica. La eficiencia es de alrededor de un 40 % en términos de DBO total. Posee una profundidad de 3 metros a fin de disminuir los efectos de la incorporación superficial del oxígeno atmosférico.

Por su parte, las lagunas facultativas combinan procesos aeróbicos, anaeróbicos y anóxicos dentro de un mismo cuerpo de agua, presentando una estratificación natural. En la capa superficial se desarrollan organismos aeróbicos gracias a la difusión de oxígeno desde la atmósfera y la fotosíntesis de las algas, mientras que en el fondo predominan bacterias anaeróbicas encargadas de degradar la materia sedimentada. Esta configuración les otorga una mayor capacidad de tratamiento ante cargas orgánicas más elevadas o variables.

La principal diferencia entre ambos tipos radica en las condiciones de oxigenación y la dinámica de los procesos biológicos que ocurren en su interior. Las lagunas aeróbicas requieren un suministro continuo de oxígeno y son más eficientes en la remoción de materia orgánica soluble, mientras que las facultativas, al integrar zonas con y sin oxígeno, resultan más versátiles y adecuadas para efluentes con fluctuaciones en la carga contaminante, como los lixiviados provenientes del relleno sanitario.

Se realiza el planteo ubicándose a la laguna facultativa como laguna posterior a la laguna anaeróbica. Según el requerimiento de área que se obtenga, se puede optar por una única laguna o varias lagunas en paralelo. El criterio responde solamente a condiciones de funcionamiento y circulación. Se considera que a partir de los 250-300 m de lado, el oleaje producido puede atender con la conformación de los taludes, a la vez que las distancias para rodear o recorrer la laguna se tornan incómodas para el desplazamiento interno de operarios y equipos dentro de la planta.

En la *Tabla N°17*, se muestra, para cada situación, la superficie en planta que se requiere, las dimensiones de las lagunas, el tiempo de residencia hidráulico y la eficiencia de remoción de DBO5.

En la *figura N°24* se pueden ver las dimensiones en planta de las lagunas.

	Anaeróbica + Facultativa	
	Anaeróbica	Facultativa
Ancho [m]	10	20
Largo [m]	20	40
Profundidad [m]	3	1,5
Superficie [m ²]	400	800
Cantidad [u]	1	1
TRH [días]	18	53
Eficiencia [%]	40	70

Tabla N° 17: Dimensiones de lagunas (Fuente: Elaboración propia)

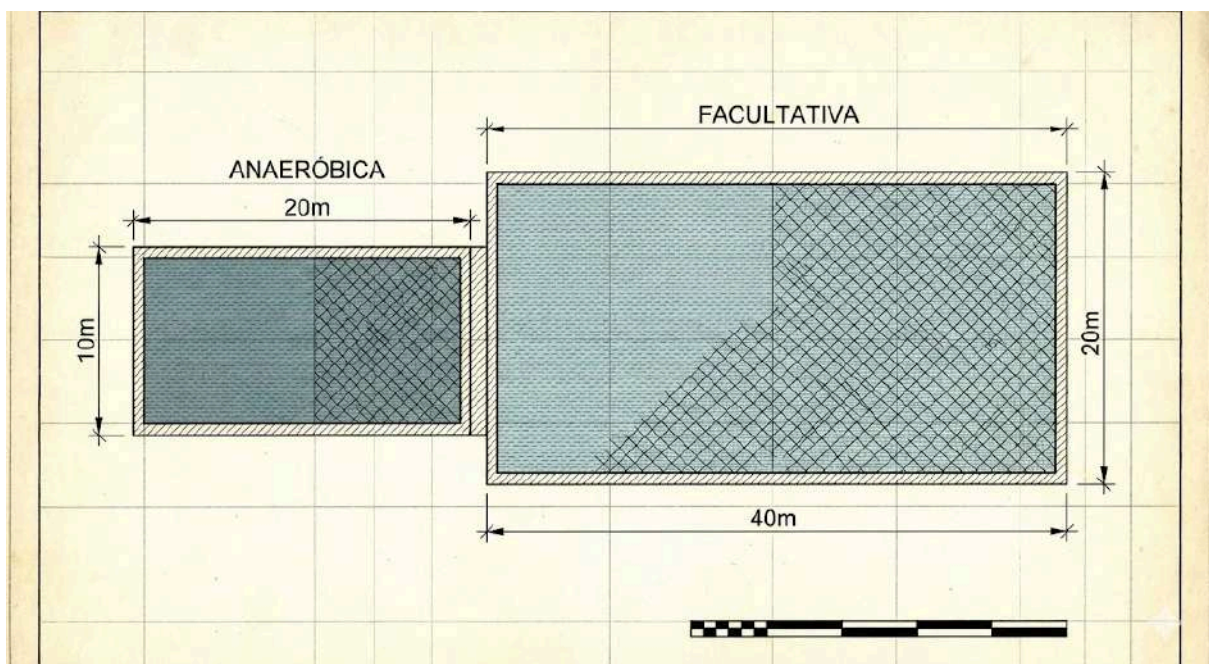


Figura N° 24: Croquis con dimensiones de lagunas (Fuente: Elaboración propia)

En el *Anexo N°04*, se desarrolla la metodología utilizada y el cálculo de cada una de las lagunas.

11.3.4 MATERIALIDAD DE LAS LAGUNAS

Independientemente de la serie de lagunas que se adopte, todas se deben materializar cumpliendo con las exigencias de la Ley Provincial 13.055 para el relleno sanitario. Es decir, la Ley nada establece respecto de los materiales a emplear respecto a las lagunas para el tratamiento de los lixiviados, pero se opta por colocar 60 cm de arcilla con bentonita por debajo de la base de la laguna y, a su vez, se colocará una membrana de polietileno. También, se debe garantizar que la base de la laguna se encuentra, como mínimo, 1,5 m por encima del nivel de la napa freática.

En la *Figura N°25* se puede ver un detalle de dicha laguna.

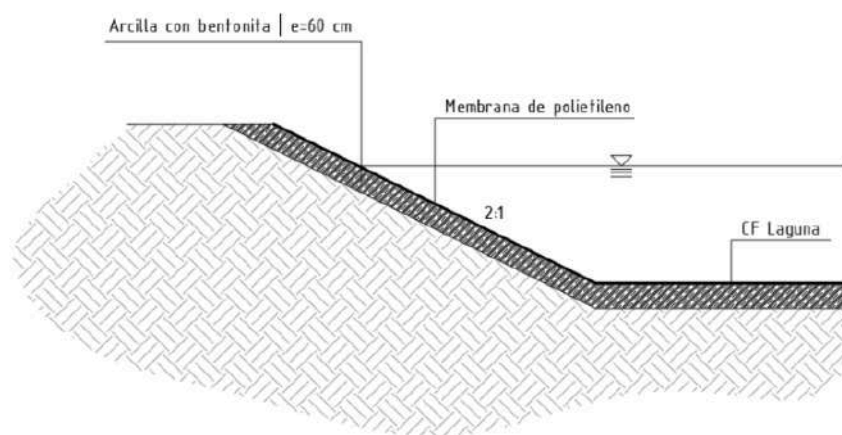


Figura N°25: Detalle materialidad laguna (Fuente: Elaboración propia)

11.4 VERTEDERO CONTROLADO

La incorporación de un vertedero controlado (ver *figura N° 26*) destinado a los residuos inertes principalmente restos de poda, escombros, tierra y materiales de demolición, dentro del Centro GRSU responde a la necesidad de gestionar de manera diferenciada este tipo de corrientes que si bien son aptas para el relleno sanitario, se busca no ocupar capacidad del mismo porque la infraestructura de fondo resulta excesivamente onerosa, por lo que la implementación del vertedero permite optimizar recursos.

El término "vertedero controlado" se utiliza en este trabajo desde el punto de vista ambiental, para referirse a un sitio de disposición de residuos con medidas mínimas de control y mitigación de impactos ambientales. No debe confundirse con el uso hidrológico del término "vertedero", asociado a obras de descarga o alivio de excedentes hídricos.

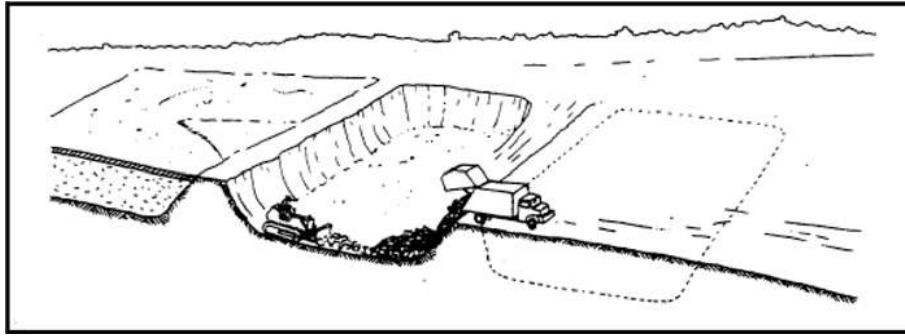


Figura N° 26: Esquema típico de vertedero controlado (Fuente: Imágenes de Google)

Estos residuos presentan características físicas y químicas distintas a las de los RSD: poseen bajo contenido de materia orgánica biodegradable, escasa generación de lixiviados y nula emisión de gases producto de la descomposición. Por lo tanto, su disposición en un relleno sanitario tradicional resultaría ineficiente e innecesaria, además de reducir la vida útil de dicha infraestructura.

El vertedero controlado permite disponer de forma ambientalmente segura estos materiales, mediante la conformación de celda o plataformas específicas donde los residuos se compactan y nivelan, evitando procesos de acumulación desordenada o impactos paisajísticos negativos.

La implementación de este sistema contribuye a:

- Optimizar la operación general del Centro GIRSU.
- Extender la vida útil del relleno sanitario reservado para los RSD.
- Minimizar el impacto ambiental asociado a la disposición incontrolada de restos de poda y demolición.
- Cumplir con las buenas prácticas de gestión integral de residuos, establecidas por la normativa ambiental vigente.
- Eficientizar el uso de recursos dado que se centraliza la operación en un solo sitio en vez de tener un sitio para cada localidad

En síntesis, el vertedero controlado constituye una solución técnica, económica y ambientalmente apropiada para el manejo de esta corriente de residuos, complementando de manera funcional las otras unidades operativas del sistema GIRSU.

11.5 SECTOR DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS DE DEMOLICIÓN Y PODA

Asimismo, como se muestra en las *Figuras N°27 y N°28*, se propone la instalación, contigua al vertedero controlado, de un sector de tratamiento de residuos de demolición y poda, con el fin de aprovechar y valorizar materiales que puedan ser reincorporados a otros usos. En este espacio se realizará la clasificación, trituración y acopio de escombros y restos vegetales, permitiendo su reutilización como material de cobertura, relleno o compostaje. Esta medida contribuye a reducir el volumen de disposición final, optimizar la operación del centro y promover una gestión integral y sustentable de los residuos.



Figura N°27: Tratamiento de residuos de demolición y construcción (Fuente: Imágenes de Google)



Figura N°28: Tratamiento de residuos de poda (Fuente: Imágenes de Google)

11.6 MOVILIDAD INTERNA.

11.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

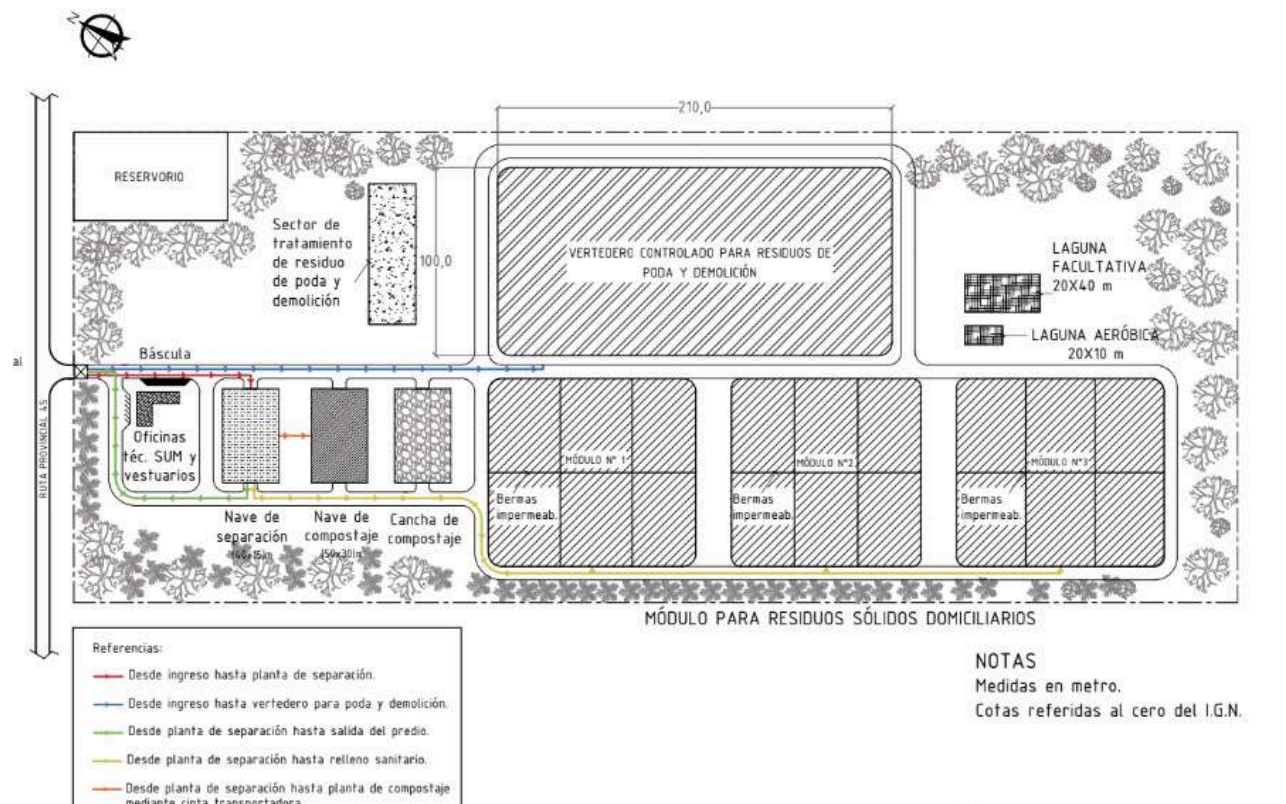


Figura N° 29: Esquema de circulación interna del centro GIRSU (Fuente: Elaboración propia)

A partir del Layout definido con anterioridad representado en el “Plano N°02” (ver en Legajo de Planos), quedan entonces determinadas las vías internas de circulación del predio (ver figura N°29). Algunos de ellos deben ser diseñados para la circulación de vehículos livianos particulares (automóviles, camionetas, motos), mientras que otros deberán soportar las solicitudes que le generan vehículos de gran porte. Se detalla lo mencionado en el Plano N°04 (ver en Legajo de Planos).

11.6.2 DISEÑO PARA CAMINOS DEL CENTRO GIRSU

Los anchos de carriles y banquetas se adoptaron de acuerdo a lo establecido en el Plano Tipo OB-2 de Vialidad Nacional En el Anexo N°05 se presenta la tabla utilizada para determinar los anchos de carril y de banquina de los caminos perimetrales y del camino principal.

Para el camino principal se trabaja con un ancho de carril de 5,5 metros y banquetas estabilizadas de 1,2 metros (Ver Tabla A5.1 en Anexo N°05) por lo que el ancho

de coronamiento resulta de 7,9 metros. Los radios de giro son de 12,8 metros (Ver Figura A5.3 en Anexo N°05)

Para la optimización de costos y recursos se decidió proyectar la estabilización solamente de los caminos necesarios a operar.

En función de la disponibilidad de residuos de demolición en la zona, se propone como alternativa técnica incorporar una proporción de estos materiales al estabilizado granular, promoviendo una solución más sustentable mediante la valorización de residuos de la construcción. Diversos estudios han demostrado que los residuos provenientes de hormigón poseen un potencial de cementación latente debido a la presencia de partículas con contenido de pasta de cemento no totalmente hidratada, lo que puede contribuir a mejorar la rigidez y el desempeño mecánico del material estabilizado. En este sentido, Angelone, Cauhape Casaux, Zorzutti y Martínez (2024), en el trabajo “Empleo de residuos de la construcción para la estabilización de suelos: estudio comparativo de su comportamiento dinámico”, publicado en la Revista Carreteras (Año LXIX, N°254, p. 108-125), evidencian que la incorporación de residuos de la construcción puede mejorar el comportamiento dinámico y estructural de suelos estabilizados, consolidándose como una alternativa técnicamente viable y ambientalmente beneficiosa para nuestros caminos del predio.

La estabilización de estos caminos contribuirá a minimizar la generación de polvo, y mejorará significativamente la seguridad de las operaciones dentro de la planta, garantizando un tránsito más fluido de vehículos y optimizando los procesos logísticos permitiendo también la operación del centro GIRSU independientemente de las condiciones climáticas

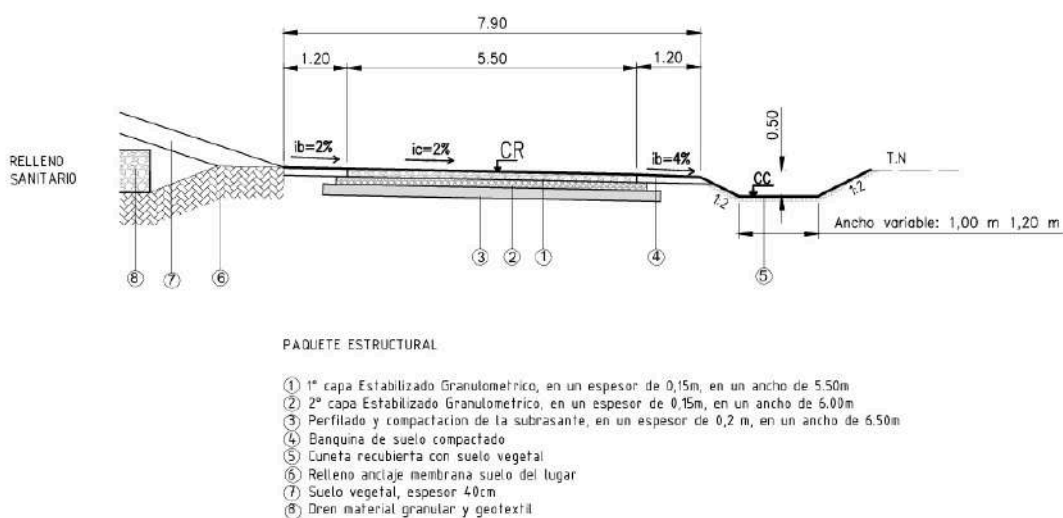


Figura N° 30: Perfil de obra básica y pavimento de caminos principales. Medidas en metros. (Fuente: Elaboración propia)

Los perfiles de obra básica y pavimentos de camino principal y secundario del GIRSU se pueden ver en el *Plano N°05 (Ver Legajo de Planos)*

Para el análisis del camino secundario se decide de la misma manera, realizar estabilizado granular. Se consideró 1 carril con 1 solo sentido de marcha pero esta vez sin adelantamiento de vehículo detenido, quedando un ancho de carril de 4,2 metros y banquetas de 1,2 metros (*Ver Tabla A5.6 en Anexo N°05*)

El coronamiento total de lo proyectado resulta de 6,6 metros.

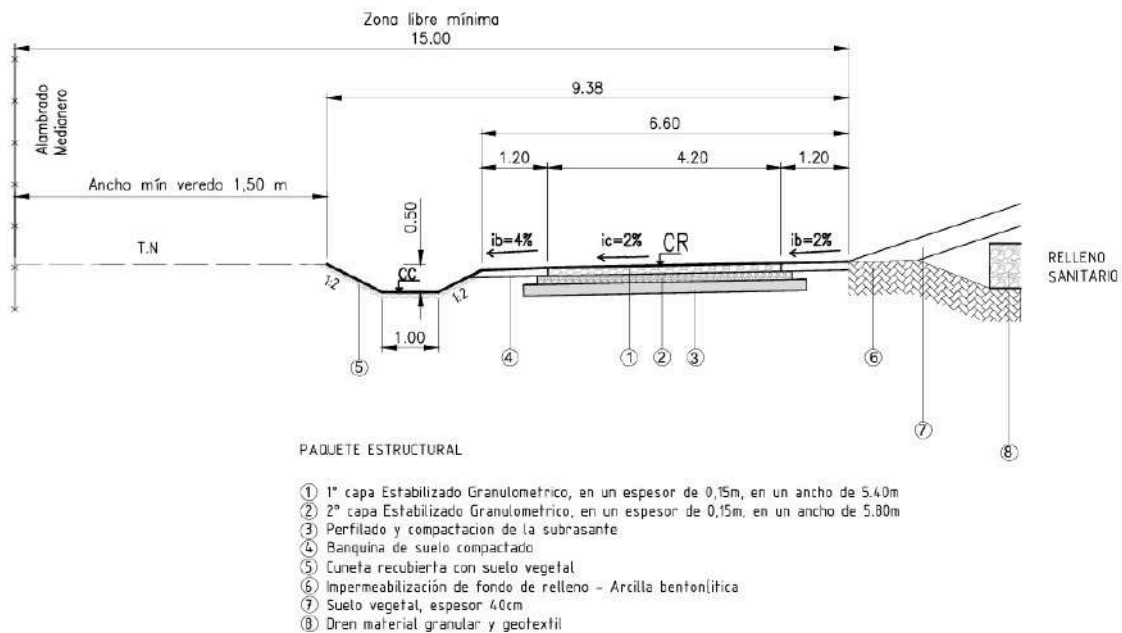


Figura N° 31: Perfil de obra básica y pavimento de caminos secundarios. Medidas en metros. (Fuente: Elaboración propia)

11.6.2.1 DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

Hipótesis de Diseño Original

El proyecto inicial para la infraestructura vial interna del GIRSU planteó una hipótesis de diseño dual:

- Pavimento Rígido de Hormigón: Se consideró para las áreas de alta concentración de cargas y maniobras constantes, como la zona de descarga y celdas de operación principal. La justificación técnica preliminar se basaba en la alta resistencia a la compresión y durabilidad del hormigón, buscando minimizar el mantenimiento en las áreas más críticas.
- Estabilizado Granular: Se propuso para el resto de los caminos de acceso y conexión perimetral, asumiendo un tránsito menos intenso y continuo en estas secciones.

Reevaluación y Ajuste de la Hipótesis

Tras realizar un análisis detallado del tránsito para el período de diseño establecido, se determinó que la hipótesis inicial que justificaba el pavimento rígido no se sostiene económicamente. Se detalla a continuación el análisis mencionado:

Criterio de descarte del pavimento rígido

El factor determinante fue la insuficiencia de las solicitudes de carga proyectadas (ejes equivalentes) para justificar la inversión inicial significativamente mayor que requiere el pavimento de hormigón.

- **Baja tasa de tránsito pesado:** El volumen de camiones recolectores (vehículos pesados) tanto compactadores como volcadores, que circularán por el centro durante el período de diseño estudiado, si bien es relevante, no alcanza el nivel de intensidad (tránsito alto) requerido para hacer rentable la inversión en un Pavimento Rígido de Hormigón, de acuerdo con los criterios de diseño vial.
- **Análisis de Costo-Beneficio:** El costo de construcción de un pavimento rígido es notablemente superior al de un estabilizado granular. La vida útil adicional que podría ofrecer el hormigón no compensa su alto costo inicial, considerando el bajo número de repeticiones de carga pesada que efectivamente se registran.

Decisión Final: Adopción del Estabilizado Granular

Se resuelve adoptar el Estabilizado Granular como solución única y definitiva para la totalidad de los caminos internos del Centro GIRSU.

Justificación de la Solución Adoptada:

- **Viabilidad técnica y resistencia:** Un estabilizado granular correctamente dimensionado y ejecutado (incluyendo una subrasante mejorada y una capa de base granular) posee la capacidad estructural suficiente para soportar las cargas y la frecuencia de tránsito pesado (camiones GIRSU) proyectadas para el centro durante el horizonte de diseño, sin comprometer la funcionalidad.
- **Optimización de recursos:** Esta decisión permite una significativa reducción en los costos de inversión inicial del proyecto vial, liberando recursos para ser invertidos en otras áreas operativas críticas del centro.
- **Mantenimiento programado:** Si bien el estabilizado granular requiere un mantenimiento periódico más frecuente (reperfilado, reposición de material), este costo operativo es menor y más manejable a lo largo del tiempo que el sobre costo de inversión inicial del pavimento rígido.

Se presenta a continuación un Layout en el que se señalan los diferentes caminos del predio (ver *figura N°32*). También se presenta lo mencionado de manera detallada en el “Plano N°04”.

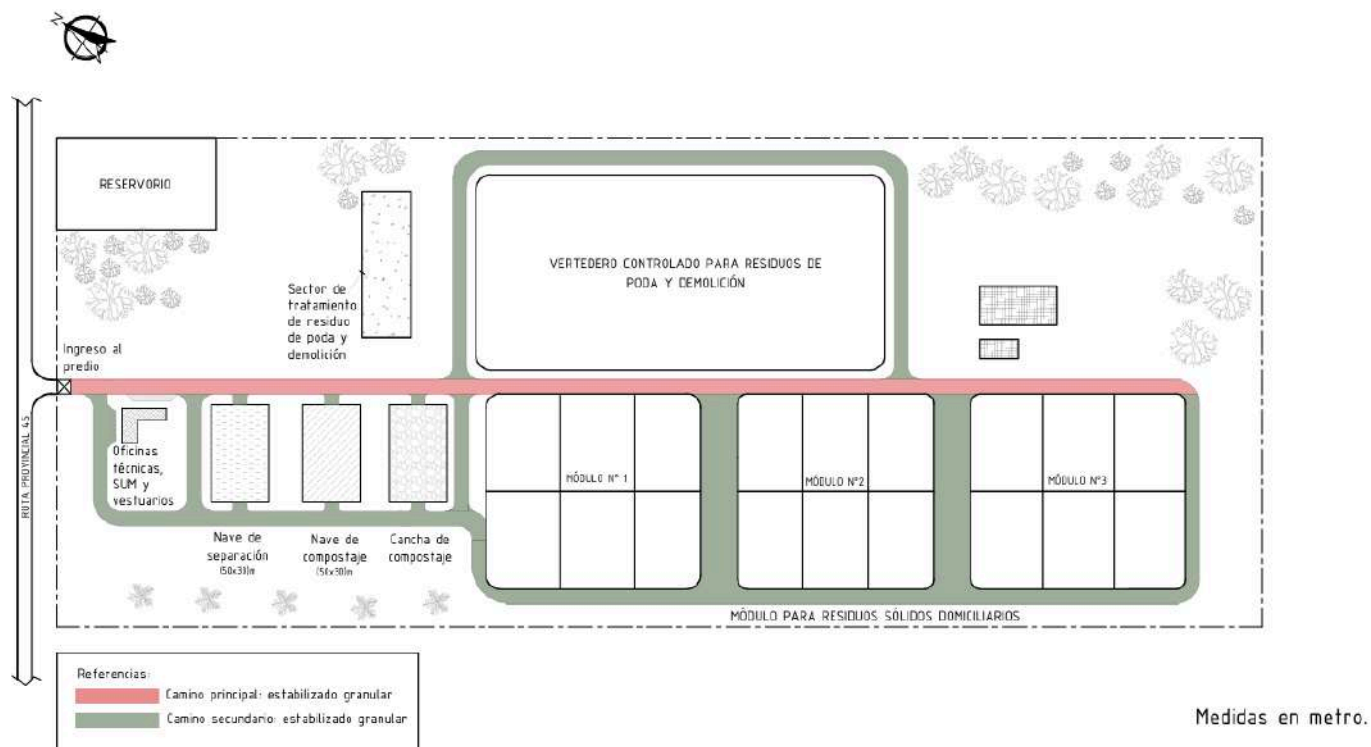


Figura N°32: Esquema caminos internos centro GIRSU (Fuente: Elaboración propia)

11.7 EDIFICIO ADMINISTRATIVO.

El edificio administrativo se proyecta con una superficie total de 210 m², desarrollada íntegramente en planta baja. Su finalidad es concentrar las actividades de gestión, control y apoyo técnico vinculadas a la operación del relleno sanitario, garantizando un funcionamiento ordenado y eficiente del predio.

En su interior se dispondrán los siguientes ambientes:

- Una oficina administrativa principal.
- Una sala de usos múltiples (SUM) destinada a reuniones o capacitaciones.
- Una oficina para la operación de la báscula.
- Un pañol para herramientas e insumos menores de las máquinas, grupo eléctrico y bombas.

- Un obrador para el guardado de máquinas, reparaciones básicas, cambio de aceite y combustible, entre otras tareas de mantenimiento.
- Un sector de sanitarios y vestuarios para hombres y mujeres.

Esta distribución permite una adecuada separación entre las áreas administrativas y las de apoyo operativo, facilitando el desarrollo simultáneo de distintas tareas.

La estructura del edificio se resolverá mediante una estructura de hormigón armado, conformados por columnas y vigas, con cubierta de losa con viguetas prefabricadas. Los cerramientos se ejecutarán en mampostería de ladrillo hueco.

El edificio se ubica próximo al acceso principal del predio, en una zona estratégica que facilita el control de ingreso y egreso de vehículos. A un lado del mismo se emplaza la báscula para el pesaje de camiones, motivo por el cual la sala de operación de balanza se sitúa en el frente del edificio, con visual directa hacia dicha instalación.

El diseño prioriza la funcionalidad en la disposición de los espacios, buscando optimizar los recorridos internos, asegurar condiciones adecuadas de iluminación y ventilación natural, y facilitar las tareas cotidianas del personal. Se estima una dotación promedio de 10 personas, entre personal administrativo, técnico y de operación, lo que justifica la superficie proyectada y la disposición de los locales internos.

A continuación, en la *figura N°33*, se detalla la planta propuesta. La misma se puede observar de manera más detallada, en conjunto con su esquema estructural propuesto, en el "*Plano 08*" (ver "*Legajo de Planos*").



PLANO DE ARQUITECTURA

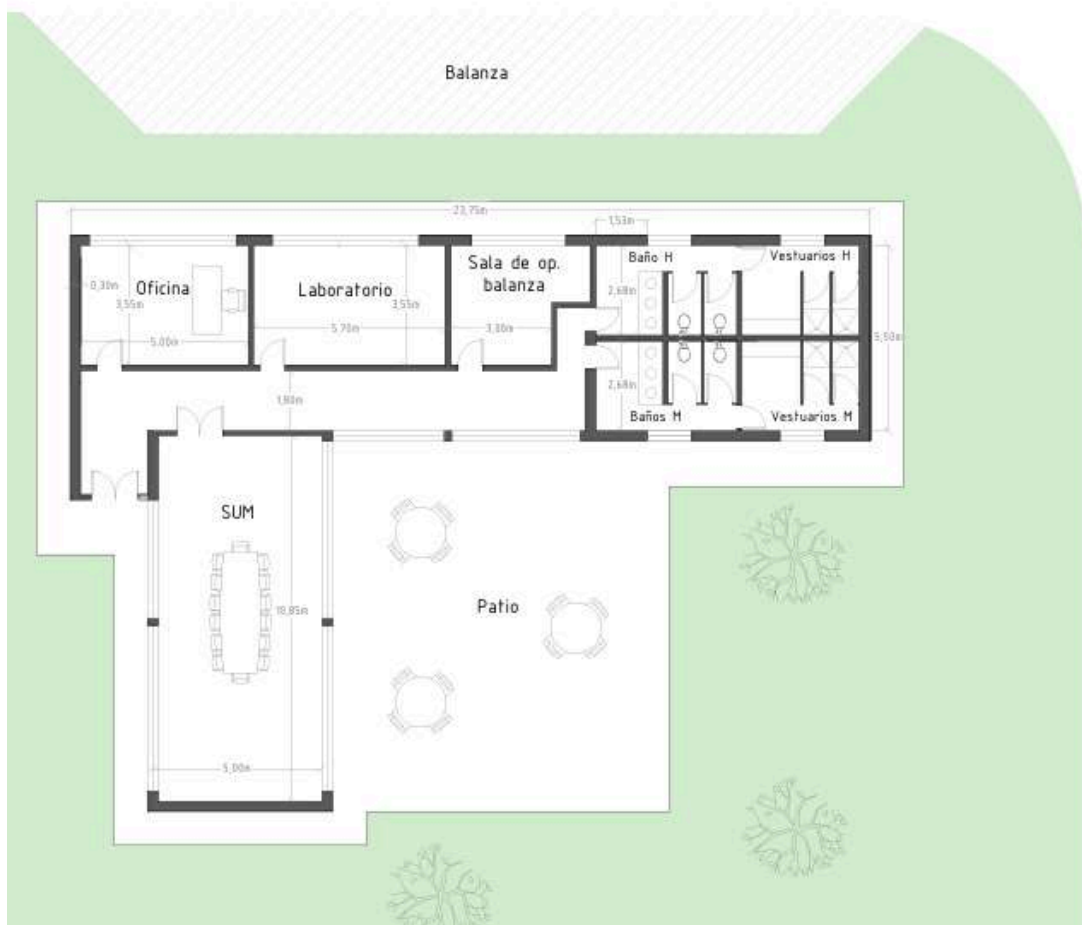


Figura N° 33: Edificio de ingreso. Plano arquitectónico

11.8 SEPARACIÓN Y COMPOSTAJE

La correcta gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) en la Microregión 5E requiere la implementación de procesos que permitan disminuir significativamente la cantidad de material destinado a disposición final. En este marco, el centro GIRSU proyectado incorpora un sistema integral de separación en planta y un módulo de compostaje, orientados a maximizar la recuperación de materiales reciclables y el aprovechamiento de la fracción orgánica.

Estas operaciones constituyen pilares fundamentales para avanzar hacia un modelo regional sustentable, reducir costos operativos y cumplir con los lineamientos ambientales establecidos por la provincia de Santa Fe.

El objetivo de la separación de residuos en planta es optimizar la clasificación de los RSU ingresados, recuperando materiales reciclables y reduciendo el volumen de residuos destinados al relleno sanitario o disposición final.

Se plantea el siguiente flujo operativo:

1. **Recepción y descarga:** Los camiones recolectores depositan su carga en la tolva, que será recibida por las cintas transportadoras
2. **Preclasificación / Triage inicial:** Los operarios retiran manualmente residuos voluminosos, peligrosos o impropios (telas, maderas, electrónicos, animales muertos), garantizando condiciones seguras para el resto del proceso.
3. **Cinta de separación:** Los residuos son transportados por una cinta elevadora hacia la línea de clasificación, incorporándose un trommel rotativo para la separación mecánica por tamaño. Este equipo permite diferenciar preliminarmente dos fracciones principales:
 - Fracción seca: plásticos, papeles, cartones, metales y vidrios, que continúan hacia la línea de clasificación y recuperación.
 - Fracción húmeda/orgánica: restos de alimentos, poda y residuos verdes, que atraviesan las perforaciones del trommel y son derivados a su tratamiento específico..
4. **Clasificación de materiales reciclables:** Se prevén puestos de separación manual y eventualmente módulos mecanizados (separadores magnéticos para metales ferrosos, tromeles, mesas densimétricas). Los materiales recuperados se acopian por tipo en contenedores o bolsones para su posterior comercialización.
5. **Gestión de la fracción no recuperable:** El rechazo generado se envía a disposición final controlada dentro del predio.

La implementación de un sistema de separación eficiente permitirá incrementar el porcentaje de reciclaje dentro de la región, dado que una mayor proporción de materiales recuperables será correctamente identificada y derivada a circuitos de valorización. Esto, a su vez, generará una reducción significativa del volumen de residuos que deben destinarse al relleno sanitario, al disminuir la cantidad de fracción seca y compostable que actualmente se dispone sin tratamiento.

Además, la recuperación de materiales con valor de mercado como plásticos, metales, papel y cartón contribuirá a financiar parcialmente la operación del GIRSU, disminuyendo costos municipales y fortaleciendo la sostenibilidad económica del sistema.

Finalmente, al reducirse el caudal de residuos que ingresan al sector de disposición final, se logra una mayor vida útil del predio, permitiendo un uso más racional y prolongado de la infraestructura existente y evitando la necesidad de habilitar nuevas superficies en el corto plazo.

Respecto al compostaje, se busca aprovechar la fracción orgánica de los RSU, que representa entre el 40 % y 55 % del total generado en localidades similares, transformándola en compost estabilizado apto para uso agrícola, forestal o en espacios verdes municipales.

El compost obtenido a partir de residuos sólidos domiciliarios presenta un nivel de calidad inferior al de otros compost de origen más controlado, debido a la heterogeneidad del material de entrada y a la posible presencia de impurezas. No obstante, su utilización puede aportar beneficios ambientales limitados, principalmente como material de cobertura en suelos degradados, rellenos o áreas verdes extensivas, contribuyendo a reducir la erosión, mejorar levemente la estructura superficial y aportar materia orgánica de manera gradual. En el marco del presente trabajo, y considerando que el balance de suelos de la microregión resulta negativo, este compost se concibe como una herramienta de apoyo para mitigar parcialmente dicha situación, sin sustituir en ningún caso enmiendas orgánicas de mayor calidad ni aplicaciones agrícolas intensivas.

La implementación del sistema de separación y compostaje genera una serie de impactos ambientales y sociales positivos para la Microregión 5E. En primer lugar, contribuye a la disminución de gases de efecto invernadero, ya que la fracción orgánica tratada de manera aeróbica evita la descomposición anaeróbica típica de los rellenos sanitarios, reduciendo así la emisión de metano. Asimismo, el proceso permite una reducción significativa del volumen de residuos que llegan a disposición final, optimizando el uso del predio y disminuyendo los impactos asociados a su operación.

El sistema de separación y compostaje propuesto para el GIRSU Microregión 5E constituye una herramienta clave para una gestión moderna y sustentable de los RSU. Permite maximizar la recuperación de materiales, reducir costos, extender la vida útil del predio de disposición final y generar un producto valioso para la región. Su implementación

progresiva y acompañada de programas de educación ambiental garantiza un funcionamiento eficiente y perdurable en el tiempo.

12. ESTRUCTURA METÁLICA

Como se mencionó anteriormente, se proyectarán dos naves industriales de estructura metálica, una para la separación y clasificación de residuos, y otra para el compostaje bajo cubierta de los residuos orgánicos. Se dimensionará la nave de separación y reciclaje, con todos sus elementos componentes.

12.1 DESCRIPCIÓN DEL ESQUEMA ESTRUCTURAL

Se trata de una nave de 15m x 40m, medidas estudiadas a partir del asesoramiento con la empresa DEISA - Desarrollos Industriales, empresa especializada en equipamientos industriales, partiendo de la hipótesis de necesitar un TROMEL para capacidad pequeña, dada la magnitud de la población a servir y su equivalente en cantidad de residuos sólidos. En la figura N° 34 se presenta de manera esquemática la estructura

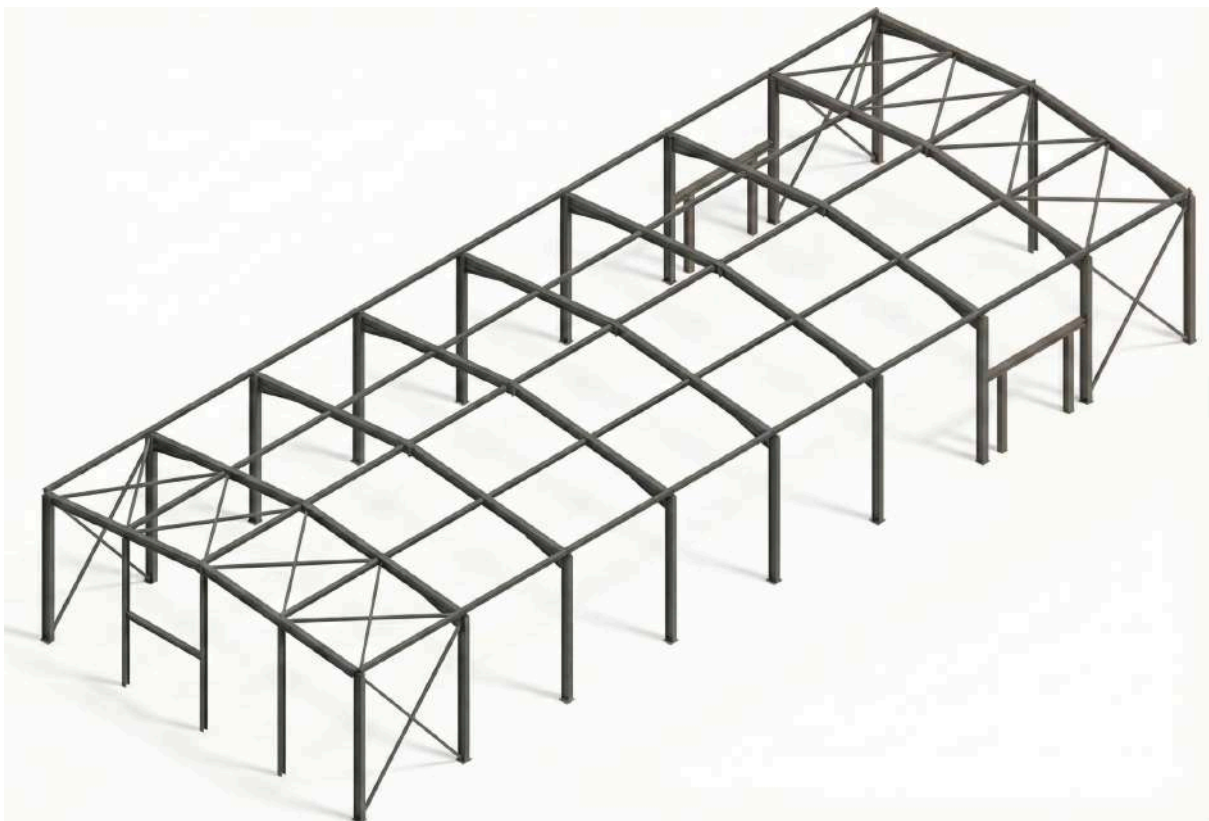


Figura N° 34. Esquema estructural propuesto. Fuente: elaboración propia

La nave de las dimensiones en planta mencionadas anteriormente, fue diseñada con una altura libre de 6m, y una pendiente de la cubierta del 10%, llegando a una altura de cumbrera de 6,75m. Para asegurar la estabilidad estructural, se disponen 9 pórticos paralelos al lado más corto del galpón, contruidos con perfiles W en toda su integridad, separados entre sí 5m

En la dirección de mayor luz, paralela a la cumbrera, se han implementado dos sistemas de contraviento en el frente y contrafrente del galpón (entre primer y segundo pÓrtico, y penÚltimo y Último pÓrtico), materializado con diagonales de barras de acero redondo, y puntales de 2 correas tipo C en cajón.

La carga de viento se transfiere desde los puntales de la cubierta hacia el sistema de contraviento, el cual dirige las fuerzas hacia las fundaciones. Estas fundaciones consisten en dos pilotes vinculados mediante un cabezal, que a su vez están conectados al fuste de las columnas de los pÓrticos, asegurando la adecuada transmisión de cargas al suelo.

Se disponen también 3 portones, dos de ellos en los laterales de 4m de ancho por 3m de alto, y un tercero en el frente para el ingreso de los residuos a través de la tolva, de 3,75m x 3m de alto. Estos portones están soportados por una viga dintel materializada con un perfil W, orientado en su mayor inercia para resistir a la carga de viento, apoyado sobre las columnas más cercana.

Para el diseño de los elementos estructurales se han tenido en cuenta tanto cuestiones operativas y logísticas, como así también de diseño de estructuras metálicas. La vinculación estructural se resuelve mediante fundaciones profundas del tipo pilotes, diseñadas como empotradas.

En las figuras N° 35 y N° 36 se muestran las dimensiones y materialidad del pÓrtico típico y la estructura del frontis.

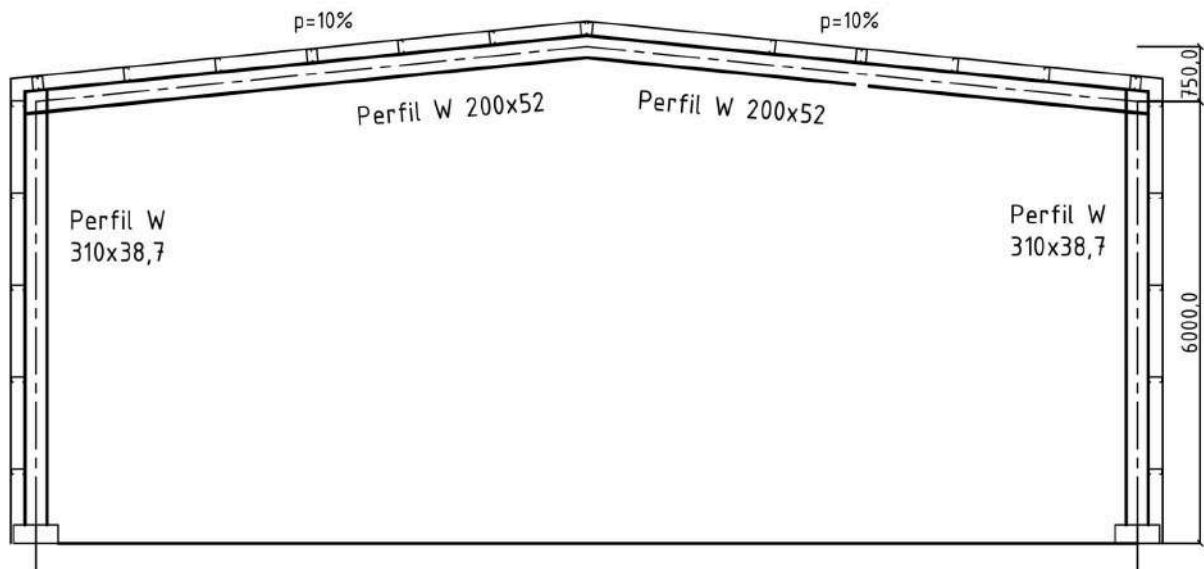


Figura N° 35 Nave de separación. Pórtico Típico

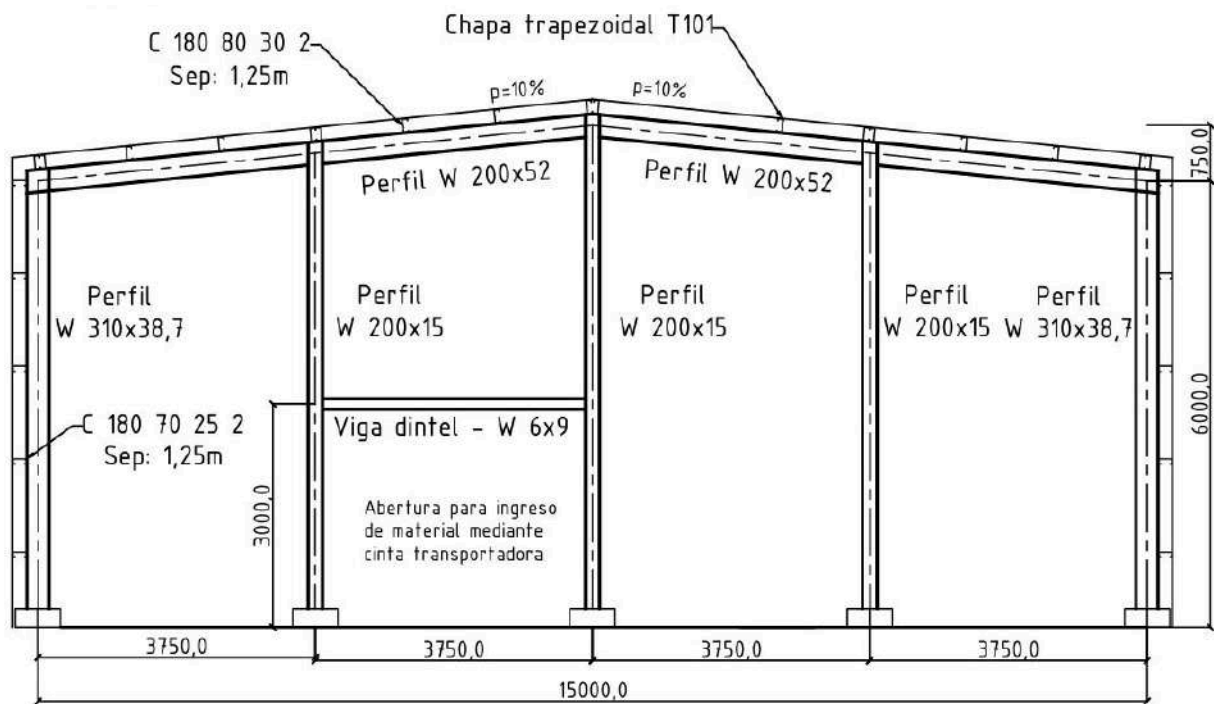


Figura N° 36 Nave de separación. Fron

Dimensiones nave industrial		
LARGO	L	40
ANCHO	B	15,00 m
INCLINACIÓN CUBIERTA	θ	10,0%
ALT LIBRE CUBIERTA	h	6m
SEPARACIÓN COLUMNAS FRONTIS	d	3,75m
SEPARACIÓN PÓRTICOS	s	5m

Tabla N° 18: Dimensiones del galpón.

12.2 REGLAMENTACIÓN ADOPTADA

El análisis estructural de la planta de reciclaje se llevará a cabo considerando la normativa, los materiales y las hipótesis de cálculo establecidas por la reglamentación CIRSOC vigente en la República Argentina.

- Reglamento CIRSOC 301/2005, rige el diseño de estructuras de acero para edificios (En el marco normativo legal actualmente en vigencia para el diseño de estructuras de acero es el Reglamento CIRSOC 301/2018, el cual reemplaza y actualiza al CIRSOC 301/2005, incorporando nuevos criterios de cálculo y seguridad para edificios de acero, sin embargo, para el desarrollo del trabajo se utilizó el primero mencionado)
- Reglamento CIRSOC 303/2009, rige elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío.
- Reglamento CIRSOC 102/2005, rige la acción del viento sobre las construcciones.
- Reglamento CIRSOC 101/2005, rige las cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
- Reglamento CIRSOC 201/2005, rige el diseño de fundaciones de hormigón.

12.3 MATERIALES

Entre los materiales a emplear se mencionan:

- Hormigón - H25: En lo referido al “CAPÍTULO 2. ESPECIFICACIONES POR RESISTENCIA Y DURABILIDAD” de los comentarios del reglamento CIRSOC 201/2005 se detallan las cuestiones a tener en cuenta.

- Acero - ADN 420: En lo referido al “CAPÍTULO A.3. MATERIALES Y NORMAS IRAM E IRAM-IAS DE APLICACIÓN” del Reglamento CIRSOC 301/2005 se detallan las cuestiones a tener en cuenta.
- Perfiles metálicos - F-36: En lo referido al “CAPÍTULO A.2. MATERIALES – Normas IRAM e IRAM – IAS de aplicación del Reglamento CIRSOC 303/2009 se detallan las cuestiones a tener en cuenta.
- Suelo: Las propiedades del suelo se adjuntan en el Anexo N°03 - Informe estudio de suelos.

12.4 DEFORMACIONES ADMISIBLES

En lo referente a las deformaciones, se adoptarán los límites establecidos en el “CIRSOC 301, Capítulo A-L 4”.

Para las deformaciones verticales, se permitirá una flecha máxima total de $L/150$, considerando que los elementos evaluados soportan cubiertas flexibles.

En cuanto a la flecha admisible bajo carga variable, el límite será de $L/180$. Por otro lado, para el desplazamiento lateral, la flecha total máxima será de $H/150$, mientras que bajo cargas variables de viento el límite será de $H/160$.

12.5 ESTADO Y COMBINACIONES DE CARGA

Se presenta un listado de los estados de carga que serán considerados para el cálculo y dimensionamiento de los distintos elementos estructurales que conforman las estructuras del proyecto.

- Cargas permanentes (D) correspondientes a peso propio de elementos estructurales, chapas y correas.
- Sobrecarga de cubierta (L_r)
- Cargas de viento (W)

Se analizan las combinaciones de acciones en los capítulos “A.4.2. Combinaciones de acciones para los Estados Límites Últimos” y “A.4.3. Combinaciones de acciones para los Estados Límites de Servicio”.

Los análisis estructurales se realizarán a través de un cálculo elástico lineal, es decir, no se considerarán efectos de segundo orden.

12.6 ACCIONES DE VIENTO

A continuación, se detallarán los factores empleados para el cálculo de las sollicitaciones de viento en las tablas N° 19 y 20:

Factores de viento		
UBICACIÓN	Labordeboy	
CATEGORÍA	II	
EXPOSICIÓN	C	
VELOCIDAD BÁSICA	V	51 m/s
TOPOGRÁFICO	kzt	1
DIRECCIONALIDAD	Kd	0,85
IMPORTANCIA	I	1
FACTOR DE RÁFAGA	G	0,85
INCLINACIÓN CUBIERTA	θ	10,0%
ALT MEDIA CUBIERTA	h	6,00 m
COEF DE EXPOSICIÓN	kz=kh	0,9
COEF DE PRESION INTERNA	GCpi (+/-)	0,18

Tabla N° 19: Variables para cálculo de carga de viento

PRESIÓN DINÁMICA EXTERNA (pared a barlovento)		
$qz=qh=0,613.Kzt.Kd.V^2.I.Kz$	1,22	[kN/m ²]

Tabla N° 20: Presión qz

12.6.1 Análisis de cargas W - Sistema principal resistente a la fuerza de viento (SPRFV)

Para llevar a cabo el análisis de vientos, distinguimos dos situaciones: por un lado, la situación en la cual el viento actúa en la dirección paralela a la cumbrera, y por otro lado cuando actúa en la dirección perpendicular a la misma.

Esta distinción es necesaria debido a la superposición de las cargas con las condiciones internas de la estructura (presión o succión interna).

Viento normal a la cumbrera

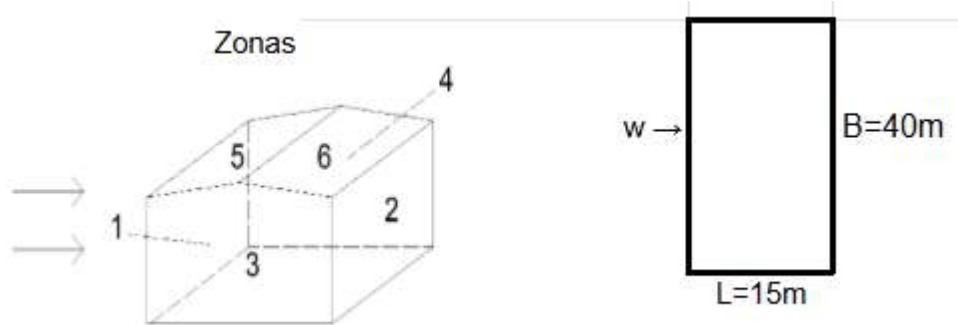


Figura N° 37: Viento normal a la cumbrera.

