

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

***CENTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
Departamento de Belgrano, Provincia de
Santa Fe, Argentina***

ESTUDIANTES

Carlachiani, Ángel (Legajo N° C-6742/3)
Galazzo, Agustín (Legajo N° G-5470/4)
Mariño, Tomás (Legajo N° M-6691/5)
Ordoñez, Rafael (Legajo N° O-1716/7)

DIRECTORES:

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

ASESORES:

ING. NAVARRO Raúl
MG. ARQ. CERVERA, Cristina
ING. HAZAN, Andrés
ING. LUQUE, Analía
ING. FORESTIERI, Claudia
DRA. CAUHAPE CASAUX, Marina

*Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de*

Ingeniero Civil
Febrero de 2025

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	5
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	6
1.1. Introducción	6
1.2. Objetivos	7
2. MARCO DE REFERENCIA	8
2.1. Contexto	8
2.2. Marco normativo	8
3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	12
3.1. Antecedentes y actualidad en Las Parejas	12
3.2. Información hidrológica e hidráulica	16
3.2.1. Cuencas hidrográficas	16
3.2.2. Datos de lluvia	21
3.3. Estudio de suelos	22
3.4. Planos recopilados	23
3.5. Información sobre disposición final de residuos	23
4. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN	25
4.1. Determinación del período de diseño	25
4.2. Proyección de la población	25
4.3. Generación de RSD	26
5. DETERMINACIÓN DEL ÁREA NECESARIA PARA EL PREDIO	28
6. SELECCIÓN DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO	32
6.1. Centro Logístico	33
6.2. Criterios de exclusión	34
6.2.1. Distancias a aeropuertos o pistas de aterrizaje	34
6.2.2. Fundamento inestable	34
6.2.3. Falta de suelos de buena permeabilidad	35
6.2.4. Áreas inundables	35
6.2.5. Parques nacionales	36
6.2.6. Planes reguladores de uso del suelo	36
6.3. Criterios de evaluación	36
6.3.1. Aspectos meteorológicos	36
6.3.2. Aspectos de tráfico	37
6.3.3. Accesos viales seguros	38
6.4. Selección del terreno	38
6.5. Hidrología en la zona de emplazamiento	40
6.6. Análisis de inundabilidad del predio según Ley Provincial N°11730	42
7. PARTES COMPONENTES DEL GIRSU	44
7.1. Módulo de relleno sanitario	44
7.2. Nave de separación	48
7.3. Nave de compostaje	50
7.4. Cancha de maduración	53
7.5. Lagunas de estabilización de líquidos lixiviados	54

Caudal de líquidos lixiviados	55
Sistema de lagunas para el tratamiento de lixiviados	56
Laguna Anaeróbica	57
Laguna Facultativa	57
7.6. Vertedero controlado para restos de poda y demolición	61
7.7. Edificio de ingreso	65
7.8. Caminos proyectados	66
7.9. Reservorio	75
8. ESTUDIO HIDRÁULICO	77
8.1. Introducción y marco normativo	77
8.2. Cálculos hidrológicos	78
8.3. Proyecto de obras hidráulicas	81
8.3.1. Diseño de obra de conducción interna	82
8.3.2. Diseño de alcantarillas	83
8.3.3. Diseño de reservorio	86
8.3.4. Diseño de obras de regulación y descarga	88
9. ESTRUCTURA METÁLICA	90
9.1. Descripción del esquema estructural	90
9.2. Reglamentación adoptada	92
9.3. Materiales	93
9.4. Deformaciones admisibles	93
9.5. Estados y combinaciones de carga	93
9.6. Acciones de viento	94
9.6.1. Análisis de cargas W - Sistema Principal Resistente a las Fuerzas de Viento (SPRFV)	94
9.6.2. Análisis de cargas W - Componentes y Revestimientos	97
9.7. Resumen de dimensionamiento de los elementos	99
9.7.1. Pórtico principal	99
9.7.2. Elementos de frontis	100
9.7.3. Sistema de contraviento	102
9.7.4. Dimensionamiento de placa Base, nariz de corte y pernos de anclaje	104
9.7.5. Fundaciones	105
10. ASPECTOS DE LA VARIABLE AMBIENTAL	107
10.1. Impacto del Proyecto GIRSU en el Departamento Belgrano	108
10.2. Portales locales	110
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
12. BIBLIOGRAFÍA	114
13. LEGAJO DE PLANOS	116
PLANO 01 - UBICACIÓN GENERAL Y LAYOUT	116
PLANO 02 - MÓDULOS DE RELLENO SANITARIO	116
PLANO 03 - ESTRUCTURAS METÁLICAS	116
PLANO 04 - ARQUITECTURA EDIFICIO INGRESO	116
PLANO 05 - HIDRÁULICOS	116
PLANO 06 - VIALES	116

14. ANEXOS	117
ANEXO 01 - LEY PROVINCIAL 13.055/2009	117
ANEXO 02 - ESTUDIO DE SUELOS	117
ANEXO 03 - PLANIMETRÍA RP N°28 Y PLANO DE MENSURA	117
ANEXO 04 - ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN	117
ANEXO 05 - LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS	117
ANEXO 06 - DISEÑO VIAL	117
ANEXO 07 - ESTRUCTURA METÁLICA	117
ANEXO 08 - CÁLCULO HIDRÁULICO	117
ANEXO 09 - PLANOS TIPO	117

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 marca el cierre de una etapa significativa en nuestra formación académica y profesional. A lo largo de este camino, hemos contado con el apoyo y la guía de innumerables personas que fueron fundamentales para alcanzar este logro, a quienes queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento.

En primer lugar, agradecemos a la Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario por brindarnos la oportunidad de formarnos en un entorno de excelencia académica. Valoramos profundamente el compromiso y dedicación de sus docentes, quienes nos acompañaron y guiaron durante todos estos años. En particular, queremos destacar el aporte del cuerpo docente de la cátedra de Proyecto IV, quienes con paciencia, experiencia y profesionalismo estuvieron a nuestro lado durante el desarrollo de este trabajo. Nuestro especial agradecimiento al Ing. Sebastián De La Fuente, quien nos propuso encarar este proyecto y fue nuestro principal referente desde ese momento en adelante.

No podríamos dejar de mencionar a nuestras familias y amigos, cuya comprensión, amor y aliento constante nos motivaron a superar cada desafío que se presentó en este recorrido. Finalmente, queremos agradecer a nuestros compañeros, con quienes compartimos este largo y enriquecedor camino. Juntos, entendimos la importancia del trabajo en equipo, el compañerismo y el aprendizaje mutuo, valores que llevarán un lugar especial en nuestro desarrollo como profesionales y como personas.

Con gratitud,

Ángelo, Agustín, Tomás y Rafael.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

El siguiente informe plantea una solución al tratamiento de residuos sólidos urbanos del departamento Belgrano, ubicado en la provincia de Santa Fe, en el marco de lo establecido por la **Ley Provincial N° 13055/2009**, la cual establece el concepto de "basura cero" como principio fundamental para la gestión de este tipo de residuos y se detalla más adelante.