Viento A (normal a la cumbrera)	
L	15,00 m
B	40,00 m
h	6,00 m
L/B	0,38
h/L	0,40

Tabla N° 21: Relaciones geométricas del galpón. Fuente: elaboración propia

Lado	z	q [kN/m ²]	Cp	qz.(G.Cp)	qi.(G Cpi)	+Gcpi	-Gcpi
						Pint (presión) [kN/m ²]	Pint (succión) [kN/m ²]
1	6,00	1,22	0,80	0,83	0,22	0,61	1,05
2	6,00		-0,50	-0,52		-0,74	-0,30
3	6,00		-0,70	-0,73		-0,95	-0,51
4	6,00		-0,70	-0,73		-0,95	-0,51
5	0 a h/2		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71
5	h/2 a h		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71
6	h a 2h		-0,50	-0,52		-0,74	-0,30
6	>2h		-0,30	-0,31		-0,53	-0,09

Tabla N° 22: Análisis de vientos según zonas - Viento normal a la cumbrera. Fuente: elaboración propia

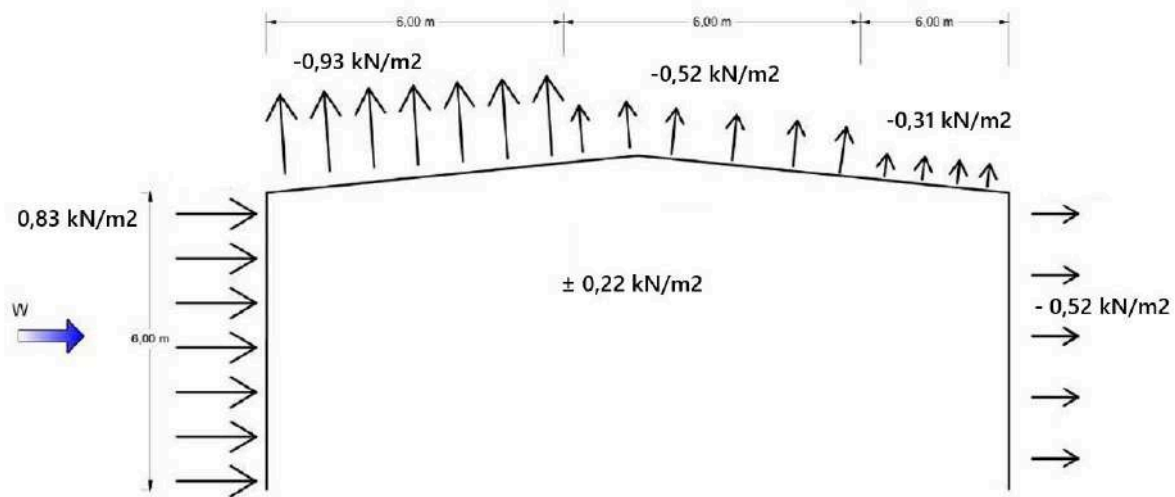


Figura N° 38 :Esquema SPRFV - Viento normal a la cumbrera - Fuente: elaboración propia

Viento paralelo a la cumbrera

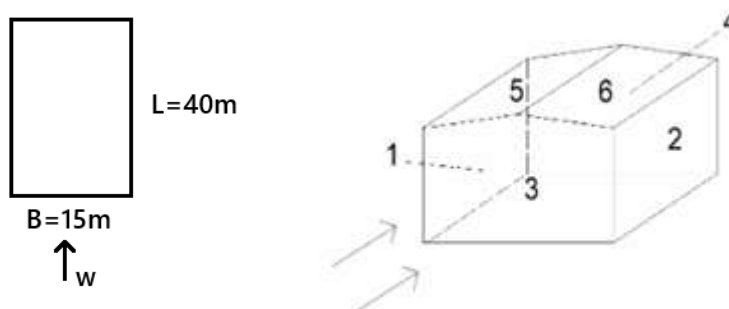


Figura N° 38: Viento paralelo a la cumbrera.

Viento B (paralelo a la cumbrera)	
L	40,00 m
B	15,00 m
h	6,00 m
L/B	2,67
h/L	0,15

Tabla N° 23: Relaciones geométricas del galpón. Fuente: elaboración propia

Lado	z	q [kN/m ²]	C _p	qz.(G.C _p)	q _i .(GC _{pi})	+G _{cpi} P pres int [kN/m ²]	-G _{cpi} P succ int [kN/m ²]
1	6,00	,22	-0,70	-0,73	0,22	-0,95	-0,51
2	6,00		-0,70	-0,73		-0,95	-0,51
3	6,00		0,80	0,83		0,61	1,05
4	6,00		-0,30	-0,31		-0,53	-0,09
5 y 6	0 a h/2		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71
5 y 6	h/2 a h		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71
5 y 6	h a 2h		-0,50	-0,52		-0,74	-0,30
5 y 6	>2h		-0,30	-0,31		-0,53	-0,09

Tabla N° 24: Análisis de vientos según zonas - Viento paralelo a la cumbrera. Fuente: elaboración propia

Se deja esquematizado el diagrama de cargas de la estructura en la figura N° 39

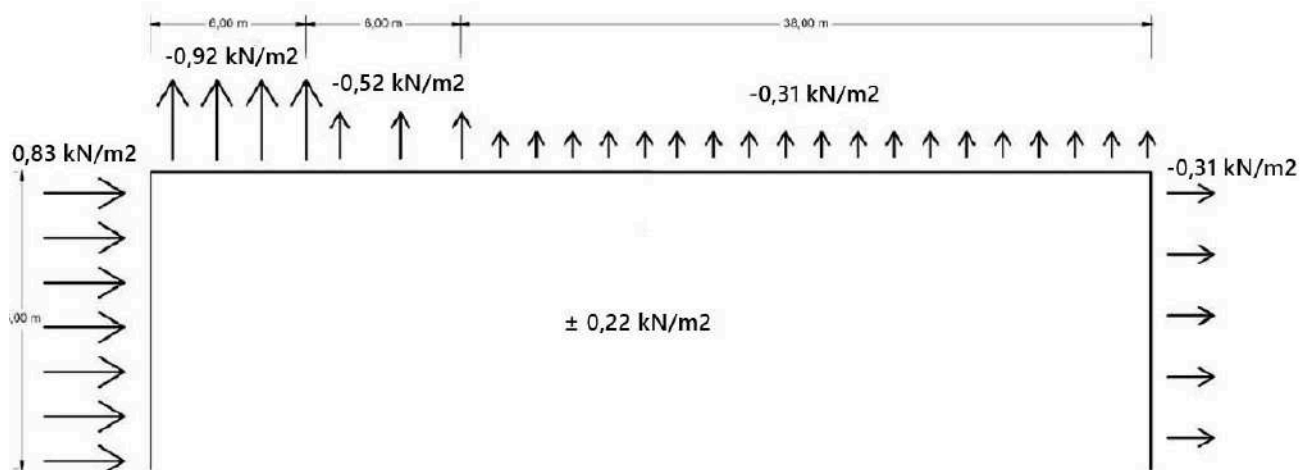


Figura N° 39 :Esquema SPRFV - Viento paralelo a la cumbrera - Fuente: elaboración propia

12.6.2 Análisis de cargas W - Componentes y revestimientos.

Tras completar este análisis, se identifican las posibles presiones del viento que actúan sobre los componentes y revestimientos, como chapas y correas. Para ello, se calcula el coeficiente $G \cdot C_{pi}$, el cual se determina utilizando un ábaco en función del área efectiva de viento.

Es necesario dividir la superficie del galpón en diferentes zonas, de acuerdo con las indicaciones mostradas más adelante.

CORREAS

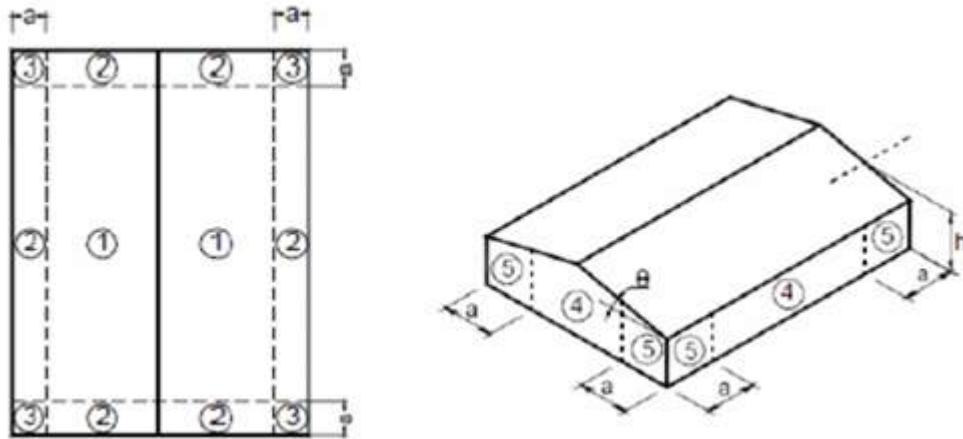


Figura N° 40: Zona cubierta y laterales. Fuente: CIRSOC 102

Dimensiones generales	
h	6,00 m
qh	1,22KN/m ²
Luz correas cubierta	5,00 m
Luz correas pared lateral	5,00 m
Luz correas frontis	3,75 m
Separación correas cub.	1,25 m
Separación correas laterales	1,25 m

Tabla N° 25: Datos para cálculo de correas. Fuente: elaboración propia

Se adjuntan los resultados para cada zona en la tabla N° 26

Correas de Paredes frontales					
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]	
4	0,81	-0,9	1,21	-1,32	
5	0,81	-1,08	1,21	-1,54	
Correas de Paredes laterales					
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]	
4	0,765	-0,855	1,15	-1,26	
5	0,765	-0,97	1,15	-1,41	
Correas de cubierta					
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]	Lr [kn/m ²]
1	0,2	-0,9	0,46	-1,32	0,96
2	0,2	-1,21	0,46	-1,70	
3	0,2	-1,25	0,46	-1,74	

Tabla N° 26: Resultados de cargas de viento para correas. Fuente: elaboración propia.

CHAPAS

Análogamente, se muestran los mismos valores y resultados para el cálculo de chapas

Dimensiones generales	
h	6,00 m
qh	1,22KN/m ²
Luz	1,25 m
Paso de las chapas	0,253 m

Tabla N° 27: Datos para calculo de chapas. Fuente: elaboración propia

Chapas de Paredes frontal					
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]	
4	0,9	-0,99	1,32	-1,43	
5	0,9	-1,26	1,32	-1,76	
Chapas de Paredes lateral					
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]	
4	0,9	-0,99	1,32	-1,43	
5	0,9	-1,26	1,32	-1,76	
Chapas de Cubierta					
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]	Lr [kn/m ²]
1	0,3	-1	0,59	-1,44	0,96
2	0,3	-1,8	0,59	-2,42	
3	0,3	-2,8	0,59	-3,63	

Tabla N° 28: Resultados de cargas de viento y sobrecarga Lr para chapas. Fuente: elaboración propia

12.7 RESUMEN DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

12.7.1 Pórtico principal

A partir de los estados de cargas mencionados en el apartado 11.5 obtenidos del Reglamento, se modela la estructura en el programa Staad Pro

Las planillas se detallan en el Anexo N°06.

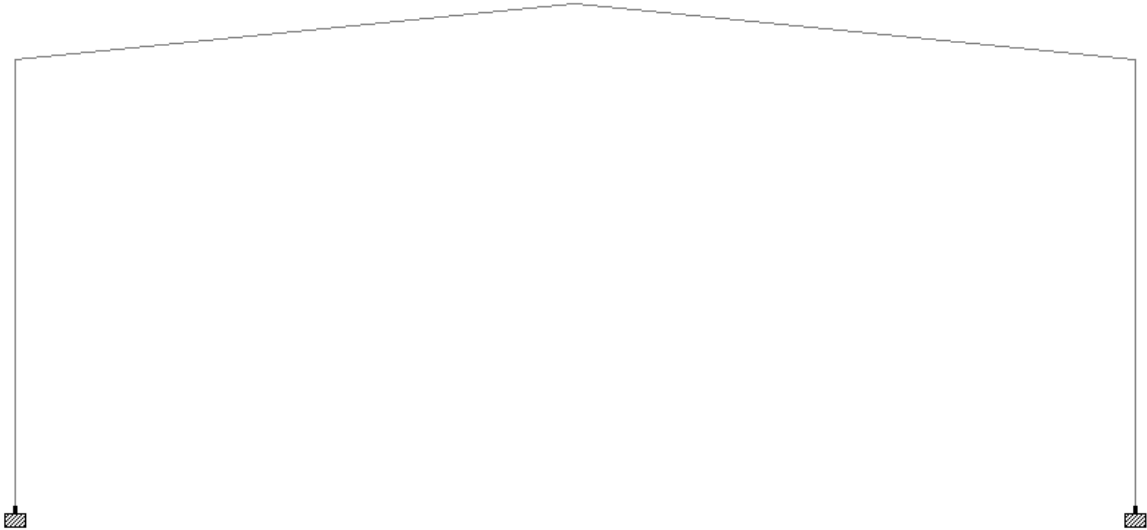


Figura N° 41: Modelado en Staad Pro. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos.

Elemento	Perfil adoptado	Lx [cm]	Ly [cm]	λ_x	λ_y	Lb [cm]	Lp [cm]	Lr [cm]
Viga de pórtico	W310x32.7	1500	500	60,14	232,56	2000,0	111,0	359,0
Columna de pórtico	W310x38.7	600	600	91,39	156,25	600,0	197,0	581,0

Elemento	Pu máx[kN]	Vu máx[kN]	Mu máx[kN]	f [mm]	f adm[mm]
Viga de pórtico	22,7	41,61	90,621	66,93	83,3
Columna de pórtico	42,984	43,459	96,91	23,18	37,5

Tabla N° 29: Tabla resumen de resultados obtenidos de pórtico principal. Fuente: elaboración propia.

12.7.2 Elementos del frontis

VIGA DINTEL

Para proceder con el dimensionamiento de este elemento, se debió tener en cuenta la flexión en ambos sentidos, tanto para el esfuerzo de viento como para el esfuerzo vertical debido al peso propio que debe soportar.

A continuación, un esquema indicativo del área de influencia de la viga dintel para la carga de viento

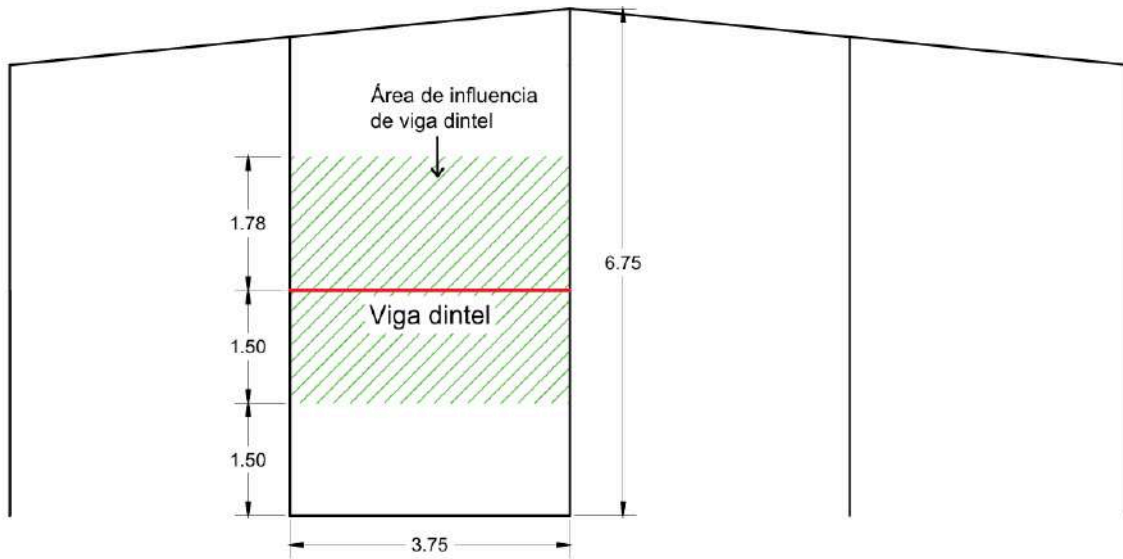


Figura N° 42: Área de influencia de viga dintel. Fuente: elaboración propia.

Elemento	Perfil adoptado	Lx [cm]	Ly [cm]	λ_x	λ_y	Lb [cm]	Lp [cm]	Lr [cm]
Viga dintel	W6x9	375	375	37,39	182,04	375,0	106,0	332,0

Elemento	Mux [kNm]	Muy [kNm]	Mdx [kNm]	Mdy [kNm]	f [cm]	f adm[cm]
Viga dintel	932,08	53,84	5541,30	797,36	0,50	2,34

Tabla N° 30: Tabla resumen de resultados obtenidos para la viga dintel. Fuente: elaboración propia.

PARANTES

Los parantes deben resistir la carga de viento frontal, así como también su peso propio y el peso de las chapas y correas, pero no así la carga de cubierta ya que la misma es transmitida al suelo a través de los pórticos principales.

Análogamente al caso de la viga dintel, se presenta el esquema del área de influencia para el parante más solicitado en la figura N°43. Se destaca que se dimensiona este al ser el más solicitado, debido a su luz y su área de influencia, y para los demás parantes se toma la misma sección.

Se considera la ejecución de tornapuntas en el ala no arriostrada con las correas, de manera de reducir el efecto de pandeo lateral torsional en caso de las cargas de viento en succión, siendo entonces la más determinante la carga de presión a barlovento con succión interna.

Cabe destacar que para el dimensionamiento, se debió elegir una sección que a la vista se ve sobredimensionada por la relación M_u/M_d , y esto se debe a que se debió elegir la menor sección que no falle por pandeo local

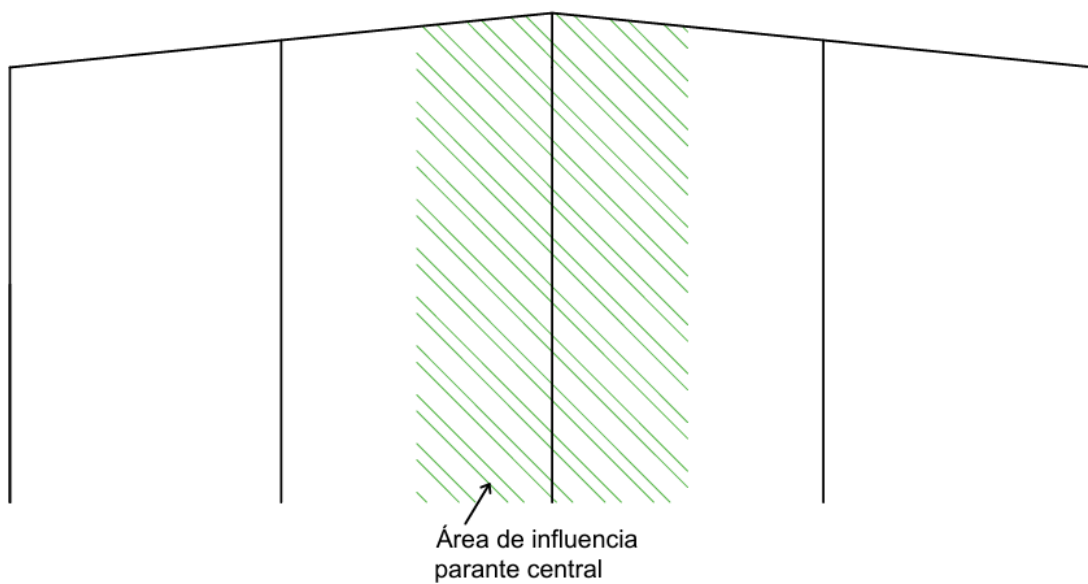


Figura N°43: Esquema de área de influencia del parante central. Fuente: elaboración propia.

Elemento	Perfil adoptado	Lx [cm]	Ly [cm]	λ_x	λ_y	Lb [cm]	Lp [cm]	Lr [cm]
Parante Central	W200x15	675	675	77,05	164	675,0	212,0	890,0

Elemento	Estado de carga	M_u/M_d	P_u/P_d	f [cm]	f adm[cm]
Parante Central	1,2D+1,5W	0,4	0,01	1,30	4,22

Tabla N° 31: Tabla resumen de resultados obtenidos para el parante más solicitado (central). Fuente: elaboración propia

12.7.3 Sistema de contravientos

Mediante el uso de Staad Pro se determinaron las solicitaciones que afectan tanto a los puntales de la cubierta como también a la estructura que transmitirá la carga a las fundaciones (figura N° 44)

En el análisis, se consideraron la carga de viento representada como puntuales en lo que respecta a los puntales (transmitida a través de los parantes) y como repartida en las columnas del pórtico principal.

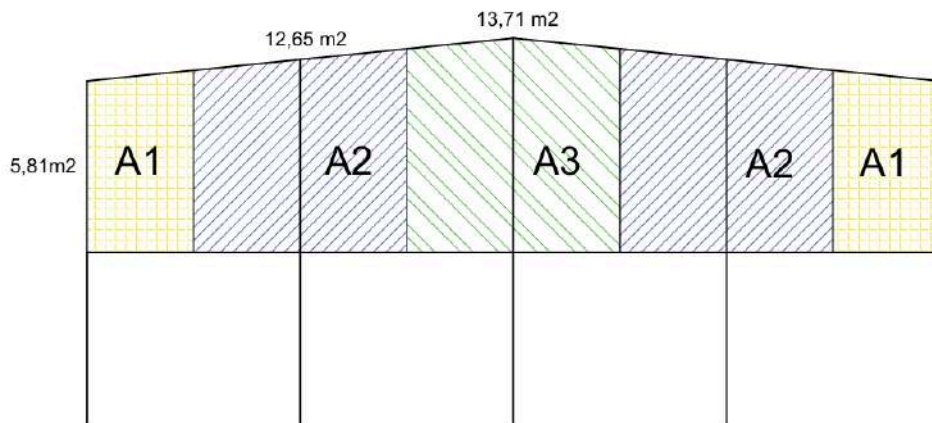


Figura N° 44: Diagrama de influencia de viento sobre parantes. Fuente: elaboración propia

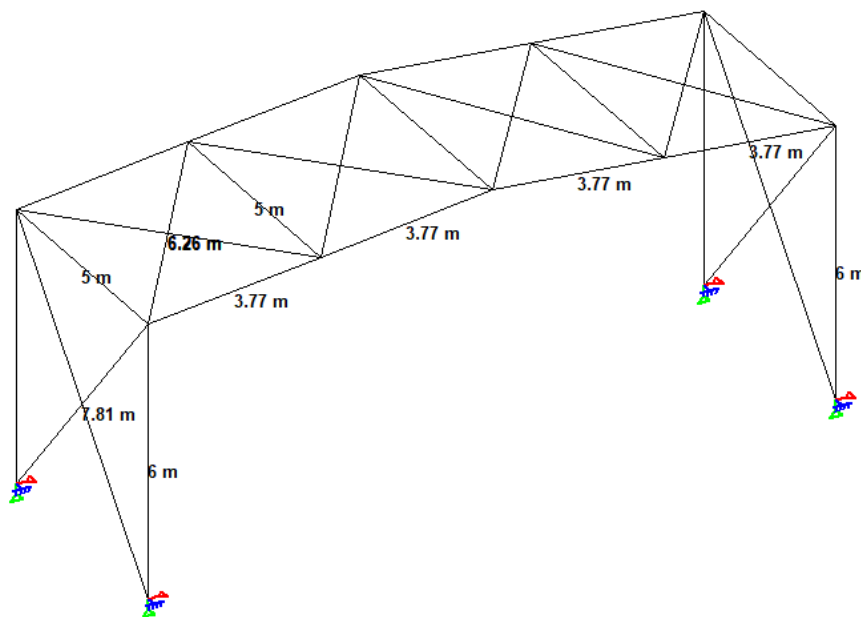


Figura N° 45: Modelo del sist. de contraviento en StaadPro. Fuente: elaboración propia

Los puntales se dimensionan con dos correas tipo C (las mismas que se usan para sostener la chapa) dispuestas en forma de cajón, enfrentadas.

A continuación en la Tabla N° 32 se muestran los resultados obtenidos

RESULTADOS	
Elemento	Sección
Puntales	2C 7x12,25 (en cajón)
Diagonales	Barra de acero liso Ø 1 1/4"

Tabla N° 32: Tabla resumen de resultados obtenidos para el sist. de contraviento. Fuente: elaboración propia

12.7.4 Dimensionamiento de placa base, nariz de corte y pernos de anclaje.

El dimensionamiento de estos elementos se realiza a partir de las reacciones obtenidas del modelo de StaadPro, transmitidas a través de las columnas, detalladas en la Tabla N° 33. Además en la figura N° 46 se grafica la placa base en planta.

REACCIONES A LA BASE						
BASE 1	Tu concomitante	Pu concomitante	Vu concomitante	Mu concomitante	LC	
Tu max (kN)	43,200	43,200	0	29,88	7	
Pu max (kN)	42,570	0,000	42,570	63,159	26	
Vu max (kN)	42,213	32,817	0	95,734	29	
Mu max (kNm)	95,734	32,817	0	95,734	29	

Tabla N° 34: Tabla resumen de solicitaciones obtenidas de StaadPro . Fuente: elaboración propia

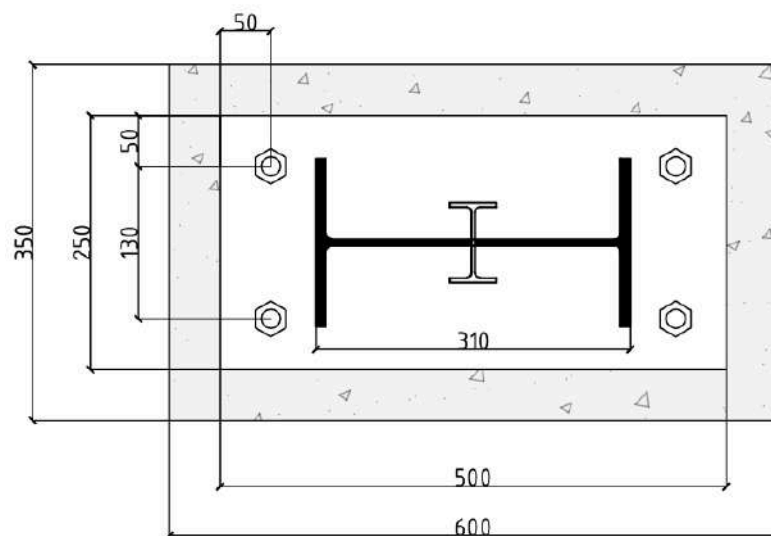


Figura N° 46: Esquema en planta de placa base. Fuente: Elaboración propia.

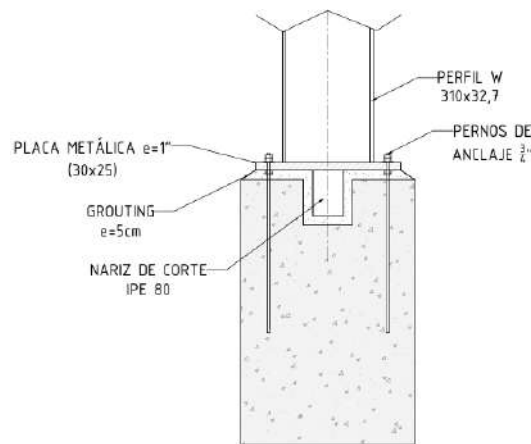


Figura N° 47: Corte de placa base. Fuente: Elaboración propia.

11.7.5 Fundaciones

PILOTES Y CABEZALES

Del modelo de Staad Pro, al igual que en el apartado anterior, se toman las sollicitaciones para el dimensionamiento de los elementos (Tabla N° 35 y 36). Para determinar la profundidad de los pilotes, se utilizan los estados límites en servicio, mientras que para el dimensionamiento de las armaduras, serán los estados últimos.

Se adjuntan a continuación las cargas actuantes a través de las columnas, sobre el cabezal. Las dimensiones del mismo deben asegurar la correcta transmisión uniforme de los esfuerzos hacia los pilotes, cumpliendo condiciones de rigidez enunciadas en las recomendaciones del libro “Jimenez Montoya - Hormigón Armado 14° Edición”

Las características resistentes del suelo fueron obtenidas del estudio de suelos de Hughes, en la primera perforación de las tres con las que contamos.

Cargas Max		V concomitante	P concomitante	T concomitante	M concomitante
Carga en servicio					
Ts max (kN)	36,391	29,836	0	36,391	72,386
Ps max (kN)	-26,361	13,156	-26,361	0	29,668
Vs max (kN)	32,005	32,005	0	26,572	71,032
Ms max (kNm)	72,386	29,836	0	36,391	72,386

Tabla N° 35: Tabla resumen de sollicitaciones en servicio obtenidas de StaadPro . Fuente: elaboración propia

Carga última					
Tu max (kN)	43,200	5,170	0,000	43,200	29,880
Pu max (kN)	-42,570	26,252	-42,570	0,000	63,159
Vu max (kN)	42,213	42,213	0,000	32,817	95,734
Mu max (kNm)	95,734	42,213	0,000	32,817	95,734

Tabla N° 36: Tabla resumen de solicitaciones últimas obtenidas de StaadPro . Fuente: elaboración propia

Propuesta cabezal			
Pilotes		2	[u]
Φ		50	[cm]
Geométrica del cabezal			
$S = 2,5*\Phi$		125	[cm]
Altura del cabezal	$d \geq$	75	[cm]
	$0.7*(S-bw/2)$		
	$h \geq S/1,5$	83	[cm]
	hadopt =	85	[cm]
$d = h - 7\text{cm}$		78	[cm]
$B1 = \Phi + 10*2$		70	[cm]
$A1 = S + \Phi + 2*10$		195	[cm]
Aadopt=		200	[cm]
Dimensiones del cabezal [cm]	200 x 70 x 95		
PP cabezal		29,8	[kN]
PP pilote		30,9	[kN]

Tabla N° 37: Geometría de pilotes y cabezal. Variables consideradas . Fuente: elaboración propia

Dimensiones del cabezal [cm]	200 x 70 x 95	
Pilotes	2	[u]
Φ	50	[cm]
Largo pilote	6,3	m
Nivel de fondo de pilote	-7,5	m

Tabla N° 38: Resumen de dimensionamiento de pilotes y cabezal. Fuente: elaboración propia

VIGA DE ARRIOSTRAMIENTO

Perimetralmente, se dispondrá un encadenado para arriostrar unos con otros los elementos estructurales. La misma se hace en base a la carga de corte, que representa una compresión para la misma.

Dimensionamiento viga arriostramiento	
Vu --> Pu (mN)	0,058
Ancho	30
Alto	30
Cuantía mínima	1%
Ast adop	
Diámetro Φ [mm]	10
Cantidad	6
Estribos (min $\Phi 6$)	
Diámetro Φ [mm]	6
SMAX(12 Φ b; 48 Φ e)	12

Tabla N° 39: Dimensionamiento de viga de arriostramiento. Fuente: elaboración propia

A modo de resumen, se presenta una planta con los elementos que constituyen las fundaciones del galpón metálico y su distribución:

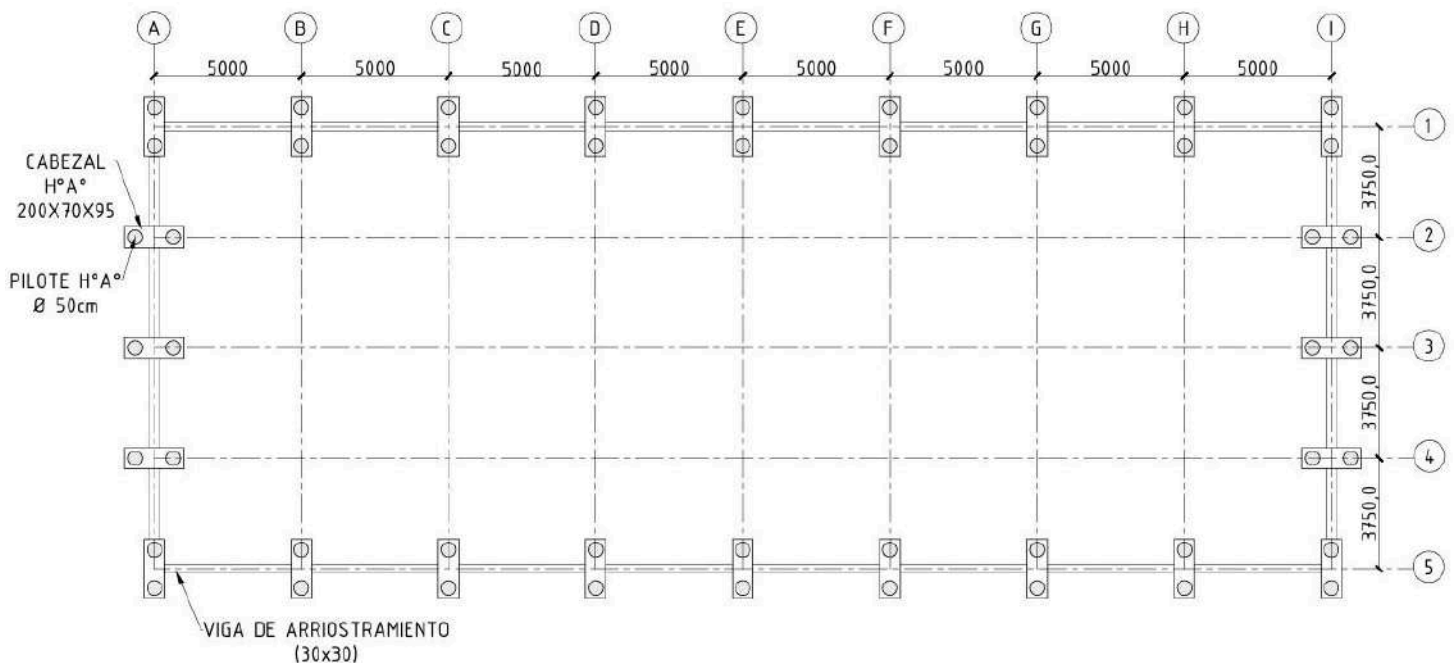


Figura N° 48: Plano de fundaciones. Medidas en milímetros. Fuente: Elaboración propia.

En Anexo N°06 se detallan las planillas efectuadas para el cálculo de los elementos estructurales.

13. PROYECTO DE OBRAS HIDRÁULICAS

13.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO

El sitio de emplazamiento del centro GIRSU se ubica al sudoeste del casco urbano de Labordeboy, a aproximadamente 1,2 km del límite urbano, dentro de una zona de suaves pendientes naturales hacia el sureste, con cotas comprendidas entre 100,00 y 102,50 m s.n.m.

El relieve es prácticamente llano y forma parte de las microcuencas rurales que descargan hacia las depresiones interiores de la cuenca de la Laguna Melincué, dentro del sistema de drenaje endorreico del sur santafesino (ver *figura N°49 y N°50*).

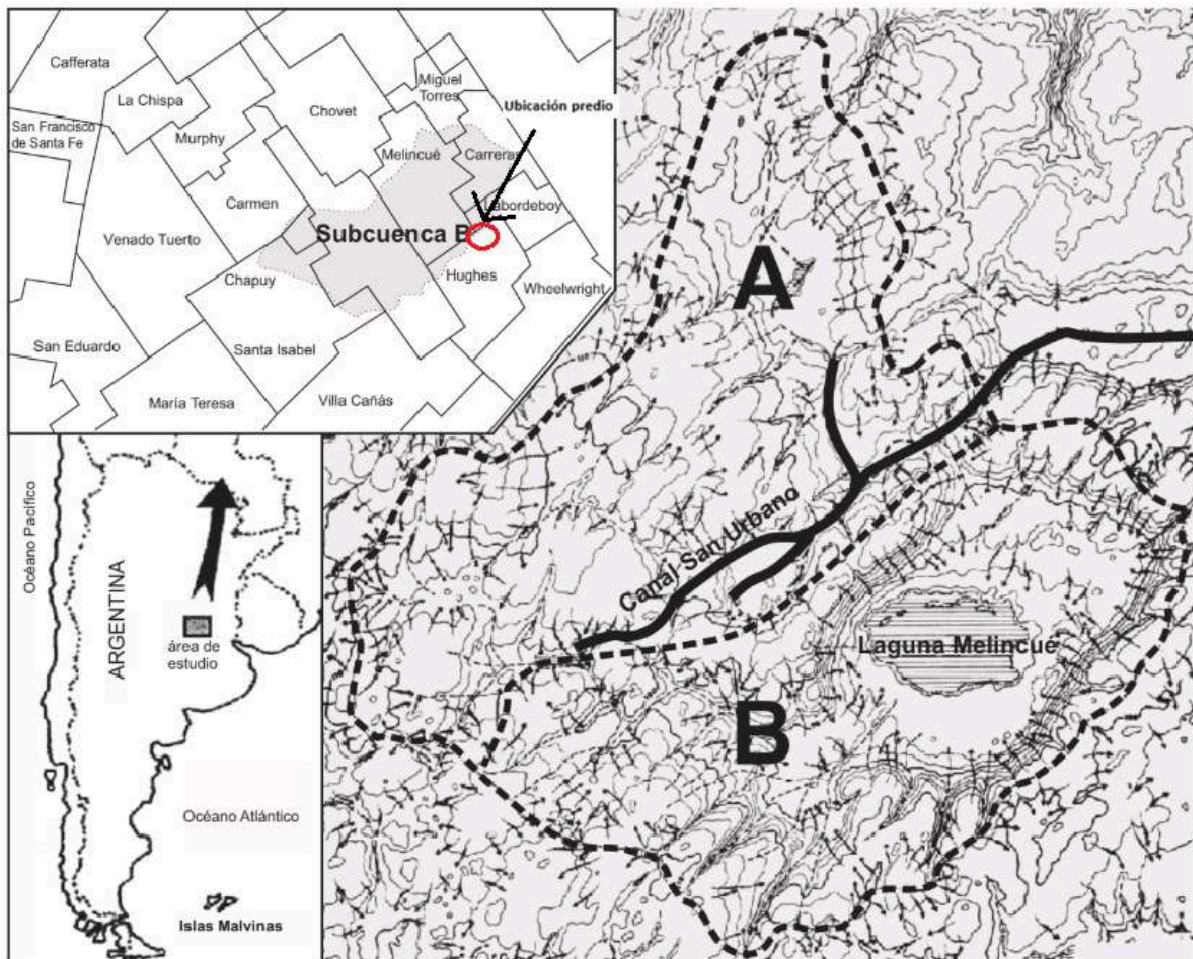


Figura N° 49: Ubicación del área de estudio y mapa del área de la cuenca hidrográfica de la Laguna Melincué mostrando sus dos subcuencas A y B con indicación de la divisoria de aguas, el Canal San Urbano y drenajes (Fuente: Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué)

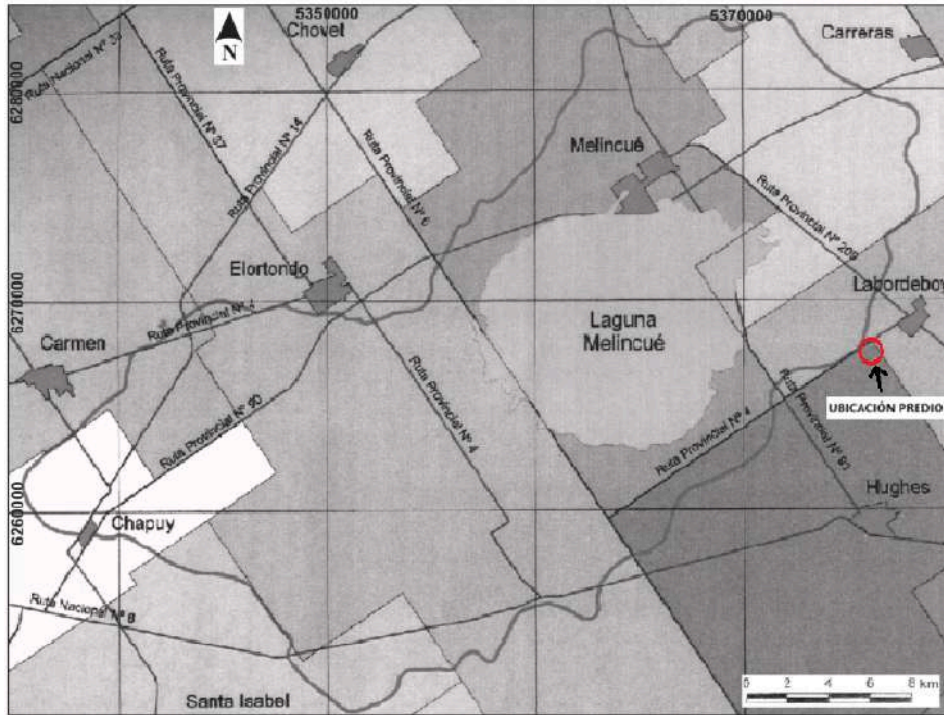


Figura N° 50: Ubicación de comunas y rutas del entorno regional de la Laguna Melincué (Fuente: Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué)

Se consideraron además las áreas de riesgo correspondientes a la cota 85 m s.n.m.m., junto con el área destinada a retención, lo que permite identificar sectores con mayor vulnerabilidad ante crecidas (ver figura N°51).

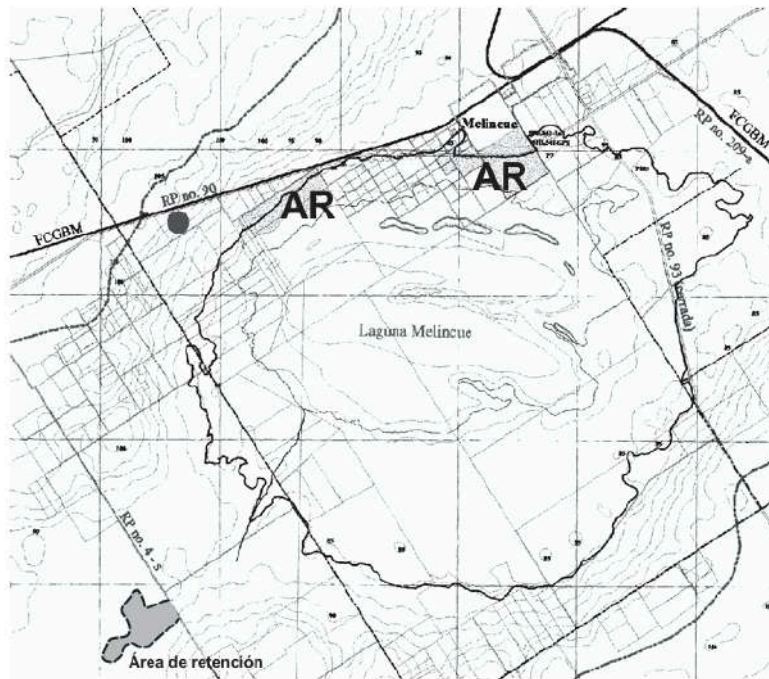


Figura N° 51: Ubicación de las áreas de riesgo (AR) para la cota 85 m snmm y área de retención (Fuente: Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué)

Complementariamente, se analizaron la textura de los suelos y las isohietas (ver *figura N°52*), la capacidad de uso del suelo y la evolución de la cota y superficie inundada expresada en hectáreas para el período 2013-2017 (ver *figura N°53*), lo que facilita una visión integral de la dinámica del territorio.

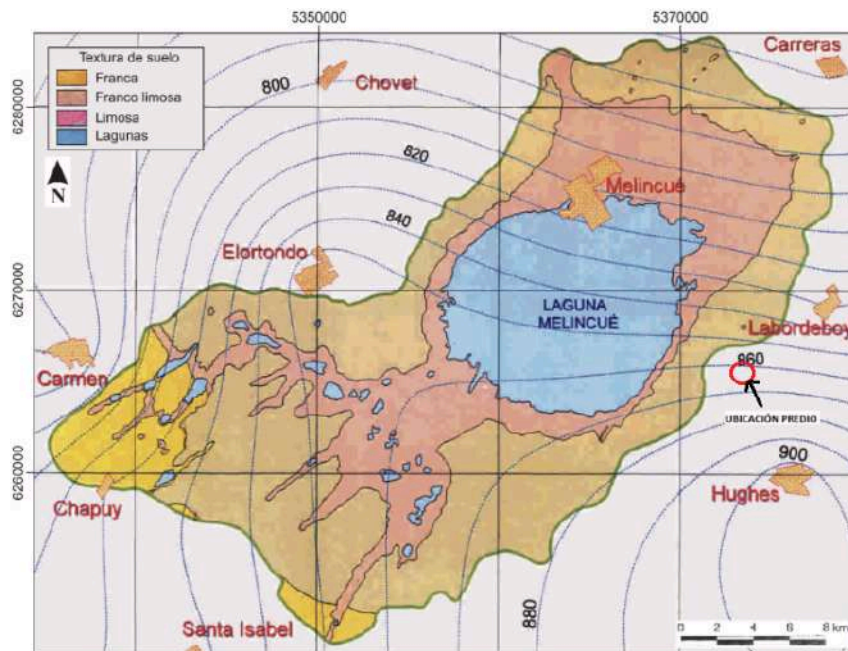


Figura N° 52: Cuenca hidrográfica de la Laguna Melincué: textura de suelos e isohietas (Fuente: Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué)

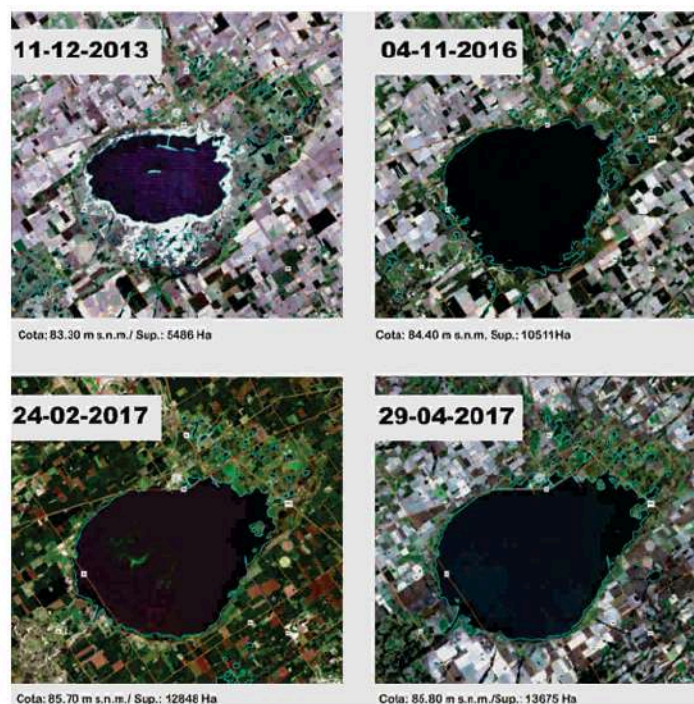


Figura N° 53: Laguna Melincué: evolución de la cota y superficie en hectáreas entre los años 2013 y 2017 (Fuente: Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué)

Toda la información señalada fue obtenida del informe denominado “Ordenamiento Territorial Ambiental de la Cuenca Hidrográfica y de Aporte Directo a la Laguna Melincué”, elaborado por el especialista Eduardo Peralta, documento que constituye la principal fuente de referencia para el análisis desarrollado en este apartado. Se añaden las Figuras N° 54, 55, 56 y 57 del análisis mencionado.

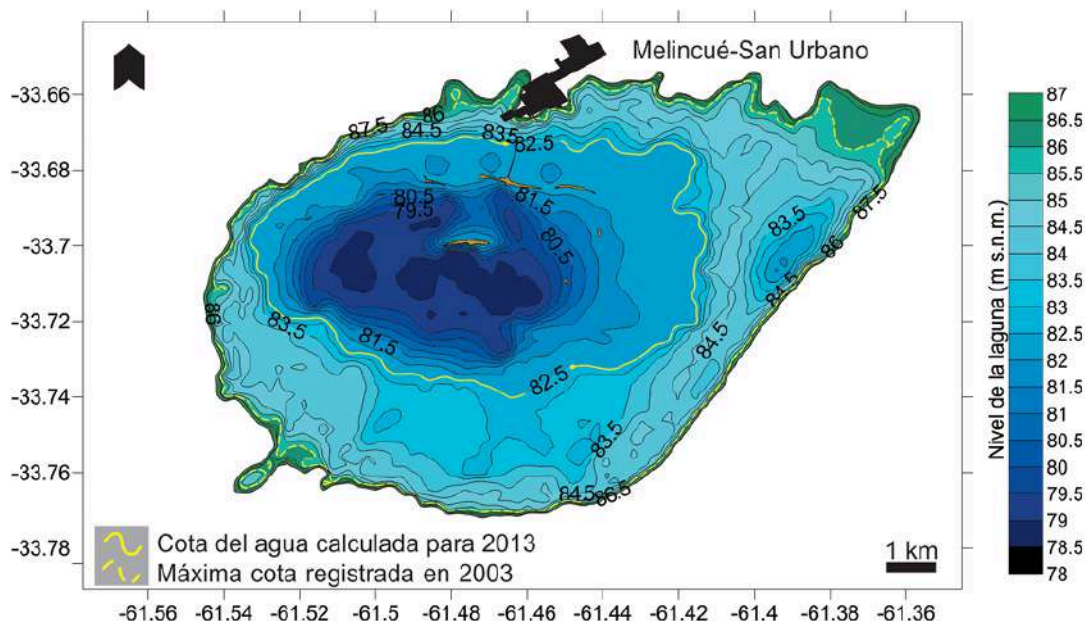


Figura N° 54: Batimetría calculada de la laguna Melincué (Fuente: Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué)

Año	1958	1965	1978	1988	1989	2003	2009*	2013*
Altura promedio anual (m s.n.m.)	81,5	82,48	85,465	83,282	83,095	86,13	82,05	82,6
Largo Máximo (km)	10,52	11,03	15,61	11,48	11,22	16,16	10,56	11,02
Ancho Máximo (km)	6,35	6,67	11,94	10,08	8,9	12,05	6,92	6,92
Perímetro (km)	30,7	36,4	61,3	67,81	60,83	78,47	36,92	31,41
Área del espejo de agua (km ²)	48,14	53,33	119,55	80,36	73,53	147,36	58,9	59,19
Relación de la forma (largo máx./ ancho máx.)	1,657	1,655	1,308	1,138	1,260	1,341	1,526	1,592

Figura N° 55: Nivel de la laguna Melincué (Biasatti et al., 1999), largo y ancho máximos tomados de Pasotti et al. (1984) y calculados mediante las imágenes satelitales (USGS). Los años 2009* y 2013* muestran los niveles reconstruidos a partir de la ecuación altura (m s.n.m.)= 0,04 × área + 80,20 para años en los que no hay datos.

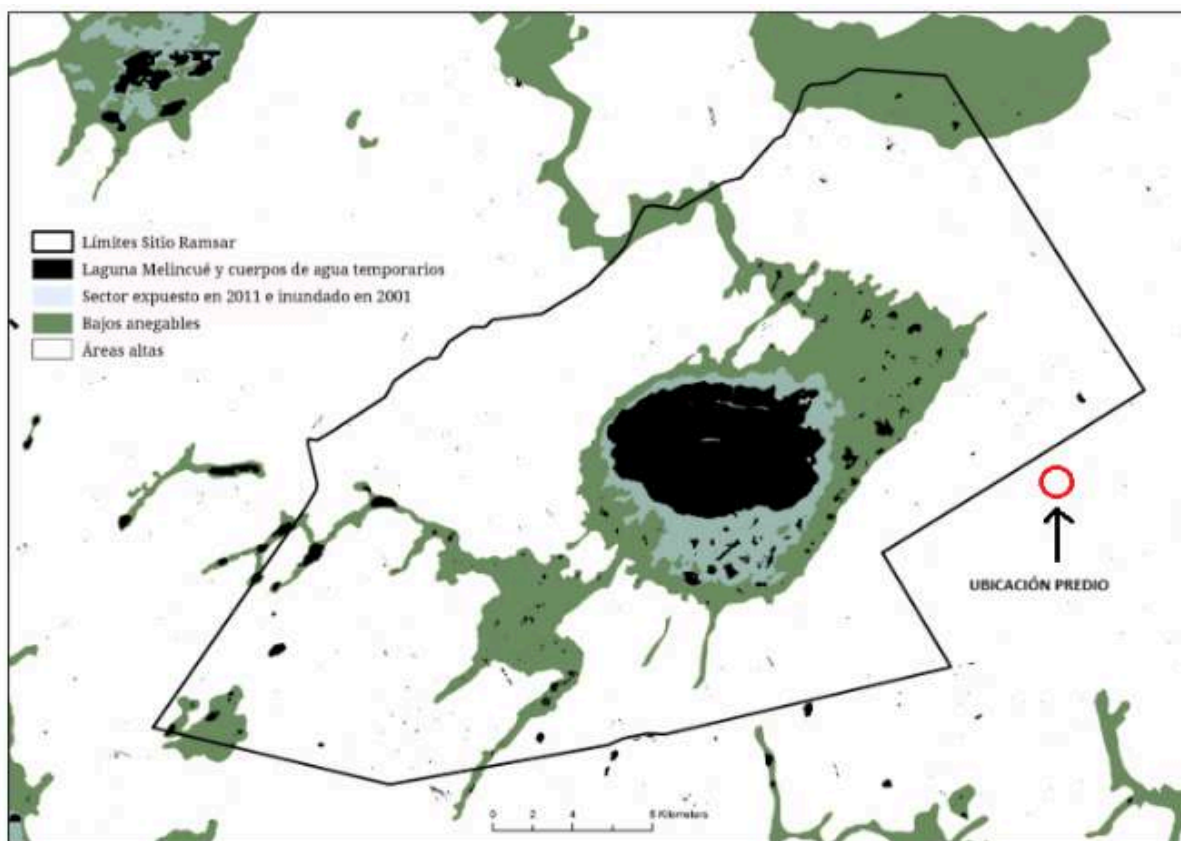


Figura N° 56: Sitio Ramsar Laguna Melincú: Unidades de Paisaje. Las áreas de color negro corresponden a aquellos sectores que presentan agua de manera permanente. El área de color verde claro corresponde al nivel de laguna en el año 2001. El área de color verde oscuro representa el límite natural de expansion que puede alcanzar la laguna en períodos muy húmedos. Las áreas blancas representan las zonas altas con intenso uso agropecuario y urbano.