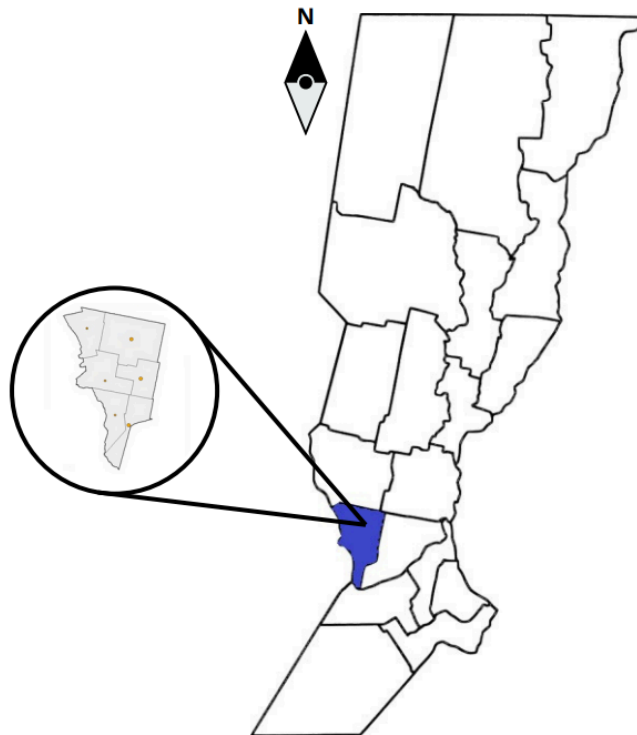


Figura 1. Ubicación del departamento Belgrano en la provincia de Santa Fe. Fuente: elaboración propia

El departamento Belgrano está ubicado al suroeste de la provincia y se conforma por los municipios de Armstrong, Las Parejas y Las Rosas, y las comunas de Bouquet, Montes de Oca y Tortugas. Su población es de 44.788 habitantes (según Censo INDEC Año 2022).

Las principales actividades económicas giran en torno a la agricultura y la fabricación de maquinarias, siendo Las Parejas y Armstrong centros neurálgicos de estas industrias. Esta región se destaca por su capacidad productiva y su dinamismo económico, lo que ha permitido un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años.

Como toda región en crecimiento, también enfrenta desafíos relacionados con el manejo de sus recursos y la sostenibilidad ambiental. La situación actual encuentra a las localidades integrantes del departamento gestionando sus residuos de forma individual y realizando la disposición final de estos en basurales a cielo abierto.

La propuesta surge luego de tomar contacto con el Municipio de **Las Parejas** y la manifestación de la intención que tuvieron en reiteradas ocasiones en conformar un Consorcio para la gestión de los residuos en forma conjunta con las demás localidades.

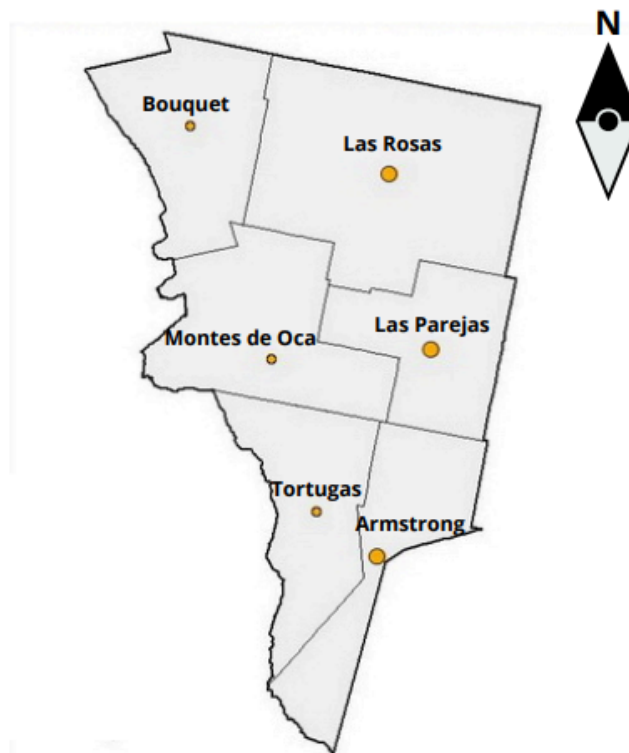


Figura 2. Localidades del departamento de Belgrano. Fuente: elaboración propia

La gestión de residuos sólidos urbanos (**RSU**, de aquí en adelante) en forma de consorcio es un modelo colaborativo donde mediante la asociación entre localidades, se logra reducir costos operativos y compartir infraestructuras y equipos. Además, permite compartir los costos relacionados a la inversión inicial necesaria para un proyecto de esta magnitud.

1.2. Objetivos

Objetivo General

Proyectar un centro para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (**GIRSU**, de aquí en adelante) en el departamento Belgrano de la provincia de Santa Fe.

Objetivos Particulares

- Diseñar el layout del centro GIRSU en conjunto con el dimensionamiento de los edificios y demás obras necesarias para su correcto funcionamiento.
- Analizar y diseñar la infraestructura hidráulica para la disposición del Centro GIRSU.
- Analizar y diseñar la infraestructura vial necesaria para la logística del Centro GIRSU.
- Analizar y diseñar la disposición final de residuos sólidos urbanos

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Contexto

La localidad de Las Parejas enfrenta un grave problema ambiental con su basural a cielo abierto, donde los incendios son recurrentes. Estos incendios generan humo tóxico que afecta la salud de los habitantes y aumentan la contaminación del aire y el suelo, poniendo en riesgo el ecosistema local. La falta de un sistema de gestión de residuos, junto con el crecimiento poblacional, eleva el riesgo de nuevos incendios. La comunidad necesita soluciones urgentes para mitigar estos efectos y mejorar su calidad de vida.

Otras localidades del departamento de Belgrano tienen problemas similares, ya que tampoco cuentan con regulación adecuada para el manejo de residuos. La falta de control y tratamiento adecuado incrementa la posibilidad de incendios y la contaminación. Esto pone en peligro la salud pública y el medio ambiente, evidenciando la necesidad de políticas regionales para una gestión más responsable.

Los incendios en basurales ya tienen antecedentes en Las Parejas. La descomposición de materiales y las altas temperaturas han sido las causas principales, agravadas por la falta de políticas municipales y provinciales para una disposición final efectiva de los residuos.

2.2. Marco normativo

En la provincia de Santa Fe, actualmente se encuentra en vigencia la **Ley Provincial N° 13.055/2009**¹, conocida como “Basura Cero”, esta misma establece los lineamientos para la gestión integral de residuos sólidos urbanos (RSU) en la provincia. Tiene como objetivo reducir progresivamente la cantidad de residuos enviados a disposición final, promoviendo prácticas que minimicen la generación de basura, fomenten la separación en origen, la recuperación, el reciclado y la reutilización de materiales.