Figura N° 57. Cuencas hidrográficas de la Provincia de Santa Fe (Fuente: IDESF)

13.2 ESTUDIO DE DINÁMICA HÍDRICA SUPERFICIAL DEL PREDIO

Para el estudio del escurrimiento superficial del predio y su dinámica hídrica, con el objetivo de diseñar los desagües pluviales, trabajamos bajo ciertos condicionantes de entrada. Ellos fueron:

- *Existencia de la cava al noreste del terreno.* Esto condicionó la ubicación del reservorio, hacia donde escurrirán las aguas pluviales del área en estudio
- *Perfiles de elevación del terreno.* Obtenidos con Google Earth, los adoptamos como válidos para minimizar costos de movimientos de suelo e intentar afectar lo menos posible el funcionamiento natural del lugar
- *Curvas de nivel.* Limitantes para determinar las cotas de terreno natural y estimar según interpolación lineal la cota del punto más alto del terreno, ubicada al sudoeste del predio.
- *Pendientes mínimas del 0,15%, mínima deseable del 0,20%*

En función de estos parámetros, se confeccionó el “Plano 06” (ver “Legajo de Planos”).

Partimos de la definición de una cota de +101.00m en la esquina sudoeste (*razonamiento detallado en el ítem 9.3.3 - Análisis hidrológico-hidráulico de la zona de emplazamiento*), para considerar los escurrimientos tendientes hacia la cava (ubicada al noreste). El escurrimiento es predominantemente por las cunetas de los caminos, a excepción de la esquina sureste, cuya cuenca al no tener intervención, escurrirá de manera natural hacia la cuneta del camino secundario ortogonal a la RP4S.

En los cruces con los caminos operativos del predio, se deberán proyectar alcantarillas.

13.3 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

La ejecución de obras asociadas a un proyecto GIRSU, como la construcción de edificios, playas de estacionamiento, caminos pavimentados y módulos de disposición final, produce un incremento significativo de las superficies impermeables dentro del predio. Esta modificación altera el comportamiento natural del agua de lluvia: disminuye la infiltración, la percolación y los escurrimientos subsuperficiales y subterráneos, mientras que aumenta el volumen de escorrentía superficial y, en consecuencia, la velocidad del escurrimiento.

Este incremento del caudal superficial puede generar impactos negativos aguas abajo si no se adoptan medidas adecuadas, tales como inundaciones, procesos erosivos y modificaciones en el régimen hídrico local, asociados al manejo de los desagües pluviales y provocados por las intervenciones realizadas en el lote. Además, un caudal de descarga mayor al existente previamente puede sobrecargar la infraestructura hidráulica aguas abajo, generando riesgos de obstrucciones, desbordes y fallas en los sistemas de conducción.

Por este motivo, el diseño hidráulico adquiere un rol importante dentro del proyecto, requiriendo la incorporación de obras y dispositivos que aseguren un funcionamiento adecuado del sistema de drenaje. Para ello se toma como referencia la Resolución N° 736/2016 del Ministerio de Infraestructura y Transporte de la Provincia de Santa Fe, la cual establece criterios de diseño y requisitos aplicables a desarrollos urbanísticos, conjuntos inmobiliarios y emprendimientos que impliquen un cambio en el uso del suelo. Aunque la normativa no menciona específicamente a los proyectos de disposición final, sus lineamientos se consideran como herramienta para el diseño hidráulico del presente caso.

El análisis hidráulico se inicia evaluando el comportamiento del escurrimiento en las condiciones previas al desarrollo de la obra, para luego compararlo con la situación post proyecto. Esta comparación es necesaria, dado que la impermeabilización de parte del terreno produce un incremento del escurrimiento superficial y, por lo tanto, del caudal que llega al punto de descarga.

Para estimar el caudal máximo correspondiente a una lluvia de diseño se emplea el Método Racional Modificado, adecuado para cuencas rurales de pequeña superficie. En este caso, la cuenca presenta un área de 15,5 ha, lo cual permite asumir razonablemente uniformidad espacial y temporal de la precipitación, así como variaciones mínimas en las pérdidas. Bajo estas condiciones se consideran válidas las hipótesis del método:

- La intensidad de lluvia permanece constante en el tiempo.
- La intensidad es uniforme en toda la cuenca.
- Existe proporcionalidad constante entre el caudal que ingresa y el que egresa de la cuenca.

El caudal generado depende linealmente del área de la subcuenca, de la intensidad de lluvia y del coeficiente de escorrentía, por lo que puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$Q \text{ [m}^3\text{/s]} = A \text{ [Ha]} \times R \text{ [mm/h]} \times E / 360$$

- Donde: - Q= Caudal de diseño
- A= Área cuenca de aporte
 - E= Coeficiente de escorrentía
 - R= Intensidad de lluvia de diseño

13.3.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es el parámetro que describe la proporción de la precipitación que escurre superficialmente en la lluvia de diseño. Depende de las características y condiciones del suelo, de la pendiente, entre otros factores. Por lo que se debe adoptar un coeficiente que logre representar la influencia conjunta de dichos factores.

Para el caso pre proyecto, el tipo de cobertura es predominantemente rural (suelo natural y cultivos), por lo que el coeficiente de escorrentía adoptado fue C=0.25 según *Tabla N°40*.

Valores del coeficiente de escorrentía para el Método racional, según el Departamento Vial de Texas

RELIEVE TOPOGRÁFICO	TIPO DE SUELO	CUBIERTA VEGETAL			
		BOSQUE	PRADERA	CULTIVO	NULA
Llanura 0% - 1%	P	0,15 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,35	---
	NP	0,15 - 0,20	0,25 - 0,35	0,30 - 0,40	---
Ondulado 1% - 4%	P	0,15 - 0,20	0,30 - 0,40	0,45 - 0,65	---
	NP	0,15 - 0,20	0,35 - 0,45	0,50 - 0,70	---
Quebrado 4% - 6%	P	0,20 - 0,25	0,35 - 0,45	0,60 - 0,70	---
	NP	0,25 - 0,30	0,45 - 0,55	0,70 - 0,85	---
Montaña + 6%	---	0,30 - 0,50	---	---	0,70 - 0,90

Nota: P: Permeable; NP: No permeable

Tabla N° 40: Valores de coeficiente de escorrentía según Método Racional. Fuente: Departamento Vial de Texas

Para el caso post proyecto, Cuando se cuenta con heterogeneidad de áreas, donde se presentan distintos porcentajes de superficies permeables e impermeables, como en el presente caso, se puede recurrir a la determinación de un coeficiente de escurrimiento ponderado para un área total A, mediante la siguiente formulación:

$$C = \frac{1}{A} \sum_{k=1}^M C_k A_k$$

Donde:

- C: coeficiente de escorrentía ponderado

- Ck: Coeficiente de escorrentía asociado a la k-ésima subárea Ak
- A: Área de la cuenca
- M: número total de subáreas en las que se divide el área total A

Determinación de la cuenca de aporte

La misma se delimitó mediante un análisis topográfico, observando las curvas de nivel y un modelo digital del sitio, identificando el punto de cierre en la ubicación prevista de la alcantarilla.

La cuenca de aporte determinada corresponde específicamente al área de drenaje utilizada para el dimensionamiento de dicha alcantarilla, mientras que los desagües pluviales internos del predio se analizan en estudios hidrológicos independientes.

El área de aporte de drenaje fue de 12,7 ha (ver *figura N°58*), con una pendiente media de $I = 0,79\text{‰}$.



Figura N° 58: Área de aporte para dimensionamiento alcantarilla (Fuente: Elaboración propia).

13.3.2 Intensidad de la lluvia

La intensidad de lluvia representa teóricamente la altura de la lámina precipitada por unidad de tiempo. Para su cálculo, se requiere determinar el tiempo que tarda en transitar la cuenca, la gota de agua hidráulicamente más alejada, es decir, el tiempo de concentración. Éste se estima como la relación entre la longitud recorrida y la velocidad del flujo. Pueden existir varios recorridos posibles de flujo para las diferentes áreas, pero el tiempo de concentración crítico será el mayor resultante.

De esta manera, dada una cuenca de área A con un tiempo de recurrencia T_c , si se produce una lluvia P con duración $D=T_c$, el caudal generado en el punto de salida será el máximo para el escenario elegido, ya que estará aportando toda la cuenca.

Para el cálculo de la intensidad se cuenta con parámetros de la estación ubicada en la localidad de Venado Tuerto (Serie 1990-2017, estudio realizado por la Dirección Provincial de Vialidad), mediante los cuales se elaboran las curvas IDR, que representan la relación entre la Intensidad, Duración y Recurrencia. Se considera una precipitación de duración igual al tiempo de concentración y de intensidad constante.

En el *Anexo N°07 “Cálculos hidráulicos”* se detalla la construcción de dichas curvas, necesarias para el desarrollo de las obras hidráulicas.

13.3.3 Caudales máximos de lluvia

Habiendo definido los parámetros necesarios para la utilización del Método Racional Modificado, se procede a calcular el caudal máximo para la situación pre proyecto y post proyecto, para la lluvia de diseño de una recurrencia de 5 años y 100 años. Se eligen estos valores de recurrencia ya que será necesario para la posterior definición de obras de almacenamiento y regulación de los excedentes pluviales por cambio en el uso de suelo, como lo indica la Resolución No 736/16. El cálculo correspondiente se presenta en el Anexo N°07 “Cálculo Hidráulico”.

Se destaca que el análisis se realiza para la condición más desfavorable para las cunetas. Por lo tanto, se plantea que los módulos de disposición se encuentran llenos, y que la precipitación que cae sobre los módulos, poseen un coeficiente de escurrimiento de 0,60, valor que se supone adecuado para un suelo que posee una capa externa de suelo vegetal semipermeable. Cuando los módulos no se encuentran llenos, el agua queda retenida en ellos y es trasladada hacia las piletas de tratamiento de líquido lixiviado.

A modo de resumen, se presentan en la siguiente tabla los caudales máximos calculados para la situación pre y post proyecto, para ambos valores de recurrencia.

Recurrencia	Caudal pre - proyecto (m3/s)	Caudal post - proyecto (m3/s)
5 años	0.26	0.91
100 años	0.41	1.46

Tabla N° 41: Resumen de caudales máximos de salida. Fuente: Elaboración propia.

13.4 PROYECTO DE OBRAS HIDRÁULICAS

A partir de este punto se desarrolla el diseño específico de las obras destinadas a mitigar el impacto hidrológico asociado al cambio de uso del suelo generado por la ejecución del proyecto, incluyendo el diseño del sistema de desagües pluviales internos al predio.

Para ello se plantea un sistema convencional de captación y conducción del agua precipitada, conformado por cunetas excavadas en tierra, sin revestimiento, cuya función es colectar y transportar el escurrimiento superficial evitando desbordamientos.

Estas cunetas conducen el caudal hacia un reservorio también excavado en tierra, cuya función es almacenar temporalmente el agua de lluvia que escurre sobre la superficie intervenida por el proyecto. Su objetivo principal es asegurar que los caudales pico de salida, para la recurrencia de diseño seleccionada, no superen los que se producirían en la condición preexistente, es decir, antes del cambio en el uso del suelo.

La incorporación de un reservorio resulta muy importante en este tipo de emprendimientos debido al incremento en la impermeabilización del terreno. Esta obra de retención temporal permite regular los volúmenes generados, evitando sobrecargas y desbordes hacia el punto de descarga final y preservando el equilibrio hidrológico previo a la intervención.

En este apartado se determinan los requerimientos de superficie necesaria para emplazar dichas obras y se definen las dimensiones del sistema de conducción interna, las alcantarillas y las estructuras de regulación y descarga.

13.4.1 Diseño de obra de conducción interna

Cálculo de caudales requeridos por cuneta

Las conducciones internas están formadas por cunetas revestidas que cumplen la función de colectar y evacuar las aguas pluviales de la zona en estudio. Deben estar diseñadas de tal manera que no se produzca proceso erosivo ni acumulación de sedimentos.

El proceso de diseño de cunetas es iterativo, y se comienza calculando el caudal que requiere cada una de ellas dependiendo de las subcuencas que aportan a esta, mediante el Método Racional Modificado, para una recurrencia de 5 años, como lo indica la Resolución N°736/16.

La definición de subcuencas de aporte se puede observar en el Plano N° 07 , mientras que el cálculo para las cunetas proyectadas se detalla en el Anexo N°07 "Cálculo Hidráulico".

Diseño y verificación de cunetas

El diseño de cada una de ellas depende de la prestación que se requiere. La sección de las cunetas es trapezoidal con taludes 1:2, contratalud 1:2, y considerando pendiente longitudinal mínima de 1‰.

Para el cálculo del caudal circulante por cada cuneta se utiliza la fórmula de Chezy Manning para canales.

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q: caudal [m³/s]
- n: coeficiente de rugosidad hormigón
- A: Sección transversal del canal [m²]
- R: Radio hidráulico [m]
- S: pendiente longitudinal

De esta manera, se propone una sección de cuneta y se verifica cada una de ellas mediante el cálculo anterior. Este procedimiento se presenta en el Anexo N°07 "Cálculo Hidráulico".

13.4.2 Diseño de alcantarillas

Alcantarillas internas

Luego de determinar el caudal de diseño de cada cuneta, procedemos al dimensionamiento de las alcantarillas. Se requiere el proyecto de alcantarillas en los casos que la cuneta se ve interferida por un camino transversal.

En la siguiente figura N°59 se presenta de manera esquemática, la ubicación de las 4 alcantarillas internas a diseñar, junto a la ubicación de la alcantarilla externa dimensionada posteriormente.

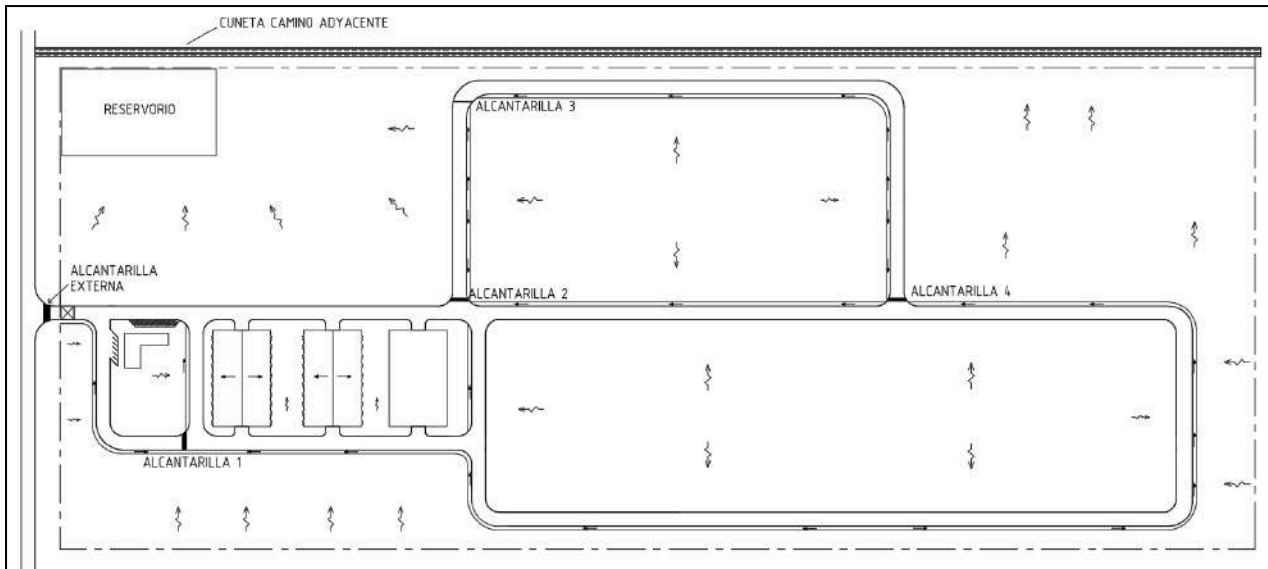


Figura N° 59: Alcantarillas proyectadas (Fuente: Elaboración propia).

Según la Resolución No 736/16, el diseño de alcantarillas debe ser para una recurrencia de 5 años.

De esta manera, para el diseño de las alcantarillas se opta por emplear secciones rectangulares o cuadradas, según lo requiera cada punto del sistema de drenaje. Estas estructuras se resolverán mediante módulos prefabricados de hormigón, cuya particularidad es que la propia pieza incorpora una losa superior resistente, apta para soportar el tránsito vehicular sin necesidad de contar con una tapada mínima adicional.

La elección de este tipo de alcantarilla responde a las condiciones hidrogeológicas del sitio. La presencia de una napa freática muy elevada limita la posibilidad de realizar excavaciones profundas, imposibilitando la instalación de alcantarillas de caños de hormigón, por ejemplo, que demanden una tapada mínima para garantizar su funcionamiento estructural e hidráulico. El uso de módulos prefabricados permite reducir significativamente la profundidad de implantación, evitando interferencias con la napa y asegurando a la vez la capacidad estructural y la continuidad del tránsito sobre la obra. Adicionalmente, el diseño de las alcantarillas se encuentra condicionado por la altimetría del sistema de cunetas receptoras, las cuales presentan cotas definidas que no pueden ser modificadas significativamente respecto a la situación existente por razones presupuestarias, salvo que resulte hidráulicamente imprescindible. Esta limitación refuerza la necesidad de adoptar secciones de baja altura que permitan garantizar la continuidad del escurrimiento sin requerir profundizaciones adicionales del sistema.

En el Anexo N°07 “Cálculo Hidráulico” se detalla el cálculo realizado, donde resultan los siguientes tipos:

- Alcantarilla 1: Ancho: 0.5m ; Alto: 0.4m.
- Alcantarilla 2: Ancho: 0,5m ; Alto: 0,5m.
- Alcantarilla 3: Ancho: 0,5m ; Alto: 0,4m.
- Alcantarilla 4: Ancho: 0,4m ; Alto: 0,4m.

Alcantarilla externa

Luego de determinar el caudal de diseño que escurre por la cuneta que atraviesa el camino de acceso al centro GIRSU, se procede al dimensionamiento de la alcantarilla externa, cuya ubicación fue mostrada anteriormente en la Figura N°59. Para esto, la misma se predimensiona con el ábaco correspondiente a una sección circular de chapa ondulada cincada, con embocadura de muros de ala Ef.100%. (Ver *Anexo N°07, figura A7.2*).

En el *Anexo N°07 “Cálculos Hidráulicos”* se detalla el cálculo realizado, donde resulta la siguiente alcantarilla:

- 2 conductos de sección circular de chapa ondulada de 1,10m de diámetro.

Luego, se prolongan en forma recta los extremos del conducto 1m por cada lado, los cuales poseen muros de ala, obteniéndose de ésta manera un largo de 9,20m.

13.4.3 Diseño de reservorio

El reservorio tiene la función de almacenar temporalmente el excedente de escorrentía superficial, dado que dichos excedentes son generados por el proceso de impermeabilización del suelo y la aceleración del escurrimiento, que no puede ser evacuado instantáneamente por las cunetas o alcantarillas, de manera que se reduzca el caudal pico y se eviten anegamientos aguas abajo.

En este caso, el dispositivo de regulación está compuesto por la estructura del reservorio, la cual consiste en un recinto excavado en el suelo, y por las obras de descarga para la regulación del caudal evacuado, instaladas con el objetivo de evitar que el volumen de agua evacuado supere al correspondiente a la situación previa al proyecto, consistentes en un vertedero hidráulico y orificios.

Siguiendo lo recomendado en la Resolución N°736/16, el volumen del dispositivo de regulación debe ser dimensionado para una recurrencia de 100 años, y las obras de descarga para tormentas de diseño de 5 y 100 años.

Por lo tanto, el volumen del reservorio se calcula para que el caudal de salida de la obra de descarga sea el correspondiente al de la situación sin el desarrollo del proyecto

para una recurrencia de 100 años. Para obtenerlo, se construyeron los hidrogramas de salida para las situaciones pre y post proyecto, ambos para $R = 100$ años, los cuales se pueden ver en la Figura N°60. El proceso de obtención de estos se visualiza en el Anexo N°7 "Cálculo Hidráulico"



Figura N° 60: Hidrograma de salida post proyecto. (Fuente: Elaboración propia).

Finalmente, el volumen requerido es representado por la diferencia de áreas encerradas por ambos hidrogramas, y este resulta de 2831 m³.

Para el diseño del reservorio se toma en consideración lo establecido en la Resolución N°736/16. La profundidad máxima recomendada es de 0,80 m, por lo que se decide adoptar esta como altura de reservorio con el objetivo de minimizar la superficie en planta requerida. Asimismo, recomienda que los taludes tendidos sean compatibles con la estabilidad del tipo de suelo presente en la zona. Debido a esto se adoptan taludes de 1:1.

13.4.4 Diseño de obras de regulación y descarga

Para una recurrencia de 5 años, se plantea que el caudal de salida es descargado por orificios, mientras que para una recurrencia de 100 años, se agrega un vertedero rectangular de pared delgada, destinado a permitir la descarga de los excedentes generados por eventos extremos.

Cálculo de obra de regulación para R=5 años

El caudal máximo de salida correspondiente a la condición pre proyecto para una recurrencia de 5 años es de 0,26 m³/s. En consecuencia, se procede a dimensionar los orificios necesarios para evacuar dicho caudal, garantizando que el caudal de salida del reservorio no supere el valor correspondiente a la situación sin desarrollo.

Durante el evento de diseño de 5 años, el nivel de agua en el reservorio no alcanza la cota de funcionamiento del vertedero, por lo que la descarga del caudal se realiza únicamente mediante los orificios. En estas condiciones, los orificios trabajan bajo carga, siendo el caudal evacuado función de la altura de agua sobre el centro de los mismos.

El cálculo del caudal descargado por los orificios se realiza mediante la ecuación de descarga por orificio, expresada como:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

Donde:

- Q: caudal descargado [m³/s]
- Cd: coeficiente de descarga
- A: área del orificio [m²]
- g: aceleración de la gravedad [m²/s]
- h: carga hidráulica sobre el centro del orificio [m]

Como criterio de diseño, según lo establecido en la Resolución N° 736/16, se recomienda evitar diámetros menores a 0,40 m para descargas mediante orificios. En función de ello, se adopta un orificio de pared gruesa de hormigón, de 0,45 m de diámetro y 2,35 m de longitud, el cual trabaja bajo carga para la recurrencia de 5 años.

Con dicha configuración, se verifica que el orificio posee capacidad suficiente para evacuar el caudal correspondiente a la recurrencia de 5 años, resultando compatible con el caudal máximo admisible de la condición pre proyecto para la recurrencia considerada.

El cálculo correspondiente se presenta en el Anexo N°07 "Cálculo Hidráulico.

Cálculo de obra de regulación para R=100 años

El caudal máximo de salida pre proyecto para una recurrencia de 100 años es de 0,41 m³/s. En este caso, el excedente de caudal respecto del control ejercido por el orificio de descarga es evacuado mediante un vertedero rectangular de pared gruesa de 1,00m de ancho.

El caudal que debe descargar el vertedero se obtiene como la diferencia entre el caudal para la recurrencia de 100 años y el que descarga el orificio planteado anteriormente, dando un caudal de 0,15m³/s.

El dimensionamiento del vertedero se realiza de modo tal que permita evacuar dicho caudal excedente sin comprometer el funcionamiento hidráulico del sistema de drenaje aguas abajo. El caudal regulado es descargado a la cuneta del camino correspondiente a la Ruta Provincial 4S. Debido a la falta de datos respecto a las dimensiones de las cunetas del camino previo al proyecto, se supone que las mismas poseen una profundidad de 1,0m y una base de fondo de 1,80 m, como se observa en las siguientes figuras N° 61 y N°62:

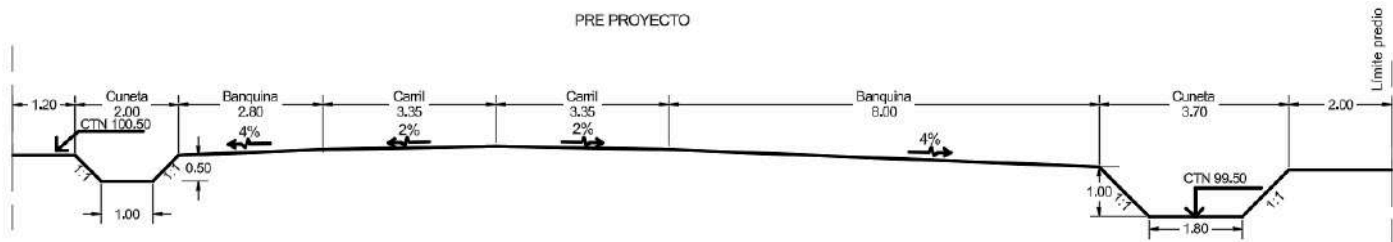


Figura N° 61: Corte transversal de la Ruta Provincial 4S pre proyecto adyacente al camino. (Fuente: Elaboración propia).

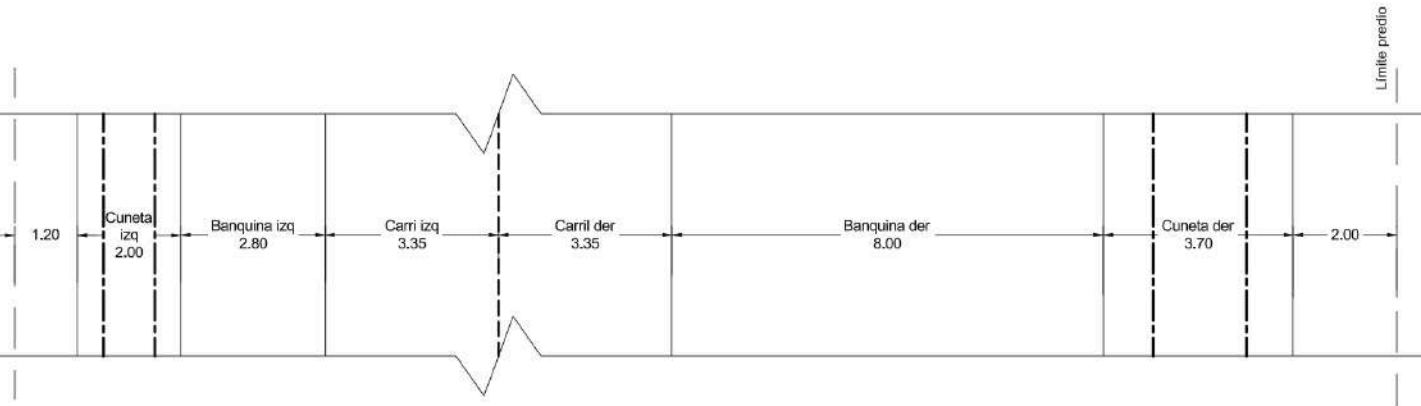


Figura N° 62: Esquema en planta Ruta Provincial 4S pre proyecto adyacente al camino. (Fuente: Elaboración propia).

Dichas dimensiones fueron obtenidas desde GoogleMaps, a partir de la medición aproximada de los diferentes componentes del coronamiento. A continuación, en la Figura N°63, se presenta una vista aérea de la Ruta Provincial 4S en el punto donde se localizará el centro Girsu, en la cual se puede apreciar dicha amplitud.



Figura N° 63: Vista aérea Ruta Provincial 4S. (Fuente: Elaboración propia).

A partir de esta hipótesis, y habiendo obtenido la cota con la que se llega al punto de descarga sobre la cuneta del camino existente, se decide realizar una rectificación de dicha cuneta, aumentando la profundidad a 1,50 m, y ensanchando la base de fondo a 2,35m. Por último, se supone talud de 1:1 y contratalud de 1:1.

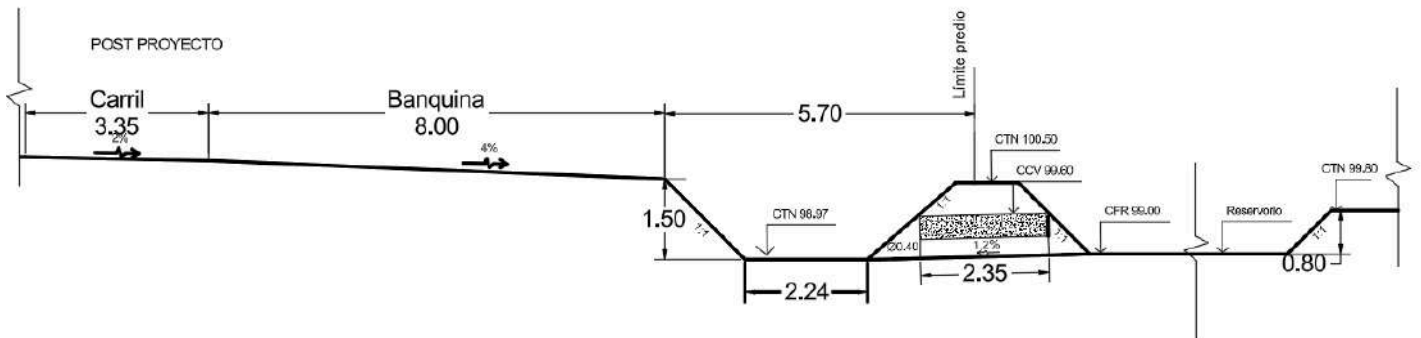


Figura N° 64: Corte transversal de la Ruta Provincial 4S post proyecto adyacente al camino. (Fuente: Elaboración propia).

Mediante la rectificación de la cuneta del camino existente, se logra que la cota de fondo del punto de descarga resulte mayor a la cota de fondo de la cuneta del camino existente a la que desagua.

14. CONSIDERACIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Las ODS son los “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, una serie de 17 metas globales adoptadas por todos los países miembros de las Naciones Unidas en 2015, como

parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ver *Figura N°65*). Tienen como propósito erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, de forma sostenible.

Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse de aquí al año 2030.

Los ODS buscan un desarrollo integral, que equilibre:

- lo económico (crecimiento, trabajo, tecnología),
- lo social (salud, igualdad, educación),
- y lo ambiental (cambio climático, agua, biodiversidad).

Lista de los 17 ODS:

1. Fin de la pobreza.
2. Hambre cero.
3. Salud y bienestar.
4. Educación de calidad.
5. Igualdad de género.
6. Agua limpia y saneamiento.
7. Energía asequible y no contaminante.
8. Trabajo decente y crecimiento económico.
9. Industria, innovación e infraestructura.
10. Reducción de las desigualdades.
11. Ciudades y comunidades sostenibles.
12. Producción y consumo responsables.
13. Acción por el clima.
14. Vida submarina.
15. Vida de ecosistemas terrestres.
16. Paz, justicia e instituciones sólidas.
17. Alianzas para lograr los objetivos.



Figura N° 65: Objetivos de desarrollo sostenible (Fuente: Sitio web “Esturirafi”).

Los objetivos que se relacionan de manera directa con el proyecto son:

El primer lugar le corresponde al objetivo 11, ya que la gestión integral de residuos sólidos urbanos contribuye directamente a la sostenibilidad de las ciudades y comunidades.



El objetivo 11 de “Ciudades y Comunidades Sostenibles” busca lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Esto es crucial, ya que se espera que el 60% de la población viva en ciudades para el 2030, lo que hace que el desarrollo sostenible de las ciudades sea un desafío crítico en la agenda global.

Dada la forma en que las grandes ciudades generan residuos, esto está directamente relacionado con la gestión de residuos sólidos, incluyendo la operación de rellenos sanitarios, de las siguientes maneras:

- Gestión adecuada de residuos urbanos: Uno de los componentes clave para alcanzar el objetivo 11 es garantizar la gestión adecuada de los residuos generados en las ciudades y comunidades. Es notable como hasta entonces no se cumple este objetivo en todas las localidades estudiadas, dado que se cuenta con una gran cantidad de basurales a cielo abierto en la región que perjudican la salud de las personas que habitan la zona e intervienen negativamente en sus actividades cotidianas.

Los rellenos sanitarios controlados son una parte esencial de esta gestión, ya que proporcionan un lugar adecuado para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, evitando así la acumulación de basura en áreas urbanas y contribuyendo a mantener las ciudades limpias y saludables.

- **Reducción de la contaminación:** La contaminación ambiental producida por una mala gestión de los residuos sólidos puede afectar la salud de las personas y la calidad de vida en las ciudades, por lo que los rellenos sanitarios controlados ayudan a reducir este riesgo.

- **Infraestructura y servicios básicos:** El manejo adecuado de los residuos sólidos es un servicio básico en las ciudades y comunidades sostenibles. Un relleno sanitario bien gestionado es una parte fundamental de la infraestructura necesaria para brindar este servicio y, por lo tanto, contribuye al logro de la meta 11, que busca asegurar el acceso de todas las personas a servicios básicos, incluyendo la gestión de residuos.

- **Desigualdad social:** Es notable como la ausencia de rellenos sanitarios bien diseñados y gestionados fomenta una inadecuada distribución de los residuos en áreas menos pobladas o con menos recursos. Esto contribuye a la desigualdad social ya que parte de la población se ve más vulnerable y expuesta a las consecuencias que una mala gestión de los residuos conlleva.

Metas que cumple dentro del ODS 11:

→ ODS 11.1: Acceso a Viviendas y Servicios Básicos:

El proyecto GIRSU mejora las condiciones urbanas y contribuye al acceso a viviendas y servicios básicos mediante la gestión eficiente de residuos.

→ ODS 11.6: Reducción del Impacto Ambiental en Ciudades:

La gestión de residuos reduce el impacto ambiental per cápita en las ciudades, destacando la atención a la calidad del aire y la gestión de desechos.

→ ODS 11.7: Acceso Universal a Espacios Verdes:

El proyecto contribuye a entornos urbanos más limpios, promoviendo el acceso a zonas verdes y espacios públicos seguros.

→ ODS 11.a: Fortalecimiento de Vínculos entre Zonas Urbanas y Rurales:

El proyecto GIRSU juega un papel integral en fortalecer los lazos económicos, sociales y ambientales entre zonas urbanas, periurbanas y rurales, respaldando la planificación del desarrollo a nivel nacional y regional.

→ ODS 11.b: Implementación de Políticas para Desarrollo Sostenible:

El proyecto respalda la implementación de políticas para la inclusión, uso eficiente de recursos, mitigación del cambio climático y resiliencia ante desastres.



El segundo objetivo, en orden de importancia es el ODS 12 ya que él mismo considera la importancia de reducir, reutilizar y reciclar y este proyecto se alinea fuertemente con estas prácticas, fomentando un manejo responsable de los residuos.

El objetivo 12 de “Producción y consumo responsables” busca promover prácticas sostenibles de producción y consumo a nivel mundial.

Según los datos obtenidos de la ONU, si la población mundial alcanza los 9.600 millones de personas para 2050, sería insostenible mantener los niveles actuales de consumo de recursos naturales. Se requerirían los recursos de casi tres planetas para satisfacer estas demandas, lo que destaca la necesidad de un enfoque más sostenible en la gestión de recursos y el estilo de vida.

El concepto de consumo y producción sostenibles consisten en “hacer más y mejor con menos” lo que implica lograr un mayor rendimiento con una menor utilización de recursos, al mismo tiempo que se disocia el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente.

Este enfoque busca mejorar la eficiencia en el uso de recursos y fomentar formas de vida sostenibles. Además, el consumo y la producción sostenibles tienen el potencial de reducir significativamente la pobreza y facilitar la transición hacia economías amigables con el medio ambiente y con bajas emisiones de carbono.

Los rellenos sanitarios controlados tienen una relación directa con este objetivo a partir de la promoción de prácticas responsables de producción y consumo:

- Reducción de residuos: Un relleno sanitario debería ser el último eslabón en la gestión de residuos sólidos, y su existencia está relacionada con la producción y eliminación de residuos. Para lograr un consumo y una producción responsables, es esencial reducir la cantidad de residuos generados en primer lugar. Esto puede lograrse a través de la famosa regla de las 3R: “Reducir, Reutilizar y Reciclar” lo que disminuirá la cantidad de residuos que finalmente llega a un relleno sanitario. Es interesante destacar con este proyecto cómo una gestión adecuada de los residuos y una clasificación efectiva de los reciclables pueden tener un impacto significativo en la prolongación de la vida útil del relleno sanitario. Esto, a su vez, nos permite reducir la cantidad de tierra destinada al almacenamiento de residuos.

- Eficiencia en el uso de recursos: Una parte significativa de los desechos que normalmente terminan en la disposición final podría transformarse en recursos o materias primas para otras actividades. Esto no solo aliviaría la presión sobre el relleno sanitario, sino que también fomentaría prácticas sostenibles de reciclaje, contribuyendo así a la conservación de nuestros valiosos recursos naturales.

- Materia orgánica: La materia orgánica, como los residuos de alimentos y productos biodegradables, es una parte significativa de los residuos sólidos urbanos. Se estima que aproximadamente el 40% de los RSU constan de materia orgánica.

La ONU indica al rededor de un tercio de la comida producida se desperdicia cada año debido a problemas como el almacenamiento inadecuado, la distribución ineficiente y la falta de conciencia sobre el desperdicio de alimentos. Esto tiene un impacto negativo en la seguridad alimentaria y el medio ambiente.

Los rellenos sanitarios son instalaciones diseñadas para la eliminación segura de residuos sólidos, incluyendo la materia orgánica. Sin embargo, la acumulación de grandes cantidades de sustancias biodegradables en los mismos puede generar emisiones de gases de efecto invernadero y lixiviados contaminantes que afectan el medio ambiente.

Es por eso que en este proyecto consideramos fundamental garantizar una gestión efectiva de la materia orgánica antes de que llegue a los rellenos sanitarios, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos que finalmente se disponen. Esto se logra mediante la separación previa de la materia orgánica de los desechos generales y su tratamiento adecuado en áreas de compostaje. De esta manera, no solo conseguimos reducir el

volumen de desechos que ingresan al relleno sanitario, sino que también obtenemos tierra compostada que puede ser utilizada para crear las capas de cobertura necesarias en el mismo.

- Educación y concienciación: Una desventaja de situar los rellenos sanitarios lejos de las zonas habitadas es que esto puede llevar a una desconexión entre las personas y la generación de residuos. En consecuencia, la población puede perder la percepción de la cantidad de residuos que produce, lo que a su vez puede dar lugar a un consumo y generación de basura descontrolados.

Es por ello que para cumplir con el objetivo 12 la gestión de residuos en rellenos sanitarios controlados debe abarcar la promoción de la educación y la concienciación pública acerca de la importancia de prácticas de consumo y producción responsables.

Metas que cumple dentro del ODS 12:

→ ODS 12.2: Gestión Sostenible de Recursos Naturales:

El proyecto contribuye a la gestión sostenible de recursos al centrarse en la reducción, reutilización y reciclaje de residuos.

→ ODS 12.5: Reducción de la Generación de Desechos:

La base del proyecto es la gestión de residuos urbanos y su correcta disposición final. A su vez se busca concientizar y promover la prevención, reducción y gestión eficiente de residuos urbanos, reduciendo significativamente la generación de desechos.

→ ODS 12.6: Estímulo a Prácticas Sostenibles Empresariales:

Un proyecto GIRSU incentiva a las empresas, especialmente grandes y transnacionales, a adoptar medidas más responsables en la gestión de residuos, a su vez en muchos casos es posible generar convenios con las empresas para llevar a cabo una correcta gestión de sus residuos, permitiendo generar un recurso de lo que para ellos es un desecho, y a su vez garantizando el correcto tratamiento de aquello que no se pueda recuperar.

→ ODS 12.7: Promoción de Adquisiciones Públicas Sostenibles:

El proyecto, al generar conciencia sobre la sostenibilidad en la gestión de residuos, contribuye indirectamente a promover prácticas de adquisición pública sostenibles.

→ ODS 12.8: Acceso a Información sobre Desarrollo Sostenible:

El proyecto proporciona información relevante para concientizar a la población y a las empresas sobre el desarrollo sostenible, particularmente en lo que refiere al tratamiento de residuos sólidos urbanos.

→ ODS 12.a: Fortalecimiento de Capacidades para Consumo y Producción Sostenibles:

La implementación de prácticas sostenibles en la gestión de residuos contribuye al fortalecimiento de capacidades en países en desarrollo.



En tercer lugar se considera el objetivo 6 ya que la gestión adecuada de residuos sólidos evita la contaminación del agua, siendo una contribución significativa a la consecución de agua limpia y saneamiento.

El objetivo 6 de "Agua limpia y saneamiento" se enfoca en asegurar que todas las personas tengan acceso a agua potable y servicios de saneamiento adecuados, al mismo tiempo que se promueve la gestión sostenible de los recursos hídricos. Esto implica garantizar que todas las comunidades, independientemente de su ubicación geográfica o nivel de desarrollo, cuenten con las instalaciones correspondientes para abastecer dichos servicios básicos e indispensables para las actividades humanas.

La ejecución de un relleno sanitario controlado puede contribuir de manera significativa al logro del Objetivo 6:

- Prevención de la contaminación del agua: Tal como se mencionó al principio de este informe, los Basurales a Cielo Abierto producen contaminación sobre el suelo en el que se deposita y en consecuencia en las aguas subterráneas y superficiales debido a una mala gestión de los residuos.

Los rellenos sanitarios son instalaciones diseñadas específicamente para la disposición segura de residuos sólidos. Al contar con un sistema adecuado de recolección y eliminación de basura, los mismos están diseñados para minimizar la liberación de

contaminantes al medio ambiente. Esto incluye medidas para evitar la filtración de líquidos tóxicos en el suelo, a partir de una correcta localización del mismo, es decir, a una distancia prudente de cualquier toma de agua para el consumo humano; mediante una buena impermeabilización del suelo y asegurando un adecuado tratamiento de los líquidos lixiviados.

Al prevenir la contaminación del agua subterránea, se preserva la calidad de las fuentes utilizadas para el abastecimiento de agua potable

- Reducción de enfermedades transmitidas por el agua: La gestión inadecuada de residuos sólidos puede dar lugar a la proliferación de enfermedades transmitidas por el agua. Los rellenos sanitarios controlados, al gestionar adecuadamente los desechos y minimizar la contaminación ambiental, ayudan a prevenir la propagación de enfermedades relacionadas con el agua, lo que es fundamental para garantizar la salud y el saneamiento.

- Preservación de recursos hídricos: Al prevenir la contaminación del agua, los rellenos sanitarios contribuyen a la preservación de los recursos hídricos. Esto es crucial para garantizar la disponibilidad de agua limpia y sostenible, que es un componente esencial del objetivo 6 de Agua Limpia y Saneamiento.

Metas que cumple dentro del ODS 6:

→ ODS 6.1: Acceso Universal al Agua Potable:

Aunque el proyecto no está directamente relacionado con el suministro de agua potable, contribuye a preservar la calidad del agua al gestionar de manera eficiente los residuos sólidos urbanos, reduciendo así la contaminación del agua.

→ ODS 6.2: Acceso a Saneamiento e Higiene Adecuados:

El proyecto mejora las condiciones de saneamiento al gestionar de manera eficiente los residuos sólidos urbanos y reducir la contaminación ambiental.

→ ODS 6.3: Mejora de la Calidad del Agua:

La gestión eficiente de residuos del proyecto contribuye a mejorar la calidad del agua al reducir la contaminación, eliminar desechos no tratados y fomentar el reciclado.

→ ODS 6.4: Uso Eficiente de Recursos Hídricos:

Al reducir la contaminación del agua y mejorar la gestión de residuos, el proyecto contribuye al uso eficiente de los recursos hídricos contribuyendo a enfrentar la escasez de agua.

→ ODS 6.6: Protección y Restauración de Ecosistemas Acuáticos:

Aunque no es el enfoque central del proyecto, la mejora de la gestión de residuos contribuye a reducir la contaminación y a proteger los ecosistemas acuáticos.



En cuarto lugar se describe el objetivo 13, ya que al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la gestión eficiente de residuos, un relleno sanitario contribuye significativamente a la lucha contra el cambio climático

El ODS número 13 se centra en "Acción por el Clima". Su objetivo principal es tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.

El mismo establece una serie de metas y objetivos interrelacionados para abordar el cambio climático a nivel mundial. Algunos de ellos son: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fortalecer la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas para hacer frente a los efectos del cambio climático, movilizar recursos financieros, fomentar la cooperación entre países y aumentar la concienciación pública y la educación sobre el cambio climático.

Aunque los rellenos sanitarios no son una solución directa al cambio climático, están relacionados debido a su impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero y su papel en la gestión de residuos:

- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI): Los rellenos sanitarios generan emisiones de gases de efecto invernadero, como el metano, a partir del procesamiento de la materia orgánica presente en los residuos sólidos, este gas contribuye al calentamiento global, un fenómeno central en el cambio climático.

Por lo tanto, la gestión adecuada de los rellenos sanitarios, incluyendo la captura y el uso de biogás, puede ayudar a reducir estas emisiones y mitigar el impacto ambiental.

- **Mitigación del Cambio Climático:** Reducir la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios a partir de una correcta gestión de los mismos, disminuye las emisiones de metano y reduce la necesidad de recursos naturales para la fabricación de productos.

- **Educación y Sensibilización:** Tal como se mencionó en el objetivo 12, la concienciación pública sobre la relación entre la gestión de residuos y el cambio climático es importante para promover prácticas sostenibles y reducir la generación de residuos, lo que, a su vez, contribuye a los esfuerzos de mitigación del cambio climático.

- **Adaptación al Cambio Climático:** El diseño y la gestión de rellenos deben incluir consideraciones relacionadas con la adaptación, como la protección contra inundaciones, tormentas y eventos climáticos extremos, para garantizar que los rellenos sanitarios sigan funcionando de manera efectiva frente a condiciones climáticas cambiantes.

Metas que cumple dentro del ODS 13:

→ ODS 13.1: Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países:

Al gestionar eficientemente los residuos sólidos urbanos, el proyecto contribuye a la resiliencia al reducir la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental negativo, que puede agravar los riesgos climáticos y desastres naturales.

→ ODS 13.2: Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales:

La gestión de residuos del proyecto puede ser parte de una estrategia nacional más amplia para abordar el cambio climático, ya que una gestión adecuada de residuos contribuye a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y reduce la contaminación ambiental.

→ ODS 13.3: Mejorar la educación, la sensibilización respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS



Finalmente se destacan las alianzas que has establecido con diversas entidades para fortalecer la gestión integral de residuos, demostrando un enfoque colaborativo y multisectorial.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 17 se trata de "Alianzas para lograr los Objetivos". Este objetivo es fundamental ya que promueve la colaboración entre gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y otros actores para alcanzar los demás ODS. Un programa de desarrollo exitoso depende de la formación de alianzas inclusivas a nivel mundial, regional, nacional y local, basado en principios, valores, una visión compartida y objetivos centrados en el bienestar de las personas y el planeta.

Para muchos países, la ayuda económica para el desarrollo es crucial para estimular el crecimiento y el comercio. Sin embargo, es preocupante que la colaboración por parte de los países donantes está disminuyendo.

El objetivo 17 tiene una relación indirecta pero relevante con los rellenos sanitarios:

- **Cooperación y Colaboración:** El ODS 17 promueve la colaboración y la cooperación entre gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y otros actores para abordar los desafíos de desarrollo sostenible. En el contexto de los rellenos sanitarios, esto podría implicar la colaboración entre entidades gubernamentales, empresas de gestión de residuos y organizaciones de la sociedad civil para mejorar la gestión de residuos sólidos y promover prácticas más sostenibles.

Esto es evidente en la manera en que la Ley provincial No 13.055 promueve la creación de consorcios regionales y fomenta la colaboración entre las Municipalidades y Comunas con el propósito de llevar a cabo una gestión integral y regional de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). En esta instancia, se ha establecido el Consorcio de la Microregión 5E, lo que demuestra un enfoque colaborativo y un abordaje en conjunto para solucionar de manera integrada los desafíos relacionados con la gestión de residuos de la región en estudio.

- **Responsabilidad Compartida:** La práctica de que naciones desarrolladas envíen su basura a países menos desarrollados como China, EEUU y países de Europa se llama “exportación de desechos” y trae aparejado consecuencias importantes de equidad tanto desde la perspectiva ambiental como social.

Es crucial reconocer que las consecuencias medioambientales afectan a nivel mundial y no se limitan a comunidades específicas lo que resalta la necesidad de cooperación internacional para abordarlo de manera efectiva.

- **Financiamiento y Recursos:** Tanto los proyectos de transformación de BCA en rellenos sanitarios controlados, como la implementación de tecnologías más limpias y sostenibles, requieren inversión. La cooperación financiera y el acceso a recursos son fundamentales para la mejora y modernización de los rellenos sanitarios, especialmente en países en desarrollo.

- **Tecnología y Transferencia de Conocimiento:** La colaboración en el ámbito tecnológico y la transferencia de conocimiento son elementos clave para la mejora de los rellenos sanitarios.

Metas que cumple dentro del ODS 17:

→ **Comercio: 17.10:** Promover un sistema de comercio multilateral universal: El proyecto, al gestionar residuos de manera sostenible, puede influir en las prácticas comerciales relacionadas con materiales reciclables.

→ **Tecnología: 17.8:** Poner en pleno funcionamiento el banco de tecnología: El proyecto implica el uso de tecnologías avanzadas, podría contribuir a esta meta al promover la adopción de innovaciones tecnológicas.

→ **Cuestiones Sistémicas y Otros: 17.16 y 17.17:** Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible y fomentar alianzas eficaces: El proyecto participa en alianzas locales que forman parte del Consorcio.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se desarrolló la propuesta para la creación de un Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) destinado a la Microregión 5E, una iniciativa que constituye un avance clave hacia un modelo de manejo de residuos más responsable y sostenible. En un contexto donde la conciencia ambiental crece y las

comunidades, grandes o pequeñas, enfrentan desafíos similares en materia de disposición de residuos, abordar esta problemática desde un enfoque regional se vuelve no sólo pertinente, sino necesario. Las localidades de menor escala suelen carecer de la capacidad económica para sostener por sí mismas este tipo de infraestructuras, motivo por el cual el consorcio de la Microregión 5E adquiere un rol central al articular esfuerzos y recursos entre las cinco localidades que lo integran.

La situación actual del manejo de residuos en la microregión evidencia la urgencia de esta propuesta: hoy en día, los residuos son depositados en un basural a cielo abierto, sin controles ni tratamientos previos, con los impactos ambientales y sanitarios ya analizados en capítulos anteriores. A esto se suma la próxima saturación del sitio, lo que ha impulsado a las autoridades locales a buscar una solución definitiva. En ese sentido, el escenario institucional y social resulta propicio para la implementación de un proyecto de estas características.

Es importante remarcar que un centro GIRSU no se limita únicamente a reemplazar un basural existente. El relleno sanitario constituye solo una parte del sistema; el verdadero valor del proyecto radica en las instalaciones destinadas a reducir, recuperar y valorizar materiales, disminuyendo así la fracción de residuos que finalmente requiere disposición final. Además, los beneficios pueden extenderse al plano social mediante la creación de nuevos puestos de trabajo vinculados a la gestión de residuos y la formalización de trabajadores que hoy desarrollan tareas en condiciones informales o precarias.

Respecto de las recomendaciones, uno de los principales desafíos que enfrenta este tipo de emprendimientos es la falta de previsión presupuestaria para su operación y mantenimiento. Una infraestructura sin el sostenimiento adecuado corre el riesgo de degradarse y derivar en prácticas similares a las de un basural a cielo abierto, anulando los beneficios de la inversión inicial. De igual manera, se destaca que la gestión integral comienza en los hogares: promover la participación ciudadana mediante campañas de sensibilización y educación ambiental resulta esencial para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Además, se sugiere llevar a cabo un estudio de suelos específico para conocer con exactitud la permeabilidad del suelo en la zona de implantación ya que hay mucha arcilla, y en detalle la profundidad de la napa, cuestión fundamental en el proyecto.

En conclusión, la propuesta presentada constituye una alternativa superadora frente al actual manejo de residuos en la Microregión 5E. Su implementación es viable y

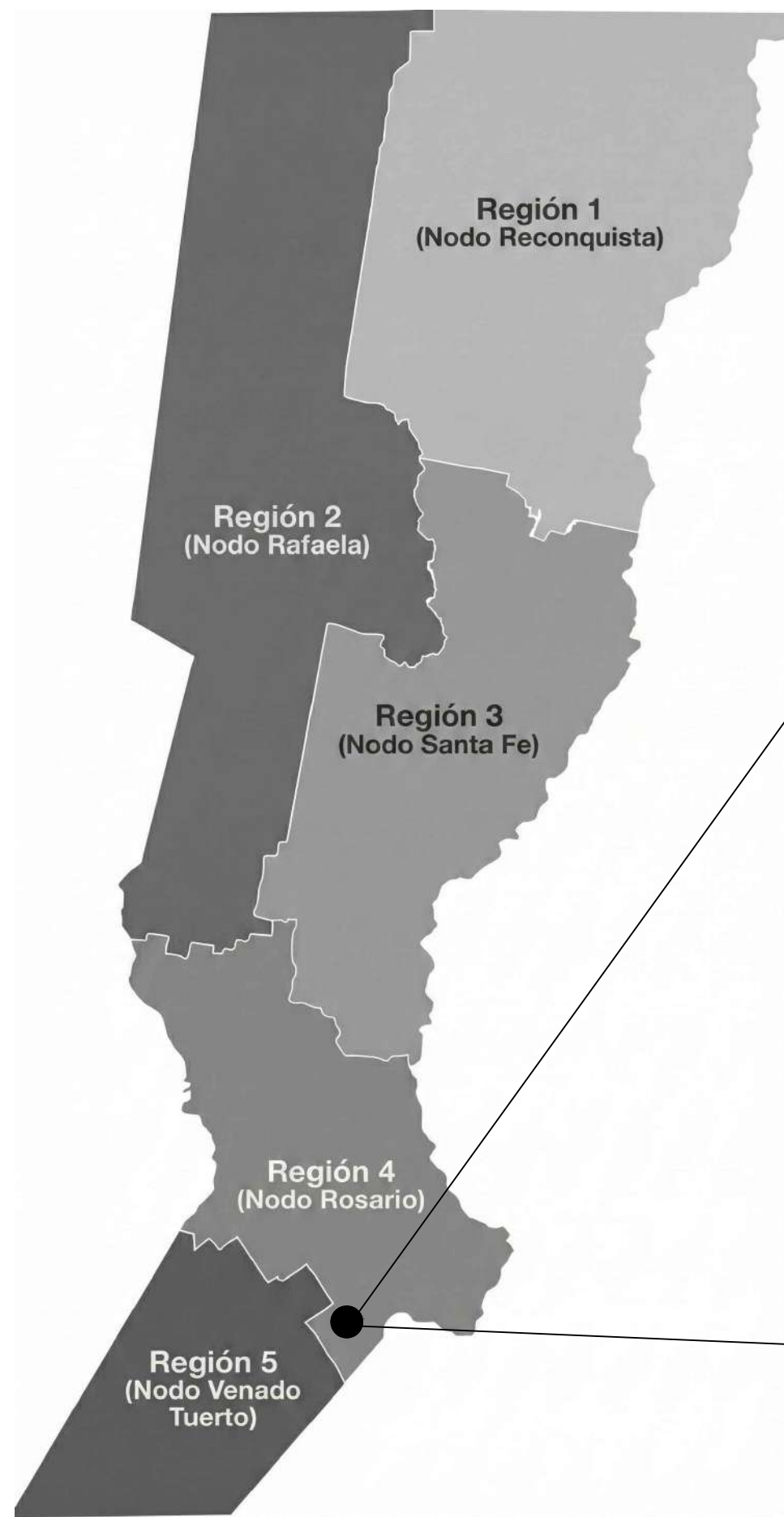
representa una oportunidad concreta para mejorar la calidad de vida de los habitantes de todas las localidades que integran el consorcio, al tiempo que contribuye a una gestión ambientalmente responsable y sostenible.