¹ Ver **ANEXO 01 - Ley 13.055/2009**

Entre sus medidas principales, la ley prioriza la erradicación de basurales a cielo abierto, proponiendo su sustitución por centros GIRSU controlados o rellenos sanitarios. Asimismo, promueve la regionalización, es decir, la gestión conjunta de los RSU entre varias localidades mediante consorcios, con el fin de alcanzar soluciones integrales y sostenibles en la disposición y tratamiento de los residuos.

Es interesante destacar algunos de los siguientes artículos citados de la ley. El **ARTÍCULO 2** define el concepto de "Basura Cero", que busca erradicar completamente los desechos destinados a disposición final mediante medidas orientadas a reducir al máximo la generación de residuos, fomentando la reutilización y el reciclaje. Por su parte, el **ARTÍCULO 7** establece los objetivos principales de la legislación, entre los que se encuentran la reducción de la generación de residuos desde el origen, la promoción de su separación en los hogares para facilitar su reciclaje y recuperación, y la valorización de materiales reciclables para minimizar los desechos enviados a disposición final. Asimismo, se prioriza la eliminación de basurales a cielo abierto, reemplazándolos por sistemas de disposición controlada, como rellenos sanitarios, y se busca concientizar a la población mediante campañas de educación sobre la importancia de una gestión responsable de los residuos.

El **ARTÍCULO 15** permite que las Municipalidades y Comunas de Santa Fe conformen **Consortios Regionales** para gestionar de manera integral los residuos sólidos urbanos (RSU). La formación de estos consorcios requiere la aprobación de una ordenanza local y una resolución de la autoridad de aplicación, que también mantiene un registro de los mismos. Este artículo fomenta la colaboración intermunicipal, optimizando recursos y servicios, y promoviendo una gestión regional más eficiente, siguiendo modelos exitosos implementados en otros países. Finalmente, el **ARTÍCULO 16** establece que estos consorcios pueden presentar proyectos para su aprobación y financiación por parte de la autoridad de aplicación. Dichos proyectos deben ajustarse a los requisitos técnicos y legales de las normativas provinciales y nacionales, facilitando estrategias regionales innovadoras para la gestión de residuos.

En cuanto a los requerimientos técnicos a considerar para el diseño, el **ARTÍCULO 40** describe pautas clave para el diseño y operación de rellenos sanitarios. Entre ellas se incluye la impermeabilización de la base con material arcilloso, el monitoreo de líquidos lixiviados² y gases, la compactación de residuos en capas de hasta 30 cm, y la implementación de sistemas de drenaje de aguas pluviales, entre otros aspectos que garantizan la seguridad y sostenibilidad ambiental del sitio.

² Líquidos que están o estuvieron en contacto con residuos sólidos

Además de la **Ley Provincial N.º 13.055/2009**, existen otras normativas que complementan y refuerzan este marco legal, garantizando un manejo adecuado de los residuos y la protección del medio ambiente.

La **Ley Provincial N.º 11.872/2000** prohíbe el desmalezamiento mediante el uso de fuego y la instalación de basurales a cielo abierto en todo el territorio santafesino. Esta normativa tiene como objetivo evitar la proliferación de focos de contaminación y reducir los riesgos ambientales y sanitarios asociados a estas prácticas.

Por su parte, la **Resolución Provincial N.º 0128/2004** 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 gestión de residuos específicos, la **Ley Provincial N.º 13.940/2019** regula el manejo integral y sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Esta ley promueve la reutilización, el reciclaje y la valorización de estos residuos, buscando minimizar su impacto ambiental y reducir la cantidad destinada a disposición final.

Otra normativa relevante es la **Ley Provincial N.º 13.808/2018**, que establece la regulación de aceites vegetales y grasas de fritura usados, promoviendo su reutilización en la producción de biocombustibles. Esta iniciativa no solo reduce el impacto ambiental de estos residuos, sino que también impulsa el desarrollo de energías renovables.

Finalmente, la **Resolución Provincial N.º 040/2021** introduce un código de colores armonizado para la separación de RSU en origen. Este sistema busca facilitar la clasificación de los residuos por parte de la ciudadanía y mejorar la eficiencia de los procesos de recolección y reciclaje, promoviendo una gestión más organizada y sostenible.

Además de las normativas provinciales, el marco legal completo incluye las leyes nacionales como la **Ley Nacional N.º 25.916**, que establece presupuestos mínimos para la gestión integral de residuos domiciliarios, y la **Ley General del Ambiente N.º 25.675**, que provee un marco general de protección ambiental.

Por otra parte, en concordancia con la **Resolución Conjunta 1/2019** aplicada por el Ministerio de Producción y Trabajo, el compost producido no podrá emplearse en horticultura.

Estas disposiciones refuerzan el compromiso con la sostenibilidad y aseguran que las estrategias provinciales estén alineadas con estándares nacionales.

Por otro lado, al proyectar un centro GIRSU, se modificarán las propiedades originarias de un terreno y su entorno, por lo cuál se deberán respetar normativas adicionales. Entre ellas se destacan

La **Resolución Provincial N°736/2016**, promulgada por el Ex Ministerio de Infraestructura y Transporte de la Provincia de Santa Fe, establece la obligación de presentar estudios de impacto hídrico para la aprobación de nuevos loteos o desarrollos urbanísticos. Su objetivo principal es garantizar que las obras planificadas no afecten negativamente los sistemas hídricos locales ni incrementen el riesgo de inundaciones. En su **ARTÍCULO 6°**: comprende el análisis del impacto hídrico de los proyectos presentados, se menciona la emisión del Certificado de Zonificación según **Ley Provincial N°11.730/2000 - Áreas de Riesgo Hídrico** implica la aceptación en el caso que corresponda de obras o acciones propuestas para mitigar los efectos de las inundaciones (de origen pluvial y/o fluvial).

Por otro lado la **Resolución Provincial N.º1089/1982**, regula los parámetros de vuelco o para el control del vertimiento de líquidos residuales.

En cuanto a la **Ley Provincial N.º 11.717/1999** "Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe", la misma establece el **Régimen de Gestión Ambiental** en la provincia. Su objetivo principal es la **protección, conservación y mejoramiento del ambiente** y el **uso sustentable de los recursos naturales**, en el marco del desarrollo sostenible. Regula la protección ambiental y el desarrollo sustentable, promoviendo el uso racional de recursos, la gestión adecuada de residuos y el control de actividades perjudiciales. Además, fomenta la educación ambiental, la participación ciudadana y la conservación de áreas naturales protegidas mediante planes estratégicos y normas específicas.

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.

En conjunto, estas normativas constituyen un marco legal robusto que orienta la gestión de residuos en Santa Fe hacia un modelo más sostenible y eficiente.

3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo un exhaustivo proceso de recopilación de información con el objetivo de establecer una base sólida para la planificación y el diseño de sus instalaciones. Este análisis incluyó la revisión de antecedentes históricos y la evaluación de la situación actual en torno a la gestión de residuos en Las Parejas y las localidades involucradas.

Además, se recopilaron datos hidrológicos e hidráulicos, como información sobre cuencas hidrográficas y registros de precipitaciones, con el propósito de evaluar el impacto del proyecto en la dinámica hídrica regional. También se consideraron estudios preliminares de suelos para analizar la viabilidad del terreno destinado al emplazamiento del relleno sanitario y otras infraestructuras del GIRSU.