Finalmente, el desarrollo de este Trabajo Final representó una experiencia altamente positiva y enriquecedora para el equipo. La elaboración del proyecto permitió integrar y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, enfrentando una problemática real y compleja desde una mirada técnica, social y ambiental. El trabajo en grupo favoreció el intercambio de ideas, la toma de decisiones consensuadas y el fortalecimiento de habilidades vinculadas a la planificación, la coordinación y la responsabilidad compartida. Asimismo, el desafío de abordar un proyecto de escala regional contribuyó a afianzar una visión integral propia del ejercicio profesional de la ingeniería civil. En este sentido, la experiencia no solo consolidó aprendizajes académicos, sino que también aportó herramientas fundamentales para el futuro desempeño profesional.

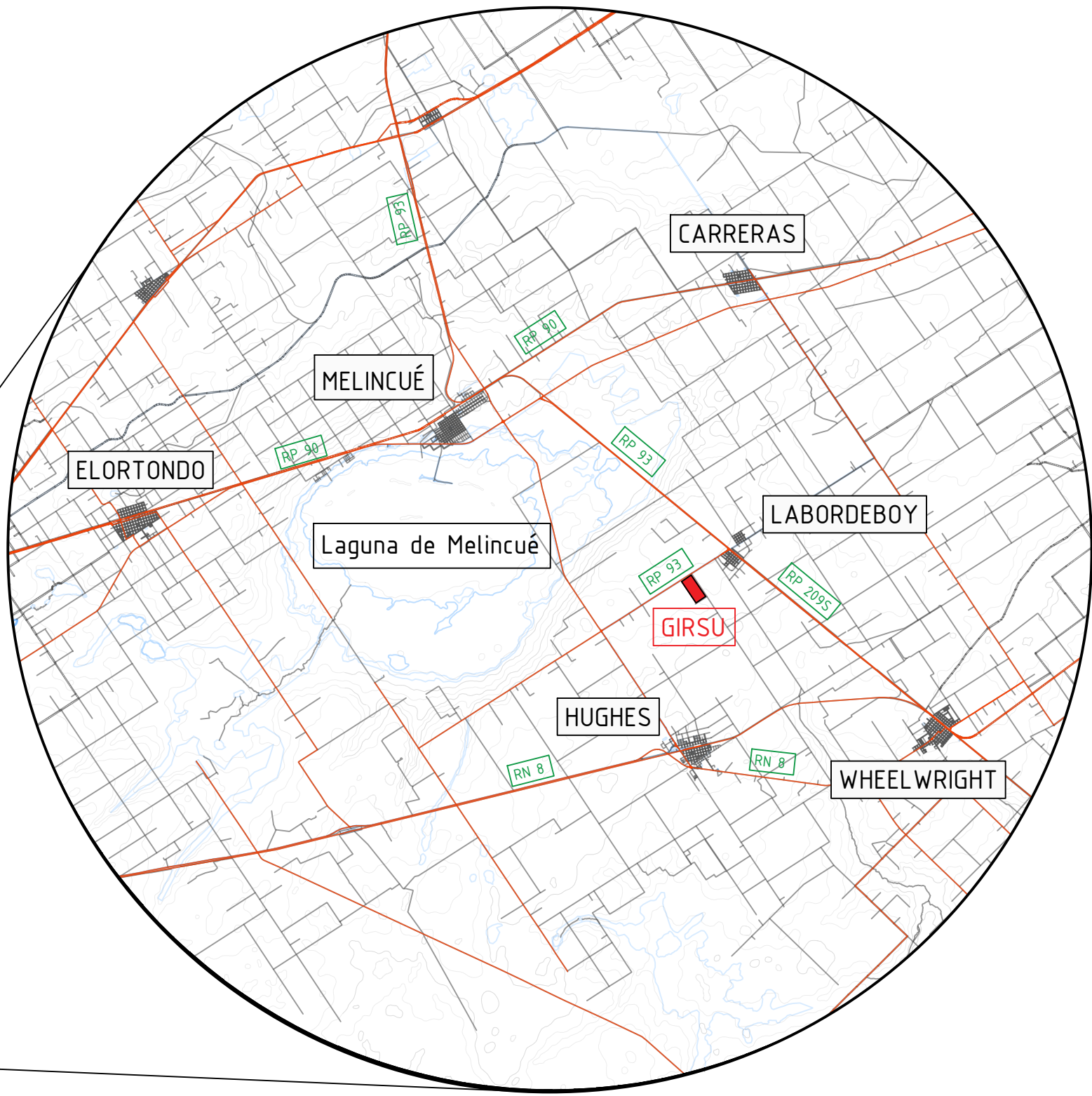
16. BIBLIOGRAFÍA


- “RESIDUOS SOLIDOS URBANOS: Estudio de estrategia y factibilidad” Ing. Marcela De Luca - Ing. Nestor Giorgi
<https://biblioteca.camarco.org.ar/wp-content/uploads/10-Residuos-Solidos-Urbanos-Rsu.-Estudio-de-Estrategia-y-Factibilidad.pdf>
- “What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050” Banco Mundial, 2018
<https://www.dropbox.com/scl/fi/vbhwLuriz1wiuhkqjznv/What-a-waste-2.0.pdf?rlkey=1mbycyagjq2eo973ekqjksfg4&e=1&st=uresyfdt&dl=0>
- “Unidad Temática 6: Residuos Sólidos Urbano - Clase 2: Disposición final” de la cátedra de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
- “Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010” Organización Panamericana de la Salud
- “Ordenamiento Territorial Ambiental de la Cuenca Hidrográfica y de Aporte Directo a la Laguna Melincué” .Eduardo Peralta
- “SITIO RAMSAR HUMEDAL LAGUNA MELINCÚE ESTADO DE SITUACIÓN Red de Humedales de Importancia para los Flamencos Altoandinos: Sitio Prioritario Laguna Melincué”
- Google Earth. Extensión con curvas de nivel.
- “Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Dpto. Belgrano, Santa Fe” Proyecto final de la carrera de Ingeniería Civil por Carlachiani, Galazzo, Mariño, Ordóñez
- Estudio de suelos de Hughes - Detallado en Anexo N°03
- informe World Bank “More Growth, Less Garbage”
https://documents1.worldbank.org/curated/en/152661626328620526/pdf/More-Growth-Less-Garbage.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Ley 13055/2009
<https://www.santafe.gov.ar/normativa/item.php?id=109524&cod=d188ecfdc85bee2cfbede037271cb72f>
- DEISA RSU Planta de clasificación y tratamiento -
<https://desarrollosindustriales.com/equipos-y-plantas/rsu-plantas-de-clasificacion-y-tratamiento/>
- “Empleo de residuos de la construcción para la estabilización de suelos: estudio comparativo de su comportamiento dinámico”. Angelone S., Cauhape Casaux M., Zorzutti L., Martínez F. Revista Carreteras. Año LXIX - N°254, p 108-125. 2024. ISSN N°: 0325 0296.

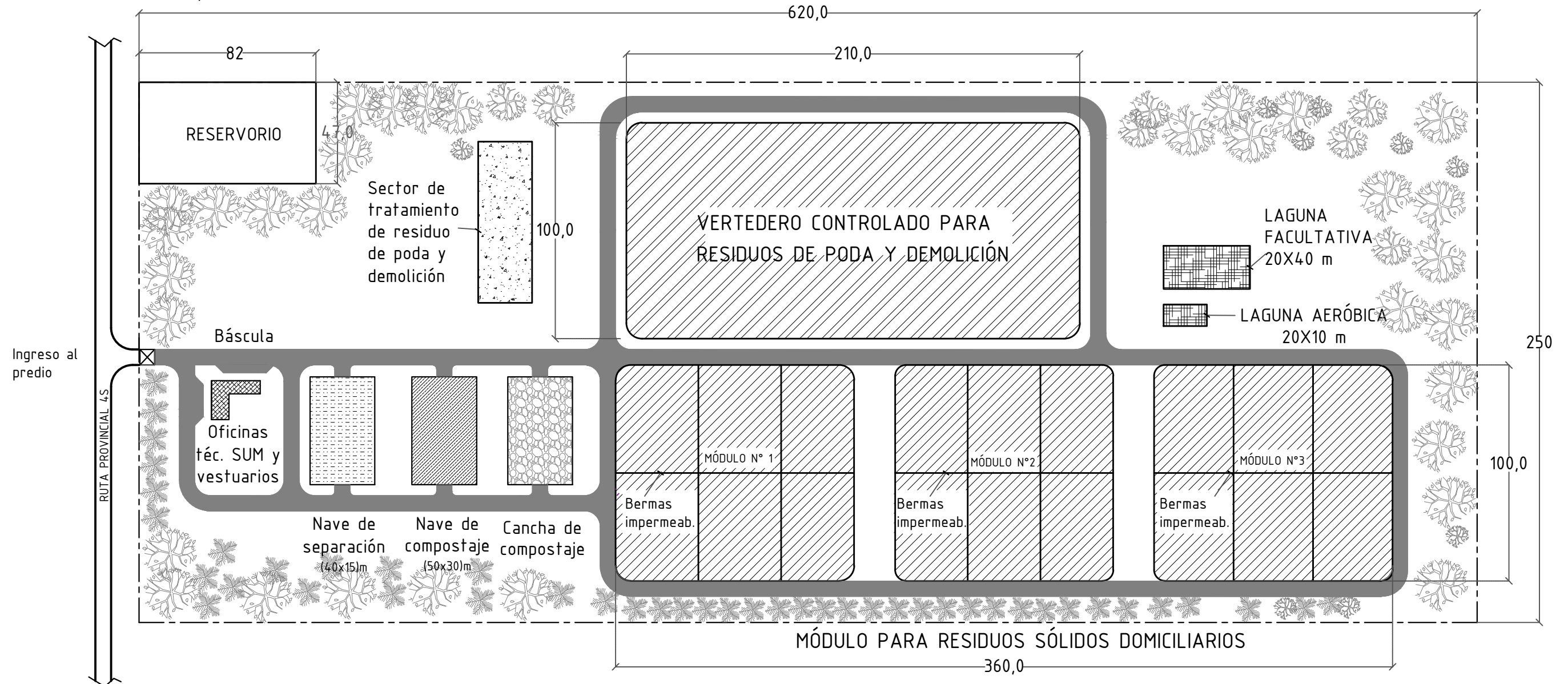
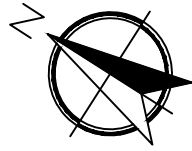
17. LEGAJO DE PLANOS



DIVISIÓN POLITICA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE EN REGIONES



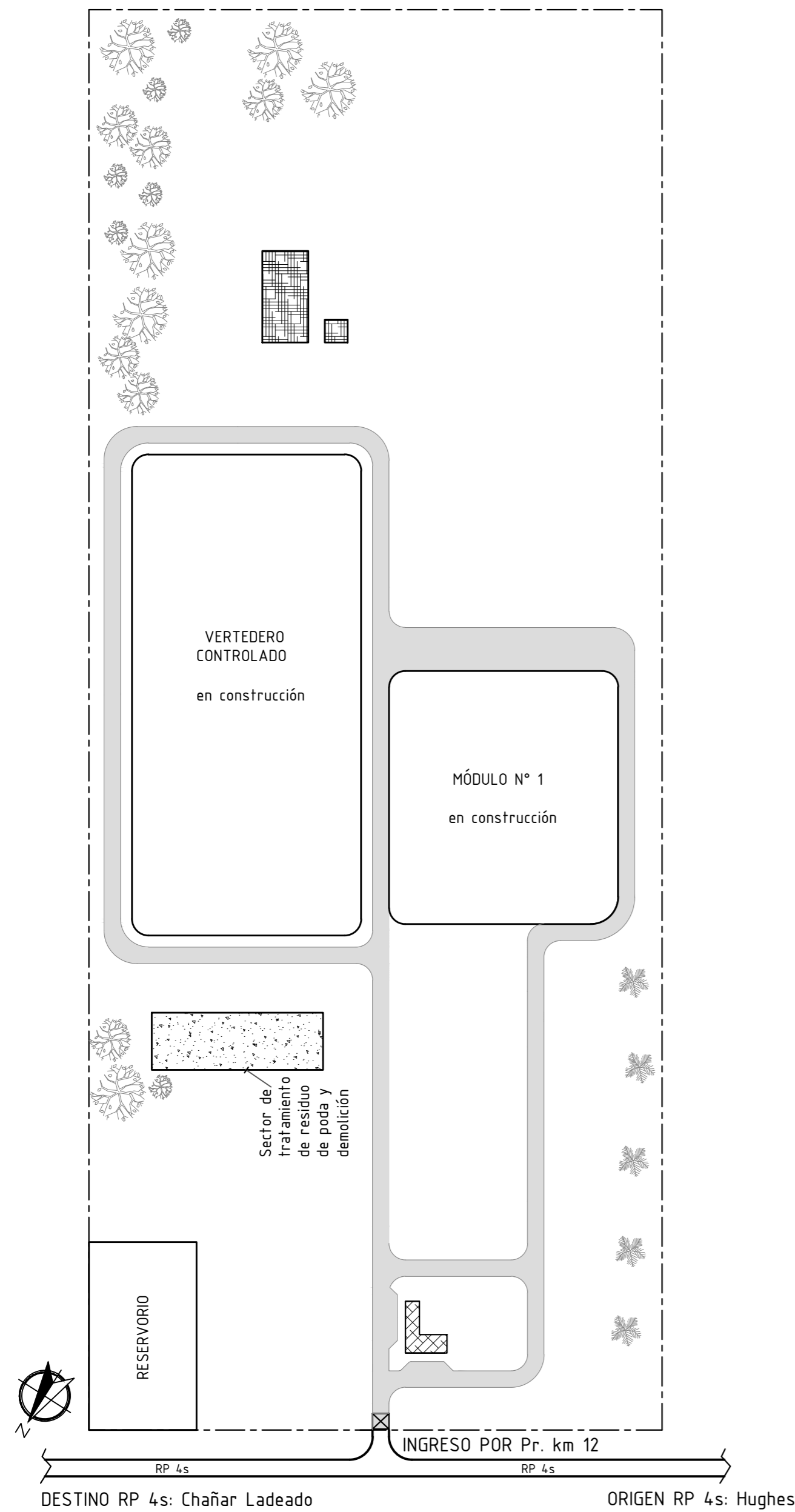
 Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		Proyecto: Consorcio GIRSU: Microregión 5E	
		Catedra: Proyecto IV	Fecha: 06/02/26
Descripción: Plano de ubicación		Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba	Escala: 01



- Referencias:
- Módulo de relleno sanitario.
 - Vertedero controlado para residuos de poda y demolición
 - Lagunas para control de lixiviados.
 - Nave de compostaje.
 - Cancha de compostaje.
 - Oficinas Técnicas y administrativas.

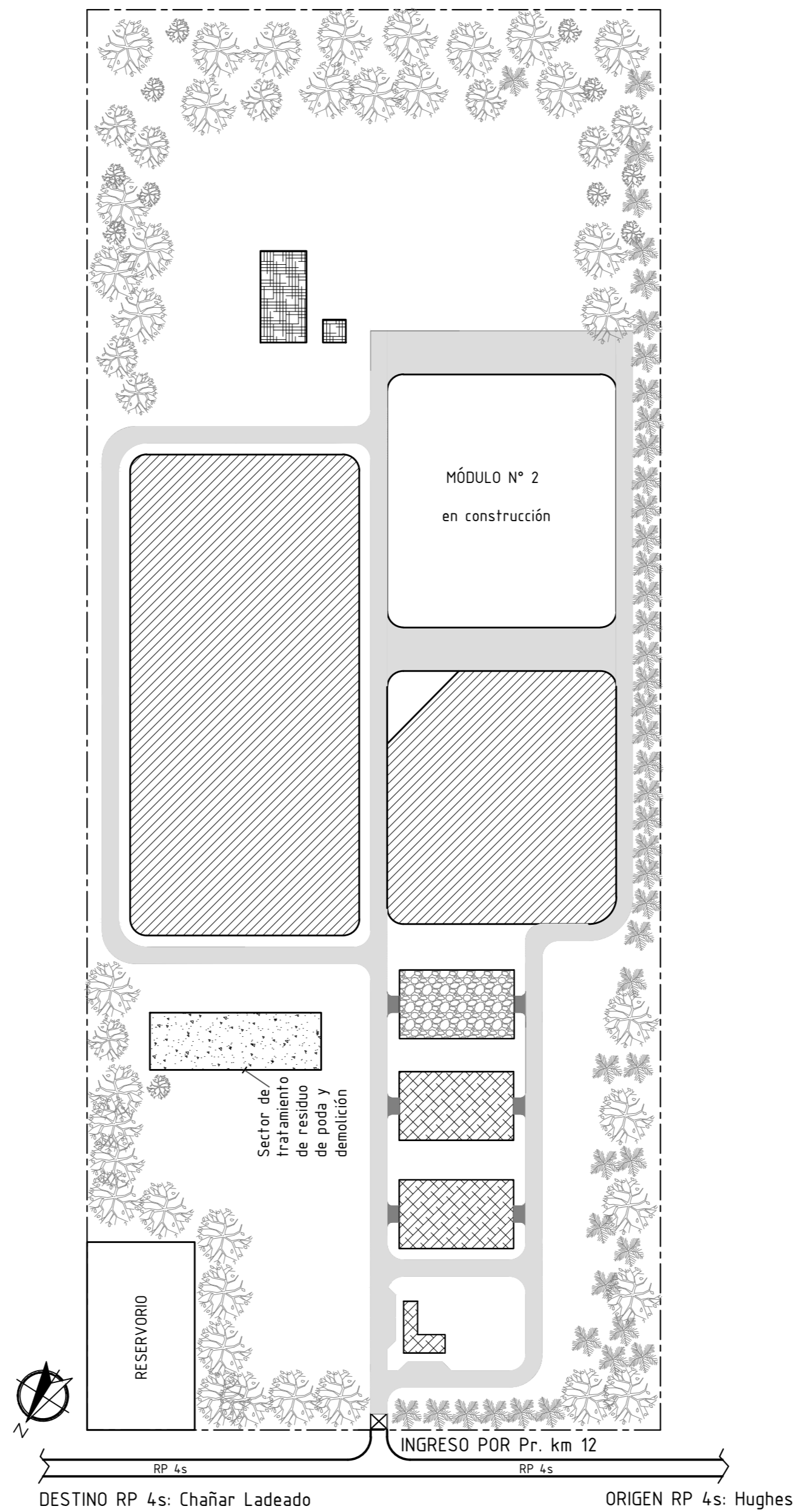
NOTAS
 Medidas en metro.
 Cotas referidas al cero del I.G.N.

Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensur Escuela de Ingeniería Civil		
Cátedra: Proyecto IV		Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba		Fecha: 06/02/26
Descripción: Layout general del predio GRSU		Plano N°: 02
		Escala: 1:2000

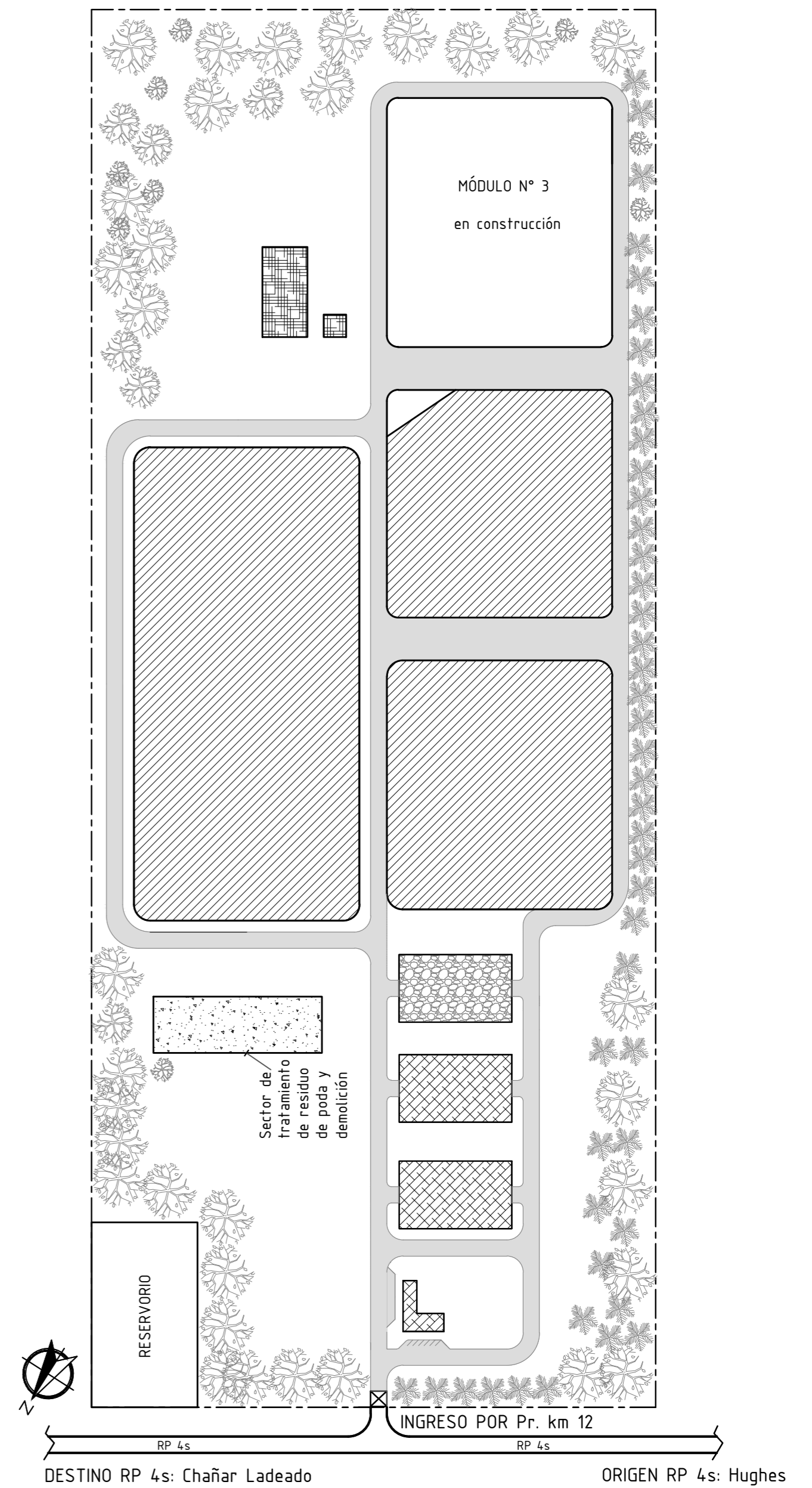


ETAPA N° 1: Construcción del módulo n°1, edificio administrativo, reservorio, lagunas de tratamiento, vertedero controlado y acceso

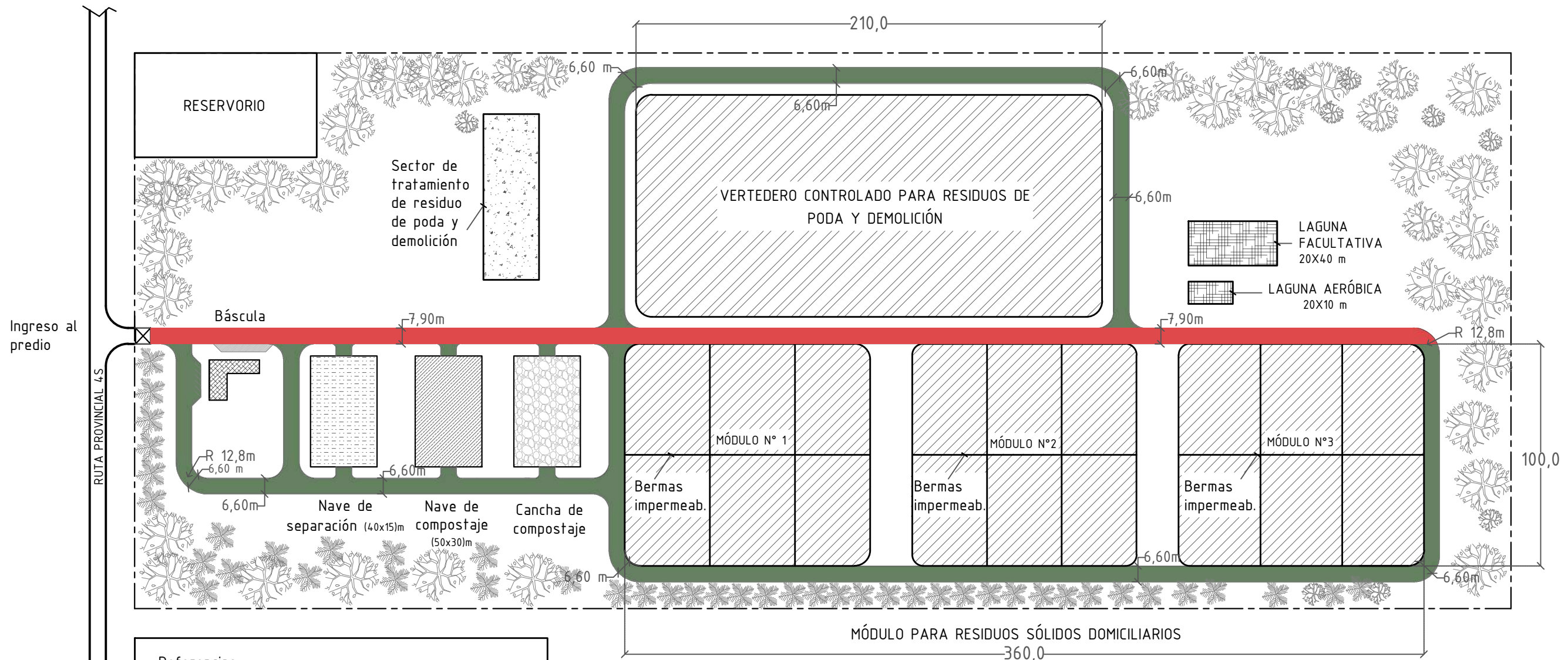
NOTAS
 Medidas en metro.
 Cotas referidas al cero del I.G.N.



ETAPA N° 2: Cierre del módulo n°1, construcción del módulo n° 2 y galpones metálicos





ETAPA N° 3: Cierre del módulo n°2, construcción del módulo n° 3



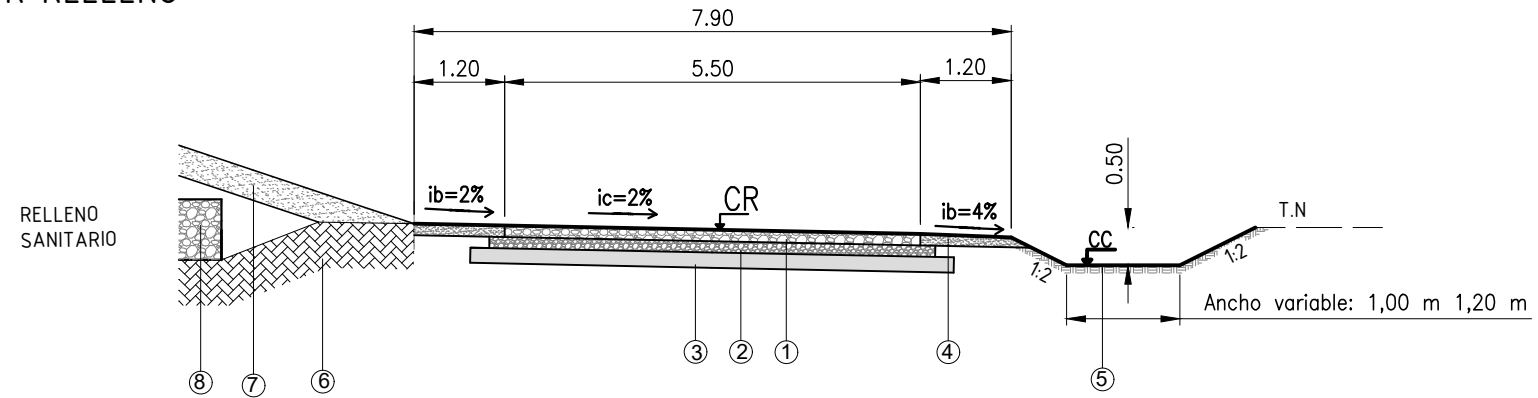
Referencias:
█ Camino principal: estabilizado granular
█ Camino secundario: estabilizado granular

OBSERVACIONES:
 - Los anchos acotados incluye ancho de banquetas.
 - Radio de curvas en todas las esquinas: 12,8m

Medidas en metro.

 Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil			
Cátedra: Proyecto IV		Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba		Fecha: 06/02/26	Plano N°:
Descripción: Planimetría de caminos internos		Escala: 1:2000	04

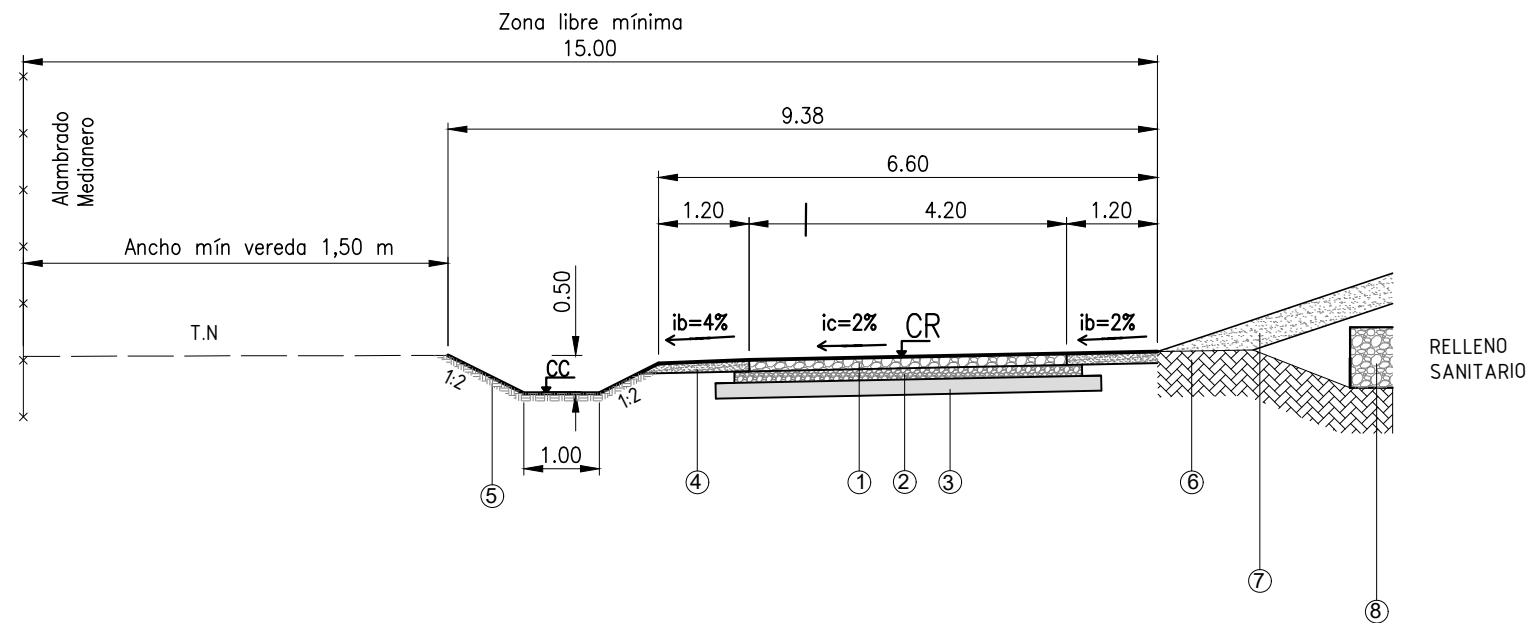
CAMINO PRINCIPAL POR RELLENO



PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① 1° capa Estabilizado Granulometrico, en un espesor de 0,15m, en un ancho de 5.50m
- ② 2° capa Estabilizado Granulometrico, en un espesor de 0,15m, en un ancho de 6.00m
- ③ Perfilado y compactacion de la subrasante, en un espesor de 0,2 m, en un ancho de 6.50m
- ④ Banquina de suelo compactado
- ⑤ Cuneta recubierta con suelo vegetal
- ⑥ Relleno anclaje membrana suelo del lugar
- ⑦ Suelo vegetal, espesor 40cm
- ⑧ Dren material granular y geotextil

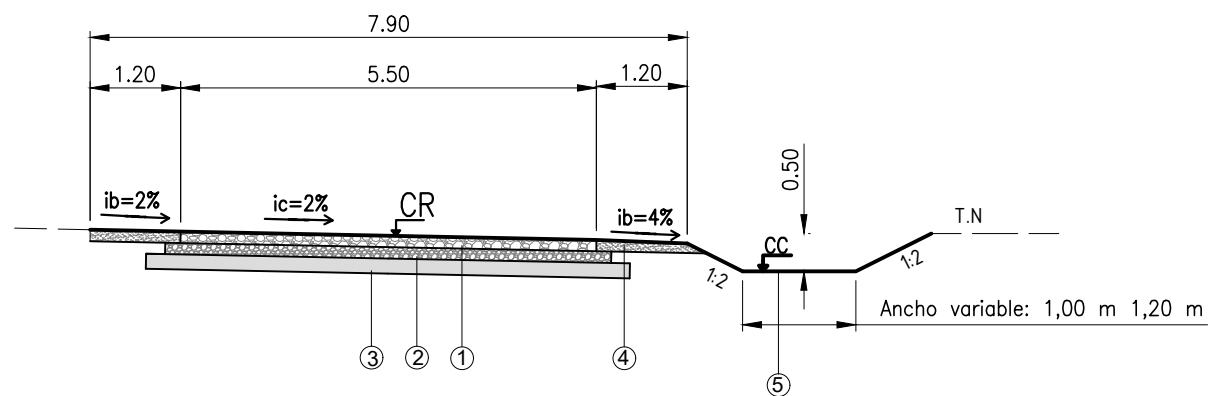
CAMINO SECUNDARIO POR RELLENO



PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① 1° capa Estabilizado Granulometrico, en un espesor de 0,15m, en un ancho de 5.40m
- ② 2° capa Estabilizado Granulometrico, en un espesor de 0,15m, en un ancho de 5.80m
- ③ Perfilado y compactacion de la subrasante
- ④ Banquina de suelo compactado
- ⑤ Cuneta recubierta con suelo vegetal
- ⑥ Impermeabilización de fondo de relleno - Arcilla bentonítica
- ⑦ Suelo vegetal, espesor 40cm
- ⑧ Dren material granular y geotextil

CAMINO PRINCIPAL POR INSTALACIONES

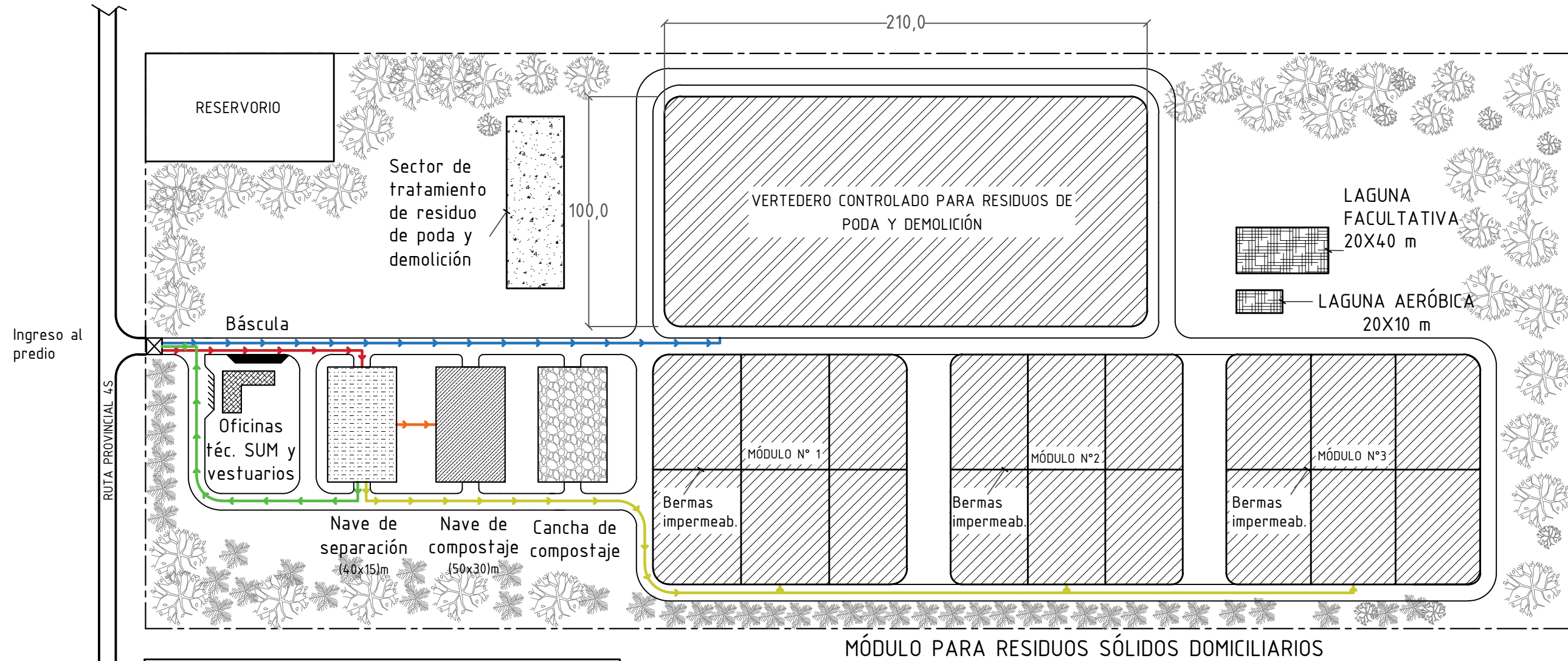


PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① 1° capa Estabilizado Granulometrico, en un espesor de 0,15m
- ② 2° capa Estabilizado Granulometrico, en un espesor de 0,15m
- ③ Perfilado y compactacion de la subrasante, en un espesor de 0,2 m
- ④ Banquina de suelo compactado
- ⑤ Cuneta de suelo vegetal (Ver detalle de obra hidraulica)



REFERENCIAS:	
CC Cota de Cuneta	ib Pendiente de banquina
CR Cota de Rasante	ic Pendiente de calzada
T.N Terreno Natural	

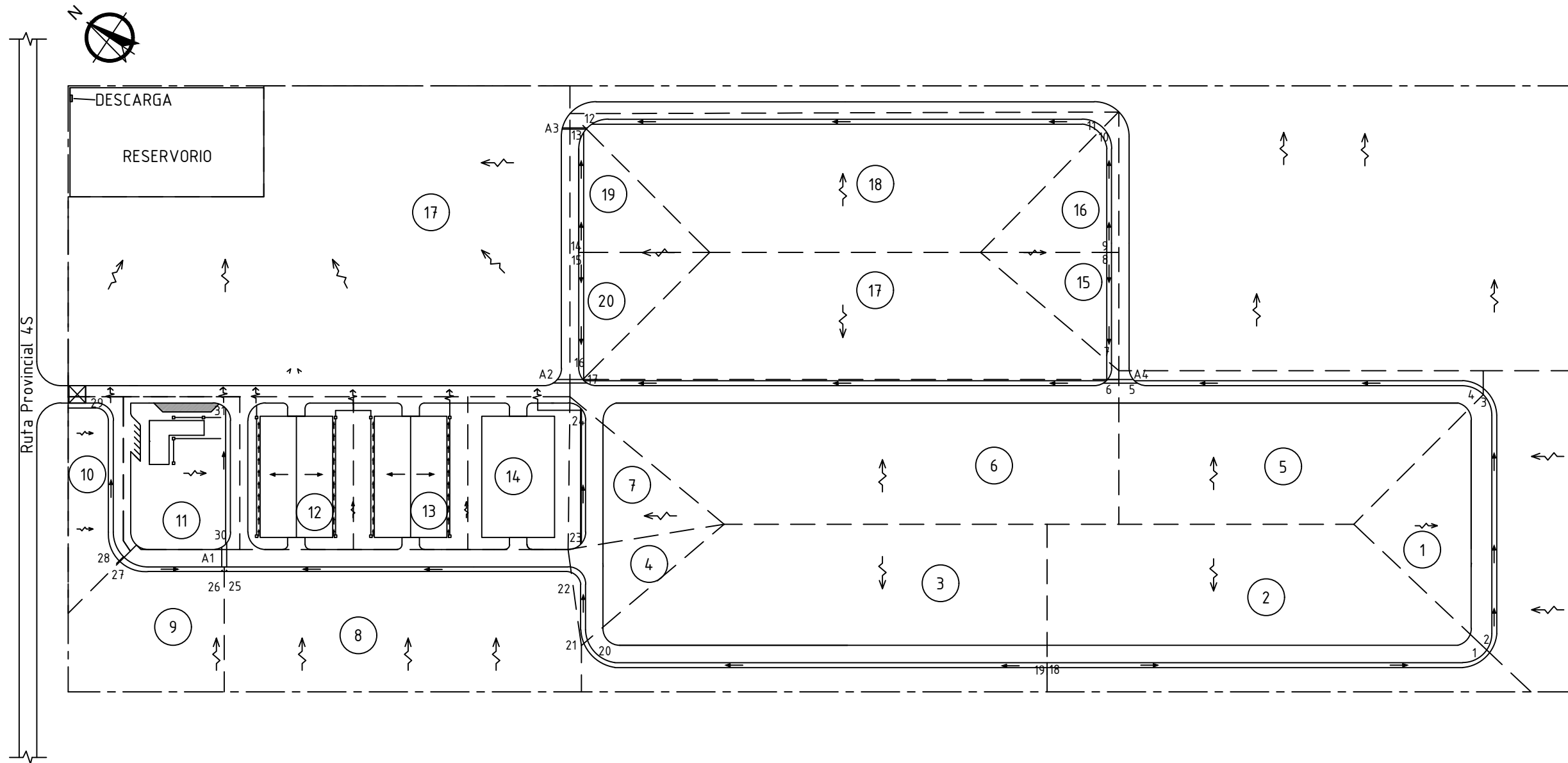
Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
Cátedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba	Fecha: 06/02/26	Plano N°:
Descripción: Perfiles tipo de obra básica y pavimentos de caminos internos	Escalas:	05
	H: 1:100 V: 1:100	





- Referencias:
- Desde ingreso hasta planta de separación.
 - Desde ingreso hasta vertedero para poda y demolición.
 - Desde planta de separación hasta salida del predio.
 - Desde planta de separación hasta relleno sanitario.
 - Desde planta de separación hasta planta de compostaje mediante cinta transportadora.

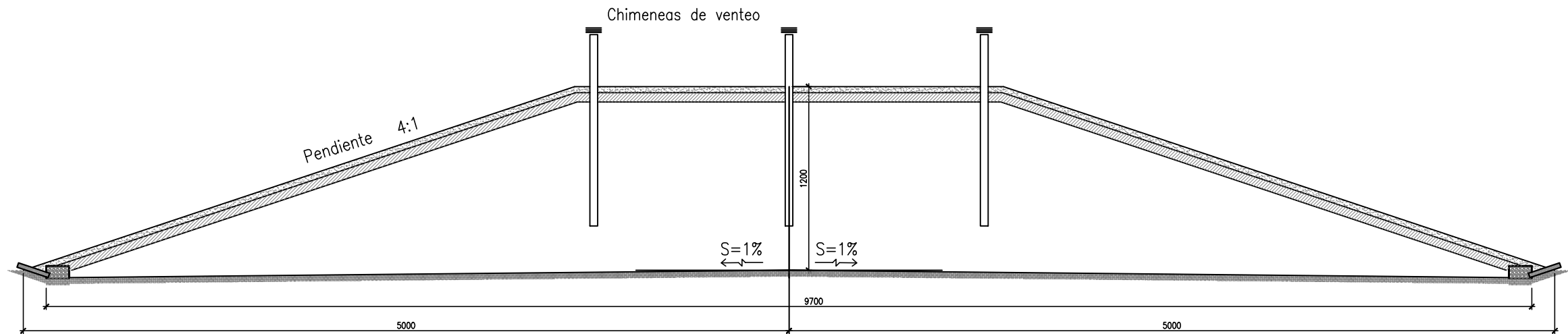
NOTAS
 Medidas en metro.
 Cotas referidas al cero del I.G.N.

 Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
Cátedra: Proyecto IV		Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba		Fecha: 06/02/26
Descripción: Esquema de circulación interna		Plano N°: 06
		Escala: 1:2000



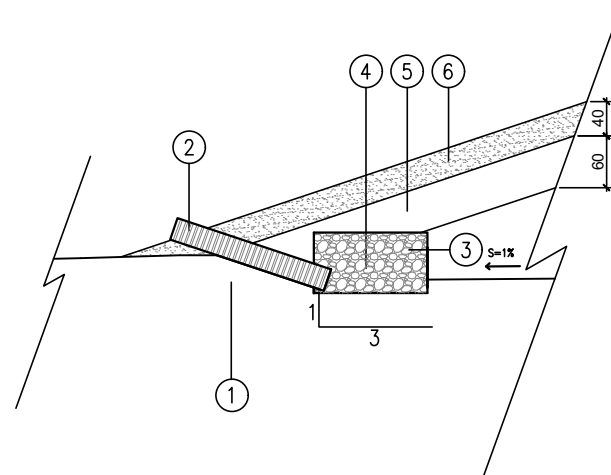
- Referencias
- ① Subcuenca
 - 1 Punto extremo de cuneta
 - ↗ Ecurrimiento maniforme
 - Ecurrimiento encauzado
 - - - Delimitación predio
 - A1 Alcantarilla
 - Canaleta galpón

	Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
	Cátedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba		Fecha: 06/02/26	Plano N°: 07
Descripción: Plano de escurrimiento y subcuencas		Escala: 1:2000	





Corte transversal del relleno
Escala 1:33

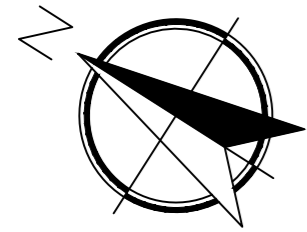
DETALLE RELLENO SANITARIO Y DESAGÜE DE LIXIVIADOS



- ① Arcilla bentonítica en un espesor de 0.60mts según especificaciones
- ② Caño de PEAD \varnothing 300mm
- ③ Residuos
- ④ Dren material granular y geotextil 1.50x0.80mts
- ⑤ Suelo compactado en un espesor de 0.60mts
- ⑥ Suelo vegetal en un espesor de 0.40mts

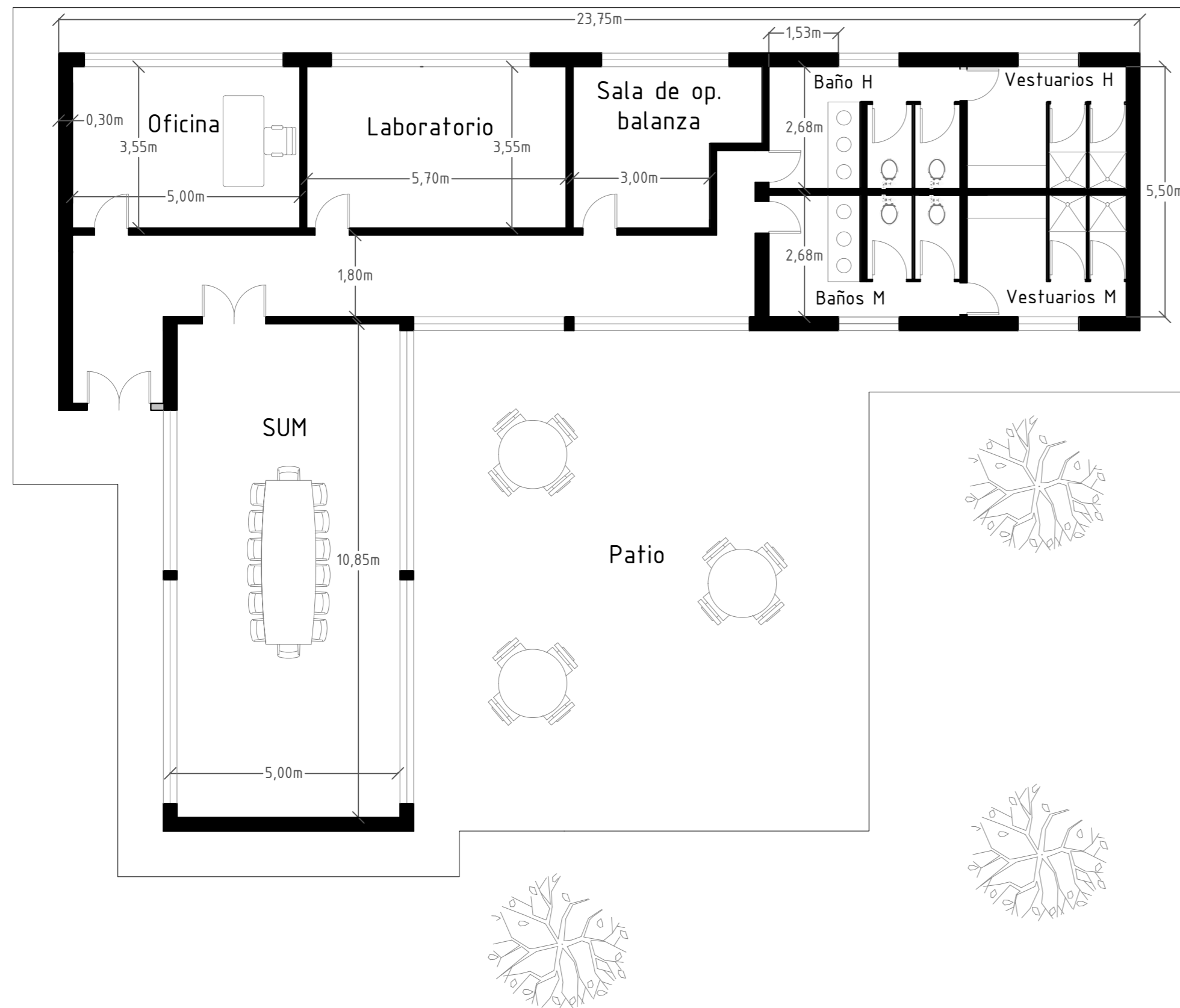
Detalle relleno sanitario y desagüe de lixiviados
Escala 1:10

	Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
	Cátedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba		Fecha: 06/02/26	Plano N°: 08
Descripción: Corte transversal y detalle de Relleno Sanitario		Escala: s/d	

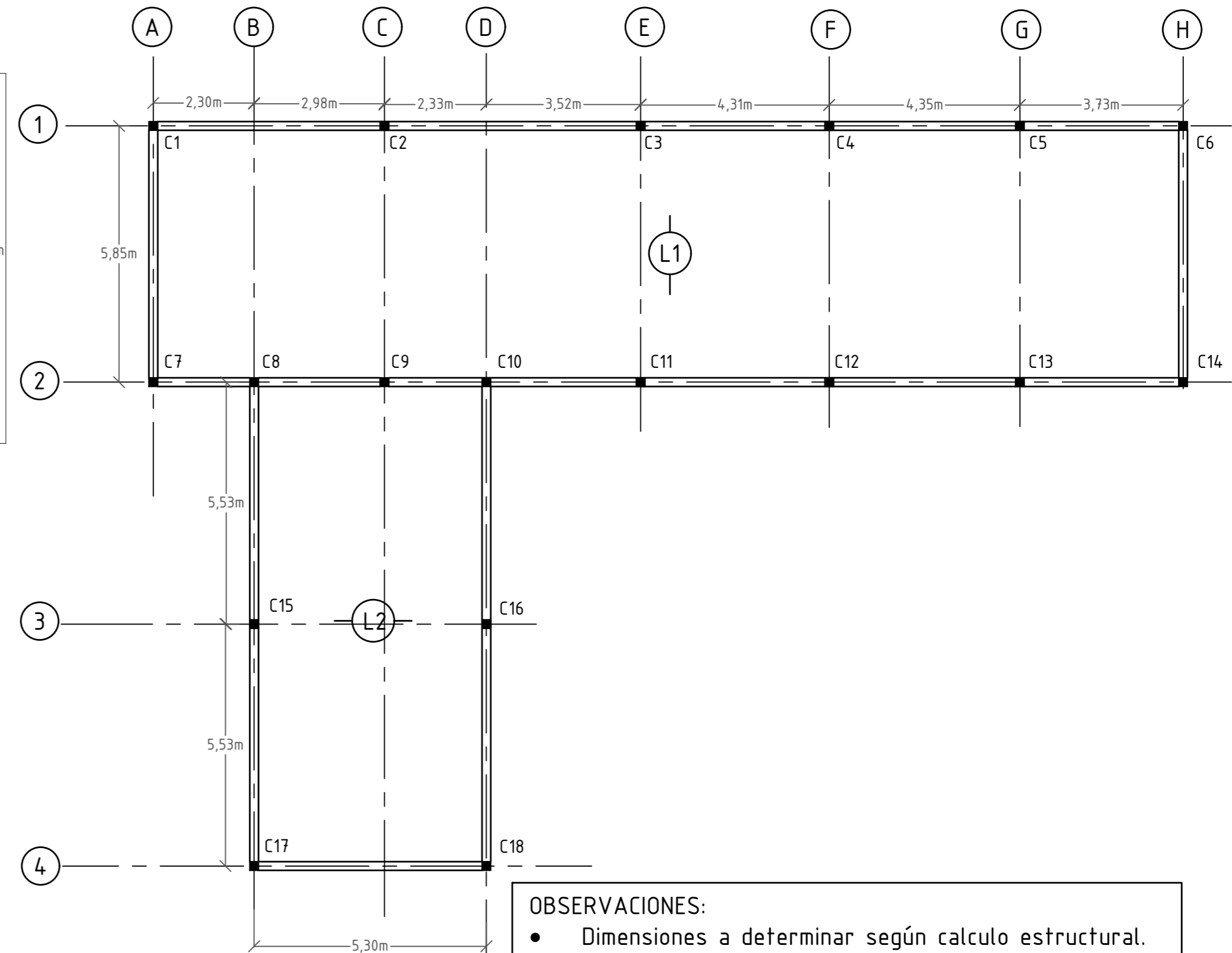


PLANO DE ARQUITECTURA

Balanza





ESQUEMA ESTRUCTURAL PROPUESTO



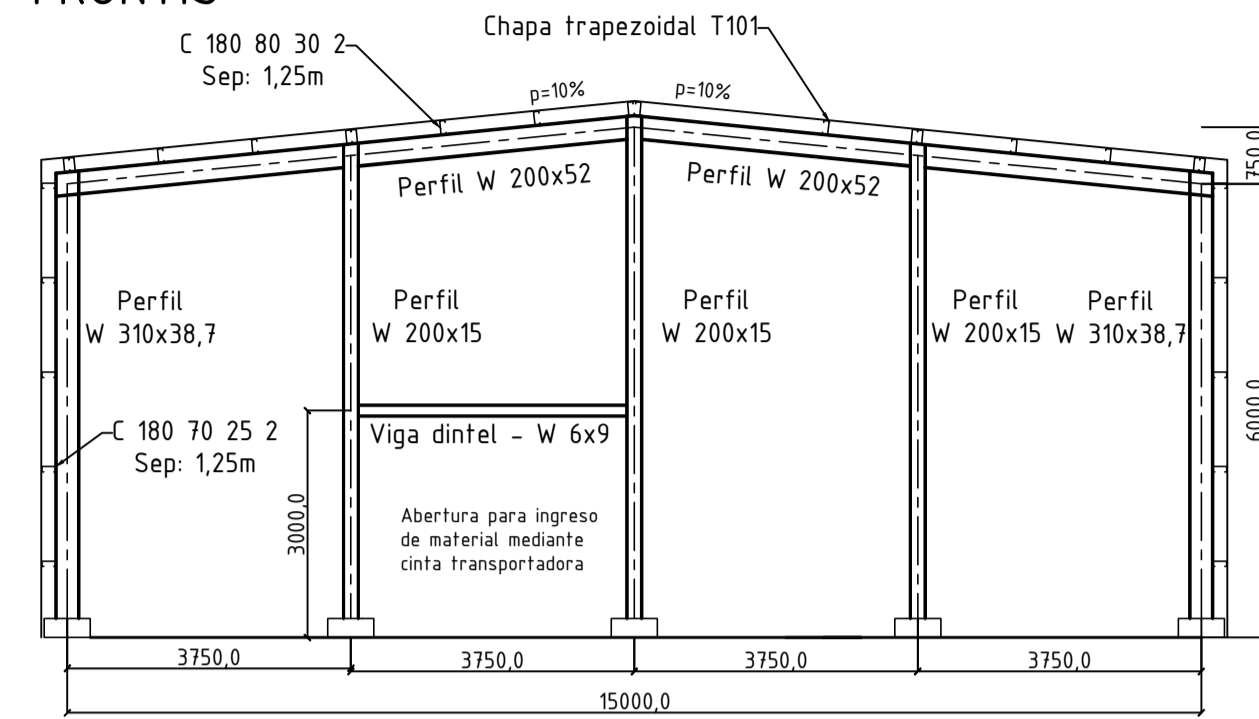
OBSERVACIONES:

- Dimensiones a determinar según calculo estructural.
- Para la cubierta se propone una losa de viguetas pretensadas con una capa de compresión de hormigón.