La recopilación incluyó planos existentes de la zona y datos específicos sobre la disposición final de residuos, permitiendo fundamentar cada decisión en un análisis técnico, ambiental y social adaptado a las necesidades del departamento de Belgrano.

3.1. Antecedentes y actualidad en Las Parejas

A mediados de septiembre de 2012 responsables del Programa GIRSU del **INTI-PTM** (Instituto Nacional de Tecnología Industrial con sede en el Parque Tecnológico Miguelete), y de RSU de **INTI-Córdoba**, realizaron una visita de diagnóstico al Municipio de Las Parejas, Provincia de Santa Fe. Allí se reunieron con funcionarios municipales que expusieron la situación actual de los residuos sólidos urbanos y enfatizaron en la importancia de comenzar a planificar acciones para dar cumplimiento a lo establecido en la **Ley Provincial N° 13.055/2009 Basura Cero**. De acuerdo a lo manifestado en la Ley Provincial, todos los municipios de la provincia deberán erradicar sus basurales a cielo abierto antes del 1° de enero de 2013.

Se evaluó la posibilidad de construir un relleno sanitario regional para reducir costos de inversión y operativos que incluya a localidades cercanas como Las Rosas, Armstrong y Cañada de Gómez, todas a menos de 25 km de distancia por camino asfaltado. Para poder

avanzar en una propuesta en este sentido, es necesario el acuerdo regional y la obtención de financiamiento para la construcción del relleno.

En la actualidad, los residuos del municipio de Las Parejas son depositados en un basural a cielo abierto, distante aproximadamente a 1 km de la ciudad. Respecto de la recolección de los residuos domiciliarios, los mismos son retirados por la puerta de los domicilios particulares sin previa separación, cinco veces por semana. El municipio cuenta con servicios adicionales para la recolección de otras fracciones de residuos como son restos de poda, hojas, escombros y residuos voluminosos.

Provisoriamente, se destinó un espacio para el acopio de residuos verdes (poda)³, pero se pudo observar la formación de un microbasural en la zona aledaña, producto del traslado de los residuos domiciliarios por parte de los vecinos. Esto puede ocasionar todos los perjuicios de un basural a cielo abierto. El microbasural está ubicado al lado del predio de la planta de tratamiento de efluentes cloacales del municipio, frente al predio de cerca de 7 hectáreas, propuesto por el municipio para la construcción de la planta de tratamiento y disposición final de residuos, donde antiguamente funcionaba una cremería.



Figura 3. Ubicación del basural actual de Las Parejas. Fuente: Elaboración propia.

³ Fuente: **PROGRAMA GIRSU-INTI** “GERENCIA DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA PARA LA DEMANDA SOCIAL” (2012) - PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS - PROVINCIA DE SANTA FE - MUNICIPALIDAD DE LAS PAREJAS

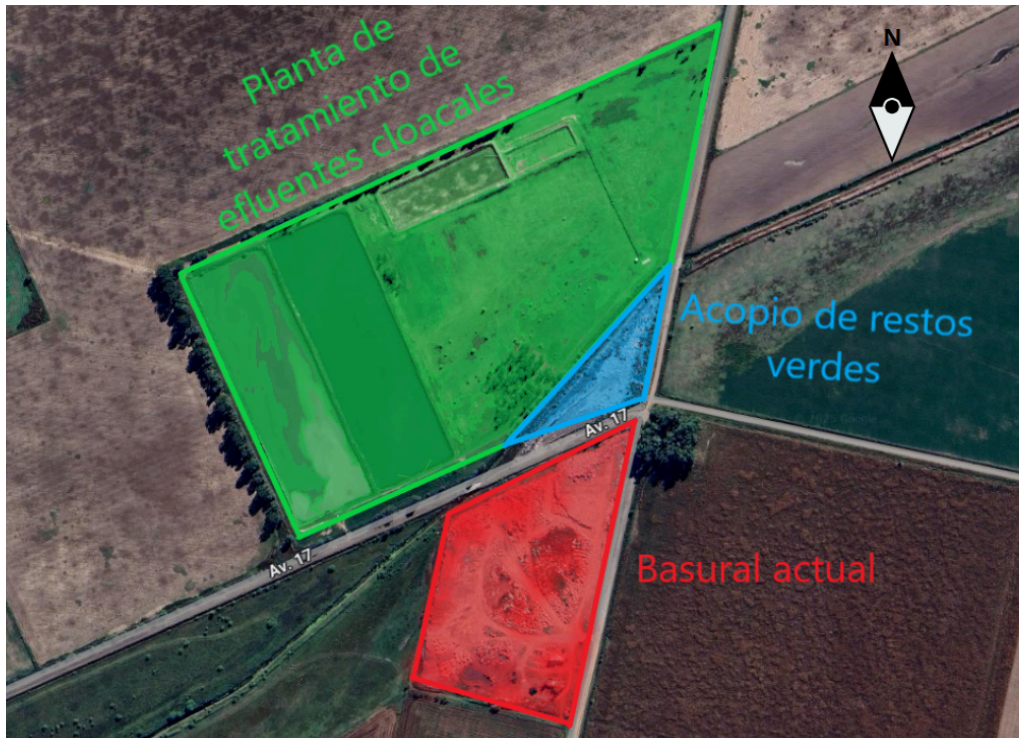


Figura 4. Basural actual de Las Parejas. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, tanto el basural como la planta de tratamiento de efluentes cloacales se encuentran dentro del valle de inundación del Canal Las Parejas Sur, lo que podría generar inconvenientes en períodos de lluvias intensas. Esto podría ocasionar el arrastre de residuos hacia aguas abajo y provocar problemas de inundación en las poblaciones ubicadas aguas arriba, debido al estrechamiento del cauce del canal.



Figura 5. Valle de inundación del Canal Las Parejas Sur. Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Acopio de poda y formación de basural



Figura 7. Quema de residuos en microbasural



Figura 8. Predio propuesto para planta de tratamiento y disposición final de RSU



Figura 9. Afloramiento de napa freática

Fuente figuras 6,7,8,9: Programa GIRSU-INTI Gerencia de asistencia tecnológica para la demanda social -Año 2012-

Se puede observar que el predio propuesto inicialmente para la disposición final de residuos presenta complicaciones por napas altas y poca disponibilidad de suelo para cobertura. Siendo esta situación común a toda la zona y no existiendo otras alternativas, se recomienda maximizar el recupero de residuos para su aprovechamiento a través de la separación en origen de residuos y su recolección diferenciada; la construcción y operación de una Planta de tratamiento de residuos que contemple el tratamiento de las fracción reciclable y la fracción orgánica; y la construcción de un relleno sanitario para disposición final de aquellos residuos que no fueron recuperados

El mismo deberá cumplir con los requisitos mínimos establecidos por la ley para la mitigación de impactos ambientales: limpieza del terreno y movimiento de suelo y escombros, cerco perimetral, control de ingreso, barrera forestal, impermeabilización de las celdas de disposición final con suelo-bentonita, captación y recirculación de líquidos lixiviados.