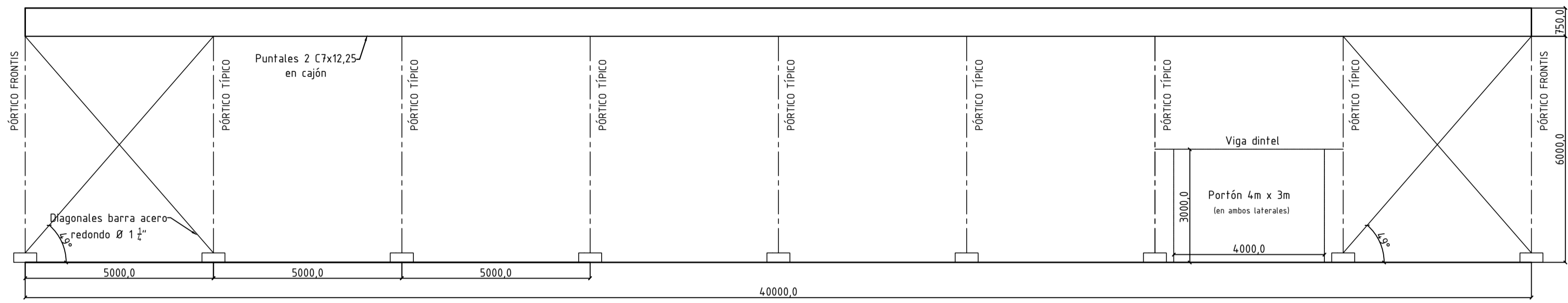
Medidas en metro.

	Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
	Cátedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba	Fecha: 06/02/26	Plano N°: 09	
Descripción: Prediseño de edificio administrativo	Escala: 1:100		

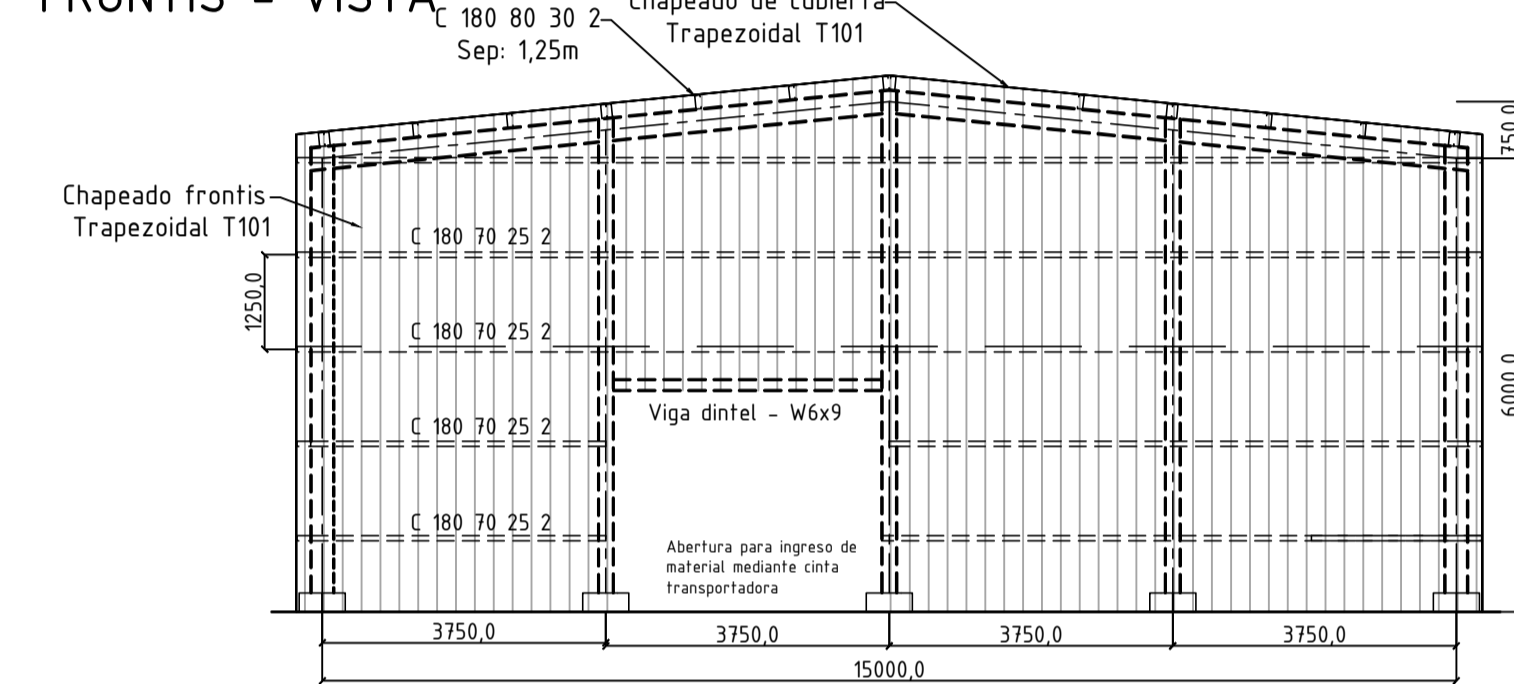
FRONTIS



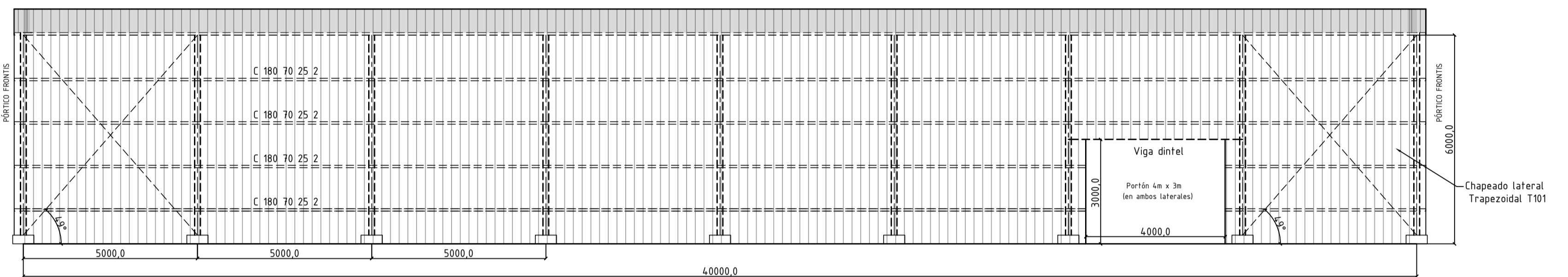
VISTA LATERAL



FRONTIS - VISTA

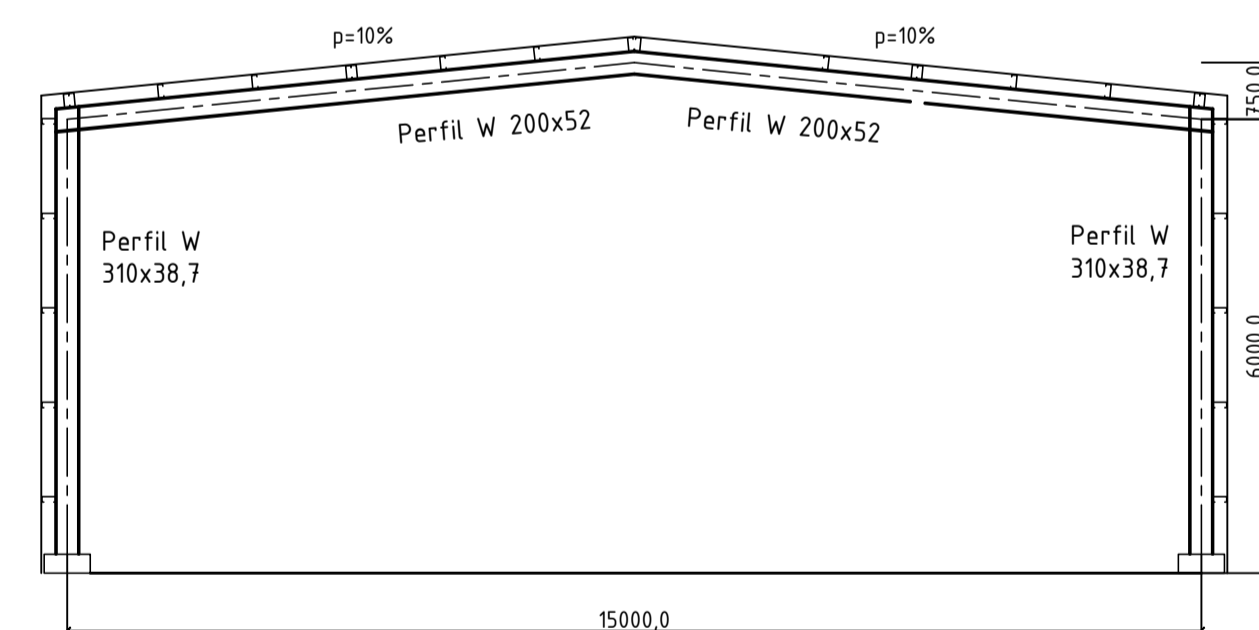


VISTA LATERAL

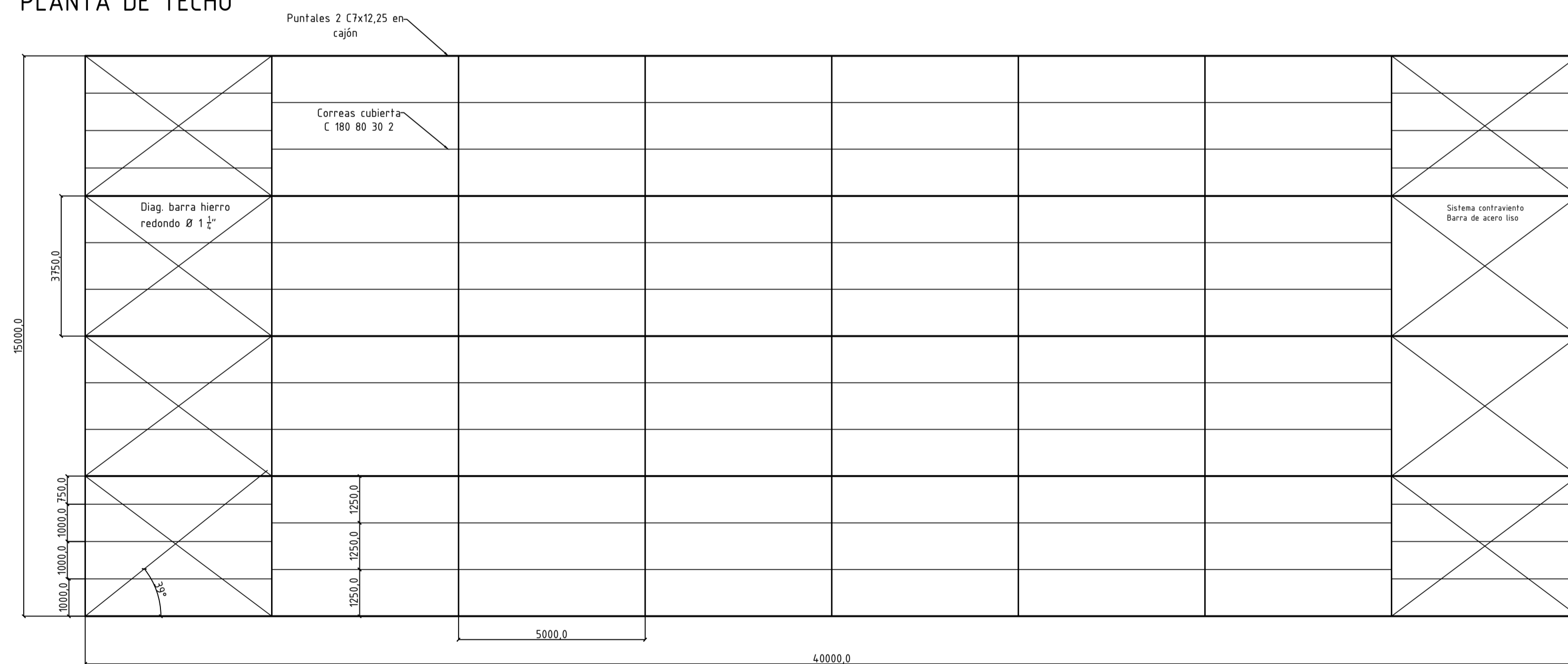


Medidas en mm

PÓRTICO TÍPICO

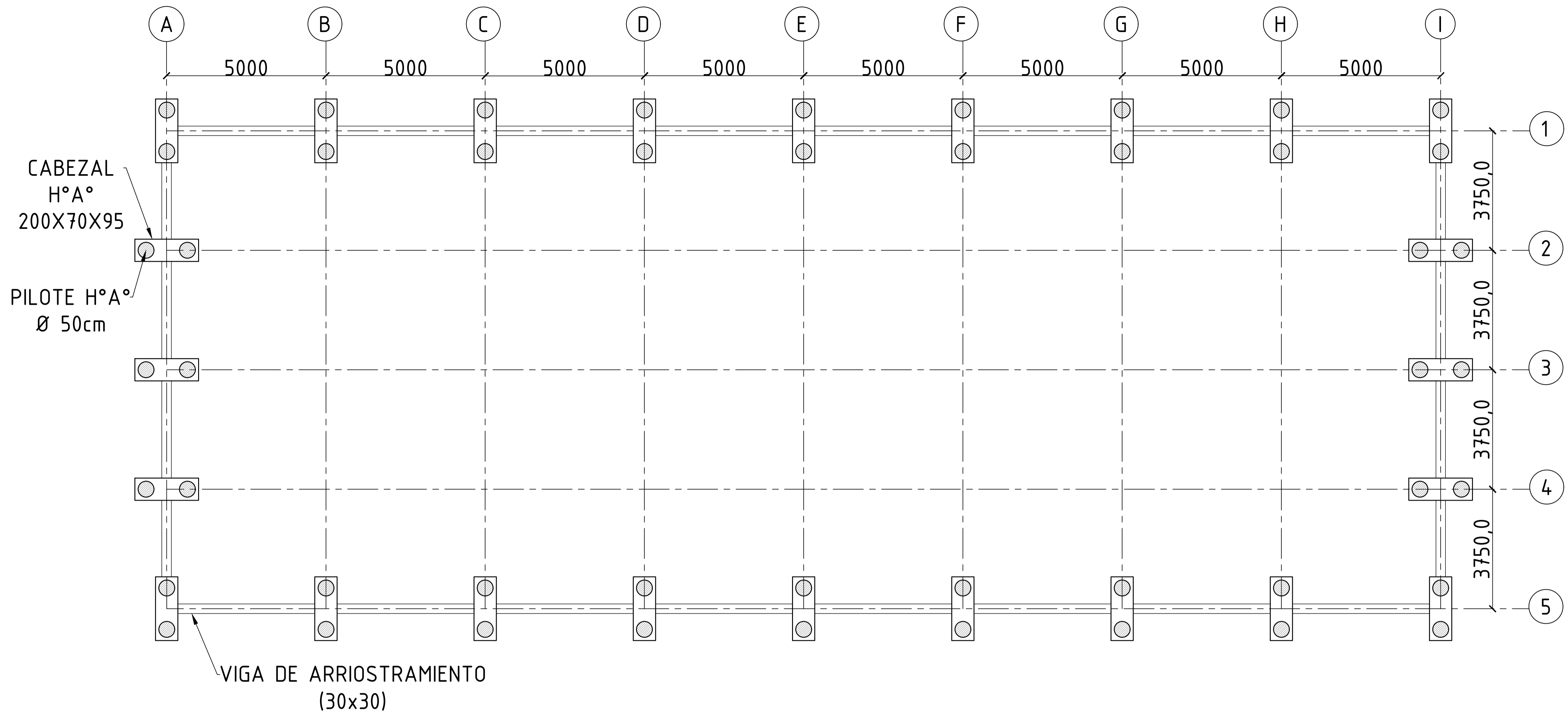


PLANTA DE TECHO

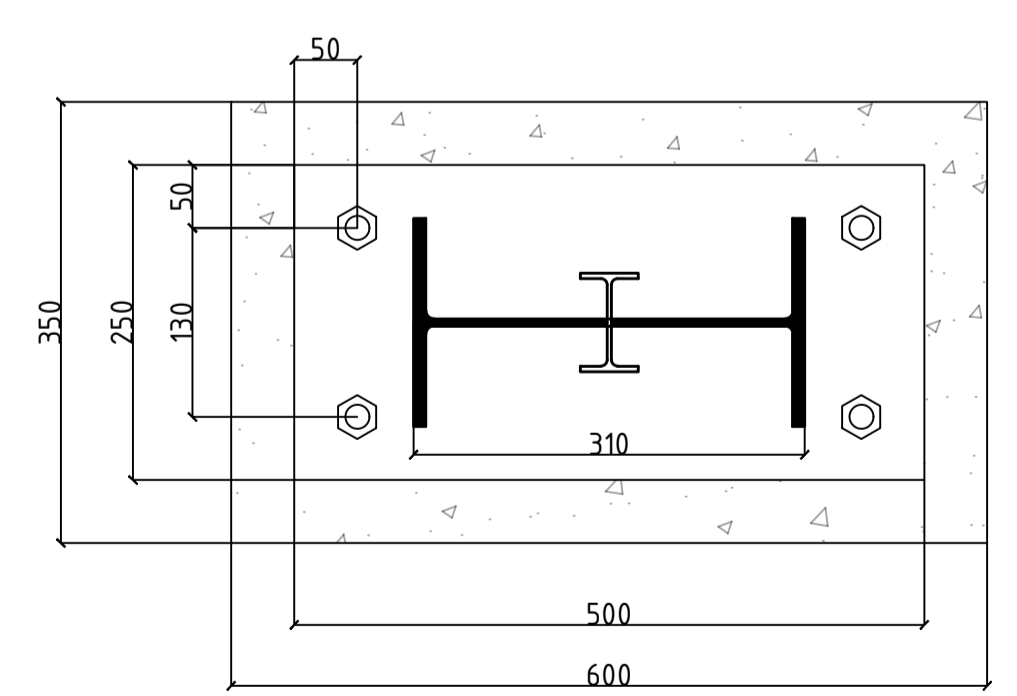
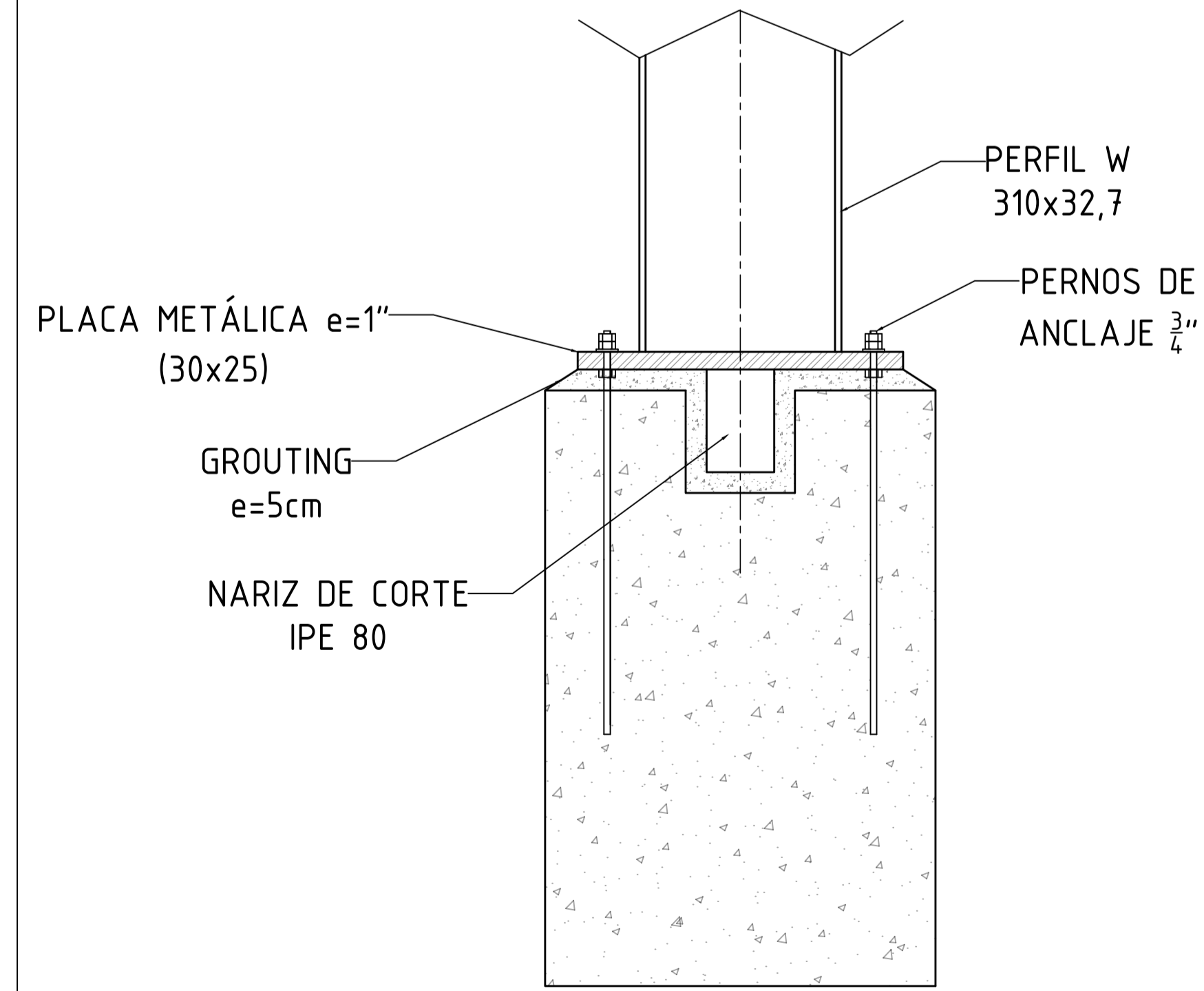


NOTAS:
-Medidas en mm.

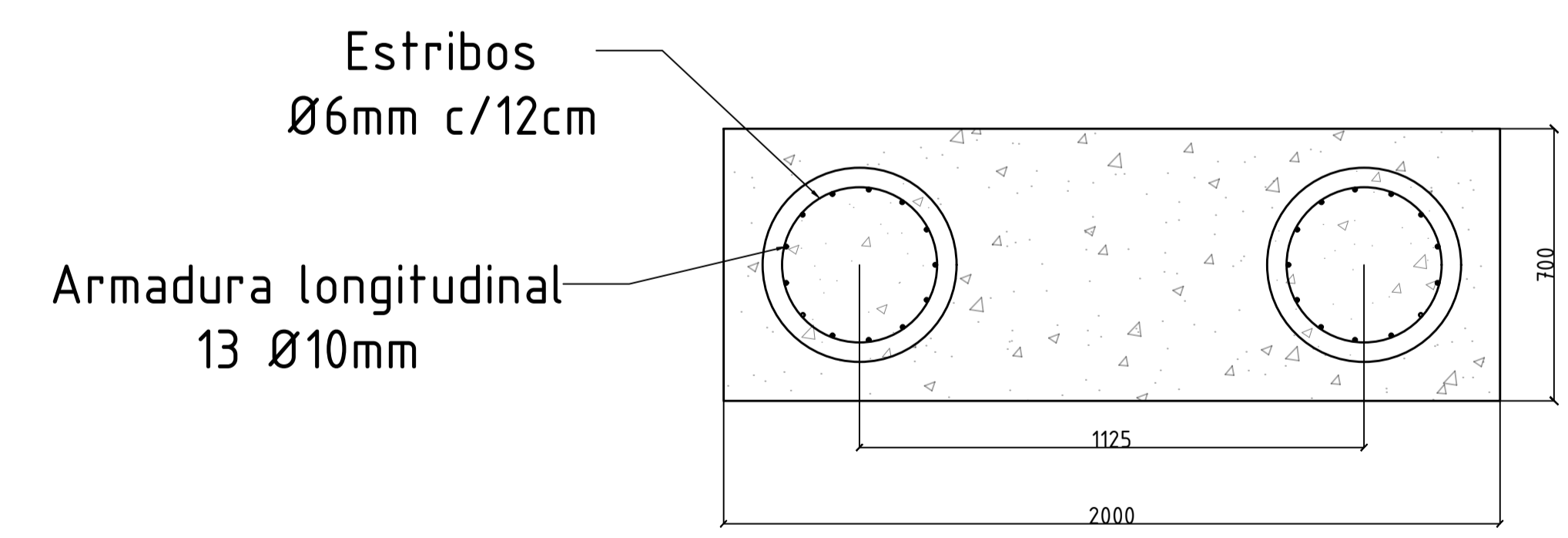
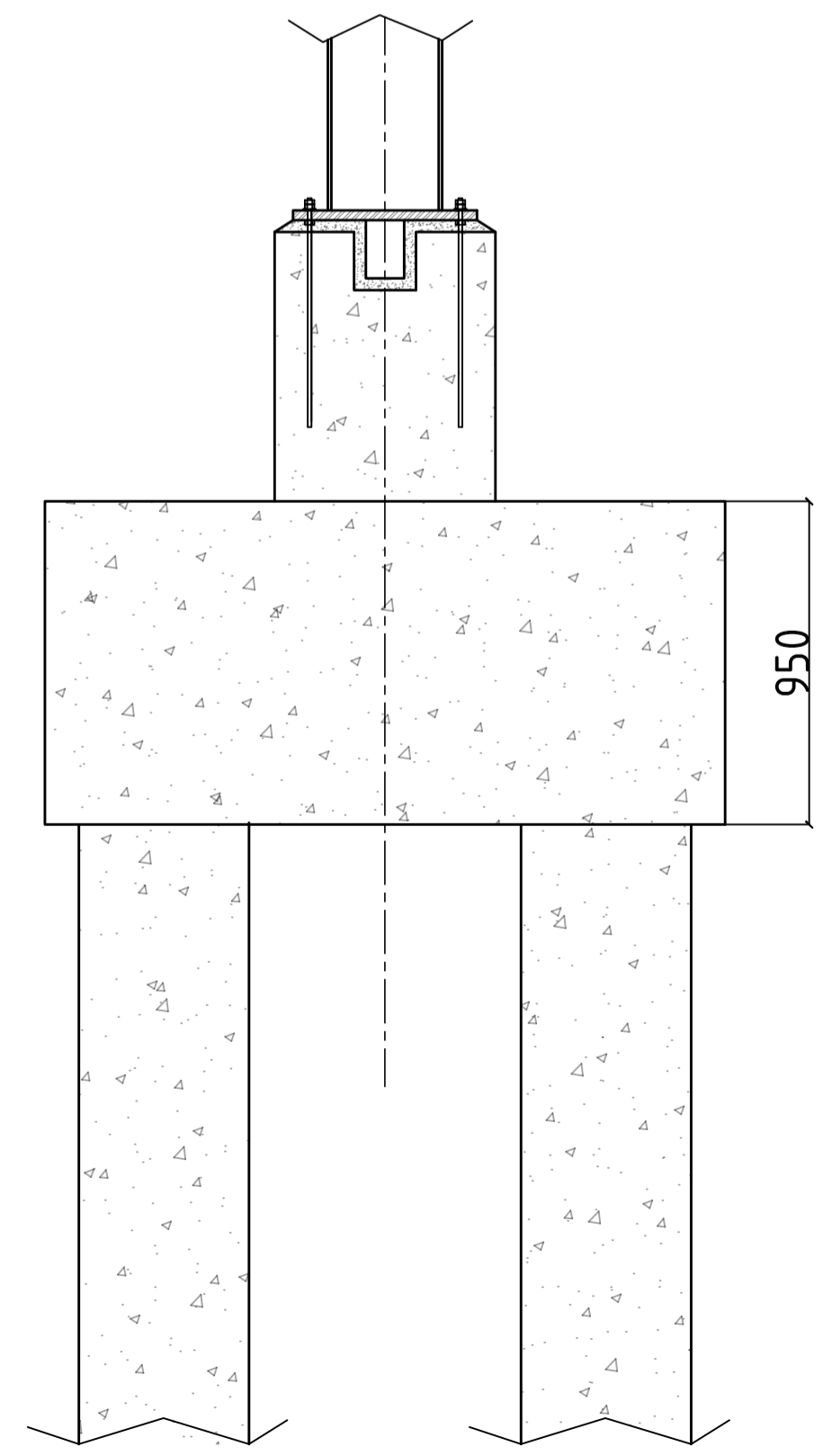
Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
Cátedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba	Fecha: 6/02/26	Plano N°: 10
Descripción: Plano estructural - Nave de reciclaje	Escala: 1:100	



DETALLE PLACA BASE



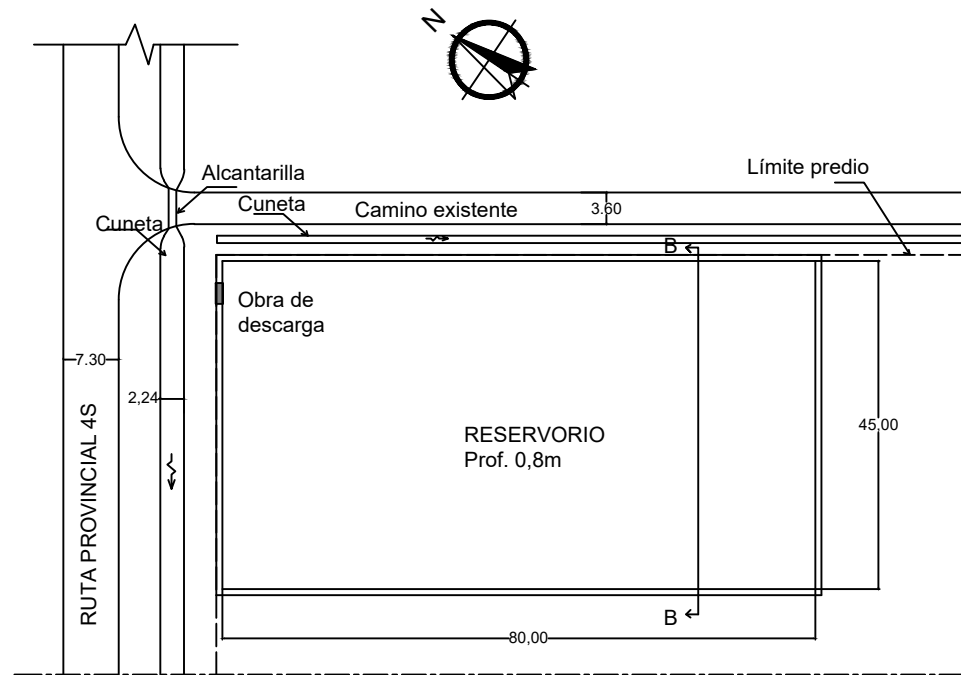
DETALLE DE CABEZAL Y PILOTE



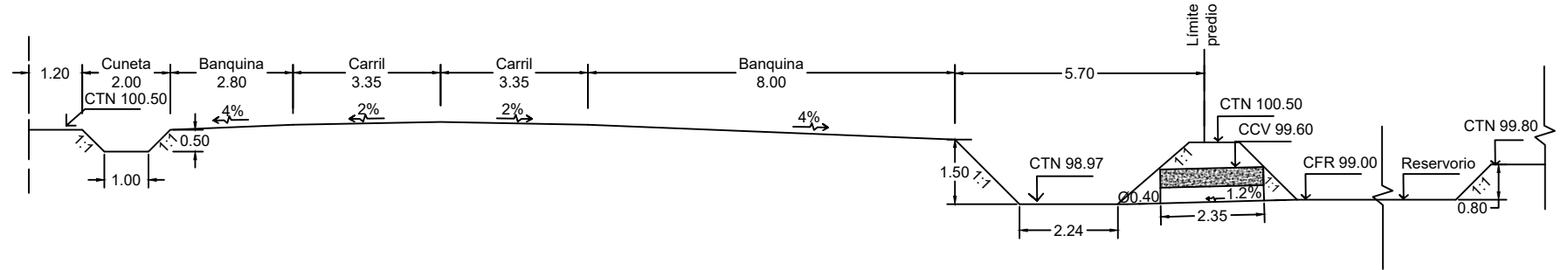
NOTAS:
-Medidas en mm.

Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
Cátedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba	Fecha: 06/02/26	Plano N°: 11
Descripción: Plano de Fundaciones y P.B - Nave de reciclaje		Escala: 1:100

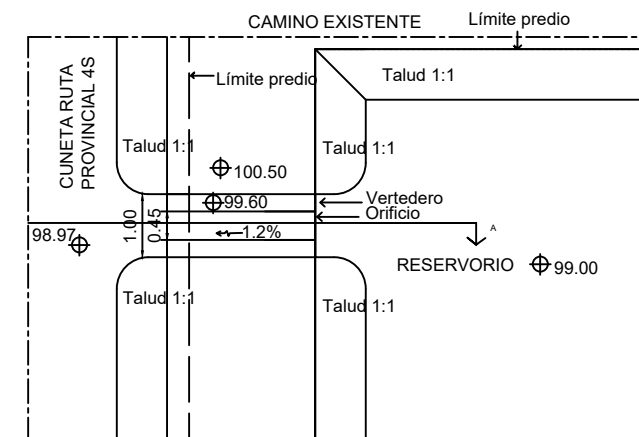
Detalle planimetría
Escala 1:1500



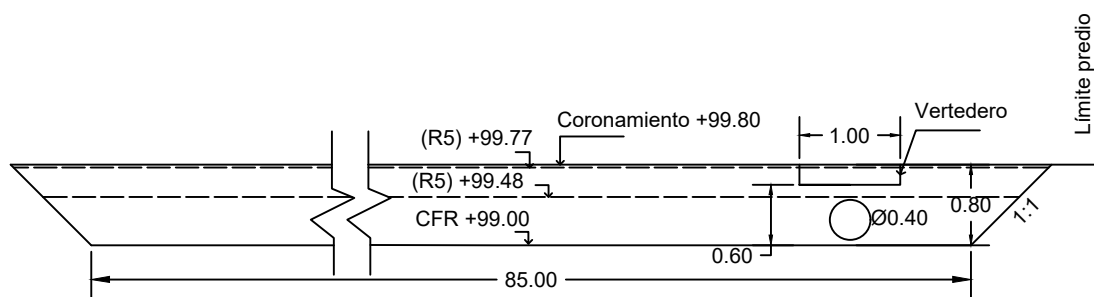
Corte A-A
Escala 1:150





Detalle Planta
Escala 1:75



Corte B-B
Escala 1:75



Nota: medidas en metros

	Universidad Nacional de Rosario Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura Escuela de Ingeniería Civil		
	Catedra: Proyecto IV	Proyecto: Consorcio GIRSU: Microregión 5E	
Grupo 04: Cassin, Gulotta, Ramos, Saba	Fecha: 06/02/26	Plano N°: 12	
Descripción: Obras de descarga y regulación	Escala: Indicadas		

18. ANEXOS

**ANEXO 01: ACTA DE CONFORMACIÓN
DEL CONSORCIO GIRSU
MICROREGIÓN 5E**



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente

180

RESOLUCION N°

SANTA FE, "Cuna de la Constitución Nacional", 04 JUN 2014

VISTO:

El expediente N° 01802-0009662-4 del Registro del Sistema de Información de Expedientes; y

CONSIDERANDO:

Que la Comuna de Wheelwright, junto a las Comunas de Hughes, Labordeboy, Juncal, Carreras, Elortondo y Melincué firman con fecha 18 de marzo de 2014 un Acta de Intención de Conformación de Consorcio Microregión 5 E para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos según Ley Provincial N° 13.055 (fs 2/3);

Que la Ley mencionada en el considerando precedente, en su Cap IV, artículo 15°, establece que los Municipios y Comunas de la Provincia, podrán constituirse en Consorcios Regionales, los cuales deberán estar aprobados por ordenanza local y por resolución de la autoridad de aplicación, la que deberá llevar un registro de los mismos;

Que las localidades de Wheelwright, Hughes, Labordeboy, Juncal, Carreras, Elortondo y Melincué, han solicitado al señor Secretario de Medio Ambiente de la Provincia la aprobación y registro de la conformación del **Consorcio Regional de GIRSU Microregión 5 E**, según Ley Provincial N° 13.055;

Que la Comuna de Wheelwright presenta la aprobación de parte de la Comisión Comunal de acuerdos firmados para la conformación del Consorcio GIRSU, mediante Ordenanza N° 1.683/14 (fs. 4)



*Provincia de Santa Fe
Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente*

Que la Comuna de Hughes presenta la aprobación de parte de la Comisión Comunal de acuerdos firmados para la conformación del Consorcio GIRSU, mediante Ordenanza N° 016/14 (fs. 5)

Que la Comuna de Labordeboy presenta la aprobación de parte de la Comisión Comunal de acuerdos firmados para la conformación del Consorcio GIRSU, mediante Ordenanza N° 04/14 (fs. 6)

Que la Comuna de Juncal presenta la aprobación de parte de la Comisión Comunal de acuerdos firmados para la conformación del Consorcio GIRSU, mediante Ordenanza N° 04/14 (fs. 7)

Que la Comuna de Carreras presenta la aprobación de parte de la Comisión Comunal de acuerdos firmados para la conformación del Consorcio GIRSU, mediante Ordenanza N° 013/14 (fs. 8)

Que la competencia en la materia surge de lo establecido en las Leyes N° 11.717 y N° 12.817, Decreto N° 0025/07 y artículo 1° inciso 01 y 21 de la Resolución N° 0083/08 y sus ampliatorias N° 498/09 y 650/13, todas del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe;

POR ELLO:

EI SECRETARIO DE MEDIO AMBIENTE

RESUELVE:

ARTICULO 1°.- Apruébase la conformación del Consorcio para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos Microregión 5 E, conformado por las localidades de Wheelwright, Hughes, Labordeboy, Juncal, Carreras, Elortondo y Melincué.-



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente

ARTICULO 2°.- Regístrese bajo la denominación de CONSORCIO GIRSU
Microregión 5 E, notifíquese y archívese.-

ANEXO 02: ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN MÉTODO TMAD

2027-2047

Proyección de la población	
Año	Población [Hab]
2027	24772
2028	25170
2029	25574
2030	25985
2031	26403
2032	26827
2033	27258
2034	27696
2035	28141
2036	28594
2037	29053
2038	29697
2039	30355
2040	31028
2041	31716
2042	32419
2043	33138
2044	33873
2045	34624
2046	35391
2047	36176

Tabla A2.1: Proyección de la población. Fuente: Elaboración propia

TASAS MEDIAS ANUALES DECRECIENTES

1. La tasa media anual para la proyección de la población se definirá en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales.

2. Se determinarán las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (en base a datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda realizados) :

$$i_{1-2} = [P_2 / P_1]^{1/N_{1-2}} - 1$$

$$i_{2-3} = [P_3 / P_2]^{1/N_{2-3}} - 1$$

Siendo:

- i_{1-2} : tasa media anual de variación de la población urbana de la localidad durante el penúltimo período intercensal.
- i_{2-3} : tasa media anual de variación de la población urbana de la localidad durante el último período intercensal.
- P_1 : población urbana de la localidad según el antepenúltimo censo nacional.
- P_2 : población urbana de la localidad según el penúltimo censo nacional.
- P_3 : población urbana de la localidad según el último censo nacional.
- N_{1-2} : cantidad de años entre el penúltimo y antepenúltimo censo nacional.
- N_{2-3} : cantidad de años entre el último y penúltimo censo nacional.
- N_{3-1} : cantidad de años entre el último y antepenúltimo censo nacional.

3. Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de n_1 años, se efectuará la proyección con la tasa media anual del último período intercensal ($i_1 = i_{2-3}$) utilizando las siguientes expresiones:

$$P_A = P_3 \times (1 + i_1)^{n_A} P_0 = P_A \times (1 + i_1)^{n_0} P_{n1} = P_0 \times (1 + i_1)^{n_1}$$

Siendo:

- P_0 : población prevista para el año de habilitación de la obra ($n=0$, año inicial del período de diseño)
- P_A : población existente a la fecha de ejecución del proyecto.
- P_{n_1} : población al final del primer subperíodo de n_1 años.
- $i_1 = i_{2-3}$: tasa media anual de proyección, igual a la última intercensal.
- n_A : cantidad de años entre el último censo y el año de ejecución del proyecto.
- n_0 : cantidad de años entre el de ejecución del proyecto y el año inicial del período de diseño o de habilitación de la obra.
- n_1 : cantidad de años del primer subperíodo de diseño (en gral. $n_1=10$)

4. La tasa media anual de proyección para el segundo subperíodo de n_2 años se determinará comparando el promedio de las tasas históricas:

$$i_2 = (i_{1-2} + i_{2-3}) / 2$$

Con la tasa i_1 utilizada para el primer subperíodo:

- Si $i_2 \geq i_1$: la proyección para los restantes n_2 años se efectuará con la misma tasa i_1 ,

resultando :

$$P_f = P_{n_1} \times (1 + i_1)^{n_2}$$

- Si $i_2 < i_1$: la proyección para los restantes n_2 años se efectuará con la tasa promedio i_2 , resultando :

$$P_f = P_{n_1} \times (1 + i_2)^{n_2}$$

Siendo:

- P_f : población al final del período de diseño o al final del segundo subperíodo de n_2 años (P_{n_2})
- n_2 : cantidad de años que media entre el final del período de diseño y el final del primer subperíodo de n_1 años

El método precedente es generalmente apto para localidades que han sufrido un aporte migratorio o un incremento poblacional significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica tales como, por ejemplo, la instalación de

parques industriales, mejores niveles de ingreso y/o calidad de vida, nuevas vías de comunicación, etc., y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia.

Cabe señalar sin embargo que los valores de i_1 e i_2 que han sido determinados por este procedimiento resultan válidos para la generalidad de los casos. No obstante ello, si por las características particulares de la localidad en estudio los mismos no se ajustaran a la realidad observable, podrán adoptarse otros valores para dichas tasas, debiendo el proyectista fundamentar tal decisión.

ANEXO 03: ESTUDIO DE SUELOS



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras Públicas

RESOLUCIÓN N° 1227

SANTA FE, 17 SEP. 2024

VISTO:

El expediente N° 01903-0008713-2 del registro del Sistema de Información de Expedientes, relacionado con la aprobación de la Circular Aclaratoria N° 3 – Con Consulta, del Pliego correspondiente a la Licitación Pública convocada para la ejecución de la obra: **“CONSTRUCCIÓN E.S.S.O 224 ‘PATAGONIA ARGENTINA’ HUGHES – DEPARTAMENTO GENERAL LÓPEZ – PROVINCIA DE SANTA FE”**, emitida por la DIPAI, dependiente del Ministerio de Obras Públicas; y,

CONSIDERANDO:

Que por Resolución N° 1100/24 – MOP, se aprobó el llamado a licitación pública para la ejecución de la obra de referencia (fojas 1/3);

Que la DIPAI, emitió la Circular Aclaratoria Con Consulta N° 3 (fojas 03/29), respondiendo distintas consultas formuladas por los oferentes;

POR ELLO,

EL MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS

RESUELVE:

ARTICULO 1°.- Apruébase la Circular Aclaratoria Con Consulta N° 3, correspondiente a la Licitación Pública convocada para la ejecución de la obra: **“CONSTRUCCIÓN E.S.S.O 224 ‘PATAGONIA ARGENTINA’ HUGHES – DEPARTAMENTO GENERAL LÓPEZ – PROVINCIA DE SANTA FE”**, emitida por la Dirección Provincial de Arquitectura e Ingeniería dependiente del Ministerio de Obras Públicas, la que se adjunta a la presente pasando a formar parte de la misma.

ARTICULO 2°.- Ordénase la publicación de la mencionada Circular en la página web de la Provincia.

ARTICULO 3°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

▷


Dr. LISANDRÓ RUDY ENRICO
MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS



Ministerio de
Obras Públicas



Santa Fe, 11 de Setiembre de 2024.

Licitación Pública de la Obra:

**“CONSTRUCCIÓN E.S.S.O 224 "PATAGONIA ARGENTINA" HUGHES
DPTO. GENERAL LOPEZ - PCIA. DE SANTA FE**

CIRCULAR ACLARATORIA N° 3 (CON CONSULTA)

Se comunica por este medio a los Señores Oferentes de la Licitación de referencia, que se adjunta a la presente como ANEXO 1, el plano de proyecto de pavimentos entregado por la Comuna de Hugues, donde constan los niveles definitivos que deberán tomarse como referencia para la ejecución de la obra

Además, se han recibido una serie de consultas, cuyas preguntas y respuestas se detallan a continuación:

Consulta N° 1: Dada la fundación propuesta (pilotes) solicitamos el estudio de suelos respectivo o sus conclusiones para presupuestar la misma.

Respuesta:

Se adjunta en ANEXO 2 el estudio de suelos a ser tomado como referencia para la cotización, luego la empresa deberá realizar su propio estudio de suelos como se indica en el PETP.

Consulta N° 2: Solicitamos los análisis físico-químicos (que se indican que se adjuntan en un anexo que no se encuentra en el pliego, folio 127 (apartado 19.5)) para presupuestar la planta de ósmosis.

Respuesta:

Se adjunta las características del agua en el ANEXO 3, de todos modos, la empresa deberá realizar el análisis de la calidad del agua en el lugar de la perforación y presentarlo junto al legajo ejecutivo de la planta de osmosis.

Consulta N° 3: En el documento AO3-Vistas indica rejas tipo Weld Locked, esta descripción no coincide con la indicadas en los documentos AC-11/AC-12-AC13/AC-14“Planilla de herrería”, debido al orden de prelación establecido debemos cotizar lo que se describe en los planos de detalle?

Respuesta:

Se deberá cotizar de acuerdo a las planillas de detalle.

Consulta N° 4: Consultamos con respecto a que punto fijo se refieren los niveles de Proyecto indicados.

Respuesta:

Los niveles de proyecto se indican considerando el punto fijo (+0.00) como el nivel de piso terminado en las galerías semi cubiertas.