3.2. Información hidrológica e hidráulica

3.2.1. Cuencas hidrográficas

El análisis de las cuencas hidrográficas resulta necesario para el desarrollo del proyecto, dado que las características hidrológicas de la región influyen directamente en el diseño, implementación y sostenibilidad de las infraestructuras propuestas.

Entender las características de estas cuencas permite evaluar cómo interactúan las obras proyectadas con el entorno natural, facilitando la toma de decisiones técnicas que minimicen los impactos negativos y optimicen la eficiencia del sistema. En este apartado, se describen las principales características de las cuencas hidrográficas involucradas, como base para el diseño de las medidas hidráulicas y de gestión hídrica asociadas al proyecto.

El Departamento de Belgrano se encuentra situado entre dos cuencas hidrográficas, la *Cuenca del Arroyo Colastiné* y la *Cuenca del Río Carcarañá*. Ambas, comparten su ubicación en la Llanura Pampeana, tienen dependencia de las precipitaciones, conexión con el río Paraná y problemas recurrentes de inundaciones debido a su escasa pendiente.

A continuación se presentará una breve descripción de cada cuenca con datos extraídos de **Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF)**.

Cuenca del Arroyo Colastiné N° 30 ⁴

Se encuentra situada en la región centro-sur de la provincia de Santa Fe, formando parte del sistema hídrico de la Cuenca del Plata, a través de su conexión con el río Paraná.

Esta cuenca, cubre aproximadamente una superficie de 6.490 km², pertenece a la vasta Llanura Pampeana, y es caracterizada por su terreno plano y un clima templado húmedo, con lluvias anuales que oscilan entre los 900 y 1200 mm. Los principales cursos de agua de esta región dependen principalmente de las precipitaciones.

El arroyo Colastiné, junto con otros arroyos como el Corralito y los canales como el Irigoyen y Principal Sastre, desemboca en el río Coronda. Este último, alimenta el sistema del Paraná.

⁴ Numeración extraída de *Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF)*

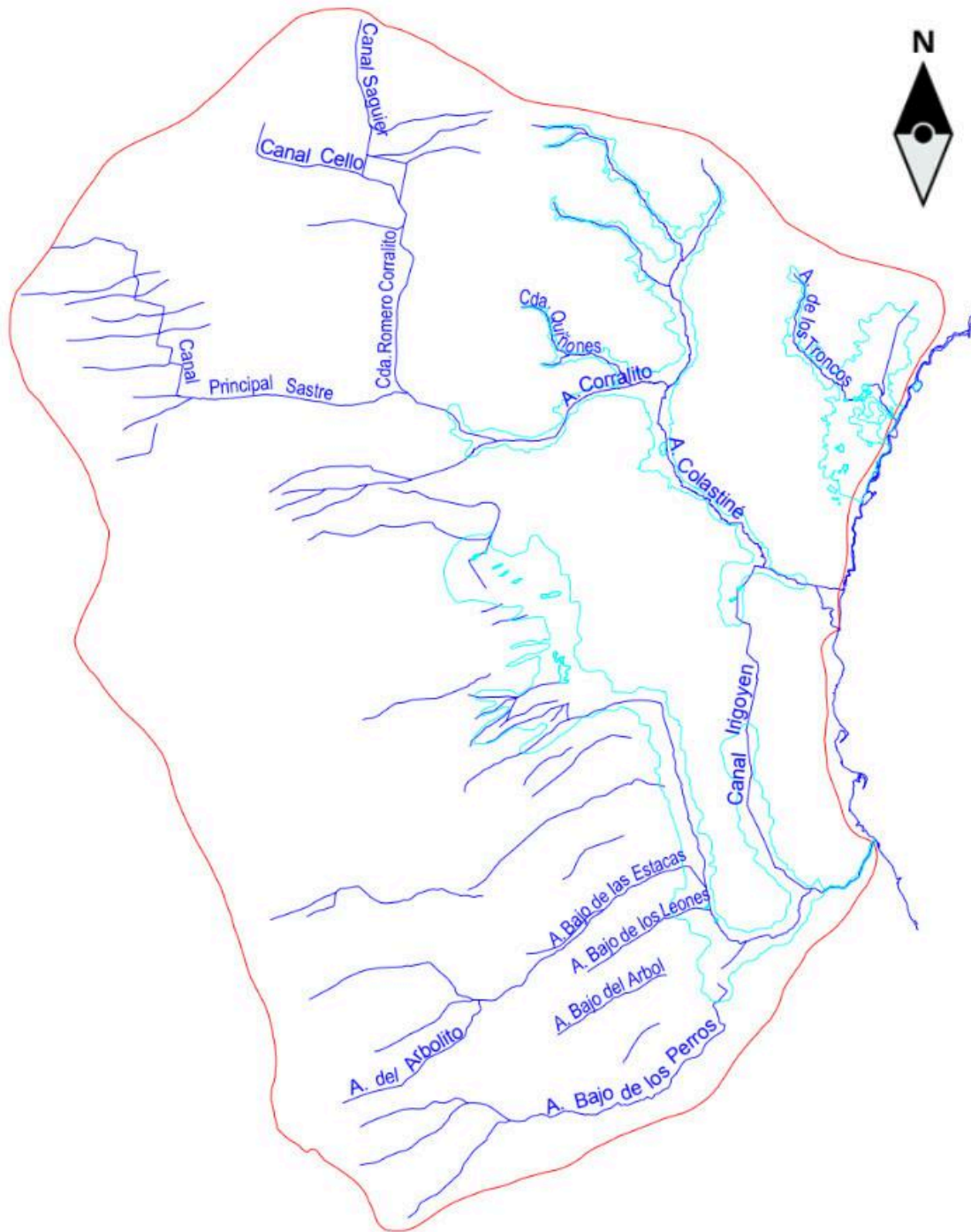


Figura 10. Cursos principales de la Cuenca del Arroyo Colastiné. Fuente: Documento elaborado por María Victoria Dente y Santiago Martínez

La cuenca se encuentra en una zona de baja pendiente, lo que contribuye a la generación de inundaciones frecuentes durante eventos de lluvias intensas. Un ejemplo destacado ocurrió en 2003, cuando una tormenta severa provocó una acumulación de 300 mm de agua en solo tres días, causando daños económicos significativos, particularmente en el sector agrícola. A continuación se presenta una figura con los departamentos correspondientes a la cuenca:



Figura 11. Departamentos de la cuenca del A° Colastiné. Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF).

Cuenca del Río Carcarañá N° 31⁵

Se extiende entre el centro-sur de la provincia de Córdoba y el sur de Santa Fe, drena un área de aproximadamente 48.150 km². El río Carcarañá se forma a partir de la unión de los ríos Tercero y Saladillo, ambos originados en las sierras de los

⁵ Numeración extraída de Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF)

Comechingones, y desemboca en el río Paraná. Su hidrología está dominada por grandes ríos como el Tercero y el Cuarto, que nacen en las sierras y discurren hacia la llanura.

La subcuenca del río Tercero tiene una superficie de 3.300 km², y sus afluentes más importantes incluyen los ríos Santa Rosa, Grande y Quillinzo. El río Cuarto, por su parte, cubre un área de 875 km² y recibe aguas de varios afluentes como el río de las Barrancas.

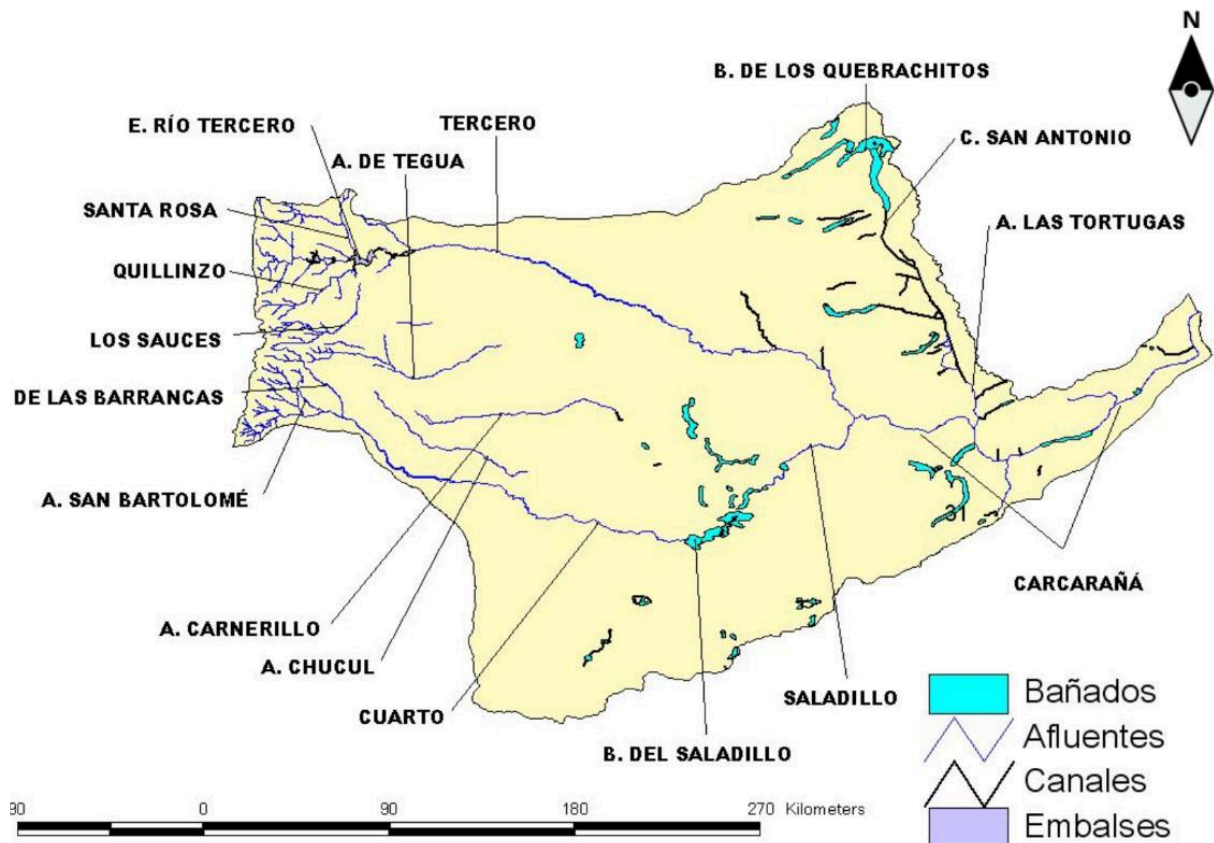


Figura 12. *Cursos principales de la Cuenca del Río Carcarañá. Fuente: documento elaborado por María Victoria Dente y Santiago Martínez*

Estos ríos, que atraviesan zonas de llanura, forman extensos bañados y lagunas antes de converger. Además, cuenta con importantes infraestructuras hidráulicas, como el embalse del río Tercero, que desempeña un papel clave en el control de crecidas y la generación de energía.

A continuación se presenta un figura con los departamentos correspondientes a la cuenca:

DEPARTAMENTOS DE LA CUENCA 31



Figura 13. Departamentos de la cuenca del Río Carcarañá. Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF).

3.2.2. Datos de lluvia

El análisis de los datos de lluvia es fundamental para comprender el comportamiento meteorológico de la región y su influencia en la gestión hídrica asociada al proyecto. La información pluviométrica permite identificar patrones de intensidad, duración y recurrencia de las precipitaciones, aspectos críticos para diseñar infraestructuras hidráulicas capaces de manejar de manera eficiente el escurrimiento superficial y mitigar riesgos de inundación.

En este caso, a través de la Dirección Provincial de Vialidad, para el Departamento de Belgrano, se cuentan con dos curvas de **Intensidad-Duración-Recurrencia (IDR)** gracias a dos estaciones meteorológicas cercanas: una en la localidad de El Trébol (Serie 1990-2017) y otra en Marcos Juárez (Serie 1970-2017). Estas curvas proporcionan los datos necesarios para dimensionar obras y evaluar el impacto de las lluvias en la sostenibilidad del proyecto, asegurando una planificación adaptada a las características climáticas locales.



Figura 14. Área de influencia de las curvas I D Tr. Fuente: Dirección Provincial de Vialidad

3.3. Estudio de suelos

Es fundamental realizar un análisis de las condiciones del suelo para poder garantizar la estabilidad, funcionalidad y durabilidad de las futuras obras. Aspectos como la capacidad portante del suelo, la presencia de capas de material arcilloso, y el nivel de la napa freática juegan un papel determinante en el diseño de las infraestructuras y en la gestión eficiente de los recursos destinados a la ejecución del proyecto.

Se describe a continuación la situación particular del proyecto en cuestión, donde se ha utilizado un estudio de suelos⁶. Aunque el estudio no corresponde exactamente al terreno seleccionado (que más adelante se detallará), se optó por emplearlo igualmente por tratarse de un proyecto de carácter académico. En caso de avanzar concretamente con el proyecto, se deberán realizar en el predio seleccionado todos los estudios técnicos específicos requeridos, entre los cuales se encuentra el estudio de suelos.

El estudio reveló una estratigrafía del suelo conformada por un suelo limo arcilloso hasta los 2m de profundidad, y luego la presencia de un suelo limo arcilloso (ML) de consistencia compacta a dura.

Además, se detectó el nivel de la napa freática a una profundidad de 2 metros, lo que tiene implicaciones importantes para el diseño de fundaciones y la sensibilidad del suelo al agua.

⁶ Ver **ANEXO 02 - Informe estudio de suelos**

3.4. Planos recopilados

La recopilación adecuada de información gráfica es esencial para la planificación y ejecución efectiva de cualquier proyecto de infraestructura. En este caso, se dispone de la planimetría detallada de la Ruta Provincial N°28, así como del plano de mensura del terreno seleccionado. Estas herramientas permiten conocer con exactitud las dimensiones y características del terreno, así como los aspectos geográficos y técnicos que pueden influir en el desarrollo del proyecto.