"2024 - Año del 30° Aniversario de la Reforma Constitucional de la República Argentina"

Secretaría de Obras Públicas y Hábitat
Francisco Miguens 180 - 2°, 3° y 4° Piso - Puerto de Santa Fe
Santa fe (Cp. 3000)

PABLO A PIZZURNO
AO: 20m - AC: 8.00m

BELSGANO
AO: 20m - AC: 8.00m

LOPEZ Y PLANES
AO: 20m - AC: 8.00m

25 DE MAYO
AO: 20m - AC: 8.00m

Dr. ENZO OCTAVIANI
AO: 20m - AC: 8.00m

9 DE JULIO
AO: 20m - AC: 8.00m

PrE DE LOS INMIGRANTES
AO: 20m - AC: 8.00m

JOSE HERNANDEZ
AO: 20m - AC: 8.00m

CAJUE PUBLICA
AO: 20m - AC: 8.00m

Dr. FRANCISCO SPINETTA
AO: 20m - AC: 8.00m

Pto. MORENO
AO: 20m - AC: 8.00m

LUIS PASTEUR
AO: 20m - AC: 8.00m

SAN MARTIN
AO: 20m - AC: 8.00m

RIVADAVIA
AO: 20m - AC: 8.00m

15 DE ABRIL
AO: 20m - AC: 8.00m

SARMIENTO
AO: 20m - AC: 8.00m

AMECHINO
AO: 20m - AC: 8.00m

AARÓN CASTELLANOS
AO: 20m - AC: 8.00m

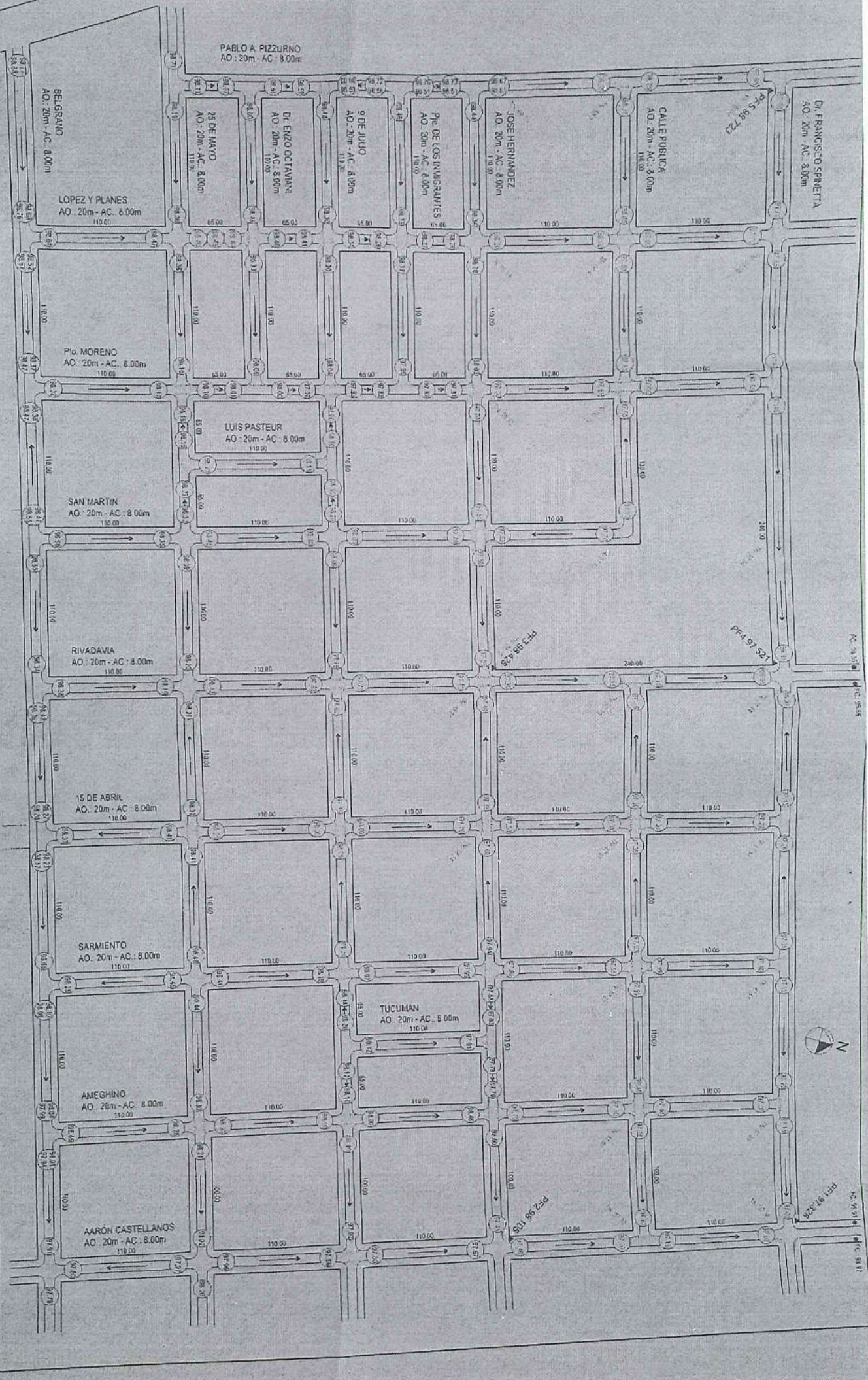
TUCUMAN
AO: 20m - AC: 8.00m



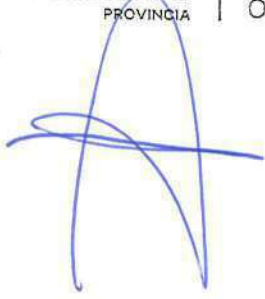
EMILIANO GUILLUMET
INGENIERO CIVIL

Contenido:
Proyecto Pav. y C. Cuneta
Liberación
HUGHES

Fecha:
AGO / 2024
Nº de Plano:
001



ANEXO 1



ANEXO 2

"2024 - Año del 30° Aniversario de la Reforma Constitucional de la República Argentina"

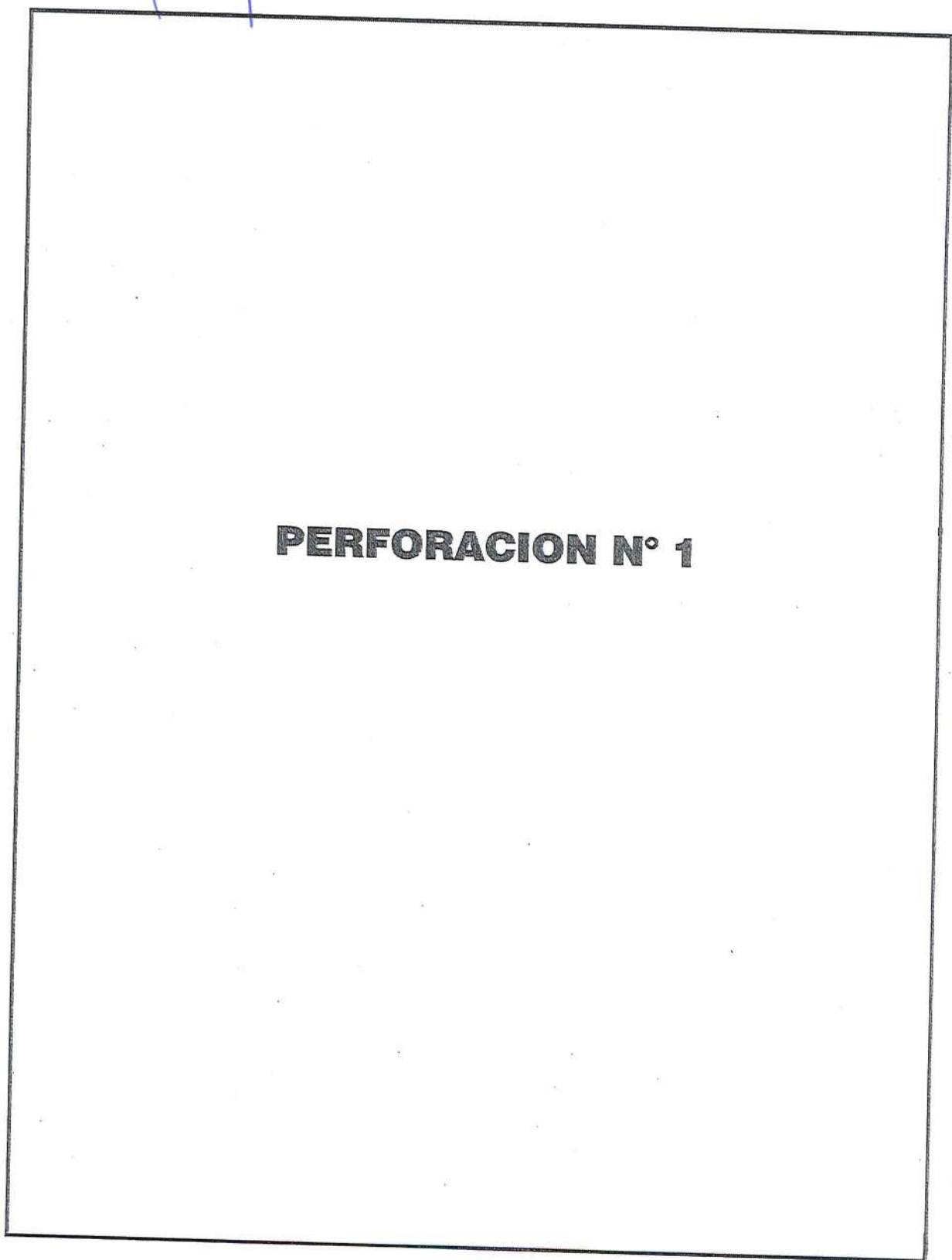
Secretaría de Obras Públicas y Hábitat
Francisco Miguens 180 - 2°, 3° y 4° Piso - Puerto de Santa Fe
Santa fe (Cp. 3000)

A



**PLANILLA
DE
RESULTADOS**

A



PERFORACION N° 1



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA		PLANILLA : N° 1			
LUGAR : JOSE HERNANDEZ Y MORENO		ESTUDIO : N° 615			
CIUDAD : HUGUES		PERFORACION : 1			
COORDENADAS : 33° 47' 40,82" S - 61° 20' 26,47" O		BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL CARACTERISTICAS TACTO VISUAL	PLASTICIDAD			CLAS.
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	S.U.C.S
0,00	Boca de pozo	-	-	-	-
-1,00	Arcilla algo limosa parda oscura	35,0	25,1	9,9	CL(ML)
-2,00	Arcilla limosa parda	27,7	21,2	6,5	CL-ML
-3,00	Limo arenoso pardo	25,7	22,3	3,4	ML(SM)
-4,00	Arcilla parda	34,0	16,3	17,7	CL
-5,00	Arcilla parda	34,2	19,1	15,1	CL
-6,00	Limo algo arcilloso pardo	33,8	25,0	8,8	ML(CL)
-7,00	Limo algo arcilloso pardo	34,2	26,8	7,4	ML(CL)
-8,00	Limo arenoso pardo	26,6	22,5	4,1	ML(SM)

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural

RICARDO O. FERREYRA
INGENIERO CIVIL
MATRICULA N° 113 765



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA		PLANILLA : N° 2			
LUGAR : JOSE HERNANDEZ Y MORENO		ESTUDIO : N° 615			
UBICACIÓN : HUGUES		PERFORACION : N° 1			
COORDENADAS : 33° 47' 40,82" S - 61° 20' 26,47" O		BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL CARACTERISTICAS TACTO VISUAL	HUM	LAVADO	DENSIDADES	
		Humedad natural (%)	P T 200 (%)	Densidad humedad (kg/cm3)	Densidad seca (kg/cm3)
0,00	Boca de pozo	-	-	-	-
-1,00	Arcilla algo limosa parda oscura	19,0	95,0	1,77	1,49
-2,00	Arcilla limosa parda	20,7	90,5	1,76	1,46
-3,00	Limo arenoso pardo	20,0	92,5	1,83	1,53
-4,00	Arcilla parda	24,2	85,5	1,76	1,42
-5,00	Arcilla parda	17,1	94,5	1,83	1,56
-6,00	Limo algo arcilloso pardo	20,3	64,0	1,92	1,60
-7,00	Limo algo arcilloso pardo	18,3	66,5	1,87	1,58
-8,00	Limo arenoso pardo	16,2	85,0	1,82	1,57

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural

RICARDO O. FERREYRA
INGENIERO CIVIL
MATRICULA N° 113.785



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA			PLANILLA : N° 03			
TRAMO: : JOSE HERNANDEZ Y MORENO			ESTUDIO : N° 615			
UBICACIÓN : HUGUES			PERFORACION : 1			
COORDENADAS : 33° 47' 40,82" S - 61° 20' 26,47" O			BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	TIPO DE SUELO CLASIF. S.U.C.S	SPT N GOLPES 30 (cm)	COEFICIENTE BALASTO VERTICAL (kg/cm3)	COEFICIENTE BALASTO HORIZONTAL (kg/cm3)	TENSION DE FRICCION ADMISIBLE (kg/cm2)	TENSION DE PUNTA ADMISIBLE (kg/cm2)
0,00	-	-	-	-	-	-
-1,00	CL(ML)	11	1,37	0,16	0,13	1,30
-2,00	CL-ML	9	1,10	0,13	0,11	1,10
-3,00	ML(SM)	15	1,95	0,24	0,18	1,80
-4,00	CL	6	0,73	0,08	0,07	0,80
-5,00	CL	25	4,00	0,46	0,30	3,10
-6,00	ML(CL)	30	5,56	0,58	0,36	3,60
-7,00	ML(CL)	26	4,28	0,48	0,31	3,20
-8,00	ML(SM)	20	2,84	0,35	0,24	2,40

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural

RICARDO O. FERREYRA
INGENIERO CIVIL
MATRICULA N° 113.766

A



PERFORACION N° 2



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA		PLANILLA : N° 4			
LUGAR : JOSE HERNANDEZ Y MORENO		ESTUDIO : N° 615			
CIUDAD : HUGUES		PERFORACION : 2			
COORDENADAS : 33° 47' 41,17" S - 61° 20' 24,75" O		BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL CARACTERISTICAS TACTO VISUAL	PLASTICIDAD			CLAS.
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	S.U.C.S
0,00	Boca de pozo	-	-	-	-
-1,00	Arcilla algo limosa parda oscura	33,0	21,7	11,3	CL(ML)
-2,00	Arcilla limosa parda	28,9	22,4	6,5	CL-ML
-3,00	Limo arenoso pardo	24,6	22,6	2,0	ML(SM)
-4,00	Arcilla parda	29,8	16,3	13,5	CL
-5,00	Limo pardo	39,9	29,5	10,4	ML
-6,00	Limo pardo	36,7	29,2	7,5	ML
-7,00	Limo pardo	43,6	30,2	13,4	ML
-8,00	Limo pardo	42,5	29,5	13,0	ML

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural

RICARDO O. FERREYRA
INGENIERO CIVIL
MATRICULA N° 113 785

OBRA : ESCUELA SECUNDARIA		PLANILLA : N° 5			
LUGAR : JOSE HERNANDEZ Y MORENO		ESTUDIO : N° 615			
UBICACIÓN : HUGUES		PERFORACION : N° 2			
COORDENADAS : 33° 47' 41,17" S - 61° 20' 24,75" O		BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL CARACTERISTICAS TACTO VISUAL	HUM	LAVADO	DENSIDADES	
		Humedad natural (%)	P T 200 (%)	Densidad humedad (kg/cm3)	Densidad seca (kg/cm3)
0,00	Boca de pozo	-	-	-	-
-1,00	Arcilla algo limosa parda oscura	18,0	89,0	1,72	1,46
-2,00	Arcilla limosa parda	17,5	84,0	1,70	1,45
-3,00	Limo arenoso pardo	14,6	88,0	1,60	1,40
-4,00	Arcilla parda	20,0	92,0	1,79	1,49
-5,00	Limo pardo	25,7	71,5	1,90	1,51
-6,00	Limo pardo	19,2	69,0	1,82	1,53
-7,00	Limo pardo	22,8	73,5	1,90	1,55
-8,00	Limo pardo	22,0	72,0	1,84	1,51

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural


 RICARDO O. FERREYRA
 INGENIERO CIVIL
 MATRICULA N° 113.785



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA				PLANILLA : N° 06		
TRAMO: : JOSE HERNANDEZ Y MORENO				ESTUDIO : N° 615		
UBICACIÓN : HUGUES				PERFORACION : 2		
COORDENADAS : 33° 47' 41,17" S - 61° 20' 24,75" O				BOCA DE POZO : 0,00		
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	TIPO DE SUELO CLASIF. S.U.C.S	SPT N GOLPES 30 (cm)	COEFICIENTE BALASTO VERTICAL (kg/cm3)	COEFICIENTE BALASTO HORIZONTAL (kg/cm3)	TENSION DE FRICCION ADMISIBLE (kg/cm2)	TENSION DE PUNTA ADMISIBLE (kg/cm2)
0,00	-	-	-	-	-	-
-1,00	CL(ML)	10	1,23	0,15	0,12	1,30
-2,00	CL-ML	8	0,97	0,11	0,10	1,00
-3,00	ML(SM)	6	0,73	0,08	0,07	0,70
-4,00	CL	14	1,80	0,22	0,17	1,80
-5,00	ML	18	2,46	0,30	0,22	2,10
-6,00	ML	22	3,26	0,39	0,26	2,60
-7,00	ML	24	3,74	0,44	0,29	2,80
-8,00	ML	18	2,46	0,30	0,22	2,10

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural

RICARDO O. FERREYRA
INGENIERO CIVIL
MATRICULA N° 113.785

A



PERFORACION N° 3

A



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA		PLANILLA : N° 7			
LUGAR : JOSE HERNANDEZ Y MORENO		ESTUDIO : N° 615			
CIUDAD : HUGUES		PERFORACION : 3			
COORDENADAS : 33° 47' 40,00" S - 61° 20' 23,60" O		BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL CARACTERISTICAS TACTO VISUAL	PLASTICIDAD			CLAS.
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	S.U.C.S
0,00	Boca de pozo	-	-	-	-
-1,00	Arcilla algo limosa parda oscura	29,8	11,3	18,5	CL(ML)
-2,00	Arcilla limosa parda	37,0	22,5	14,5	CL(ML)
-3,00	Arcilla parda	28,1	12,9	15,2	CL
-4,00	Arcilla parda	27,7	14,5	13,2	CL
-5,00	Arcilla parda	26,9	16,3	10,6	CL
-6,00	Limo pardo	30,3	14,9	15,4	ML
-7,00	Limo pardo	33,9	12,8	21,1	ML
-8,00	Limo pardo	39,9	23,8	16,1	ML
-9,00	Limo pardo	40,5	22,1	18,4	ML
-10,00	Limo pardo	40,8	23,1	17,7	ML

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural


 RICARDO O. FERREYRA
 INGENIERO CIVIL
 MATRICULA N° 113.785



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA		PLANILLA : N° 8			
LUGAR : JOSE HERNANDEZ Y MORENO		ESTUDIO : N° 615			
UBICACIÓN : HUGUES		PERFORACION : N° 3			
COORDENADAS : 33° 47' 40,00" S - 61° 20' 23,60" O		BOCA DE POZO : 0,00			
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL CARACTERISTICAS TACTO VISUAL	HUM	LAVADO	DENSIDADES	
		Humedad natural (%)	P T 200 (%)	Densidad humedad (kg/cm3)	Densidad seca (kg/cm3)
0,00	Boca de pozo	-	-	-	-
-1,00	Arcilla algo limosa parda oscura	17,0	89,0	1,70	1,45
-2,00	Arcilla limosa parda	18,0	90,0	1,66	1,41
-3,00	Arcilla parda	20,8	87,0	1,78	1,47
-4,00	Arcilla parda	22,0	87,2	1,80	1,48
-5,00	Arcilla parda	22,5	87,5	1,88	1,53
-6,00	Limo pardo	19,2	80,9	1,90	1,59
-7,00	Limo pardo	17,6	73,5	1,87	1,59
-8,00	Limo pardo	18,0	82,0	1,75	1,48
-9,00	Limo pardo	20,1	83,0	1,80	1,50
-10,00	Limo pardo	22,8	79,0	1,85	1,51

- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural


RICARDO O. FERREYRA
INGENIERO CIVIL
MATRICULA N° 113.785

A



OBRA : ESCUELA SECUNDARIA				PLANILLA : N° 09		
TRAMO: : JOSE HERNANDEZ Y MORENO				ESTUDIO : N° 615		
UBICACIÓN : HUGUES				PERFORACION : 3		
COORDENADAS : 33° 47' 40,00" S - 61° 20' 23,60" O				BOCA DE POZO : 0,00		
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA (m)	TIPO DE SUELO CLASIF. S.U.C.S	SPT N GOLPES 30 (cm)	COEFICIENTE BALASTO VERTICAL (kg/cm3)	COEFICIENTE BALASTO HORIZONTAL (kg/cm3)	TENSION DE FRICCION ADMISIBLE (kg/cm2)	TENSION DE PUNTA ADMISIBLE (kg/cm2)
0,00	-	-	-	-	-	-
-1,00	CL(ML)	8	0,97	0,11	0,10	1,00
-2,00	CL(ML)	7	0,85	0,10	0,08	0,90
-3,00	CL	14	1,80	0,22	0,17	1,80
-4,00	CL	16	2,11	0,26	0,19	2,00
-5,00	CL	24	3,74	0,44	0,29	2,80
-6,00	ML	30	5,56	0,58	0,36	4,00
-7,00	ML	36	8,17	0,72	0,43	4,80
-8,00	ML	15	1,95	0,24	0,18	2,00
-9,00	ML	17	2,28	0,28	0,20	2,20
-10,00	ML	19	2,64	0,33	0,23	2,40

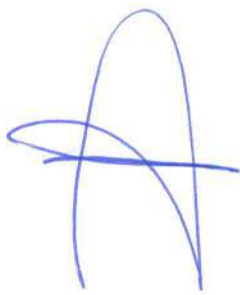
- Se tomo como cota 0,00 (m) la parte superior del terreno natural


 RICARDO O. FERREYRA
 INGENIERO CIVIL
 MATRICULA N° 113 785

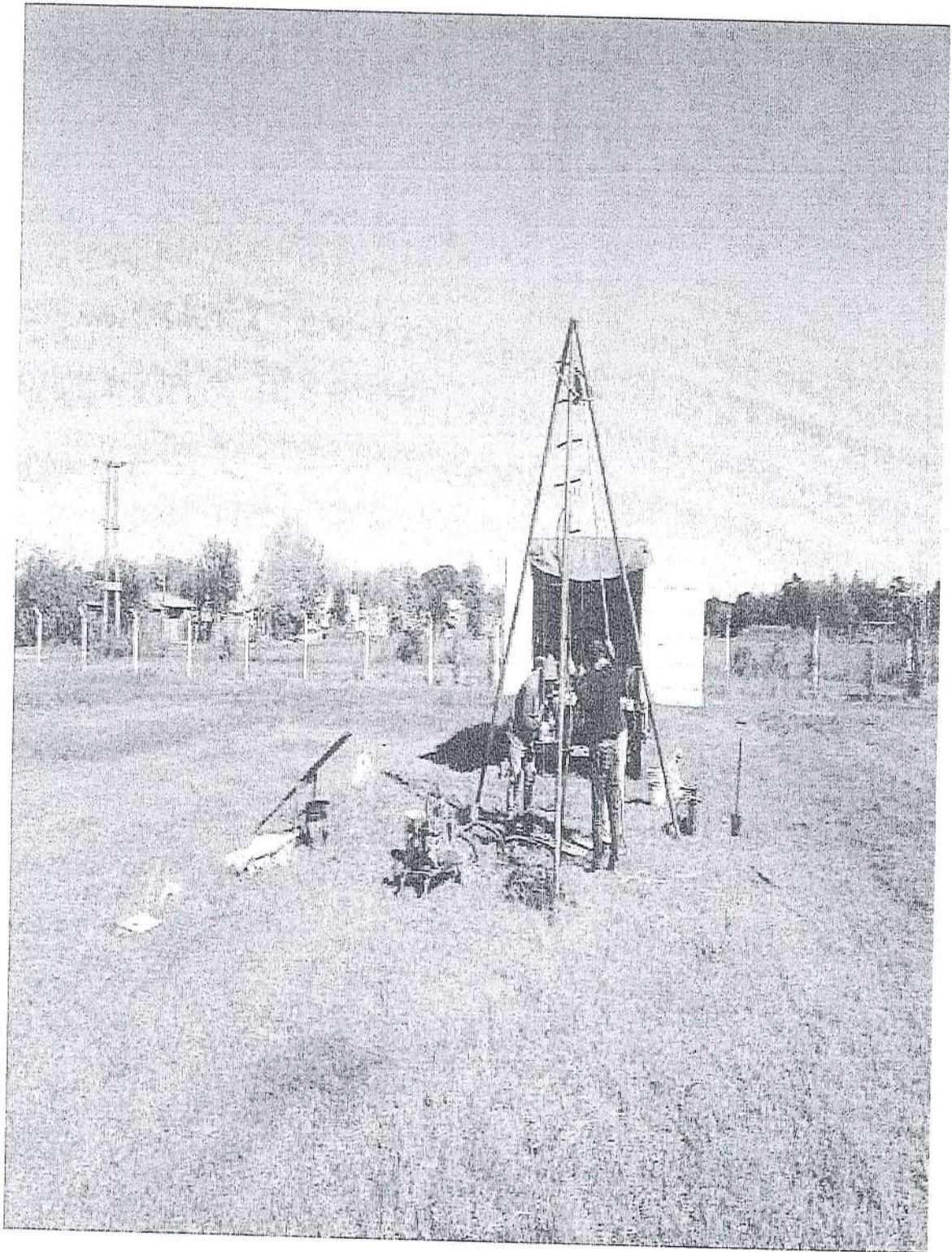
A



**REGISTRO
FOTOGRAFICO**



REGISTRO FOTOGRAFICO



PERFORACION N° 1

A

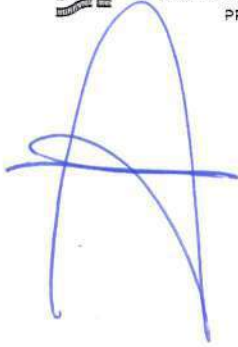


PERFORACION N° 2

A



PERFORACION N° 3



ANEXO 3

"2024 - Año del 30° Aniversario de la Reforma Constitucional de la República Argentina"

Secretaría de Obras Públicas y Hábitat
Francisco Miguens 180 - 2°, 3° y 4° Piso - Puerto de Santa Fe
Santa fe (Cp. 3000)

LABORATORIO "SAN CAYETANO"



LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS, ADN Y AGUAS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

ANÁLISIS QUÍMICO SUMARIO y Determinación de ELEMENTOS QUÍMICOS

Protocolo N°: 14914
 Localidad: HUGHES
 Propietario: Coop. de Electricidad y Otros Servicios Públicos de Hughes.
 Fuente: Subterránea
 Muestra N° 1: Bajada de Tanque.
 Muestra N° 2: P.Red: Bomberos.
 Muestra N° 3:
 Muestra N° 4: Pozo n° 2.
 Muestra N° 5: Pozo n° 3.
 Muestra N° 6: Pozo n° 4.
 Muestra N° 7: Pozo n° 5.
 Fecha extracción: 21-04-17
 Fecha de análisis: 22-04-17

Extracción realizada por: Bioq. Gerardo Roldán.

Determinación	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	Límite Recomendado	Límite Obligatorio	Valor máximo admitido
Color	mg/l escala Pt/Co	1	1		2	1	1	1			5
Turbiedad	UTN	0.95	0.86		1.54	0.92	0.78	0.86			1
PH	Unidad de PH	8.28	8.26		7.99	8.37	8.11	8.34			6.50-8.50
Coductividad	US/cm	2090	2070		2000	2060	2190	1580			-
Nitratos	mg/l NO3	55	54		55	44	67	30			45
Fluoruros	mg/l F	1.27	1.29		1.30	1.35	1.26	1.18	1	1.50	
Arsénico	mg/l As	0.08	0.08		0.08	0.09	0.08	0.10	0.05	0.10	
Hierro	mg/l Fe										0.20
Manganeso	mg/l Mn										0.10
Cloruros	mg/l Cl										300
Sulfatos	mg/l SO4										200
Residuos Secos	mg/l										1200
Sodio (Na)	mg/l Na	380	380		370	380	400	280			300
Cloro Activo	mg/l Cl	0.50	0.50						0.2 < Cl > 0.5	1.20	

Nota: Los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por la Normas de Calidad según Anexo A de la ley 11.220. Resolución 0465 (19/05/2016).

Laboratorio "San Cayetano".
 Dirección: Padre Genesio 1516. Santa Fe (capital) (3000)
 Teléfonos: lab: 0342-4192504. Part: 0342-156118490.
 E-mail: gerardoroldan@yahoo6.com.ar

Gerardo Roldán

LABORATORIO "SAN CAYETANO"



LABORATORIO DE ANÁLISIS CLINICOS, ADN Y AGUAS ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

ANÁLISIS QUIMICO SUMARIO y Determinación de ELEMENTOS QUIMICOS

Protocolo N°: 15171
 Localidad: HUGHES
 Propietario: Coop. de Electricidad y Otros Servicios Públicos de Hughes.
 Fuente: Subterránea
 Muestra N° 1: Bajada de Tanque.
 Muestra N° 2: Pozo n° 4.
 Muestra N° 3: Pozo n° 6.
 Muestra N° 4: Pozo n° 8.
 Muestra N° 5:

Fecha extracción: 19-01-18
 Fecha de análisis: 20-01-18

Extracción realizada por: Bioq. Gerardo Roldán.

Determinación	Unidades	1	2	3	4	5	6	Limite Recomendado	Limite Obligatorio	Valor máximo admitido
Color	mg/l escala Pt/Co	1	1	2	1					5
Turbiedad	UTN	0.67	0.87	1.00	0.38					1
PH	Unidad de PH	7.96	7.75	7.93	8.19					6.50-8.50
Coductividad	US/cm	2100	2180	1950	1760					-
Nitratos	mg/l NO3	<u>52</u>	<u>63</u>	<u>58</u>	17					45
Fluoruros	mg/l F	1.24	1.25	1.24	1.27			1	1.50	
Arsénico	mg/l As	<u>0.09</u>	<u>0.08</u>	<u>0.09</u>	<u>0.09</u>			0.05	0.10	
Hierro	mg/l Fe									0.20
Manganeso	mg/l Mn									0.10
Cloruros	mg/l Cl									300
Sulfatos	mg/l SO4									300
Residuos Secos	mg/l									1200
Sodio (Na)	mg/l Na	<u>390</u>	<u>400</u>	<u>350</u>	300					300
Cloro Activo	mg/l Cl	0.30						0.2 < Cl > 0.5	1.20	

Nota: Los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por la Normas de Calidad según Anexo A de la ley 11.220.. Resolución 0465 (19/05/2016).

Laboratorio "San Cayetano".
 Dirección: Padre Genesio 1516. Santa Fe (capital) (3000)
 Teléfonos: lab: 0342-4192504. Part: 0342-156118490.

E-mail: gerardoroldan@yahoo.com.ar

Gerardo M. Roldán
 GERARDO M. ROLDAN

LABORATORIO "SAN CAYETANO"



LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS, ADN Y AGUAS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

ANÁLISIS QUÍMICO SUMARIO y Determinación de ELEMENTOS QUÍMICOS

Protocolo N°: 15084
 Localidad: HUGHES
 Propietario: Coop. de Electricidad y Otros Servicios Públicos de Hughes.
 Fuente: Subterránea
 Muestra N° 1: Bajada de Tanque.
 Muestra N° 2: Pozo n° 2.
 Muestra N° 3: Pozo n° 3.
 Muestra N° 4: Pozo n° 6.
 Muestra N° 5: Pozo n° 7.
 Muestra N° 6: Pozo n° 9.
 Fecha extracción: 20-10-17
 Fecha de análisis: 21-10-17

Extracción realizada por: Biog. Gerardo Roldán.

Determinación	Unidades	1	2	3	4	5	6	Límite Recomendado	Límite Obligatorio	Valor máximo admitido
Color	mg/l escala Pt/Co	1	1	2	3	1	1			5
Turbiedad	UTN	0.98	0.81	1.41	2.52	1.32	1.50			1
PH	Unidad de PH	7.99	7.72	7.83	7.96	7.83	7.98			6.50-8.50
Conductividad	US/cm	2040	1990	2000	2050	1990	2010			-
Nitros	mg/l NO3	51	46	54	51	58	54			45
Fluoruros	mg/l F	1.18	1.10	1.24	1.18	1.12	1.17	1	1.50	
Aséptico	mg/l As	0.09	0.07	0.09	0.09	0.08	0.09	0.05	0.10	
Hierro	mg/l Fe									0.20
Manganeso	mg/l Mn									0.10
Cloruros	mg/l Cl									300
Sulfatos	mg/l SO4									300
Residuos Secos	mg/l									1200
Sodio (Na)	mg/l Na	380	350	370	380	370	370			300
Cloro Activo	mg/l Cl	0.30						0.2 < Cl > 0.5	1.20	

Nota: Los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por la Normas de Calidad según Anexo A de la ley 11.220.. Resolución 0465 (19/05/2016).

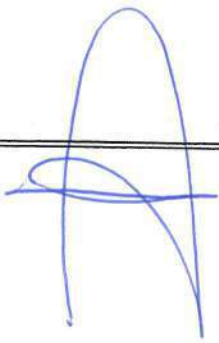
Laboratorio "San Cayetano".

Dirección: Padre Genesio 1516. Santa Fe (capital) (3000)

Teléfonos: lab: 0342-4192504. Part: 0342-156118490.

E-mail: gerardoroldan@yahoo.com.ar

GERARDO M. ROLDAN



LABORATORIO "SAN CAYETANO"



LABORATORIO DE ANÁLISIS CLINICOS, ADN Y AGUAS ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

ANÁLISIS QUIMICO SUMARIO y Determinación de ELEMENTOS QUIMICOS

Protocolo N°: 15028
 Localidad: HUGHES
 Propietario: Coop. de Electricidad y Otros Servicios Públicos de Hughes.
 Fuente: Subterránea
 Muestra N° 1: Bajada de Tanque.
 Muestra N° 2: P.Red: Bomberos.
 Muestra N° 3: Pozo n° 1,
 Muestra N° 4:
 Muestra N° 5:

Fecha extracción: 18-08-17

Extracción realizada por: Bioq. Gerardo Roldán.

Fecha de análisis: 19-08-17

Determinación	Unidades	1	2	3	4	5	6	Límite Recomendado	Límite Obligatorio	Valor máximo admitido
Color	mg/l escala Pt/Co	1	1	1						5
Turbiedad	UTN	0.87	0.78	0.86						1
PH	Unidad de PH	8.29	8.24	8.14						6.50-8.50
Coductividad	US/cm	2040	2050	2150						-
Nitratos	mg/l NO3	<u>55</u>	<u>53</u>	<u>52</u>						45
Fluoruros	mg/l F	1.20	1.23	1.20				1	1.50	
Arqueológico	mg/l As	<u>0.09</u>	<u>0.09</u>	<u>0.10</u>				0.05	0.10	
Hierro	mg/l Fe	0.08								0.20
Manganeso	mg/l Mn	<0.02								0.10
Cloruros	mg/l Cl	189								300
Sulfatos	mg/l SO4	<u>316</u>								300
Residuos Secos	mg/l	1044								1200
Sodio (Na)	mg/l Na	<u>390</u>	<u>390</u>							300
Cloro Activo	mg/l Cl	0.50	0.45					0.2 < Cl > 0.5	1.20	

Nota: Los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por la Normas de Calidad según Anexo A de la ley 11.220. Resolución 0465 (19/05/2016).

Laboratorio "San Cayetano".

Dirección: Padre Genesio 1516. Santa Fe (capital) (3000)

Teléfonos: lab: 0342-4192504. Part: 0342-156118490.

E-mail: gerardoroldan@yahoo.com.ar

GERARDO M. ROLDAN
BIOQUIMICO

19/08/2017

LABORATORIO "SAN CAYETANO"



LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS, ADN Y AGUAS

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Protocolo N°: 15145
 Localidad: HUGHES
 Propietario: Coop. de Electricidad y Otros Servicios Públicos de Hughes.
 Fuente: Subterránea
 Muestra N° 1: Bajada de Tanque.
 Muestra N° 2: P.Red: Cementerio.
 Muestra N° 3: Pozo n° 3.
 Muestra N° 4: Pozo n° 6.
 Muestra N° 5: Pozo n° 7.
 Muestra N° 6:
 Muestra N° 7:
 Muestra N° 8:
 Fecha extracción: 22-12-17
 Fecha de análisis: 23-12-17

Extracción realizada por: Bioq. Gerardo Roldán.

Determinación	Muestra N°							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Bacterias aeróbicas N°/ml	2	4	15	160	70			
Bacterias coliformes totales NMP/100 ml	<2.2	<2.2	<2.2	5.1	<2.2			
Bacterias coliformes (termotolerantes) NMP/100 ml	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2			
Pseudomonas aeruginosa N°/50 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia			

Conclusión

Muestras n° 1,2,3 y 5 Bacteriológicamente Aptas para el consumo humano según Anexo "A" Ley 11.220. Resolución 0465 (19/05/2016).

Muestra n° 4 Bacteriológicamente No Apta para el consumo humano según Anexo "A" Ley 11.220. Resolución 0465 (19/05/2016).

Laboratorio "San Cayetano".

Dirección: Padre Genesio 1516. Santa Fe (capital) (3000)

Teléfonos: lab: 0342-4192504. Part: 0342-156118490.

E-mail: gerardoroldan@yahoo.com.uy

**ANEXO 04: DIMENSIONAMIENTO
LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE
LÍQUIDOS LIXIVIADOS**

DATOS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO:

Para el diseño de las lagunas de estabilización destinadas al tratamiento de los lixiviados, es necesario contar con una serie de parámetros básicos, entre los que se destacan:

1. Caudal de lixiviados generado.
2. Temperatura media mínima en los períodos de invierno y verano.
3. Concentración de DBO₅ del efluente.

- 1) El caudal de lixiviados depende directamente de la precipitación media anual, habiéndose determinado en el desarrollo del informe.

Los valores diarios estimados para las diferentes épocas del año son los siguientes:

Época lluviosa	Q = 19,83 m ³ /día
Época no lluviosa	Q = 4,50 m ³ /día

- 2) Las temperaturas medias mínimas de invierno y verano, necesarias para definir la eficiencia del tratamiento biológico y la superficie de las lagunas, se obtendrán a partir de los registros climáticos disponibles en la página web Weather Spark.

Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	29 °C	28 °C	26 °C	23 °C	19 °C	16 °C	15 °C	18 °C	20 °C	23 °C	26 °C	29 °C
Temp.	24 °C	22 °C	20 °C	17 °C	13 °C	10 °C	9 °C	11 °C	14 °C	17 °C	20 °C	23 °C
Mínima	18 °C	17 °C	15 °C	12 °C	9 °C	6 °C	5 °C	6 °C	9 °C	12 °C	14 °C	17 °C

Tabla 1. Temperatura media anual. Fuente: <https://es.weatherspark.com>

T°mínima época lluviosa	9 °C
T°mínima época no lluviosa	17 °C

- 3) En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO₅), su valor varía según las características de los residuos y las condiciones ambientales. Para el presente proyecto se adoptan los mismos valores utilizados en el diseño del Centro GIRSU de Villa Gobernador Gálvez, a saber:

Época lluviosa	DBO ₅ = 6.400 mg/L
Época no lluviosa	DBO ₅ = 4.100 mg/L

Los valores de DBO fueron obtenidos de la fuente GEMStat – The Global Water Quality Database

DIMENSIONAMIENTO LAGUNA ANAERÓBICA:

Criterio de dimensionamiento:

El dimensionamiento de las lagunas de estabilización se basa en la carga orgánica volumétrica admisible, la cual depende de la temperatura mínima media correspondiente a cada período analizado. Este parámetro resulta determinante, ya que influye directamente en la velocidad de los procesos biológicos que ocurren dentro del sistema.

A medida que la temperatura ambiental aumenta, se incrementa la actividad metabólica de los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica, lo que se traduce en una mayor eficiencia del tratamiento. En consecuencia, a temperaturas más elevadas es posible trabajar con cargas volumétricas superiores, requiriendo por tanto menores volúmenes de laguna para lograr un mismo nivel de depuración.

Diversas fuentes bibliográficas establecen valores orientativos de carga orgánica admisible en función de la temperatura, los cuales sirven de referencia para el diseño y dimensionamiento de las unidades de tratamiento.

Rango de temperatura (°C)	Carga orgánica volumétrica (g DBO ₅ /m ³ ·día)	Eficiencia estimada del proceso (%)
Menor a 10	100	40
Entre 10 y 20	(20 × T) – 100	(2 × T) + 20
Mayor a 20	300	60

Tabla A5.1: Relación entre temperatura, carga orgánica y eficiencia del tratamiento.
Fuente: Diapositiva ISA

Luego, con la carga volumétrica y la carga orgánica que ingresa al sistema es posible determinar el volumen necesario de la laguna mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. necesario [m}^3\text{]} = \text{Carga orgánica efluente} / \text{Carga volumétrica admisible}$$

Crterios geométricos de diseño

Para el establecimiento de las dimensiones en planta y la profundidad de la laguna de estabilización, se consideran una serie de parámetros geométricos comúnmente recomendados en el diseño de este tipo de unidades. Estos criterios buscan garantizar condiciones hidráulicas y biológicas adecuadas para el desarrollo de los procesos de tratamiento.

En primer lugar, la profundidad de la laguna anaeróbica debe ubicarse dentro del rango de 3 a 6 metros, valor que permite mantener un ambiente estrictamente anaerobio, favoreciendo la descomposición de la materia orgánica sin presencia de oxígeno disuelto.

Asimismo, la relación entre largo y ancho del espejo de agua debe mantenerse en un intervalo comprendido entre 1,5 y 2, lo cual contribuye a una distribución más uniforme del flujo y evita la formación de zonas muertas dentro.

También se recomienda que la pendiente de los taludes sea de 2:1, condición que otorga estabilidad estructural a las paredes

Por último, debe controlarse que el tiempo de residencia hidráulico sea superior a un día, de forma tal de garantizar la eficiencia del proceso.

LAGUNA ANAERÓBICA		
	Invierno	Verano
Caudal [m ³ /día] p/3 módulos	5,0	20,0
DBO5 [mg/L]	6400	4100
Carga orgánica del efluente [kgDBO5 / día]	32	82
Carga volumétrica [DBO/m ³ día]	100	240
Volumen necesario de la laguna [m ³]	320	342
Profundidad de la laguna [m]	3	
Ancho [m]	10	
Largo [m]	20	
Área en planta [m ²]	200	
Pendiente talud	2 1	
Volumen de una laguna [m ³]	361,8	
Eficiencia (fn de la T°) [%]	40	54
TRH mín [días]	18	>1 día

Tabla A4.2: .Dimensionamiento Laguna Anaeróbica. Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONAMIENTO LAGUNA FACULTATIVA:

Criterios de dimensionamiento:

A diferencia de las lagunas anaeróbicas, en las lagunas facultativas predominan los procesos de tipo aeróbico, por lo que resulta fundamental favorecer la difusión del oxígeno atmosférico dentro de la masa líquida. Este intercambio se optimiza reduciendo la profundidad de la unidad y ampliando la superficie expuesta, de modo que se incremente la aireación natural.

El dimensionamiento de este tipo de lagunas se realiza a partir de la carga superficial admisible, la cual depende directamente de la temperatura ambiente. Según el criterio propuesto por Mara (1976), la carga superficial se estima mediante la siguiente expresión:

$$\text{Carga superficial } \lambda_s \text{ [kg DBO/ ha día]} = 20 T - 120$$

donde T representa la temperatura media en grados Celsius.

Conocida la carga orgánica que ingresa al sistema, la superficie requerida de la laguna se calcula aplicando la siguiente relación:

$$\text{Superficie necesaria [m}^2\text{]} = \text{Carga orgánica efluente} / \text{carga superficial admisible}$$

Cabe destacar que la carga orgánica afluente a la laguna facultativa es inferior a la carga inicial del sistema, debido a la reducción producida en la etapa anaeróbica previa. Esta disminución depende del grado de remoción de DBO_5 alcanzado en dicha laguna.

Criterios geométricos de diseño

Para la definición de las dimensiones en planta y profundidad de la laguna facultativa se adoptan los siguientes criterios:

Una profundidad entre 1,5 y 2,5 m, a fin de permitir la penetración del oxígeno y mantener un adecuado equilibrio entre las zonas aeróbicas y anaeróbicas. Relación largo/ancho: comprendida entre 2 y 3, para asegurar un flujo hidráulico uniforme y minimizar cortocircuitos y pendiente de los taludes: 2:1, garantizando estabilidad estructural y facilidad de mantenimiento.

Finalmente, es necesario verificar que el tiempo de residencia hidráulico en la laguna sea superior a 10 días, condición que asegura una adecuada interacción entre los procesos biológicos y el efluente tratado, optimizando así la eficiencia global del sistema.

LAGUNA FACULTATIVA		
	Invierno	Verano
Caudal [m ³ /día] p/4 módulos	5,0	20,0
DBO5 [mg/L]	3840	1886
Carga orgánica del efluente [kgDBO5 / día]	19	38
Carga superficial (fn de la T°) [kg DBO/Ha día]	60,00	220,00
Superficie necesaria [m ²]	3200	
Profundidad de la laguna [m]	1,5	
Ancho [m]	20	
Largo [m]	40	
Superficie adoptada [m ²]	800	
Volumen de una laguna [m ³]	1069,2	
Cantidad de lagunas [u]	1	
Superficie total [m ²]	800	
Eficiencia [%]	70	
TRH mín [días]	53	>10 días

Tabla A4.3: .Dimensionamiento Laguna Facultativa. Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se dimensionan una laguna anaeróbica y una laguna facultativa.

**ANEXO 05: ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE
CAMINOS PRINCIPALES Y
SECUNDARIOS**

DISEÑO VIAL

Para el diseño de los caminos se adoptó como vehículo de diseño un camión de 2 ejes con un equipo compactador de 18m³.



Figura A5.1: Camión compactador con capacidad de 18 m³. Fuente: Google imágenes



Figura A5.2: Balanza para camiones recolectores “Moretti 7500”. Fuente: Google imágenes.

Determinación del radio de giro:

En función de los tipos de vehículos que transitarán las instalaciones, se define que el vehículo de diseño es un camión tipo S1 S2. Para lo cuál, el radio de giro mínimo a diseñar es de 12,80m, por lo que se decidió adoptar dicho valor para el diseño de los caminos.

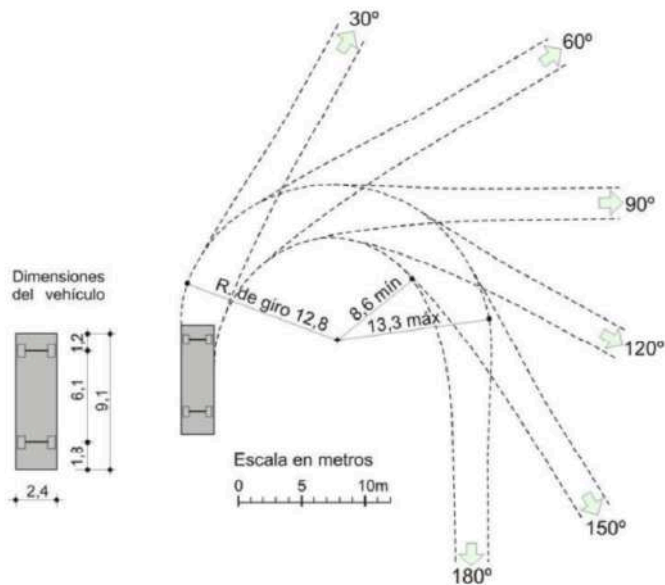


Figura A5.3: Mínima trayectoria para vehículo de diseño. Fuente: DNV

El procedimiento de diseño geométrico se detalla a continuación.

DISEÑO DE CAMINOS PRINCIPALES

Del Plano Tipo OB-2 de Vialidad Nacional

Tabla A6.1 se obtiene:

TABLA 1 :
ANCHOS DE PAVIMENTO DE RAMAS Y/O CAMINOS DE ENLACE

RADIO DEL BORDE INTERNO	CASO 1 : 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA S/ADELANTAMIENTO DE VEHICULO DETENIDO			CASO 2 : 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA C/ ADELANTAMIENTO DE VEHICULO DETENIDO			CASO 3 : 2 CARRILES 1 Ó 2 SENTIDOS DE MARCHA		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,2	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,9	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,7	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,2	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
100	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
125	3,9	4,3	4,9	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,9	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
RECTA	3,6	4,2	4,4	5,0	5,5	6,1	7,3	7,9	7,9
MODIFICACIÓN DEL ANCHO SEGÚN EL TRATAMIENTO LATERAL USADO									
BANQUINA NO ESTABILIZADA	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN NO MONTABLE	AUMENTAR EN 0,3 m			NINGUNA			AUMENTAR EN 0,3 m		
	AUMENTAR EN 0,6 m			AUMENTAR EN 0,3 m			AUMENTAR EN 0,6 m		
BANQUINA ESTABILIZADA EN UNO O AMBOS LADOS	EN CONDICIONES B Y C EL ANCHO EN RECTA PUEDE REDUCIRSE A 3,6 m SI ANCHO DE BANQUINA PAVIMENTADA ES 1,2 m O MÁS			DEDUCIR EL ANCHO DE LA BANQUINA ESTABILIZADA ANCHO MÍNIMO COMO CASO 1			DEDUCIR 0,6 m DONDE LA BANQUINA PAVIMENTADA SEA DE 1,2 m COMO MÍNIMO		

CONDICIÓN "A" PREDOMINAN VEHÍCULOS LIVIANOS, PERO TAMBIÉN SE CONSIDERA QUE GIRAN CAMIONES SU, AUNQUE NO SON SUFICIENTES COMO PARA INFLUIR EN EL DISEÑO

CONDICIÓN "B" SUFICIENTES VEHÍCULOS SU COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO, PERO CON ALGUNA CONSIDERACIÓN PARA LOS SEMIRREMÓLQUES

CONDICIÓN "C" SUFICIENTES VEHÍCULOS SEMIRREMÓLQUES WB12 O WB15 COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO

Tabla A5.1: Definición de ancho de carril. Fuente: DNV

Se establece para el camino principal 1 carril con 1 sentido de marcha con adelantamiento de vehículo detenido.

Se obtienen:

— Ancho de carril de 5,5 metros

— Banquinas estabilizadas de 1,2 metros

=> Resultando un ancho de coronamiento de 7,9 metros.

Según la tabla de características de diseño geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) adjunta en el presente anexo.

—Camino Categoría V con TMDA < 150

Se obtienen:

Taludes de terraplén con $H < 1,5$ m se deben ejecutar sin baranda y con pendiente 1:2

Se propone realizar un estabilizado granular que permita la operación del centro ante todas distintas condiciones climáticas

CATEGORÍA DE LA CALZADA	TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL MÍNIMA
SUPERIOR	HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND	1% - 2%
	CONCRETO ASFÁLTICO	
INTERMEDIA	TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL (Simple, Doble, Triple)	2% - 3%
INFERIOR	RIPIO	2% - 4%
	SUELO	

Tabla A5.2: Pendientes transversales mínimas de las calzadas. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

TIPO DE BANQUINA	PENDIENTE TRANSVERSAL	
	CALZADA SIN CORDÓN	CALZADA CON CORDÓN
TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL	3% - 5%	2%
ESTABILIZADO GRANULAR	4% - 6%	2% - 4%
CÉSPED	8%	3% - 4%

Tabla A5.3: Pendientes transversales mínimas de banquetas. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

ANCHOS MÍNIMOS DE SOLERA DE CUNETA				
CAMINOS PRINCIPALES	LLANURA Y ONDULADA	TERRAPLÉN		3,00 m
		DESMONTE	d ≤ 2,00 m	3,00 m
			d > 2,00 m	1,00 m
	MONTAÑOSA	EXCAVACIÓN COMÚN		1,00 m
		EXCAVACIÓN EN ROCA		0,50 m
CAMINOS SECUNDARIOS	TODAS LAS TOPOGRAFÍAS	EXCAVACIÓN COMÚN		1,00 m
		EXCAVACIÓN EN ROCA		0,50 m

Tabla A5.4: Anchos mínimos de solera de cuneta. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

CONTRATALUDES			
CAMINOS PRINCIPALES	d ≤ 3,00 m	1:2	
	d > 3,00 m	SUELO COMÚN	1:2
		SUELO CONSOLIDADO	1:1
		ROCA DESCOMPUESTA	3:1
		ROCA SANA	5:1
CAMINOS SECUNDARIOS	SUELO COMÚN	1:2	
	SUELO CONSOLIDADO	1:1	
	ROCA DESCOMPUESTA	3:1	
	ROCA SANA	5:1	

Tabla A5.5: Pendiente contrataludes. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

Entonces se obtiene:

- Pendiente transversal mínima de la calzada y banquetas: 2% a 3%
- Banquetas de estabilizado granular, sin cordón
- Pendiente transversal de 4% a 6%
- Ancho mínimo solera de cuneta = 1m (Excavación común)
- Contratalud 1:2 (Suelo común)

DISEÑO DE CAMINOS SECUNDARIOS

Del Plano Tipo OB-2 de Vialidad Nacional

Tabla A6.6 se obtiene:

TABLA 1 :
ANCHOS DE PAVIMENTO DE RAMAS Y/O CAMINOS DE ENLACE

RADIO DEL BORDE INTERNO	CASO 1 :			CASO 2 :			CASO 3 :		
	1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA S/ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULO DETENIDO			1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA C/ ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULO DETENIDO			2 CARRILES 1 Ó 2 SENTIDOS DE MARCHA		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,2	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,9	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,7	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,2	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
100	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
125	3,9	4,5	4,9	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,9	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
RECTA	3,6	4,2	4,4	5,0	5,5	6,1	7,3	7,9	7,9

MODIFICACIÓN DEL ANCHO SEGÚN EL TRATAMIENTO LATERAL USADO			
BANQUINA NO ESTABILIZADA	NINGUNA		NINGUNA
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA		NINGUNA
CORDÓN NO MONTABLE	AUMENTAR EN 0,3 m		NINGUNA
	1 LADO	AUMENTAR EN 0,3 m	
2 LADOS	AUMENTAR EN 0,6 m		AUMENTAR EN 0,6 m
BANQUINA ESTABILIZADA EN UNO O AMBOS LADOS	EN CONDICIONES B Y C EL ANCHO EN RECTA PUEDE REDUCIRSE A 3,6 m SI ANCHO DE BANQUINA PAVIMENTADA ES 1,2 m O MÁS		DEDUCIR EL ANCHO DE LA BANQUINA ESTABILIZADA ANCHO MÍNIMO COMO CASO 1
			DEDUCIR 0,6 m DONDE LA BANQUINA PAVIMENTADA SEA DE 1,2 m COMO MÍNIMO

CONDICIÓN "A" PREDOMINAN VEHÍCULOS LIGEROS, PERO TAMBIÉN SE CONSIDERA QUE GIRAN CAMIONES SU, AUNQUE NO SON SUFICIENTES COMO PARA INFLUIR EN EL DISEÑO

CONDICIÓN "B" SUFICIENTES VEHÍCULOS SU COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO, PERO CON ALGUNA CONSIDERACIÓN PARA LOS SEMIRREMOLQUES

CONDICIÓN "C" SUFICIENTES VEHÍCULOS SEMIRREMOLQUES WB12 O WB15 COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO

Tabla A5.6: definición de ancho de carril. Fuente: DNV

Se establece para el camino secundario 1 carril con 1 sentido de marcha sin adelantamiento de vehículo detenido.

Se obtienen:

— Ancho de carril de 4,2 metros

— Banquinas estabilizadas de 1,2 metros

=> Resultando un ancho de coronamiento de 6,6 metros.

En lo que respecta a *pendientes transversales mínimas de las calzadas, pendientes transversales mínimas de banquetas, anchos mínimos de solera de cuneta, y pendiente contrataludes*, se consideran los mismos que para el camino principal.

A continuación, se dejan adjuntados los siguientes planos tipo:

- Plano tipo OB-2 de Dirección Nacional de Vialidad
- Tabla características de diseño geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV)

COMPOSICIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

Estudio de suelos y caracterización de la subrasante

El material que se utilizará para la definición de la subrasante es el mismo suelo que se encuentra in situ. Debido a que el estudio de suelo con el que se cuenta fue hecho con fines de ejecutar una obra civil, no se presentan datos sobre las características del suelo in situ que nos permitan definir con precisión una caracterización de la subrasante en cuanto a su capacidad estructural en para obras viales. No obstante, a partir de la clasificación universal (SUCS) a partir de una correlación brindada por el “Instituto de Cemento Portland Argentino” (ICPA) es posible determinar un valor de CBR y de módulo de reacción de la subrasante como se muestra en la siguiente figura.

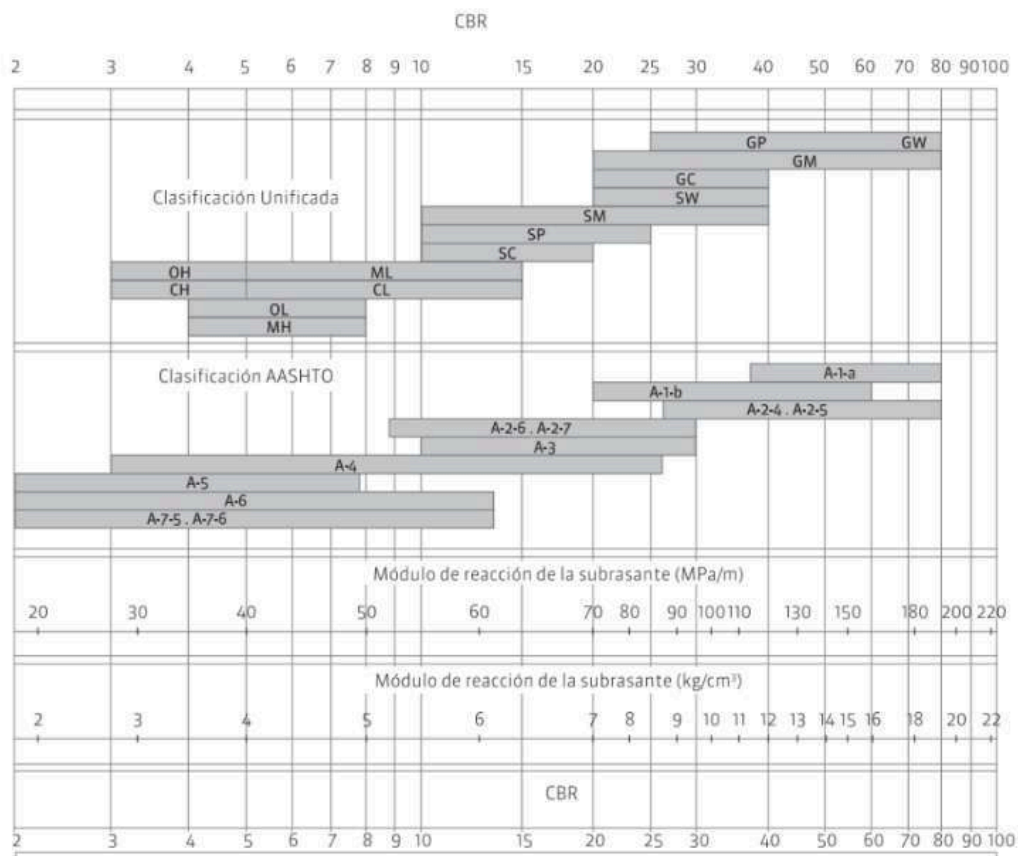


Figura A5.1: Fuente: ICPA

Considerando que el suelo in-situ corresponde a un suelo CL-ML que es un limo arcilloso de baja plasticidad, se presenta entonces un suelo con las siguientes características.