La planimetría proporciona una representación visual precisa de las rutas y las obras de arte existentes, facilitando el análisis de la topografía, los niveles de las vías y la ubicación de elementos clave como accesos y otras estructuras viales.

Con base en la información de la Dirección Provincial de Vialidad, se cuenta con la planimetría de la Ruta Provincial N°28, en el tramo que abarca desde la Ruta Nacional N°178 hasta Montes de Oca, específicamente en la sección correspondiente a los kilómetros 7+000 a 15+400.

Además, mediante el Sistema de Catastro e Información Territorial (SCIT), se ha accedido al plano de mensura del terreno seleccionado, lo que proporciona información precisa y relevante sobre este.

Ambos planos se encuentran adjuntos en el **ANEXO 03 - Planimetría RP N°28 y plano de mensura**.

3.5. Información sobre disposición final de residuos

En base a comunicaciones con el municipio de Las Parejas, se nos brindó acceso a un relevamiento realizado sobre la disposición final de los residuos en el municipio.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS											
MES	FECHA		RESIDUOS MEZCLADOS - VOLCADOR O TRACTOR	DOMICILIARIOS - COMPACTADOR	SECOS - VOLCADOR	SOLO RAMAS- VOLCADOR O TRACTOR	SOLO TIERRA VOLCADOR	SOLO ESCOMBROS- VOLCADOR	BARREDORA	VOLQUETES PARTICULARES	SUMA INGRESOS TOTALES DIARIOS
SEPTIEMBRE	Lunes	23/09/2019	6	3		5					14
	Martes	24/09/2019	5	2	1	7	1				16
	Miércoles	25/09/2019	7	3		5	1				16
	Jueves	26/09/2019	10	1		6				3	20
	Viernes	27/09/2019	4	2	1	5				2	14

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS											
MES	FECHA		RESIDUOS MEZCLADOS - VOLCADOR O TRACTOR	DOMICILIARIOS - COMPACTADOR	SECOS - VOLCADOR	SOLO RAMAS- VOLCADOR O TRACTOR	SOLO TIERRA VOLCADOR	SOLO ESCOBROS- VOLCADOR	BARREDORA	VOLQUETES PARTICULARES	SUMA INGRESOS TOTALES DIARIOS
OCTUBRE	Lunes	28/10/2019	8	3	3	6	1		2	2	25
	Martes	29/10/2019	5	3	2	2			2	6	20
	Miércoles	30/10/2019	1	2	1				1	4	9
	Jueves	31/10/2019	7	2		3	3	9	2	5	31
NOVIEMBRE	Viernes	1/11/2019	15	2	4	5			2	1	29
	Sábado	2/11/2019		2						4	6
	Lunes	25/11/2019	11	4		5			2	3	25
	Martes	26/11/2019		2	4	4	1			3	14
	Miércoles	27/11/2019	7	10		4		1	2	3	27
	Jueves	28/11/2019	12	2	1	6	1		2	3	27
	Viernes	29/11/2019	11	2	2	2			2	6	25
	Sábado	30/11/2019		1							1
DICIEMBRE	Lunes	16/12/2019	6	4	1	6	1	2	1	3	24
	Martes	17/12/2019	9	2	1	3	1	3	1	1	21
	Miércoles	18/12/2019	5	2	2	1	1		1	2	14
	Jueves	19/12/2019	4	2	1	5		1	1	1	15
	Viernes	20/12/2019	3	3	2	1		1	1		11
	Sábado	21/12/2019		2							2
									INGRESOS CUATRIMES		406
									PROMEDIO INGRESOS		17.7

Tabla 1. Disposición final de residuos. Fuente: Municipalidad de Las Parejas.

Esta información resulta muy importante para poder estimar la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generan en Las Parejas. Si bien más adelante se estimará con precisión la generación de residuos, este dato servirá como punto de partida para poder comparar los resultados obtenidos.

4. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

4.1. Determinación del período de diseño

En primera instancia, se define un período de diseño para el proyecto, siendo este el horizonte temporal en el cual se espera que el mismo cumpla con sus objetivos operativos.

El diseño y desarrollo de un relleno sanitario como parte de una infraestructura es un proceso esencial que demanda una planificación con perspectiva a futuro.

Se define un período de diseño de **20 años** considerando como principales factores la flexibilidad operativa y la amortización de la inversión. El primer factor hace referencia a que la puesta en marcha de las instalaciones, se hará de forma progresiva a medida que se consigan las respectivas inversiones. El segundo factor, contempla la posibilidad de una adecuada recuperación de la inversión antes de que sea necesario abrir un nuevo sitio.

4.2. Proyección de la población

Definido el período de diseño, es necesario establecer qué método de proyección de la población se utilizará, el mismo permitirá conocer cómo será la evolución de la población de las localidades a lo largo de los próximos años para así poder estimar la cantidad de residuos que se generarán a futuro.

Si bien existen numerosos métodos para esta tarea, se decidió adoptar los que mejor se adaptan a las características de las localidades en estudio. Por un lado, tenemos el caso de Las Parejas, Armstrong y Las Rosas, ciudades que se han consolidado como polos industriales en la fabricación de maquinaria agrícola, sufriendo en consecuencia un movimiento migratorio de trabajadores en busca de oportunidades. Para estas se decide aplicar el Método de las Tasas Medias Anuales Decrecientes (Método TMAD)⁷, ya que generalmente se adapta mejor a localidades que han sufrido un incremento poblacional reciente.

Para las comunas de Bouquet y Tortugas, si bien no han tenido gran variación de su población en las últimas décadas, sumando el caso de Montes de Oca (que ha sufrido la migración rural - urbana y presentó una baja sostenida en cantidad de habitantes según los últimos censos), se decide aplicar el mismo criterio explicado anteriormente (Método TMAD) tomando como la tasa media anual departamental del 0,80% ya que de esta forma se proyecta para el peor escenario de diseño sin un incremento considerable en las dimensiones de las instalaciones.

⁷ Ver **ANEXO 04 - Estimación de la población**

Se cuenta con los datos de los últimos censos realizados por el INDEC en los años 2001, 2010 y 2022. A partir de estos se estima la población futura.

LOCALIDAD	AÑO					
	2001	2010	2022	2027	2037	2047
Las Parejas	11.317	12.679	14.493	15323	17130	19149
Las Rosas	12.793	13.689	14.371	14665	15271	15903
Armstrong	10.388	11.484	12.939	13598	15020	16589
Montes de Oca	3.077	2.971	2.878	2996	3245	3516
Bouquet	1.446	1.462	1.375	1431	1551	1680
Tortugas	2.428	2.503	2.488	2590	2806	3040
Total Departamento	41.449	44.788	48.544	50.603	55.023	59.877

Tabla 2. Proyección de la población por localidad. Fuente: elaboración propia.