- **CBR = 5**
- **Módulo de reacción de la subrasante: $K= 40 \text{ MPA/m}$**

Ejecución de los terraplenes

Para la ejecución de los terraplenes se deben utilizar materiales que cumplan con las siguientes características:

El suelo a utilizarse en los treinta centímetros (0,30 m) situados por debajo de la cota de subrasante deberá cumplir con:

- **Valor Soporte (VSR) mayor o igual al tres por ciento (3 %).**
- **Hinchamiento menor o igual al uno por ciento (1 %).**
- **Índice de plasticidad menor o igual a doce (12).**

En el caso de los terraplenes, el suelo a utilizarse por debajo de los treinta centímetros (0,30 m) medidos a partir de la cota de la subrasante, deberá cumplir con:

- **Hinchamiento menor o igual al dos por ciento (2 %).**
- **Índice de plasticidad menor o igual a veinte (20).**

La ejecución del terraplén se realizará en sucesivas capas de espesor uniforme compuestas de suelo homogéneo respetando los requerimientos recién mencionados. Cada una de estas capas tendrá el ancho que surge de la geometría que se presenta en el plano N°5 y serán debidamente compactadas.

Perfilado y compactación de la subrasante.

El material natural del camino se desmenuzará en un espesor de treinta centímetros (30 cm) hasta obtener el tamaño máximo menor a dos centímetros y medio (2,5 cm). La compactación de la subrasante deberá ser igual o superior al 95% de la densidad Proctor Estándar del material.

El trabajo de compactación deberá ser luego finalizado con un rodillo adecuado para obtener así la lisura y el perfil adecuados para la ejecución de las capas de estabilizado granular.

Ejecución del estabilizado granular

El estabilizado granular se utilizará para la construcción de una superficie de rodamiento estabilizada, constituida por una mezcla íntima y homogénea de agregados y suelo con una adecuada incorporación de agua, de modo tal que permita obtener el espesor y perfiles transversales de este proyecto.

El agregado graduado podrá estar constituido por la mezcla del producto de trituración de rocas, grava o canto rodado triturado, arena natural o de trituración.

Granulometría de la mezcla:

TAMIZ DE APERTURA CUADRADA	PORCENTAJE QUE PASA
Tamiz 1" (25 mm):	100 %
Tamiz 3/4" (19 mm):	70 % a 100 %
Tamiz 3/8" (9,5 mm):	50 % a 80 %
Tamiz N° 4 (4,8 mm):	35 % a 65 %
Tamiz N° 10 (2 mm):	25 % a 50 %
Tamiz N° 40 (0,42 mm):	15 % a 30 %
Tamiz N° 200 (0,074 mm):	5 % a 15 %

Tabla A5.7: Límites granulométricos estabilizado

El material se irá regando y compactando en dos capas de 15 centímetros de espesor con los anchos correspondientes según el diseño planteado. El material debe ser uniformemente distribuido en la calzada para lo cual la motoniveladora deberá realizar todas las pasadas que se consideren necesarias.

CARACTERISTICAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CAMINOS RURALES

CATEGORIA DEL CAMINO	CARACTERISTICAS BASICAS		TOPOGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	PERALTE MAXIMO (%)	RADIO MINIMO (m)		PENDIENTES MAXIMAS Y LONGITUDES CORRESPONDIENTES EN RECTA HASTA 500 m SOBRE EL NIVEL DEL MAR (4)		DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD (5)		ANCHO DE CORONAMIENTO			TALUDES DEL TERRAPLEN SEGUN SU ALTURA (6)			ANCHO DE OBRAS DE ARTE ENTRE CUARROBUELDAS (7)		CON FERROCARRILES		CON CAMINOS																
	VOLUMEN DE TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL (1)	CONTROL DE ACCESOS CARRILES				VALORES DESCABLES	PENDIENTE (%)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m³)	VALORES LIMITES SEGUN VOLUMEN DE T.M.D.A. (LONGITUD VOLUMEN)	PROMEDIO	MINIMA	CALZADA (m)	BANQUINA CENTRAL (7)	TOTAL (m)	0.00 A 1.50	1.50 A 3.00	3.00 A 5.00	L<10 (m)	L>10 (m)	VOLUMEN DE TRANSITO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO EN VEHICULOS POR DIA	0-10	10-100	>100	0-150	150-500	500-1500	1500-5000	>15000								
																															DESEABLE (m)	ABSOLUTO (m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(m)	(m)
ESPECIAL	>15000	TOTAL >(2+2)	LLANURA	130	8	1200	700	2	1400	3	3800	-	260	-	7.50	3.50	>11.00	>33.00	1:6	1:4	1:3	1:2	>33.00	>213.00	0-10	10-100	>100	0-150	150-500	500-1500	1500-5000	>15000						
I	5000 A 15000	TOTAL	ONDULADA	110	8	800	500	3	540	4	2100	-	185	-	7.50	3.50	>11.00	>33.00	1:6	1:4	1:3	1:2	>33.00	>213.00														
		PARCIAL	LLANURA	130	8	1200	700	3	540	3	3800	-	260	-	7.50	3.00	>4.00	>25.00	1:6	1:4	1:2	1:1/2	>25.00	>20.00														
II	1500 A 5000	TOTAL	ONDULADA	110	8	800	500	3	540	5	1400	-	185	-	7.50	3.00	>4.00	>25.00	1:6	1:4	1:2	1:1/2	>25.00	>20.00														
		PARCIAL	ONDULADA	100	8	600	400	3	540	5	400	670	160	680	-	7.30	3.00	-	13.30	1:4	1:4	1:2	1:1/2	13.30	8.30													
III	500 A 1500	TOTAL	MONTAÑOSA	80	10	350	220	4	330	6	1000	-	110	-	7.00	3.00	>1.00	>21.00	1:3	1:1/2	1:1/2	1:1/2	>21.00	>16.00														
		PARCIAL	LLANURA	120	8	900	600	3	540	3	760	3800	220	800	-	7.30	3.00	-	13.30	1:4	1:4	1:2	1:1/2	13.30	8.30													
IV	150 A 500	TOTAL	MONTAÑOSA	70	10	250	160	5	240	7	270	380	90	470	-	6.70	2.00	-	10.70	1:2	1:1/2	1:1/2	1:1/2	10.70	8.30													
		PARCIAL	LLANURA	110	8	800	500	3	540	5	670	-	185	740	-	7.30	3.00	-	13.30	1:4	1:4	1:2	1:1/2	13.30	8.30													
V	<150	TOTAL	ONDULADA	90	10	450	300	4	330	6	480	-	135	610	-	6.70	3.30	-	13.30	1:3	1:3	1:2	1:1/2	13.30	8.30													
		PARCIAL	ONDULADA	70	10	250	160	5	240	7	380	3100	75	400	-	6.70	1.50	-	9.70	1:2	1:1/2	1:1/2	1:1/2	9.70	8.30													
V	<150	TOTAL	MONTAÑOSA	40	10	80	50	6	190	8	1000	-	45	260	-	6.00	1.25	-	8.50	1:1/2	1:1/2	1:1/2	1:1/2	8.50	7.00													
		PARCIAL	LLANURA	90	8	520	300	5	240	6	-	-	135	610	-	6.00	1.50	-	9.00	1:2	1:2	1:1/2	1:1/2	9.00	7.00													
V	<150	TOTAL	ONDULADA	50	10	120	80	6	190	8	-	-	60	330	-	6.00	1.50	-	9.00	1:2	1:2	1:1/2	1:1/2	9.00	7.00													
		PARCIAL	MONTAÑOSA	30	10	40	25	7	160	10	-	-	30	190	-	6.00	1.00	-	8.00	1:1/2	1:1/2	1:1/2	1:1/2	9.00	7.00													

NOTAS:
 (1) EL VOLUMEN DE TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL (T.M.D.A.) DEBERA CORRESPONDER AL TRANSITO PROBABLE A LOS 25 AÑOS.
 (2) LOS VOLUMENES LIMITES SUPERIOR E INFERIOR DE CATEGORIA I E INFERIOR DE CATEGORIA ESPECIAL, QUE FIGURAN EN ESTA PLANILLA, SON SOLO VALORES APROXIMADOS. LOS VOLUMENES LIMITES MAS AJUSTADOS, SE DEBERAN OBTENER DE LAS TABLAS Nos. 15 Y 16.
 (3) PODRAN ADOPTARSE VELOCIDADES DE DISEÑO MAYORES, CUANDO NO SIGNIFIQUEN AUMENTOS APRECIABLES EN EL COSTO DE LA OBRA.
 (4) EN ZONAS PROXIMAS A LAS URBANAS, O EN ZONAS DE FRECUENTE FORMACION DE HIELO EN LA CALZADA, SE ADOPTARA UN PERALTE MAXIMO DEL 6 %.
 (5) EN ESTE CASO LOS RADIOS MINIMOS SE AJUSTARAN A DICHO PERALTE, SEGUN TABLA No. 3.
 (6) LAS PENDIENTES MAXIMAS Y SUS LONGITUDES RESPECTIVAS CORRESPONDEN A ALTURAS DE HASTA 500 m SOBRE EL NIVEL DEL MAR Y UN TRANSITO DE DISEÑO CON UN 30 % DE CAMIONES.
 (7) PARA OTRAS ALTURAS Y PORCENTAJES DE CAMIONES SE UTILIZARAN LOS VALORES DE LOS GRAFICOS Nos. 5 Y 6.
 (8) EN ZONAS DE FRECUENTE FORMACION DE HIELO SOBRE LA CALZADA PAVIMENTADA, LAS PENDIENTES MAXIMAS SERAN EN LO POSIBLE, DEL 2 % EN LLANURA Y 5 % EN MONTAÑA.
 (9) LAS DISTANCIAS MINIMAS DE VISIBILIDAD PARA FREMADO DEBERAN MANTENERSE EN TODO EL CALZADO.
 (10) EN SECCIONES DE CAMINO DE 3 km DE LARGO EN LO POSIBLE, DEBERA HABER LOS SIGUIENTES PORCENTAJES DE LONGITUD QUE PERMITAN EL SOBREPASO:
 ZONAS LLANAS: 80 %, ZONA ONDULADA: 50 % Y ZONA MONTAÑOSA: 30 %.
 (11) EN CASO DE LLEVAR BANQUINA DE SEGURIDAD, EL ANCHO DE LAS BANQUINAS SE AUMENTARA EN 0.50 m.
 (12) ANCHO DESEABLE > 11.00 m. EN ZONA LLANA U ONDULADA.
 (13) EN ZONAS ONDULADAS CON GRAN PORCENTAJE DE EXCAVACION EN ROCA, LOS TALUDES DEL TERRAPLEN SERAN LOS QUE CORRESPONDAN A CAMINOS DE ZONA MONTAÑOSA DE LA MISMA CATEGORIA.
 (14) EN ZONAS MONTAÑOSAS SIN APRECIABLE PORCENTAJE DE EXCAVACION EN ROCA, LOS TALUDES DEL TERRAPLEN SERAN LOS QUE CORRESPONDAN A CAMINOS DE ZONA ONDULADA DE LA MISMA CATEGORIA.
 (15) SI POR LA NATURALEZA DE LOS SUELOS, ALGUNOS DE LOS TALUDES FLUJOS EN LA PLANILLA NO PUEDERA MANTENERSE, PODRAN ACEPTARSE TALUDES MAS TENDIDOS.
 (16) PARA CAMINOS DE CATEGORIA I Y ESPECIAL SE PROYECTARA ESTRUCTURA UNICA PARA CAMTERO CENTRAL DE HASTA 6.00 m DE ANCHO.
 (17) Y ESTRUCTURA INDEPENDIENTE PARA CAMTERO CENTRAL DE ANCHO MAYOR.
 (18) EL TIPO DE CRUCE CON CAMINO Y FERROCARRIL QUE FIGURA EN LA PLANILLA ES EL ACONSEJABLE PARA CONDICIONES MEDIAS.
 (19) NO OBSTANTE ES RECOMENDABLE QUE SURJA DE UN ESTUDIO ECONOMICO DE LOS CASOS PARTICULARES.

PLANO TIPO OB - 2 (Lamina 15)

DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD (DNV)

TABLA I :
ANCHOS DE PAVIMENTO DE RAMAS Y/O CAMINOS DE ENLACE

RADIO DEL BORDE INTERNO	CASO 1 : 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA S/ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULO DETENIDO			CASO 2 : 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA C/ ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULO DETENIDO			CASO 3 : 2 CARRILES 1 Ó 2 SENTIDOS DE MARCHA		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,2	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,9	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,7	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,2	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
100	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
125	3,9	4,5	4,9	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,9	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
RECTA	3,6	4,2	4,4	5,0	5,5	6,1	7,3	7,9	7,9

MODIFICACIÓN DEL ANCHO SEGÚN EL TRATAMIENTO LATERAL USADO			
BANQUINA NO ESTABILIZADA	NINGUNA		
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA		
CORDÓN NO MONTABLE	NINGUNA		
	1 LADO	AUMENTAR EN 0,3 m	
2 LADOS	AUMENTAR EN 0,6 m		AUMENTAR EN 0,3 m
BANQUINA ESTABILIZADA EN UNO O AMBOS LADOS	EN CONDICIONES B Y C EL ANCHO EN RECTA PUEDE REDUCIRSE A 3,6 m SI ANCHO DE BANQUINA PAVIMENTADA ES 1,2 m O MÁS		DEDUCIR EL ANCHO DE LA BANQUINA ESTABILIZADA ANCHO MÍNIMO COMO CASO 1
	DEDUCIR 0,6 m DONDE LA BANQUINA PAVIMENTADA SEA DE 1,2 m COMO MÍNIMO		

CONDICIÓN "A" PREDOMINAN VEHÍCULOS LIVIANOS, PERO TAMBIÉN SE CONSIDERA QUE GIRAN CAMIONES SU, AUNQUE NO SON SUFICIENTES COMO PARA INFLUIR EN EL DISEÑO

CONDICIÓN "B" SUFICIENTES VEHÍCULOS SU COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO, PERO CON ALGUNA CONSIDERACIÓN PARA LOS SEMIRREMOLQUES

CONDICIÓN "C" SUFICIENTES VEHÍCULOS SEMIRREMOLQUES WB12 O WB15 COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO

MÁXIMOS VEHÍCULOS TIPO CONSIDERADOS EN LA DETERMINACIÓN DE LOS ANCHOS DE CALZADAS

CASO 1			CASO 2			CASO 3		
CONDICIÓN			CONDICIÓN			CONDICIÓN		
A	B	C	A	B	C	A	B	C
P	SU	WB12 ó ICBUS* (el mayor)	P-P	P-SU	SU-SU	P-SU	SU-SU	WB12 y WB12

* ICBUS = INTERCITY BUS

MÁXIMOS VEHÍCULOS TIPO QUE PUEDEN REALIZAR MANIOBRAS EN LOS ANCHOS DE CALZADAS

CASO 1			CASO 2			CASO 3		
CONDICIÓN			CONDICIÓN			CONDICIÓN		
A	B	C	A	B	C	A	B	C
WB12	WB12	WB15	P	P	SU	SU	WB12	WB15
			SU	WB12	WB12	WB12	WB12	WB15

TABLA II Desaceleración:
LONGITUDES MÍNIMAS DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD - DESACELERACIÓN CUANDO LAS PENDIENTES LONGITUDINALES DE LOS CARRILES SON: i 2%

VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	VELOCIDAD MEDIA DE MARCHA km/h	VELOCIDAD DIRECTRIZ EN LA NARIZ DE SALIDA DE LA AUTOPISTA km/h								CUÑA A (m)
		0	20	30	40	50	60	70	80	
60	55	105	100	90	80					80
70	63	125	115	105	95	80				80
80	70	140	135	125	110	95	80			80
90	77	160	155	145	130	120	95	80		80
100	84	190	180	170	155	140	120	95		80
110	91	205	200	190	175	160	140	115	85	80
120	98	230	225	215	200	185	165	140	110	80
130	105	255	250	240	225	210	185	160	130	80

TABLA III :
FACTORES DE CORRECCIÓN A APLICAR A LAS LONGITUDES DE DESACELERACIÓN A Y L, CUANDO LOS CARRILES DE DESACELERACIÓN SE CONSTRUYEN EN PENDIENTES i > 2 %

CARRIL DE DESACELERACIÓN	
VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	LONGITUD EN PENDIENTE = FACTOR x LONGITUD DE TABLA II
PARA CUALQUIER VELOCIDAD	3 a 5% ASCENDENTE 0,9 3 a 5% DESCENDENTE 1,2
PARA CUALQUIER VELOCIDAD	5 a 6% ASCENDENTE 0,8 5 a 6% DESCENDENTE 1,35

CARRIL DE ACELERACIÓN	
VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	LONGITUD EN PENDIENTE = FACTOR x LONGITUD DE TABLA II
	VELOCIDAD DIRECTRIZ DE RAMPA km/h
	30 40 50 60 70 80 Cualquier velocidad
60	3 a 5% ASCENDENTE 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3 0,7
70	1,3 1,3 1,4 1,4 1,4 1,4 0,7
80	1,3 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 0,65
90	1,3 1,4 1,5 1,5 1,5 1,5 0,6
100	1,4 1,5 1,5 1,6 1,6 1,6 0,6
110	1,5 1,5 1,6 1,7 1,7 1,8 0,6
	5 a 6% ASCENDENTE 5 a 6% DESCENDENTE
60	1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 1,5 0,6
70	1,5 1,5 1,6 1,6 1,6 1,6 0,6
80	1,5 1,6 1,7 1,7 1,7 1,7 0,55
90	1,6 1,7 1,8 1,8 1,8 1,8 0,5
100	1,8 1,9 2,0 2,2 2,2 2,2 0,5
110	2,0 2,0 2,2 2,4 2,4 2,7 0,5

NOTA: LA PENDIENTE ES EL PROMEDIO ENTRE LAS CORRESPONDIENTES A LOS PUNTOS B Y C

TABLA II Aceleración :
LONGITUDES MÍNIMAS DE LAS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD - ACELERACIÓN CUANDO LAS PENDIENTES LONGITUDINALES DE LOS CARRILES SON: i 2%

VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	VELOCIDAD MEDIA DE MARCHA km/h	VELOCIDAD DIRECTRIZ EN LA NARIZ DE SALIDA DE LA AUTOPISTA km/h								CUÑA A (m)
		0	20	30	40	50	60	70	80	
60	47	185	165	140	110					110
70	55	230	210	180	145	110				110
80	62	275	255	225	190	140				110
90	69	330	305	280	240	195	130			110
100	76	390	370	345	305	260	200	125		110
110	83	445	425	400	360	310	250	115	110	110
120	90	515	490	465	425	375	315	245	160	110
130	97	575	550	525	485	440	380	305	225	110

TABLA IV :
LONGITUD DEL ARCO CIRCULAR PARA CURVAS COMPUESTAS DE RAMAS (CUANDO ESTÁN SEGUIDAS POR UNA CURVA DE RADIO IGUAL A LA MITAD O PRECEDIDAS POR CURVA DE RADIO IGUAL AL DOBLE)

RADIO (m)	30	45	60	75	90	120	150	O MAS
LONGITUD DEL ARCO (m)								
MINIMA DESEABLE	20	25	30	35	40	45		50
RADIO (m)	25	30	40	45	55	65		75

TABLA V :
DIFERENCIA ALGEBRAICA EN EL QUIEBRE DE LA PENDIENTE TRANSVERSAL

VELOCIDAD DE DISEÑO A LA SALIDA O ENTRADA	%
30 Y 35 km/h	5-8
40 y 45 km/h	5-6
>50 km/h	4-5

ANEXO 06 - CÁLCULO ESTRUCTURAL

ESTRUCTURA METALICA: Planta galpón de separación

Cálculo de cargas de viento W

Factores de viento

UBICACIÓN	Labordeboy	
CATEGORÍA	II	
EXPOSICIÓN	C	
VELOCIDAD BÁSICA	V	51 m/s
TOPOGRÁFICO	kzt	1
DIRECCIONALIDAD	Kd	0,85
IMPORTANCIA	I	1
FACTOR DE RÁFAGA	G	0,85
INCLINACIÓN CUBIERTA	θ	10,0%
ALT MEDIA CUBIERTA	h	6,00 m
COEF DE EXPOSICIÓN	kz=kh	0,9
COEF DE PRESION INTERNA	Gcpi (+/-)	0,18

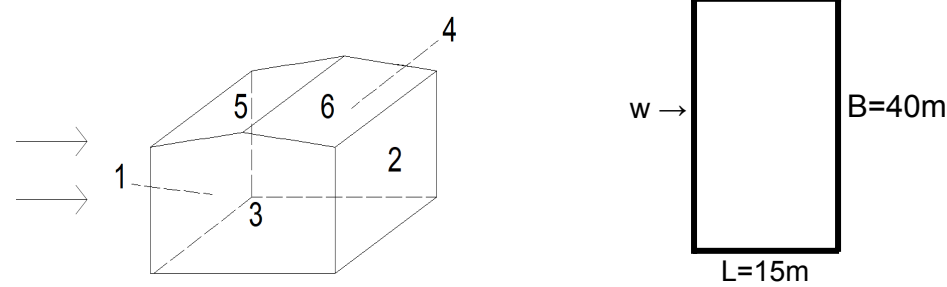
Tabla A-1
CIRSOC 102 - 5.6.1
Proporcionada por CIRSOC 102 - Figura 1B
Dato
Dato
Tabla A-1 Según Categoría II
Dato
Dato
Igual a la altura del alero por ser la pendiente de cubierta ($10^\circ < 10^\circ$)
Tabla 5 Según Exposición C
Edificio cerrado

PRESIÓN DE VIENTO EN LA ESTRUCTURA $P = qz \cdot (G \cdot Cp) - qi \cdot (Gcpi)$		→	PRESIÓN DINÁMICA EXTERNA (pared a barlovento) $qz=qh=0,613 \cdot Kzt \cdot Kd \cdot V^2 \cdot I \cdot Kz = 1,22$ [kN/m ²]		→	PRESIÓN DINÁMICA INTERNA $qi=0,613 \cdot Kzt \cdot Kd \cdot V^2 \cdot I \cdot Kz = 1,22$ [kN/m ²]	
Gcpi	0,18 -0,18	Hacia la superficie interna Desde la superficie interna	z [m]	Kz=kh	qh [kN/m ²]		
			[0-6m]	0,90	1,22		

SISTEMA PRINCIPAL RESISTENTE AL VIENTO (SPRFV)

Viento A (normal a la cumbrera)

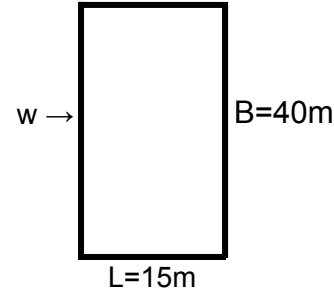
L	15,00 m
B	40,00 m
h	6,00 m
L/B	0,38
h/L	0,40



Lado	z	q [kN/m ²]	Cp	qz.(G.Cp)	qi.(GCpi)	+Gcpi Pint (presión) [kN/m ²]	-Gcpi Pint (succión) [kN/m ²]	
1	6,00	1,22	0,80	0,83	0,22	0,61	1,05	Pared a barlovento
2	6,00		-0,50	-0,52		-0,74	-0,30	Pared a sotavento
3	6,00		-0,70	-0,73		-0,95	-0,51	Pared lateral
4	6,00		-0,70	-0,73		-0,95	-0,51	Pared lateral
5	0 a h/2		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71	Cubierta
5	h/2 a h		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71	Cubierta
6	h a 2h		-0,50	-0,52		-0,74	-0,30	Cubierta
6	>2h		-0,30	-0,31		-0,53	-0,09	Cubierta

Viento B (paralelo a la cumbrera)

L	40,00 m
B	15,00 m
h	6,00 m
L/B	2,67
h/L	0,15



Lado	z	q [kN/m ²]	Cp	qz.(G.Cp)	qi.(GCpi)	+Gcpi P pres int [kN/m ²]	-Gcpi P succ int [kN/m ²]	
1	6,00	1,22	-0,70	-0,73	0,22	-0,95	-0,51	Pared lateral
2	6,00		-0,70	-0,73		-0,95	-0,51	Pared lateral
3	6,00		0,80	0,83		0,61	1,05	Pared a barlovento
4	6,00		-0,30	-0,31		-0,53	-0,09	Pared a sotavento
5 y 6	0 a h/2		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71	Cubierta
5 y 6	h/2 a h		-0,90	-0,93		-1,15	-0,71	Cubierta
5 y 6	h a 2h		-0,50	-0,52		-0,74	-0,30	Cubierta
5 y 6	>2h		-0,30	-0,31		-0,53	-0,09	Cubierta

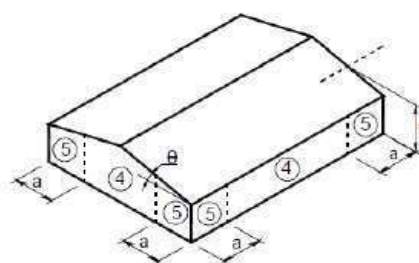
Tabla 1. Cálculo cargas de viento

COMPONENTES Y REVESTIMIENTOS

CORREAS

Dimensiones generales	
h	6,00 m
qh	1,22KN/m ²
Luz correas cubierta	5,00 m
Luz correas pared lateral	5,00 m
Luz correas frontis	3,75 m
Separación correas cub.	1,25 m
Separación correas laterales	1,25 m

Zonas



A ef (frontis)	Luz*sep correas =	4,7 m ²
	Luz*(Luz/3) =	4,7 m ²
A ef (pared lateral)	Luz*sep correas =	6,3 m ²
	Luz*(Luz/3) =	8,3 m ²
A ef (cubierta)	Luz*sep correas =	6,3 m ²
	Luz*(Luz/3) =	8,3 m ²
Gcpi	Pres +	Succ -
	0,18	-0,18 m ²

Correas de Paredes frontales

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,81	-0,9	1,21	-1,32
5	0,81	-1,08	1,21	-1,54

Correas de Paredes laterales

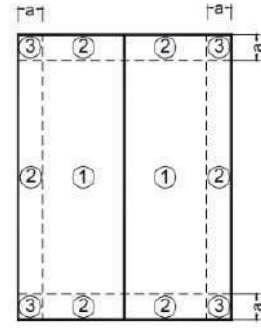
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,765	-0,855	1,15	-1,26
5	0,765	-0,97	1,15	-1,41

Correas de cubierta

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]	Lr [kn/m2]
1	0,2	-0,9	0,46	-1,32	6,00
2	0,2	-1,21	0,46	-1,70	
3	0,2	-1,25	0,46	-1,74	

CHAPAS

Dimensiones generales	
h	6,00 m
qh	1,22KN/m2
Luz	1,25 m
Paso de las chapas	0,253 m



A ef	Luz*paso =	0,32 m2
	Luz*(Luz/3) =	0,52 m2
Gcpi =	Pres +	Succ -
	0,18	-0,18 m2

Chapas de Paredes frontal

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,9	-0,99	1,32	-1,43
5	0,9	-1,26	1,32	-1,76

Chapas de Paredes lateral

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,9	-0,99	1,32	-1,43
5	0,9	-1,26	1,32	-1,76

Chapas de Cubierta

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]	Lr [kn/m2]
1	0,3	-1	0,59	-1,44	0,96
2	0,3	-1,8	0,59	-2,42	
3	0,3	-2,8	0,59	-3,63	

Tabla 2. Cálculo componentes y revestimientos

RESUMEN DE CARGAS

Viento normal a la cumbrera					Viento paralelo a la cumbrera				
h	6,00 m	m		h	6,00 m	m			
L	15,00 m	m		L	40,00 m	m			
B	40,00 m	m		B	15,00 m	m			
L/B	0,375	< 1		L/B	2,67				
h/L	0,400	< 0.5		h/L	0,400	< 0.5			
Gcpi (presión)	0,18			Gcpi (presión)	0,18				
Gcpi (succion)	-0,18			Gcpi (succion)	-0,18				
G	0,85		G	0,85					
Paredes					Paredes				
Orientacion	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]		Orientacion	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]	
			p= qh * (Gcp - Gcpi)					p= qh * (Gcp - Gcpi)	
			SUCCION	PRESION				SUCCION	PRESION
			Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)				Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)
Barlovento	0,80	1,22	0,61	1,05	Barlovento	0,80	1,22	0,61	1,05
Laterales	-0,70		-0,95	-0,51	Laterales	-0,70		-0,95	-0,51
Sotavento	-0,50		-0,74	-0,30	Sotavento	-0,30		-0,53	-0,09
Cubiertas					Cubiertas				
Distancia horizontal desde el alero	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]		Distancia horizontal desde el alero	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]	
			p= qh * (Gcp - Gcpi)					p= qh * (Gcp - Gcpi)	
			SUCCION	PRESION				SUCCION	PRESION
			Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)				Gcpi presión	Gcpi succión
(0-h) 0 a 6	-0,90	1,22	-1,15	-0,71	(0-h)	-0,90	1,22	-1,15	-0,71
(h-2h) 6 a 12	-0,50		-0,74	-0,30	(h-2h)	-0,50		-0,74	-0,30
(> 2h) >12	-0,30		-0,53	-0,09	(> 2h)	-0,30		-0,53	-0,09

RESUMEN DE CARGAS

Viento normal a la cumbrera				Viento paralelo a la cumbrera					
h	6,00 m	m		h	6,00 m	m			
L	15,00 m	m		L	40,00 m	m			
B	40,00 m	m		B	15,00 m	m			
L/B	0,375	< 1		L/B	2,67				
h/L	0,400	< 0.5		h/L	0,400	< 0.5			
Gcpi (presión)	0,18			Gcpi (presión)	0,18				
Gcpi (succion)	-0,18			Gcpi (succion)	-0,18				
G	0,85		G	0,85					
Paredes				Paredes					
Orientacion	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]		Orientacion	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]	
			p= qh * (Gcp - Gcpi)					p= qh * (Gcp - Gcpi)	
			SUCCION	PRESION				SUCCION	PRESION
			Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)				Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)
Barlovento	0,80	1,22	0,61	1,05	Barlovento	0,80	1,22	0,61	1,05
Laterales	-0,70		-0,95	-0,51	Laterales	-0,70		-0,95	-0,51
Sotavento	-0,50		-0,74	-0,30	Sotavento	-0,30		-0,53	-0,09
Cubiertas				Cubiertas					
Distancia horizontal desde el alero	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]		Distancia horizontal desde el alero	Cp	qh [kN/m2]	Presion de diseño [kN/m2]	
			p= qh * (Gcp - Gcpi)					p= qh * (Gcp - Gcpi)	
			SUCCION	PRESION				SUCCION	PRESION
			Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)				Gcpi (presión int)	Gcpi (succión int)
(0-h)	-0,90	1,22	-1,15	-0,71	(0-h)	-0,90	1,22	-1,15	-0,71
(h-2h)	-0,50		-0,74	-0,30	(h-2h)	-0,50		-0,74	-0,30
(> 2h)	-0,30		-0,53	-0,09	(> 2h)	-0,30		-0,53	-0,09

Tabla 3. Resumen de cargas

Cálculo de cargas Lr (CIRSOC 101 Cap 4)

CALCULO DE SOBRECARGA MINIMAS PARA CUBIERTAS Lr		
Sobrecarga Pórtico		
Luz	15	m
Sep. entre pórticos	5	m
Área tributaria	75	m2
R1	0,6	
Pendiente	10	%
F	1,2	
R2	1	
Sobrecarga Lr=0.96 R1 R2	0,58	kN/m2
Sobrecarga Lr para Chapas y Correas		
Luz	5	m
Sep. entre correas	1,25	m
Área tributaria	6,25	m2
R1	1	
Pendiente	10	%
F	1,2	
R2	1	
Sobrecarga Lr=0.96 R1 R2	0,96	kN/m2

Características geométricas

Longitud mayor	15 m	m
Longitud menor	40 m	m
Pendiente de cubierta	10	%
Angulo de la cubierta	5,7	°
Altura máx. Hmáx	7	m
Altura media Hm	6	m
Luz de pórticos	15	m
Separación entre pórticos	5	m
Luz correas laterales/techo	5	m
Luz correas frontales	5	m
Separación entre correas techo	1,25	m
Separación entre correas laterales	1,25	m

Tabla 4. Cálculo cargas Lr

CÁLCULO DE CHAPAS

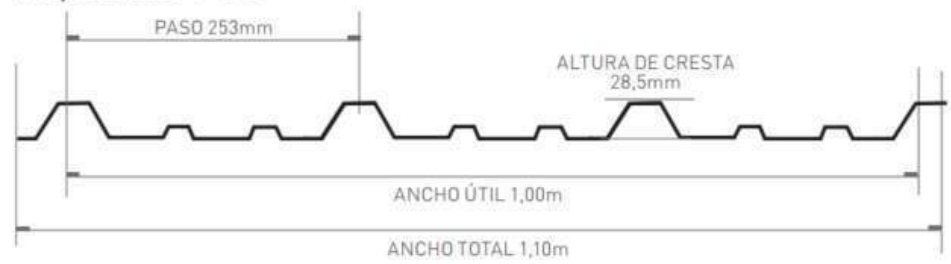
CHAPAS DE CUBIERTA

Características

Chapa trapezoidal T 101

Espesor (e)	0,71 mm	
Separación entre correas de techo (L)	1,25 m	
Paso de la chapa	0,253 m	
Peso propio de la chapa (qd)	0,066KN/m	
Pendiente de cubierta (Θ)	5,71°	10,0%
a =10% menor dimension horizontal	4,00 m	

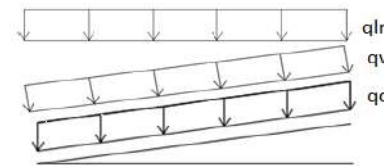
Trapezoidal T-101



Cargas admisibles de presión :

	TABLA		INTERPOLACIÓN
Luz [m]	1,2	1,4	1,25 m
Flexión [KN/m ²]	4,73	3,46	4,41
Flecha [mm]	7,74	4,85	7,02

Valores extraídos de catálogos



$$qD' = qD \cdot \cos(\Theta)$$

$$qLr' = qLr \cdot \cos(\Theta)^2$$

Cargas admisibles de succión :

Luz [m]	1,2	1,4	1,25 m
Flexión [KN/m ²]	-4,35	-3,21	-4,07
Flecha [mm]	-8,61	-5,45	-7,82

DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHAPAS DE CUBIERTA

ZONA 1

Presión interna	
qD	0,060KN/m ²
qD'	0,059KN/m ²
qLr	0,960KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²
qW	0,585KN/m ²

Succión interna	
qD'	0,059KN/m ²
qW	-1,439KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	0,645KN/m ²
qs2 = qD' + qLr'	1,010KN/m ²
qs3 = qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,134KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qw	-1,380KN/m ² Verifica

ZONA 2

Presión interna	
qD	0,060KN/m ²
qD'	0,059KN/m ²
qLr	0,960KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²
qW	0,585KN/m ²

Succión interna	
qD'	0,059KN/m ²
qW	-2,415KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	0,645KN/m ²
qs2 = qD' + qLr'	1,010KN/m ²
qs3 = qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,134KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qw	-2,356KN/m ² Verifica

ZONA 3

Presión interna	
qD	0,060KN/m ²
qD'	0,059KN/m ²
qLr	0,960KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²
qW	0,585KN/m ²

Succión interna	
qD'	0,059KN/m ²
qW	-3,635KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	0,645KN/m ²
qs2 = qD' + qLr'	1,010KN/m ²
qs3 = qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,134KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qw	-3,576KN/m ² Verifica

DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHAPAS DE PARED

ZONA 4

Cargas de Presión	
qW =	1,317KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qw	1,317KN/m ²

Cargas de Succión	
qW	-1,427KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qw	-1,427KN/m ² Verifica

ZONA 5

Cargas de Presión	
qW1 =	1,317KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qW1	1,317KN/m ²

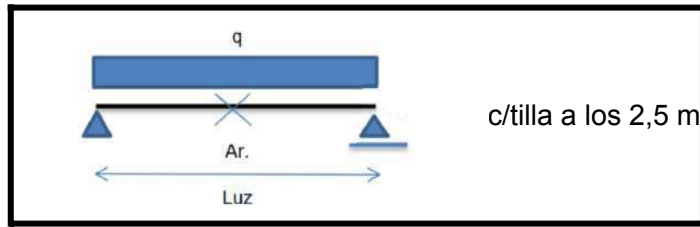
Cargas de Succión	
qW	-1,756KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qw	-1,756KN/m ² Verifica

Tabla 5. Cálculo de chapas

Cálculo correas de techo Zona 1

CORREAS DE TECHO

Zona 1



Chapa	
Peso propio D [kn/m ²]	0,060

Ángulo faldón Θ	
[grados]	5,71

Perfil C propuesto				
Parámetros [mm]	ht	bt	dt	t=ri
	180	80	30	2
A		7,14	cm ²	
Peso de la correa		0,056	kN/m	
Jx		358,65	cm ⁴	
Jy		50,56	cm ⁴	
Sx		39,85	cm ³	
ly=ly/2		25,28	cm ⁴	

Material		
	Acero F-24	
Fy=	23,50	kN/cm ²
Fu=	37,00	kN/cm ²
E=	20000	kN/cm ²
G=	78,33	kN/m ³

Separación entre correas	1,25	m
Luz	5,00	m
Angulo	5,71	°

Cargas		
Permanente D	0,13	kN/m
CV 0,96kN/m ² Lr	1,19	kN/m
W succión Wn	-1,65	kN/m
W presión Wp	0,58	kN/m

Flecha		$f = (5/384) (q \times Luz^4) / (E \times J)$	
fadm (Carga de Viento)= Luz/180	2,78	cm	
fadm (D+CV)= Luz/150	3,33	cm	

ELS							
PRESIÓN	qd + Lr	1,32	kN/m	→	flecha [cm]	= 1,50	Verifica
	qd + Wp	0,71	kN/m	→	flecha [cm]	= 0,80	Verifica
	qd + 0,7*[Lr + Wp]	1,37	kN/m	→	flecha [cm]	= 1,55	Verifica
SUCCIÓN	qd + Wn	-1,52	kN/m	→	flecha [cm]	= -1,72	Verifica

ELU				
Presión	q1+ [Kn/m]	1,62	$(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)$	
	q2+ [Kn/m]	2,52	$(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)$	
Succion	Qu+ [Kn/m]	2,52		
	Qu- [Kn/m]	-2,35	$(0.9*D + 1.5*Wn)$	

$M_u = (q \cdot l^2) / 8$	
Mu+ [Knm]	7,88
Mu- [Knm]	-7,35

$$F_e = \frac{C_b \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

cb	1,14
Lb [m]	5,00
Fe [Kn/cm ²]	10,28
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm ²]	10,28
ϕ	0,9
R (165 < d < 216mm)=	0,65

Alas no rigidizadas

Para $F_e \geq 2,78F_y$ → $F_c = F_y$
 Para $2,78F_y > F_e > 0,56F_y$ → $F_c = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right)$
 Para $F_e \leq 0,56F_y$ → $F_c = F_e$

Arriostrado en el chapeado							
Md= $\phi S F_y$	Md+=	8,43	kNm	→	Mu+/Md+	0,93	Verifica

Chapeado en succion							
Md= $\phi S F_c R$	Md+=	-2,40	kNm	→	Mu-/Md-	3,07	No verifica

(Necesita tillas)

Arriostrado con tilla a los 2,5m	
cb	1,29
Lb [m]	2,50
Fe [Kn/cm ²]	46,52
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm ²]	22,45
ϕ	0,9

Alas no rigidizadas

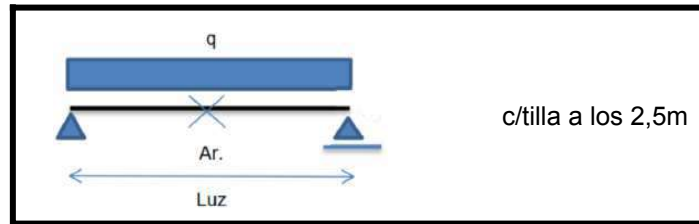
Arriostrado al medio							
Md= $\phi S F_c$	Md=-	-8,05	kNm	→	Mu-/Md-	0,91	Verifica

Tabla 6. Cálculo correas de techo Z1

Cálculo correas de techo Zona 2

CORREAS DE TECHO

Zona 2



Chapa

Peso propio D [kn/m²] 0,060

Ángulo faldón Θ

[grados] 5,711

Perfil C propuesto

Parámetros	ht	bt	dt	t=ri
mm	180	80	30	2
A		7,14 cm ²		
Peso de la correa		0,056 kN/m		
Jx		358,65 cm ⁴		
Jy		50,56 cm ⁴		
Sx		39,85 cm ³		
ly=Jy/2		25,28 cm ⁴		

Material

	Acero F-24	
Fy=	23,50	kN/cm ²
Fu=	37,00	kN/cm ²
E=	20000	kN/cm ²
G=	78,33	kN/m ³

Separación entre correas	1,25	m
Luz	5,00	m
Angulo	5,711	°

Cargas

Permanente D	0,13	kN/m
CV 0,96kN/m ² Lr	1,19	kN/m
W succión Wn	-1,70	kN/m
W presión Wp	0,46	kN/m

Flecha

$$f = (5/384) (q \times Luz^4)$$

fadm (Carga de Viento)= Luz/180	2,78	cm
fadm (D+CV)= Luz/150	3,33	cm

SERVICIO

PRESIÓN	qd + Lr	1,32	kN/m	→	flecha [cm]	=	2,54	Verifica
	qd + Wp	0,59	kN/m	→	flecha [cm]	=	1,15	Verifica
	qd + 0,7*[Lr + Wp]	1,29	kN/m	→	flecha [cm]	=	2,48	Verifica
SUCCIÓN	qd + Wn	-1,57	kN/m	→	flecha [cm]	=	-3,02	Verifica

Ultima	Presión	q1+ [Kn/m]	1,44	(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)
		q2+ [Kn/m]	2,43	(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)
	Succión	Qu+[Kn/m]	2,43	
		Qu-[Kn/m]	-2,43	(0.9*D + 1.5*Wn)

Mu=(q*I²)/8

Mu+ [Knm]	7,59
Mu- [Knm]	-7,58

$$F_e = \frac{Cb \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

cb	1,14
Lb [m]	5,00
Fe [Kn/cm ²]	10,28
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm ²]	10,28
ϕ	0,9
R (165 < d < 216mm)=	0,65

Alas no rigidizadas

Para $F_e \geq 2,78F_y$

→ $F_c = F_y$

Para $2,78F_y > F_e > 0,56F_y$

→ $F_c = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right)$

Para $F_e \leq 0,56F_y$

→ $F_c = F_e$

Arriostrado en el chapeado

Md= ϕ S Fy	Md+=	8,43	kNm	→	Mu+/Md+	0,90	Verifica
-----------------	------	------	-----	---	---------	------	----------

Chapeado en succión

Md= ϕ S Fy R	Md+=	-2,40	kNm	→	Mu-/Md-	3,16	No verifica
-------------------	------	-------	-----	---	---------	------	-------------

(Necesita tillas)

Arriostrado con tilla a los 2,5m

cb	1,29
Lb [m]	2,50
Fe [Kn/cm ²]	46,52
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm ²]	22,45
ϕ	0,9

Alas no rigidizadas

Arriostrado al medio

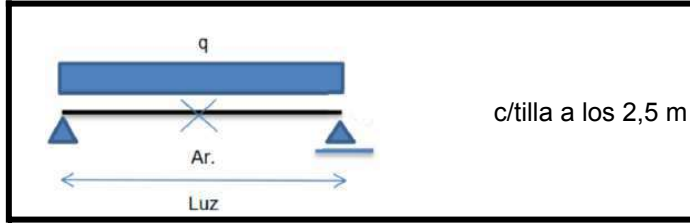
Md= ϕ S Fc	Md=-	-8,05	kNm	→	Mu-/Md-	0,94	Verifica
-----------------	------	-------	-----	---	---------	------	----------

Tabla 7. Cálculo correas de techo Z2

Cálculo correas de techo Zona 3 (con tilla)

CORREAS DE TECHO

Zona 3



Chapa	
Peso propio D [kn/m2]	0,060

Ángulo faldón Θ	
[grados]	5,711

Perfil C propuesto					
Parámetros	ht	bt	dt	t=ri	
mm	180	80	30	2	
A		7,14	cm2		
Peso de la correa		0,056	kN/m		
Jx		358,65	cm4		
Jy		50,56	cm4		
Sx		39,85	cm3		
Iy=Jy/2		25,28	cm4		

Material		
	Acero F-24	
Fy=	23,50	kN/cm2
Fu=	37,00	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
G=	78,33	kN/m3

Separación entre correas	1,00	m	<i>(Hay mas densificación acá)</i>
Luz	5,00	m	
Angulo	5,711	°	

Cargas		
Permanente D	0,11	kN/m
CV 0,96kN/m2 Lr	0,95	kN/m
W succión Wn	-1,74	kN/m
W presión Wp	0,46	kN/m

Flecha	$f = (5/384) (q \times Luz^4) / (E \times J)$	
fadm (Carga de Viento)= Luz/180	2,78	cm
fadm (D+CV)= Luz/150	3,33	cm

PRESIÓN	qd + Lr	1,07	kN/m	→	flecha [cm]	=	1,21	Verifica
	qd + Wp	0,58	kN/m	→	flecha [cm]	=	0,66	Verifica
SUCCIÓN	qd + 0,7*[Lr + Wp]	1,10	kN/m	→	flecha [cm]	=	1,25	Verifica
	qd + Wn	-1,63	kN/m	→	flecha [cm]	=	-1,85	Verifica

Ultima	Presión	q1+ [Kn/m]	1,31	$(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)$
		q2+ [Kn/m]	2,03	$(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)$
	Succión	Qu+ [Kn/m]	2,03	
		Qu- [Kn/m]	-2,51	$(0.9*D + 1.5*Wn)$

Mu=q*I^2/8	
Mu+ [Knm]	6,34
Mu- [Knm]	-7,85

$$F_e = \frac{Cb \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

cb	1,14
Lb [m]	5,00
Fe [Kn/cm2]	10,28
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm2]	9,53
φ	0,9
R (165 < d < 216mm)=	0,65

$L_b = 2d \cdot \text{distancia entre pasadore}$

Para $F_e \geq 2,78F_y$ → $F_c = F_y$

Para $2,78F_y > F_e > 0,56F_y$ → $F_c = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right)$

Para $F_e \leq 0,56F_y$ → $F_c = F_e$

Alas no rigidizadas

Arriostrado en el chapeado							
Md= φ S Fy	Md+=	8,43	kNm	Verificación	Mu+/Md+	0,75	Verifica
Chapeado en succion							
Md= φ S Fy R	Md+=	-2,22	kNm	Verificación	Mu-/Md-	3,54	No verifica

(Necesita tillas)

Arriostrado con tilla a los 2,5 m	
cb	1,29
Lb [m]	2,50
Fe [Kn/cm2]	41,11
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm2]	21,97
φ	0,9

Alas no rigidizadas

Arriostrado al medio							
Md= φ S Fc	Md=-	-7,88	kNm	Verificación	Mu-/Md = 7,85/7,88	0,997	Verifica

Tabla 8. Cálculo correas de techo Z3

Cálculo correas Zona 4 y 5 frontis

CORREAS DE PARED FRONTIS

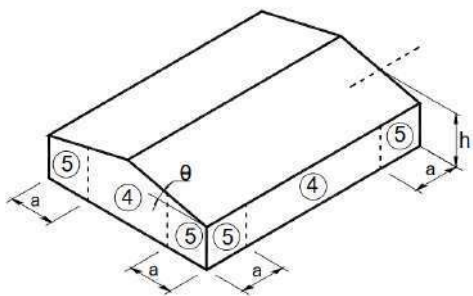
Zona 5 Y 4 Frontis

Chapa	
Peso propio D [kn/m2]	0,060

Perfil C propuesto					
Parámetros	ht	bt	dt	t=ri	
mm	180	70	25	2	
A		7,14	cm2		
Peso de la correa		0,056	kN/m		
Jx		358,65	cm4		
Jy		50,56	cm4		
Sx		39,85	cm3		
ly=jy/2		25,28	cm4		

Material		
	Acero F-24	
Fy=	23,50	kN/cm2
Fu=	37,00	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
G=	78,33	kN/m3

Separación entre correas	1,25	m
Luz	3,75	m



Area efectiva [m2]	
A1= S.correas*l	4,69
A2=l*/3	4,69

Cargas		
Permanente D	0,00	kN/m
CV 0,96kN/m2 Lr	0,00	kN/m
W succión Wn	-1,92	kN/m
W presión Wp	1,51	kN/m

Flecha		f = (5/384) (q x Luz4) / (E x J)	
fadm (Carga de Viento)= Luz/180	2,08	cm	
fadm (D+CV)= Luz/150	2,50	cm	

Servicio	Lr	q+	0,00	kN/m => f	0,00	cm	Verifica
	W	q-	-1,92	kN/m => f	-0,69	cm	Verifica
	D+Lr	q+	0,00	kN/m => f	0,00	cm	Verifica
	D+Wn	q-	-1,92	kN/m => f	-0,69	cm	Verifica
	D+Wp	q-	1,51	kN/m => f	0,54	cm	Verifica

Ultima	Presión	q1+ [Kn/m]	2,26	(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)
		q2+ [Kn/m]	1,21	(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)
	Succion	Qu+[Kn/m]	2,26	
		Qu-[Kn/m]	-2,88	(0.9*D + 1.5*Wn)

Mu=q*l^2/8	
Mu+ [Knm]	3,98
Mu- [Knm]	-5,07

Cb	1,14
Lb [m]	3,75
Fe [Kn/cm2]	18,27
Fc [Kn/cm2]	16,78
R (165 < d < 216mm)=	0,65

$$F_e = \frac{Cb \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

Para $F_e \geq 2,78F_y$ → $F_c = F_y$
 Para $2,78F_y > F_e > 0,56F_y$ → $F_c = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right)$
 Para $F_e \leq 0,56F_y$ → $F_c = F_e$

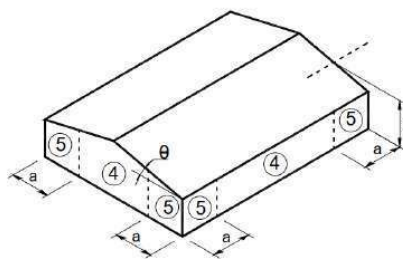
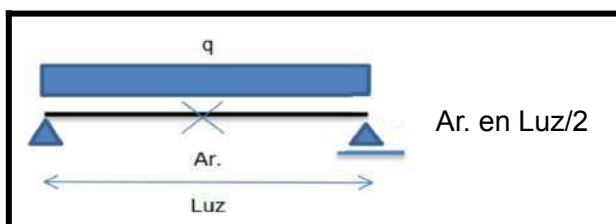
Arriostrado en el chapeado		Se verifica para cargas de presión, donde ala comprimida arriostrada al revestimiento						
Md= φ S Fy	Md+=	8,43	kNm	Verificación	Mu+/Md+	0,47	Verifica	
Chapeado en succion		Md+=	-5,48	kNm	Verificación	Mu-/Md-	0,92	Verifica

Tabla 9. Cálculo correas de techo Z4 y Z5 frontis

Cálculo correas Zona 4 y 5 laterales

CORREAS DE PARED LATERAL

Zona 5 Y 4 Lateral



Chapa

D [kn/m²] 0,060

Perfil C propuesto

Parámetros	ht	bt	dt	t=ri
mm	180	70	25	2
A		7,14 cm ²		
Peso de la correa		0,056 kN/m		
Jx		358,65 cm ⁴		
Jy		50,56 cm ⁴		
Sx		39,85 cm ³		
ly=ly/2		25,28 cm ⁴		

Material

Acero F-24		
Fy=	23,50	kN/cm ²
Fu=	37,00	kN/cm ²
E=	20000	kN/cm ²
G=	78,33	kN/m ³

Separación entre correas 1,25 m
Luz 5,00 m

Área efectiva [m²]

A1= S.correas*I 6,25
A2=I*I/3 8,33

Cargas

Permanente D	0,00	kN/m
CV 0,96kN/m ² Lr	0,00	kN/m
W succión Wn	-1,76	kN/m
W presión Wp	1,44	kN/m

Flecha

	f = (5/384) (q x Luz ⁴) / (EI)
fadm (Carga de Viento)= Luz/180	2,78 cm
fadm (D+CV)= Luz/150	3,33 cm

Servicio	Lr	q+	q-	W	D+Lr	D+Wn	D+Wp	Verifica
		0,00	-1,76		0,00	-1,76	1,44	Verifica
		0,00	-1,76		0,00	-1,99	1,63	Verifica
		0,00	-1,76		0,00	-1,99	1,63	Verifica
		0,00	-1,76		0,00	-1,99	1,63	Verifica
		0,00	-1,76		0,00	-1,99	1,63	Verifica

Ultima

Presión	q1+ [Kn/m]	2,16	(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)
	q2+ [Kn/m]	1,15	(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)
Succión	Qu+[Kn/m]	2,16	
	Qu-[Kn/m]	-2,63	(0.9*D + 1.5*Wn)

Mu=q*I²/8

Mu+ [Knm] 6,75
Mu- [Knm] -8,23

Cb 1,14
Lb [m] 5,00
Fe [Kn/cm²] 10,28
Fc [Kn/cm²] 9,53
R (165 < d < 216n) 0,65

$$F_e = \frac{C_b \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

Para $F_e \geq 2,78F_y$ → $F_c = F_y$
 Para $2,78F_y > F_e > 0,56F_y$ → $F_c = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right)$
 Para $F_e \leq 0,56F_y$ → $F_c = F_e$

Arriostado en el chapeado

Md= φ S Fy Md+= 8,43 kNm Verificación Mu+/Md+ 0,80 Verifica

Chapeado en succión

Md= φ S Fy R Md+= -5,48 kNm Verificación Mu-/Md- 1,50 No verifica

(Necesita tillas)

Arriostado con tilla a los 3m

cb 1,29
Lb [m] 2,50
Fe [Kn/cm²] 46,52
2,78*Fy 53,58
0,56*Fy 13,16
Fc [Kn/cm²] 23,93
φ 0,9

Alas no rigidizadas

Arriostado al medio

Md= φ S Fc Md=- 10,89 kNm Verificación Mu-/Md- 0,76 Verifica

Tabla 10. Cálculo correas de techo Z4 y Z5 lateral

DIMENSIONAMIENTO VIGA DINTEL

L dintel	3,75	
Cargas Horizontales		
WPres + Pint	0,610	KN/m2
WPres + Sint	1,05	KN/m2
WSucc + Pint	-0,95	KN/m2
WSucc + Sint	-0,51	KN/m2
Ainfluencia	3,37	m
qWPres + Pint	2,06	KN/m
qWPres + Sint	3,54	KN/m
qWSucc + Pint	-0,95	KN/m
qWSucc + Sint	-0,51	KN/m
qWuPres + Pint	3,08	KN/m (mayorada)
qWuPres + Sint	5,30	KN/m (mayorada)
qWuSucc + Pint	-1,42	KN/m (mayorada)
qWuSucc + Sint	-0,76	KN/m (mayorada)

qWPres*1,5
qWSucc*1,5

W6x9	
d [mm]	254,00
bf [mm]	102,00
tf [mm]	6,86
hw [mm]	219,00
tw [mm]	5,84
bf/2tf	7,41
hw/tw	37,50
Ag [cm2]	28,45
Peso [kg/m]	22,30
Ix [cm4]	2868,00
Sx [cm3]	226,00
rx [cm]	10,03
Zx [cm3]	262,00
Iy [cm4]	120,00
Sy [cm3]	23,80
ry [cm]	2,06
Zy [cm3]	37,70
J [cm4]	4,16
Lp [cm]	106,00
Lr [cm]	332,00
X1 [kN/cm2]	13307,00

Cb	1,14	Siempremente apoyado
----	------	----------------------

Reacciones sobre columnas		
Rhor	9,94	kN
Rvert	0,42	kN

ESTADOS DE CARGA DE SERVICIO	
f máx : L/160 [cm]	2,34
I mínima [cm ⁴]	194

(cualquier perfil cumple)

DATOS ACERO F-24	
Fy [Mpa]	235
E [Mpa]	200000
G [Mpa]	77200

Factor de longitud efectiva: kx	1	
Longitud real: Lx =	375	cm
Longitud de pandeo: kx Lx	375	cm
Factor de longitud efectiva: ky	1	
Longitud real: Ly =	375	cm
Longitud de pandeo: ky Ly	375	cm
Esbeltez: λx =	37,39	
Esbeltez: λy =	182,04	
Esbeltez determinante: λ det =	182,04	< 200 Verifica

La forma de pandeo se indica en línea de puntos

Valores teóricos de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados de proyecto para condiciones reales	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0

DIMENSIONAMIENTO (CARGAS HORIZONTALES)		
Pandeo Local Ala		
bf/2tf	7,4	
λp	11,09	Tabla B.5.1 (Caso 1)
Verifica?		Verifica
Pandeo Local Alma		
hw/tw	37,50	
λp	109,69	Tabla B.5.1 (Caso 9)
Verifica?		Verifica
Plastificación		
Mp = Zx * Fy	6157	kNcm
1,5 My	7966,5	kNcm
Mnp =	6157	kNcm
Pandeo Lateral Torsional		
Lb	375	cm
Lp	106,0	cm
Lr	332,0	cm
Mcr =	24106,79	kNcm
Verificación de resistencia		
Mn = Min (Mcr, Mnp)	6157,00	kNcm
φ	0,9	
Md =	5541,30	kNcm
Mu =	932,08	kNcm
Mu / Md	0,17	Verifica

DIMENSIONAMIENTO (CARGAS VERTICALES)		
Pandeo Local Ala		
bf/2tf	7,4	
λp	11,09	Tabla B.5.1 (Caso 1)
Verifica?		Verifica
Pandeo Local Alma		
hw/tw	37,50	
λp	109,69	Tabla B.5.1 (Caso 9)
Verifica?		Verifica
Plastificación		
Mp = Zy * Fy	885,95	kNcm
1,5 My	4230	kNcm
Mn =	885,95	kNcm
Verificación de resistencia		
φ	0,9	
Md =	797,36	kNcm
Mu =	53,84	kNcm
Mu / Md	0,0675	Verifica
DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN DISIMÉTRICA		
Mux	932,08	
Mdx	5541,30	
Muy	53,84	
Mdy	797,36	
Mux/Mdx + Muy/Mdy	0,24	Verifica

TABLA RESUMEN	
Sección	W6x9
Lx [cm]	375,0
Ly [cm]	375,0
Lb [cm]	375,0
Lp [cm]	106,0
Lr [cm]	332,0
Cb	1,14
Cargas horizontales	
Mux [kNcm]	932,1
Mdx = 0,9 Mp [kNcm]	5541,3
Cargas verticales	
Muy [kNcm]	53,8
Mdy = 0,9 Mp [kNcm]	797,4
Flexión disimétrica	
Mux/Mdx + Muy/Mdy	0,24

Tabla 11. Cálculo viga dintel

Cálculo Parantes Frontis

Columna de frontis - BARLOVENTO	
L [m]	6,75
Ancho de infl. frente superior [m]	3,75
Área de influencia frontis [m ²]	24,96

W200x15	
W8x10	
d [mm]	205
bf [mm]	166
tf [mm]	11,8
d' _f [mm]	156
tw [mm]	7,24
h [mm]	11,8
bf/2tf	7,03
d'/tw	21,5
Ag [cm ²]	53,23
Peso [kg/m]	41,7
I _x [cm ⁴]	4079
S _x [cm ³]	398
r _x [cm]	8,76
Z _x [cm ³]	446
I _y [cm ⁴]	903
S _y [cm ³]	109
r _y [cm]	4,11
Z _y [cm ³]	166
J [cm ⁴] (It)	22,5
L _p [cm] (alma)	212
L _r [cm] (alma)	890
X1 [mpa]	23994

Análisis de cargas			
Cargas nominales verticales (compresión/tracción)			
Carga	kN/m ²	kN/m	kN
qDChapa Frontis	0,060	0,060	1,486
qDCorrea Frontis	-	0,186	0,699
PP columna	-	0,409	2,761
qDy frontis [kN/m]		0,655	

DATOS ACERO F-24	
Fy [Mpa]	235
E [Mpa]	200000
G [Mpa]	77200

Cargas horizontales (flexión) (frontis)		
Carga	kN/m ²	kN/m
qWPres con presion interna	0,61	2,287
qWPres con succion interna	1,05	3,934
qWSuccion con presion interna	-0,95	-3,545
qWPres con succion interna	-0,51	-1,898

Reacciones viga dintel	
Carga	kN
Pu viga (horizontal)	9,942
Pu viga (vertical)	0,418

SOLICITACIONES STAAD	
qD cumbreira [kN]	
qD frontis [kN/m]	0,655
Lr cumbreira [kN]	#REF!
qW [kN/m]	3,934

ESTADOS DE CARGA ÚLTIMOS	
E2=1,2D +1,5W (succion interna)	

ELS	PERFIL MÍNIMO
Flecha máx : L/160 [cm]	4,22
Inercia mínima [cm ⁴]	1260
	HP 12x53

REACCIONES OBTENIDAS EN STAAD	
E2=1,2D +1,5W (succion interna)	
Rsup [kN]	19,916
Rinf [kN]	19,916
Axial Max[kN]	2,653
Mmax [kNm]	33,608

Dimensionamiento		
Pandeo Local		
Verificación Ala		
λ _p	11,09	Tabla B.5.1 (Caso 1)
bf/2tf	7,03	Verifica
Verificación Alma		
Pu/ØPy	0,000	
λ _p	110	Tabla B.5.1 (Caso 13)
hw/tw	21,5	Verifica
Pandeo Global		
Pandeo según X		
k _x	1	
L _x	675	
λ _x	77,05	
Pandeo según Y		
k _y	1	
L _y	675	
λ _y	164	<200
λ _c	1,79	
F _{cr} [kN/cm ²]	6,42	
Ø	0,85	
P _d [kN]	290,4	
Pu/P _d	0,01	Verifica
Flexión		
Plastificación		
M _y [kNm]	93,5	
M _p [kNm]	104,8	
1,5 M _y [kNm]	140,3	
M _p [kNm]	104,8	
Pandeo lateral torsional		
C _b	1,27	
L _b [cm]	675	
L _p [cm]	212,0	
L _r [cm]	890,0	
	L _p < L _b < L _r	
X1 [Mpa]	23994,0	
M _r [kNm]	93,5	
M _{pl} =M _{cr} [kNm]	123,3	
M _n [kNm]	104,8	
Ø	0,9	
M _d [kNm]	94,33	
Mu/M _d	0,36	Verifica

Limitante

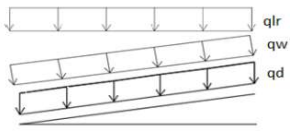


E2=1,2D +1,5W	
Pu6 [kN]	2,65
Pd [kN]	290,4
Pu6/Pd	0,01
Mu6 [kNm]	33,61
Md [kNm]	94,33
Mu6/Md	0,36
	0,36
	Verifica

Tabla 12. Cálculo parantes

Cálculo columnas pórtico

ESTADOS DE CARGA NOMINALES

	Carga	Posición	kN/m2	kN/m			
Normal a la cumbrera	WP Pint (W3)	Cubierta (0-6m)	-1,15	-5,76	// al Pórtico, de Presión interna		
		Cubierta (6 a 12)	-0,74	-3,69			
		Cubierta (>12)	-0,53	-2,65			
		Barlovento	0,61	3,05			
		Sotavento	-0,74	-3,69			
	WP Succ int (W4)	Cubierta (0-6m)	-0,71	-3,57		// al pórtico de Succión	
		Cubierta (6 a 12)	-0,30	-1,49			
		Cubierta (>12)	-0,09	-0,46			
		Barlovento	1,05	5,24			
		Sotavento	-0,30	-1,49			
Paralelo a la cumbrera	WN Pint (W1)	Cubierta*	-1,15	-5,76	⊥ al pórtico de Presión		
		Laterales	-0,95	-4,73			
	WN y Succ int (W2)	Cubierta*	-0,71	-3,57			⊥ al pórtico de Succión
		Laterales	-0,51	-2,53			
	qD chapas cubierta		0,060	0,36			
	qD correas cubierta			0,22			
	qD cubierta tot				0,58		
	qD chapas paredes		0,060		0,36		
	qD correas paredes				0,22		
	qD paredes tot				0,58		
	Lr cubierta		0,58		2,88		
	Lr cubirta "y"				2,8657		

W310x38.7 W12x26					
d [mm]	310	Sx [cm3]	547,0	Lx max [cm]	600
bf [mm]	165	rx [cm]	13,1	Ly max [cm]	600
tf [mm]	9,7	Zx [cm3]	610,0	DATOS ACERO F-24	
d' [mm]	267	ly [cm4]	720,0	Fy [Mpa]	235
tw [mm]	5,8	Sy [cm3]	87,5	E [Mpa]	200000
h[mm]	290,7	ry [cm]	3,8	G [Mpa]	77200
bf/2tf	8,55	Zy [cm3]	134,0	Desplazamiento lateral en Y (mm)	
d'/tw	45,7	J [cm4] (It)	12,5	23,18	37,5
Ag [cm2]	49,35	Lp [cm] (alma)	197,0	Combinacion 12	
Peso [kg/m]	38,7	Lr [cm] (alma)	581,0	Verifica	
Ix [cm4]	8491,0	X1 [mpa]	12548,0		

Dimensionamiento de Columnas de Pórtico					Mu asociado	Tu asociado
Carga	Valor	N° de barra	Estado de cargas	Nodo	kNm	kN
Carga máxima de compresión (Pu)	42,984	4	26	2	64,173	-
Carga máxima de tracción (Tu)	62,6	1	31	3	126,23	-
Corte máximo (Vu)	52,79	1	33	2	118,02	54,09
Momento flector máximo (Mu) kNm	126,23	1	31	1	-	62,61

Perfil adoptado			W310x38.7
Dimensionamiento			
PANDEO LOCAL			
VERIFICACIÓN ALA			
$\lambda_r = 0,83 \cdot (E/F_y)^{0,5}$	24,21		Tabla B.5.1 (Caso 1)
bf/2tf	8,55		Verifica
VERIFICACIÓN ALMA			
Pu/0,85Py	0,041		
λ_r	166		Tabla B.5.1 (Caso 13)
d'/tw=hw/tw	45,72		Verifica
PANDEO GLOBAL EN X			
kx	2,00		-
Lx	600,00		cm
λ_x	91,39		-
PANDEO GLOBAL EN Y			
ky	1,00		-
Ly	600,00		cm
λ_y	156,25		<200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
λ_c	1,70		-
Fcr	7,09		kN/cm2
ϕ	0,85		-
Pd	297,44		kN
Pu/Pd	0,14		<1
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			
λ_y (eje de menor inercia)	156,25		<300
Tn	1159,73		kN
ϕ	0,90		-
Td	1043,75		kN
Tu/Td	0,06		<1
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
Plastificación			
Mp	14335,00		kNcm
My	12854,50		kNcm
1,5 My	19281,75		kNcm
PANDEO LATERAL TORSIONAL			
Cb	1,00		-
Lb	600,00		cm
Lp	197,00		cm
Lr	581,00		cm
Lb>Lr → PLT elástico			
X1	12548,00		MPa
Mcr	56227,89		kNcm
Mn	14335,00		kNcm
ϕ	0,90		-
Md	12901,50		kNcm
Mu/Md	0,98		<1
ACCIONES COMBINADAS CON COMPRESIÓN			
Pu/Pd	0,14		<0,2
Mu (asociado al estado Pu max)	6417,3		kNcm
Md	12901,50		kNcm
Pu	42,98		kN
Pd	297,44		kN
Flexion disimétrica	0,59		<1
ACCIONES COMBINADAS CON TRACCIÓN			
Tu (asociado al estado Mu max)	62,61		kN
Tu/Td	0,06		<0,2
Mu	12623		kNcm
Md	12901,50		kNcm
Flexion disimétrica	0,93		<1
Verificación CORTE			
Aw = d*tw	18,10		cm2
h/tw	49,78		
$2,45 \cdot (E/F_y)^{0,5}$	13,23		≥ h/tw
$3,07 \cdot (E/F_y)^{0,5}$	16,58		≥ h/tw
Vn	660,51		kN
Vd = φ Vn	594,46		kN
Vmax	52,79		Verifica

ESFUERZOS COMBINADOS			
Estado de cargas	Nodo	Esfuerzo	
26	2 (C4)	Pu[kN]	42,98
		Mu[kNm]	64,17

ESFUERZOS COMBINADOS			
Estado de cargas	Nodo	Esfuerzo	
31	3 (C4)	Mu[kNm]	12623,00
		Tu[kN]	62,61

$$V_n = \frac{4,52 E A_w (10)^{-1}}{(h/t_w)^2}$$

Tabla 13. Cálculo columna de pórtico

Cálculo viga Pórtico

ESTADOS DE CARGA NOMINALES

	Carga	Posición	kN/m ²	kN/m		
Parelelo al plano de pórtico	WP Pint	Cubierta (0-10m)	-1,15	-5,76	// al Pórtico de Presión	
		Cubierta (>10m)	-0,74	-3,69		
		Barlovento	0,61	3,05		
	WP Sint	Sotavento	-0,74	-3,69		
		Cubierta (0-10m)	-0,71	-3,57		// al pórtico de Succión
		Cubierta (>10m)	-0,30	-1,49		
Barlovento	1,05	5,24				
Sotavento	-0,30	-1,49				
Normal al plano de pórtico	WN Pint	Cubierta*	-1,15	-5,76	⊥ al pórtico de Presión	
		Laterales	-0,95	-4,73		
	WN Sint	Cubierta*	-0,71	-3,57		⊥ al pórtico de Succión
		Laterales	-0,51	-2,53		

qD chapas cubierta	0,060	0,30
qD correas cubierta		0,22
qD cubierta tot		0,52
qD chapas paredes	0,060	0,30
qD correas paredes		0,22
qD paredes tot		0,52
Lr cubierta	0,58	2,88
Lr cubirta "y"		2,85

W200x52

W8x35

d [mm]	210	Sx [cm ³]	582,0	Lx max [cm]	1500
bf [mm]	205	rx [cm]	12,5	Ly max [cm]	500
tf [mm]	14,2	Zx [cm ³]	652,0	DATOS ACERO F-24	
d' [mm]	156,0	ly [cm ⁴]	2044,0	Fy [Mpa]	235
tw [mm]	9,1	Sy [cm ³]	200,0	E [Mpa]	200000
h [mm]	181,6	ry [cm]	5,2	G [Mpa]	77200
bf/2tf	7,22	Zy [cm ³]	303,0	Desplazamiento lateral en Y (mm)	
d'/tw	17,1	J [cm ⁴] (It)	46,6	66,93	83,3
Ag [cm ²]	75,48	Lp [cm] (alma)	266,0	Verifica	
Peso [kg/m]	59,5	Lr [cm] (alma)	1281,0		
Ix [cm ⁴]	6077,0	X1 [mpa]	28131,0		

Dimensionamiento de Viga de Pórtico

Carga	Valor	N° de barra	Estado de cargas	Nodo	Mu asociado	Tu asociado
Carga máxima de compresión (Pu)	22,7	2	26	3	49,77	-
Carga máxima de tracción (Tu)	55,79	2	31	3	68,29	-
Corte máximo (Vu)	57,36	3	31	2	126,23	55,57
Momento flector máximo (Mu) kNm	126,23	2	33	2		55,57

Tabla 14. Cargas viga de pórtico

Perfil adoptado

W200x52

Dimensionamiento

PANDEO LOCAL		
VERIFICACIÓN ALA		
$\lambda_r = 0.83 \cdot (E/F_y)^{0.5}$	24,21	Tabla B.5.1 Caso 1
bf/2tf	7,22	VERIFICA
VERIFICACIÓN ALMA		
Pu/0,85Py	0,014	
λ_r	166	Tabla B.5.1 Caso 13
d'/tw=hw/tw	17,07	VERIFICA
PANDEO GLOBAL EN X		
kx	0,50	-
Lx	1500,00	cm
λ_x	60,14	-
PANDEO GLOBAL EN Y		
ky	1,00	-
Ly	500,00	cm
λ_y	96,53	<200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
λ_c	1,05	-
Fcr	14,77	kN/cm ²
ϕ	0,85	-
Pd	947,75	kN
Pu/Pd	0,02	<1

La forma de pandeo se indica en línea de puntos	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valores teóricos de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados de proyecto para condiciones reales	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
λ_y (eje de menor inercia)	96,53	<300
Tn	1773,78	kN
\emptyset	0,90	-
Td	1596,40	kN
Tu/Td	0,03	<1
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Plastificación		
Mp	15322,00	kNcm
My	13677,00	kNcm
1,5 My	20515,50	kNcm
PANDEO LATERAL TOSIONAL		
Cb	1,00	
Lb	1500,00	cm
Lp	266,00	cm
Lr	1281,00	cm
Lb>Lr → PLT elástico		
X1	28131,00	MPa
Mcr	72369,68	kNcm
Mn	15322,00	kNcm
\emptyset	0,90	-
Md	13789,80	kNcm
Mu/Md	0,92	<1
ACCIONES COMBINADAS CON COMPRESIÓN		
Pu/Pd	0,02	<0,2
Mu (asociado al estado Pu max)	4977	kNcm
Md	13789,80	kNcm
Pu	22,70	kN
Pd	947,75	kN
Fórmula	0,34	<1
ACCIONES COMBINADAS CON TRACCIÓN		
Tu (asociado al estado Mu max)	55,79	
Tu/Td	0,03	<0,2
Mu	6829	kNcm
Md	13789,80	kNcm
Fórmula	0,48	<1
ACCIONES COMBINADAS CON TRACCIÓN		
Tu (asociado al estado Mu max)	55,57	
Tu/Td	0,03	<0,2
Mu	12623	kNcm
Md	13789,80	kNcm
Fórmula	0,85	<1
Verificación CORTE		
Aw = d*tw	19,19	cm ²
h/tw	19,87	
2,45*(E/Fy) ^{0,5}	13,23	≥ h/tw
3,07*(E/Fy) ^{0,5}	16,58	≥ h/tw
Vn	4395,36	kN
Vd = ϕ Vn	3955,83	kN
Vmax	57,36	Verifica

Tabla 15. Dimensionamiento y verificación viga de pórtico

Cálculo Estructura de contraviento

CARGAS VIENTO ZONA 4 (ELS)		
Barlovento	1,317	kN/m ²
Sotavento	-1,427	kN/m ²

CARGAS VIENTO ZONA 4 (ELU)		
Barlovento	1,976	kN/m ²
Sotavento	-2,141	kN/m ²

ESTADOS DE CARGA ÚLTIMOS	
C1:	1,5W (presión)
C2:	1,5 W (succión)

CARGAS VIENTO ZONA 5 (ELS)		
Barlovento	1,317	kN/m ²
Sotavento	-1,756	kN/m ²

CARGAS VIENTO ZONA 5 ultimas		
Barlovento	1,976	kN/m ²
Sotavento	-2,635	kN/m ²

CARGAS DE VIENTO ACTUANTES S/ PARANTE EXTERNO		
Ancho de influencia p. externo	1,88	m
Barlovento	3,71	kN/m
Sotavento	-4,95	kN/m

Superficies del frontis		
A1 (parante ext)	5,81	m ²
A2 (intermedio)	12,65	m ²
A3 (central)	13,71	m ²

REACCION COLUMNA CENTRAL SOBRE PUNTAL		
Estado	Valor	Unidad
C1 (presion)	27,09	kN
C2 (succion)	-29,35	kN

REACCION COLUMNA INTERMEDIA SOBRE PUNTAL		
Estado	Valor	Unidad
C1 (presion)	25,00	kN
C2 (succion)	-27,08	kN

Dimensionamiento de diagonal mas traccionada		
Tu	91,98	kN
Diametro adoptado	3,18	1 1/4 "

Dimensionamiento del puntal mas comprimido		
Pu	50,923	kN

Verificación a fluencia		
Φ	0,9	-
Fy	235	MPa
Ag	15,88	cm ²
Tn	373,29	KN
Td	335,96	KN
Tu/Td	0,27	Verifica

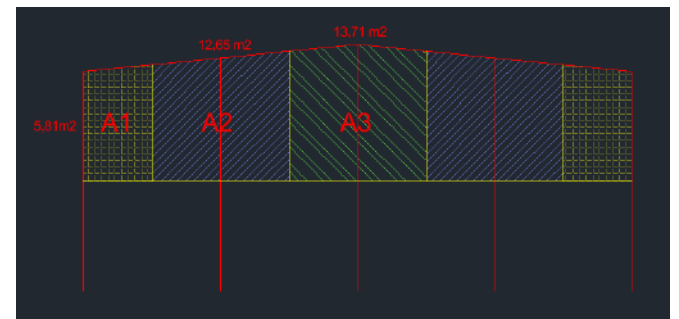
Características presillas		
Distancia entre presillas	1,50	m
Espesor	10	mm

Parámetros C individual		
Perfil	C7x12,25	
Ag	23,2	cm ²
bf	55,7	mm
tw	7,98	mm
lx	1007	cm ⁴
rx	6,6	cm
ly	49	cm ⁴
ry	1,45	cm
xg	1,33	cm

Sección		C7x12,25
Distancia Presillas [cm]		200
Espesor presilla [mm]		10
Lx [cm]		600
Ly [cm]		600
λx		75,89
λy		88,84
Pumax [kN]		50,923
Pd [kN]		625,45

Verificación a rotura		
Φ	0,75	-
Fu	370	MPa
Ae	11,91	cm ²
Tn	440,80	KN
Td	330,60	KN
Tu/Td	0,28	Verifica

Parámetros de la seccion completa "2C en cajón"		
Ag total	46,4	cm ²
dx	0,00	cm
lx total	2014,00	cm ²
rx total	6,59	cm
dy	5,44	cm
ly total	1469,63	cm ⁴
ry total	5,63	cm



Pandeo local		
b/t	6,98	
λr (caso 4)	16,34	COMPACTA
Q	1	

Pandeo global EJE Y		
ky	1	-
Ly	500	cm
λy	88,84	-

Pandeo global EJE X		
kx	1	-
Lx	500	cm
λxo	75,9	-
rib	6,59	cm
h	0,00	cm
a	150,00	cm
α	0,00	-
λ1	22,77	-
λm	75,89	-
λdet	88,84	-
λ < 200?		Verifica

Resistencia de diseño a la compresión		
λc	0,97	-
√Q . λc =	0,97	-
Fcr	15,86	kN/cm ²
φc	0,85	-
Pn	735,82	kN
Pd	625,45	kN
Verifica?		Verifica

Verificación de esbeltez local		
kv	1	-
Lv	150,00	cm
λv	22,73	-
0.75 * λdet	66,63	-
Verifica?		Verifica

Tabla 16. Cálculo estructura de contraviento

Cálculo Placa base

REACCIONES A LA BASE

BASE 1	Tu concomitante	Pu concomitante	Vu concomitante	Mu concomitante	LC
Tu max (kN)	60,210	60,210	0	7,02	43,57
Pu max (kN)	42,980	0,000	42,980	26,49	64,173
Vu max (kN)	52,78	54,08	0	52,78	118,08
Mu max (kNm)	118,08	54,08	0	52,78	118,08

MATERIALES

Hormigón H-25		
f'c	2,5	kN/cm2
φc	0,6	-
Acero F-24		
Fy	23,5	kN/cm2
Fu	37	kN/cm2
E	20000	kN/cm2

Estado de carga	i*=Mu + Vu*x [kNcm]	e=M*/Pu [cm]	A/6
E7	4416,67		8,3
E26	6642,465	154,5	8,3
E29	12256,63		8,3
E29	12256,63		8,3

PROPIEDADES DEL PERFIL DE LA COLUMNA

Perfil	W310x38.7	
h	31	cm
bf	17	cm

DIMENSIONES DE BASE DE HORMIGÓN

AF	60	cm
BF	35	cm
G	5	cm

DIMENSIONES DE PLACA METÁLICA

tp (e = 1")	2,54	cm
A	50	cm
B	25	cm
L	5	cm
D = A - 2 * L	40	cm
H = B - 2 * L	15	cm

BASE (COMPRESIÓN MÁXIMA)

VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN BAJO LA PLACA

ESTADO 1 - MÁXIMA COMPRESIÓN

Pu	42,98	kN
$Pd = 0.60 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot A1 \cdot \sqrt{A2/A1}$	2065,74	kN
A1	1250,00	cm2
A2	2100,00	cm2
Pu/Pd	0,02	< 1

Verifica

NARIZ

IPE 80		
Perfil	IPE 80	
Zx	23,0	cm3
AN = bf	4,6	cm
BN = h	8	cm
P	12	cm
$X = (P - G) / 2 + G$	8,5	cm

BASE (TRACCIÓN MÁXIMA)

VERIFICACIÓN DEL CORTE EN NARIZ DE CORTE

El corte se absorbe por nariz de corte

Vu	52,78	kN
$f_p = 0.85 \cdot 0.60 \cdot f'c$	1,28	kN/cm2
Vu adm	70,38	kN
Vu / Vuadm	0,75	< 1

Verifica

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN EN NARIZ DE CORTE

Mu	448,63	kNcm
Md	486,45	kNcm
Mu / Md	0,922	< 1

Verifica

SOLICITACIÓN EN LOS PERNOS DE ANCLAJE

Cant. pernos	4	unidades
Sep. entre pernos	40	cm
Tu perno	20,66	kN
Td	59,32	kN
Tu perno / Td	0,348	< 1

Verifica

VERIFICACIÓN PLACA BASE

Pu	42,98	kN
Dist. entre borde placa y perno	5	cm
Presión en la placa	0,0344	kN/cm2
Long. en voladizo	9,5	cm
Dist. de perno a borde del perfil	4,500	cm
Mup	1,552	kNcm/cm
Mut	9,786	kNcm/cm
Md	34,113	kNcm
Mut / Mdt	0,287	< 1

Verifica

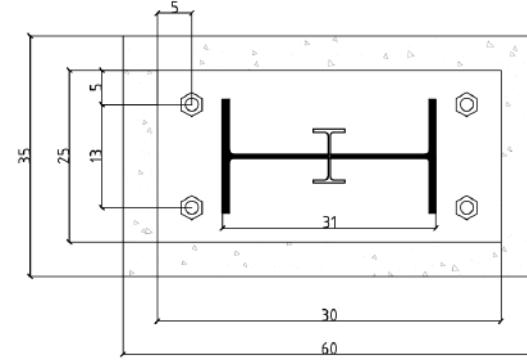


Tabla 17. Cálculo placa base

Cálculos auxiliares

Separación armadura - perno	6	
Ld (7%*fy*øbulon)	70	Long de pernos
1,5øbulon	2,8575	
L requerida	78,8575	
Ladopt	80cm	fuste

Cálculo Fundaciones

Datos de columna						W310x38.7				
Cargas Max		V concomitante	P concomitante	T concomitante	M concomitante	Estado de carga	PP cabezal [kN]	PP pilote [kN]	Pilote izquierdo	Pilote derecho
Carga en servicio										
Ts max (kN)	36,391	29,836	0	36,391	72,386	E5	29,8	30,9	30,3	-85,5
Ps max (kN)	-26,361	13,156	-26,361	0	29,668	E4	29,8	30,9	-35,2	-82,7
Vs max (kN)	32,005	32,005	0	26,572	71,032	E11	29,8	30,9	24,3	-89,3
Ms max (kNm)	72,386	29,836	0	36,391	72,386	E5	29,8	30,9	30,3	-85,5
Carga última										
Tu max (kN)	60,210	7,020	0,000	60,210	43,570	E7	29,75	30,9	19,2	-50,6
Pu max (kN)	-42,980	26,490	-42,980	0,000	64,173	E26	29,75	30,9	5,5	-97,1
Vu max (kN)	52,780	52,780	0,000	54,080	118,080	E29	29,75	30,9	75,7	-113,2
Mu max (kNm)	118,080	52,780	0,000	54,080	118,080	E29	29,75	30,9	75,7	-113,2

Propuesta cabezal			
Pilotes	2		[u]
Φ	50		[cm]
Geometría del cabezal			
S = 2,5*Φ	125		[cm]
Altura del cabezal	d ≥ 0,7*(S- h ≥ S/1,5	75	[cm]
	hadopt =	85	[cm]
d = h - 7cm	78		[cm]
B1 = Φ + 10*2	70		[cm]
A1 = S + Φ + 2*10	195		[cm]
Aadopt =	200		[cm]
Dimensiones del cabezal [cm]	200 x 70 x 95		
PP cabezal	29,8		[kN]
PP pilote	30,9		[kN]

Datos de estudio de suelo (HUGHES)					
Estrato	Profundidad [-m]	He [m]	qf [kN/m2]	qp [kN/m2]	[kg/cm2]
			Resist. Fricción	Resist. Punta	Cohesión
1	0,0-3,0	3	13,734	137,34	0
2	3,0-5,0	2	9,07425	191,295	0
3	5,0-8,0	3	29,7566667	300,84	0

Jimenez Montoya

Profundidad cabezal	-0,35
Profundidad comienzo de pilote	-1,2

Cargas sobre los pilotes	
Compresión Max	85,5 kN
Tracción Max	30,3 kN

Resistencia pilote									
Estrato	Profundidad	He adop [m]	qf adm [kN/m2]	qp [kN/m2]	Nf [kN]	Nfacum [kN]	Np [kN]	C max pilote	
1	0,0-3,0	1,8	13,734	137,34	4,85	4,85	137,34		
2	3,0-5,0	2	9,07425	191,295	3,56	8,42	191,295		
3	5,0-8,0	2,5	46	337,5	22,70	31,12	66,27	97,39	
	v	6,3							
	prof punta	-7,5							

VERIFICA TRACCIÓN

VERIFICA COMPRESIÓN

Dimensionamiento de armadura pilote	
Nu [mN]	0,113
Cuantía	1%
Asección [cm2]	1963
Ag necesario [cm2]	86
Ast1 = 1% Ag nec [cm2]	0,86
Ast2 = 0,5% Ag sección [cm2]	9,82
Ast [cm2]	9,82
Ast adop	10,21
Diámetro Φ [mm]	10
Cantidad	13

Dimensionamiento viga arriostramiento	
Vu --> Pu (mN)	0,058
Cuantía mínima	1%
Ancho	30
Alto	30
Asección [cm2]	900
Ag necesario [cm2]	28,7
Ast1 = 1% Ag nec [cm2]	0,29
Ast2 = 0,5% Ag sección [cm2]	4,50
Ast [cm2]	4,50
Ast adop	4,71238898
Diámetro Φ [mm]	10
Cantidad	6

Estribos (min Φ6)	
Diámetro Φ [mm]	6
SMAX(12Φb; 48Φe)	12

Estribos (min Φ6)	
Diámetro Φ [mm]	6
SMAX(12Φb; 48Φe)	27

Propuesta cabezal		
Dimensiones del cabezal [cm]	200 x 70 x 95	
Pilotes	2	[u]
Φ	50	[cm]
Largo pilote	6,3	m
Nivel de fondo de pilote	-7,5	m

Dimensionamiento viga arriostramiento	
Vu --> Pu (mN)	0,058
Ancho	30
Alto	30
Cuantía mínima	1%
Ast adop	
Diámetro Φ [mm]	10
Cantidad	6
Estribos (min Φ6)	
Diámetro Φ [mm]	6
SMAX(12Φb; 48Φe)	12

Tabla 18. Cálculo fundaciones

ANEXO 07 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

1. Curvas IDR

En la tabla N°1, se presentan los valores correspondientes a intensidad, duración y recurrencia correspondientes a la localidad de Venado Tuerto, utilizados para construir las curvas con las que se trabaja.

INTENSIDAD (mm/hs)						
Δt (min)	Tr: 2años	Tr: 5años	Tr: 10años	Tr: 25años	Tr: 50años	Tr: 100años
5	117.3	150.13	171.97	199.58	220.06	240.39
10	102.49	131.36	150.48	174.63	192.55	210.34
15	87.84	112.59	128.98	149.68	165.04	180.29
30	50.43	64.64	74.04	85.93	94.75	103.5
60	29.28	37.53	42.99	49.89	55.01	60.1
120	17.89	22.94	26.27	30.49	33.62	36.73
180	14.64	18.77	21.5	24.95	27.51	30.05
360	9.35	11.99	13.73	15.94	17.57	19.2
720	5.9	7.56	8.66	10.05	11.08	12.1
1440	3.39	4.34	4.98	5.77	6.37	6.96
2880	1.84	2.31	2.58	2.89	3.1	3.28
4320	1.3	1.65	1.85	2.08	2.24	2.38

Tabla A7.1: Relaciones IDR para Venado Tuerto, serie 1990-2017. Fuente: Google Earth

Para el diseño del proyecto de obras se siguen las recomendaciones establecidas en la Resolución No 736 del año 2016, en el que se detalla que el reservorio debe estar diseñado para amortiguar el escurrimiento producido por una tormenta de diseño de recurrencia 100 años, y que debe contar con estructuras de regulación para descargar caudales generados por tormentas de 5 y 100 años. Debido a esto, se obtienen las curvas IDR correspondientes a R=5 años y R=100 años, y sus respectivas líneas de tendencia. La ecuación que las define viene dada por la siguiente expresión:

$$I = a \Delta t^b$$

Donde:

- I : intensidad de lluvia correspondiente a una recurrencia (mm/hs)
- Δt : Duración de la lluvia (min)
- a,b: coeficientes de parametrización

Curvas IDR - Venado Tuerto .Serie 1990-2017

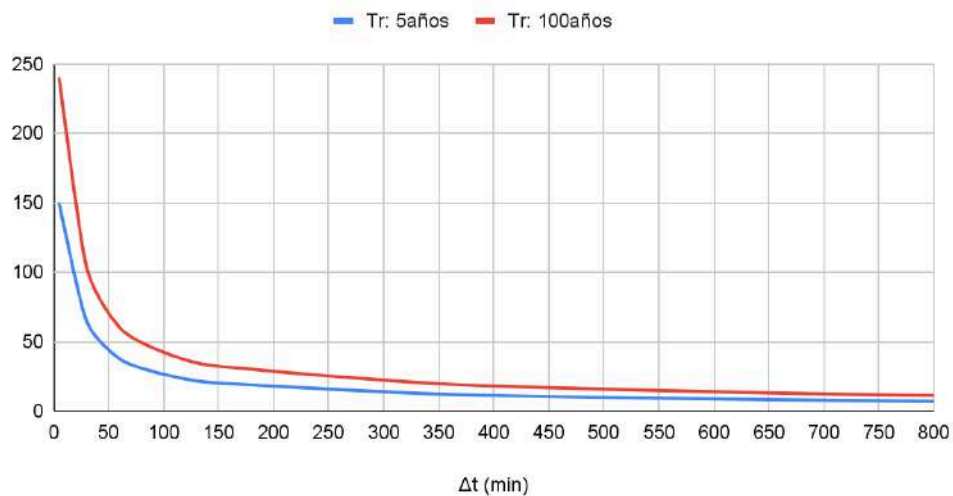


Figura A7.1: Curvas IDR para distintas recurrencias. Fuente: Elaboración propia

2. Cálculos hidrológicos

2.1 Situación pre proyecto para R = 5 años

El caudal máximo de salida se obtiene como el escurrimiento de la gota más alejada hidráulicamente para la determinación del tiempo de concentración, considerando la superficie total del terreno $A = 15.5$ has, un coeficiente de escorrentía de 0,25 correspondiente a áreas vegetales permeables, adoptando una velocidad de escurrimiento mantiforme de 0,10 m/s, y una longitud de recorrido máxima de 669 m.

Caudal máximo saliente pre proyecto (R=5 años)	
Área (Ha)	15.5
C	0.25
L mantiforme (m)	669
V mantiforme (m/s)	0.1
Tc (min)	112
I (mm/h)	24.24
Q requerido (m³/s)	0.26

Tabla A7.2: Cálculo caudal máximo para R=5 años pre proyecto. Fuente: Elaboración propia

2.2 Situación pre-proyecto, R = 100 años.

En este caso, el caudal saliente se obtiene de igual manera que para R = 5 años, pero considerando que varía el valor de la intensidad.

Caudal máximo saliente pre proyecto (R=100años)	
Área (Ha)	15.5
C	0.25
L mantiforme (m)	669
V mantiforme (m/s)	0.1
Tc (min)	112
I (mm/h)	38.33
Q requerido (m3/s)	0.41

Tabla A7.3: Cálculo caudal máximo para R =100 años, pre proyecto. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Situación post-proyecto, R = 5 años.

Debido a la modificación del uso del suelo, se deben estimar las obras de conducción, almacenamiento, regulación y descarga del caudal generado.

Como alternativa de canalización se plantean cunetas de suelo natural, por lo que en cada tramo se determina el caudal máximo circulante, se verifica que las mismas no desborden y se define el cuerpo receptor.

Para conocer el caudal de aporte en cada tramo, el terreno se divide en subcuencas, y se define a qué tramo aporta cada una de ellas. En el Plano N°07 se presentan las cunetas proyectadas, y se identifican las subcuencas de aporte de cada una de ellas.

El caudal máximo de salida se obtiene para la Cuneta 6-17, la cual es la más solicitada hidráulicamente, mediante el Método Racional Modificado. Además, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diseño de las cunetas se realiza para una recurrencia de 5 años.
- El flujo encauzado a través de la cuneta se supone que se realiza con una velocidad media de 0,6 m/s.
- El coeficiente de escorrentía se obtiene a partir de una ponderación según el tipo de superficie y el área que ocupa:

Coeficiente C	C (5 años)	Ocupación	Área
Verde	0.23	53%	82559
Relleno	0.6	37%	57000
Pavimento	0.8	10%	15441
Total	0.42	100%	155000

Tabla A7.4: Cálculo coeficiente de escorrentía post proyecto. Fuente: Elaboración propia.

El caudal máximo de salida en la situación post proyecto para una R = 5 años se resume en la siguiente tabla.

Caudal máximo saliente post proyecto (R=5 años)	
Área (Ha)	15.5
C	0.42
AxC (Ha)	6.55
L encauzado (m)	703
V encauzado (m/s)	0.6
L mantiforme (m)	116
V mantiforme (m/s)	0.1
Tc (min)	39
I (mm/h)	50.12
Q requerido (m3/s)	0.91

Tabla A8.5: Cálculo caudal máximo R=5 años post proyecto. Fuente: Elaboración propia.

2.4 Situación post-proyecto, R = 100 años.

Para la determinación del caudal máximo se utiliza la misma metodología que en el punto anterior, pero esta vez, considerando una recurrencia de 100 años, lo cual varía el valor de intensidad a utilizar.

Caudal máximo saliente post proyecto (R=5 años)	
Área (Ha)	15.5
C	0.42
AxC (Ha)	6.55
L encauzado (m)	703
V encauzado (m/s)	0.6
L mantiforme (m)	116
V mantiforme (m/s)	0.1
Tc (min)	39
I (mm/h)	80.25
Q requerido (m³/s)	1.46

Tabla A7.6: Cálculo caudal máximo R=100 años post proyecto. Fuente: Elaboración propia.

3 Diseño de obra de conducción interna

3.1 Cálculo de caudales requeridos por cuneta

En la Tabla N° , se presenta el proceso de cálculo del caudal requerido para cada cuneta mediante el Método Racional Modificado, para una recurrencia de diseño de 5 años

Se toman válidas las mismas consideraciones que en el ítem “2.3 Situación post proyecto, R = 5 años”.

Para cada tramo de cuneta se define:

- Área de aporte de las subcuencas.
- Coeficiente de escorrentía.
- Longitud de recorrido mantiforme del agua.
- Velocidad de recorrido mantiforme del agua. Se adopta 0,10m/s, para flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines. Valor de referencia brindado por el Decreto 4841/2012, Ley No 13.246, Provincia de Santa Fe.
- Longitud de recorrido encauzado del agua.
- Velocidad de recorrido encauzado del agua. Se adopta 0,60m/s, para flujo circulante por cuneta. Valor de referencia brindado por el Decreto 4841/2012, Ley No 13.246, Provincia de Santa Fe.

Para cada tipo de flujo, se calcula el tiempo de concentración como la relación entre la longitud recorrida y la velocidad. Finalmente, el tiempo de concentración se obtiene de la siguiente manera:

$$T_c = T_{Mantiforme} + T_{Encauzado} \text{ [Min]}$$

La intensidad de lluvia se calcula mediante los parámetros resultantes de la curva IDR correspondiente a R = 5 años.

$$I = a T_c^b$$

LÍNEA DE TENDENCIA R: 5 años		
R [años]	a	b
5	624	-0.689

Tabla A7.7: Parámetros curva IDR. Fuente: Elaboración propia..

3.2 Diseño y verificación de cunetas

En la Tabla N° , se presenta el proceso de cálculo de diseño circulante por cada cuneta mediante la fórmula de Chezy-Manning. Para ello, se propone un tirante y una base de fondo, y se verifica que el caudal resultante sea igual o mayor al caudal requerido en cada cuneta.

Se considera como pendiente longitudinal mínima 1‰.

Además, se presenta información sobre:

- CC AAr: cota de fondo de cuneta aguas arriba [m]
- CC AAb: cota de fondo de cuneta aguas abajo [m]
- S: pendiente longitudinal del tramo
- V: velocidad del flujo [m/s]

4. Diseño de alcantarillas

Cálculo de la sección transversal de la alcantarilla

Para el cálculo hidráulico de la alcantarilla en el camino de acceso al centro GIRSU se supone un comportamiento con control de entrada, lo que significa que aguas arriba se eleva el pelo de agua, dentro del conducto alcanza un flujo supercrítico y aguas abajo la altura del pelo de agua es menor que el tirante a la salida del conducto.

Para evitar que el remanso de aguas arriba ahogue la entrada del conducto, las dimensiones de la sección transversal del conducto se eligen de manera que la altura de remanso sea de entre un 80% y un 90% de la altura del conducto.

Se predimensionan la alcantarilla con el ábaco que se presenta en la Figura N° correspondiente a una sección circular de chapa ondulada cincada con embocadura muros de ala Ef.100%.

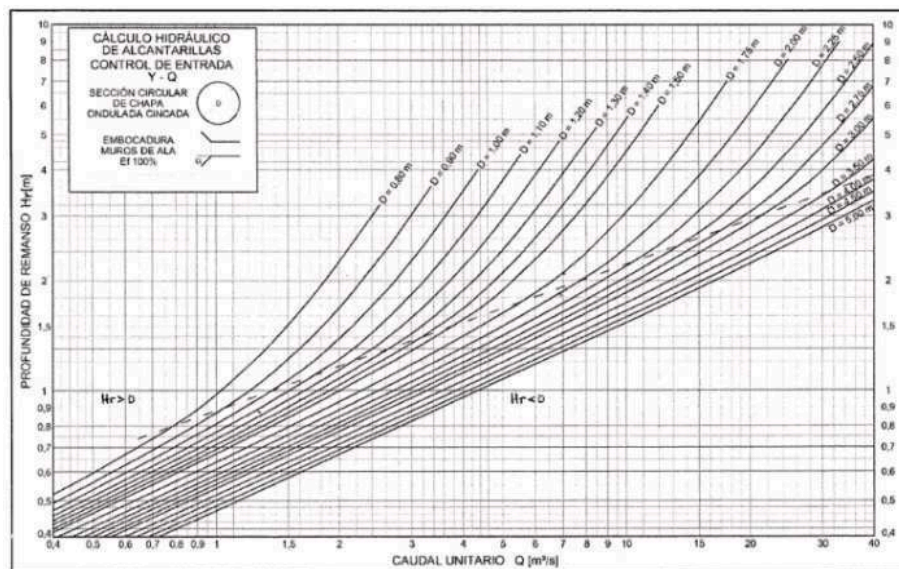


Figura A7.2: Ábaco sección circular de chapa ondulada. Fuente: Proyecto 3-Calculo de alcantarillas

Se presenta en la tabla N°2 las dimensiones de la alcantarilla correspondiente al camino de acceso al centro GIRSU.

ALCANTARILLA CIRCULAR DE CAÑO DE CHAPA ONDULADA - H-10236	
DIMENSIONES ADOPTADAS	
Cantidad de conductos	2
D [m]	1.10
Qtotal [m3/s]	2.72
Qunitario [m3/s]	1.36
Y [m]	0.91
Y/D	0.83

Tabla A7.8: Dimensionamiento de alcantarilla acceso al centro. Fuente: Elaboración propia.

Luego, para el dimensionamiento de las alcantarillas en los caminos internos del centro, se consideran módulos prefabricados de hormigón. A continuación se presentas los valores obtenidos.

Alcantarilla 1	
Q 26-27 (m3/s)	0.050
Q 22-25 (m3/s)	0.198
Q total (m3/s)	0.25
Sección H° prefabricada	h
	0.4
	b
	0.50
Cantidad	1
n	0.013
S	0.005
A	0.2
P	1.30
R	0.154
Q permitido m3/s	0.312

Alcantarilla 2	
Q 6-17 (m3/s)	0.358
Q total (m3/s)	0.36
Sección H° prefabricada	h
	0.5
	b
	0.5
Cantidad	1
n	0.013
S	0.005
A	0.25
P	1.5
R	0.167
Q permitido m3/s	0.412

Alcantarilla 3	
Q 4-5 (m3/s)	0.24
Q total (m3/s)	0.24
Sección H° prefabricada	h
	0.4
	b
	0.5
Cantidad	1
n	0.013
S	0.005
A	0.2
P	1.3
R	0.154
Q permitido m3/s	0.312

Alcantarilla 4	
Q 11-12 (m3/s)	0.117
Q 14-13 Izq (m3/s)	0.024
Q total (m3/s)	0.14
Sección H° prefabricada	h
	0.4
	b
	0.40
Cantidad	1
n	0.013
S	0.005
A	0.16
P	1.20
R	0.133
Q permitido m3/s	0.227

Figura A7.3: Cálculo de alcantarillas internas. Fuente: Elaboración propia

5. Diseño de obras de descarga

5.1 Cálculo de obras de regulación para R=5 años

Se predimensiona un orificio de hormigón de 0,45 m, suponiendo que para una recurrencia de 5 años este trabaja bajo carga.

A continuación se detallan los parámetros necesarios para aplicar la formulación de Torricelli:

Orificio para R = 5 años	
D (m)	0.45
A (m2)	0.159
Cd	0,60
h (m)	0,38
Q (m3/s)	0,26

Tabla A7.9: Cálculo orificios para R = 5 años. Fuente: Elaboración propia.

Con esta configuración, el orificio permite evacuar un caudal de 0,26 m³/s, valor coincidente con el caudal máximo admisible correspondiente a la condición pre proyecto para una recurrencia de 5 años.

5.2 Cálculo de obras de regulación para R=100 años

Para el cálculo del vertedero se utiliza la fórmula de vertedero rectangular de pared delgada, la cual es:

$$Q = C L H^{3/2}$$

Donde:

- Q: caudal a evacuar (m³/s)
- C: coeficiente del vertedero (1,70 en este caso)
- L: largo del vertedero (m)
- H: altura de lámina sobre cresta (m)

A continuación se pueden observar los datos utilizados y el largo del vertedero necesario para evacuar el caudal excedente, el cual corresponde únicamente el excedente de caudal respecto del control ejercido por el orificio de descarga.

Vertedero R=100 años	
Q conducto (m3/s)	0.26
Q100 (m3/s)	0.41
Qvertedero (m3/s)	0.15
h reservorio (m)	0.8
CCV al fondo (m)	0.6
y100 (m)	0.77
H (m)	0.17
L (m)	1.3

Tabla A7.10: Vertedero para R = 100años. Fuente: Elaboración propia.

Tabla A8.11: Caudales en cunetas R=5 años												
Cuneta	Cuencas de aporte	Area de aporte (m2)	C	LM (m)	VM (m/s)	LE (m)	VE (m/s)	Tc 1 (min)	Tc 2 (min)	Tc adoptado (min)	I (mm/hr)	Qreq (m3/s)
18-1	2	11297	0.42	62	0.1	188	0.6	16	16	16	94.18	0.12
19-20	3	11834	0.42	62	0.1	192	0.6	16	16	16	93.72	0.13
2-3	1+2	18629	0.42	61	0.1	107	0.6	13	16	16	91.93	0.20
4-5	1+2+5	26869	0.42	62	0.1	159	0.6	15	21	21	77.80	0.24
21-22	3+4	13139	0.42	71	0.1	33	0.6	13	17	17	90.12	0.14
8-7	15	1392	0.42	58	0.1	51	0.6	11	11	11	118.96	0.02
9-10	16	1650	0.42	58	0.1	55	0.6	11	11	11	118.15	0.02
11-12	16+18	11398	0.42	58	0.1	219	0.6	16	17	17	87.61	0.12
14-13	19	1705	0.42	58	0.1	55	0.6	11	11	11	118.15	0.02
15-16	20	1718	0.42	58	0.1	51	0.6	11	11	11	118.96	0.02
6-17	1+2+5+6+17	47179	0.42	61	0.1	219	0.6	16	27	27	65.06	0.36
23-24	7+14	4604	0.42	59	0.1	54	0.6	11	11	11	117.15	0.06
22-25	3+4+8	21700	0.42	48	0.1	137	0.6	12	20	20	78.17	0.20
27-26	9	3448	0.42	55	0.1	47	0.6	10	10	10	123.70	0.05
28-29	10	1789	0.42	29	0.1	57	0.6	6	6	6	173.36	0.04
30-31	3+4+8+9+11	28184	0.42	37	0.1	57	0.6	8	22	22	74.24	0.24

Tabla A7.11: Fuente: Elaboración propia.

Tabla A8.12: Diseño de cunetas

Cuneta	Bf (m)	y (m)	A mojada (m ²)	P mojado (m)	R (m)	CC AAr	CC AAb	L Tramo	S	V (m/s)	Q dis (m ³ /s)	Q req/ Qdis
18-1	1	0.5	1	3.24	0.31	100.80	100.50	188	0.002	0.609	0.609	20%
19-20	1	0.5	1	3.24	0.31	100.80	100.50	192	0.002	0.602	0.602	21%
2-3	1	0.5	1	3.24	0.31	100.60	100.30	107	0.002	0.659	0.659	30%
4-5	1	0.5	1	3.24	0.31	100.30	100.05	159	0.002	0.604	0.604	40%
21-22	1	0.5	1	3.24	0.31	100.50	100.30	33	0.006	1.186	1.186	12%
8-7	1	0.5	1	3.24	0.31	100.15	100.05	51	0.002	0.675	0.675	3%
9-10	1	0.5	1	3.24	0.31	100.15	100.05	55	0.002	0.650	0.650	4%
11-12	1	0.5	1	3.24	0.31	100.05	99.70	219	0.002	0.609	0.609	19%
14-13	1	0.5	1	3.24	0.31	99.90	99.70	55	0.004	0.919	0.919	3%
15-16	1	0.5	1	3.24	0.31	99.90	99.72	51	0.004	0.905	0.905	3%
6-17	1	0.5	1	3.24	0.31	100.05	99.72	219	0.002	0.591	0.591	61%
23-24	1	0.5	1	3.24	0.31	100.30	99.85	54	0.008	1.391	1.391	5%
22-25	1	0.5	1	3.24	0.31	100.30	99.80	137	0.004	0.920	0.920	21%
27-26	1	0.5	1	3.24	0.31	100.50	99.80	47	0.015	1.859	1.859	3%
28-29	1	0.5	1	3.24	0.31	100.50	100.30	57	0.004	0.902	0.902	4%
30-31	1	0.5	1	3.24	0.31	99.80	99.70	57	0.002	0.638	0.638	38%

Tabla A7.12: Fuente: Elaboración propia

ANEXO 08: NOTICIAS

Noticia	links
1	https://www.ellitoral.com/regionales/justicia-basural-cielo-abierto-desato-conflicto-pueblos-santafesinos_0_c1SWfijXLZ.html
2	https://www.lacapital.com.ar/debaten-la-erradicacion-acuten-basurales-cielo-abierto-n334249.html
3	https://novedadesdelsur.com.ar/contenido/67565/elortondo-se-compromete-a-eliminar
4	https://www.pagina12.com.ar/802689-los-guardianes-del-humedal
5	https://www.lacapital.com.ar/la-region/en-cuatro-meses-recolectaron-casi-50-toneladas-residuos-algunos-muy-toxicos-n2685276.html