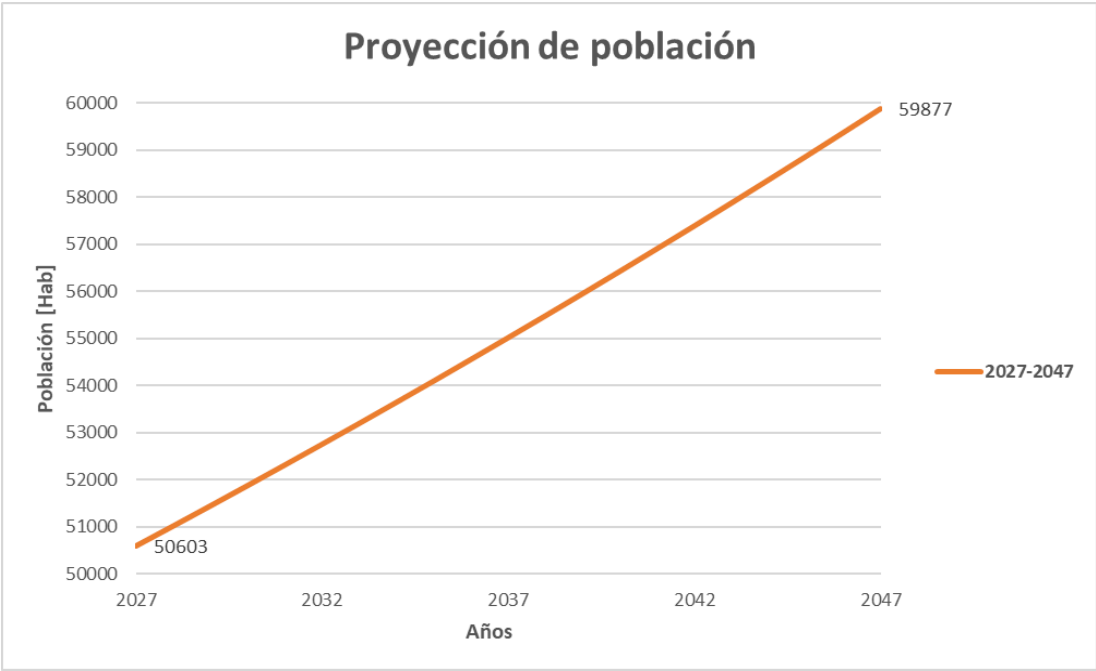


Figura 15. Proyección de la población del departamento Belgrano durante el período de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

4.3. Generación de RSD

En la vida útil del relleno sanitario además de considerar la población futura, como se calculó en el apartado anterior, también debemos considerar la producción de residuos per cápita.

Como primer medida recurrimos a estimaciones locales. En el *plan provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la provincia de Santa Fe* se recomienda

un valor de 0,65 kg/hab.día en poblaciones menores a los 35.000 habitantes para el año 2009.

Luego, de acuerdo al informe *“What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050”* elaborado por el Banco Mundial en el año 2018, (página 28), se proyecta para Latinoamérica y el Caribe una generación de basura per cápita de 1,11 kg/hab.día para 2030 y de 1,30 kg/hab.día para 2050.

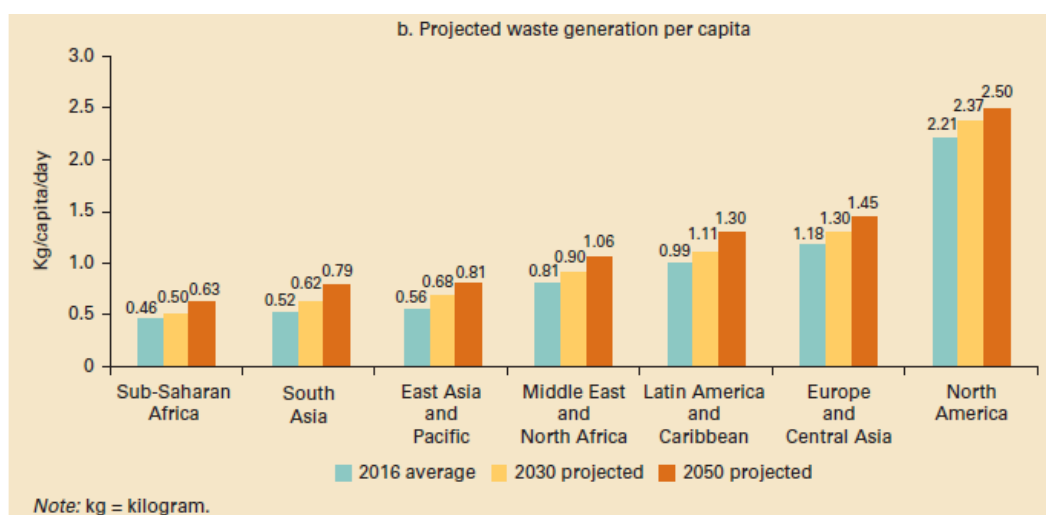


Figura 16. Proyección de generación de basura per cápita. Fuente: Informe *What a Waste 2.0* - Banco Mundial - 2018.

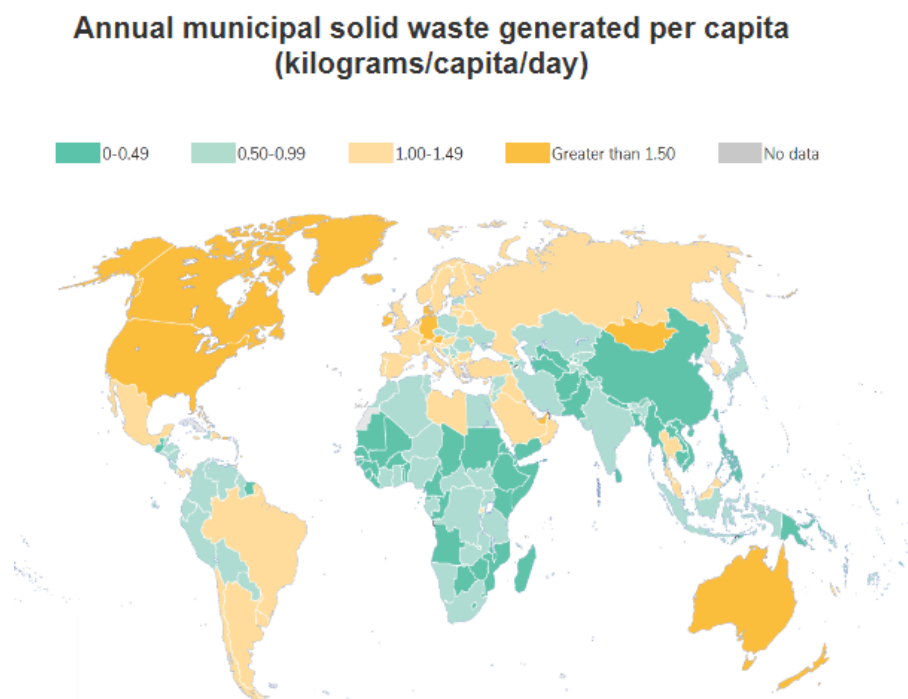


Figura 17. Mapa mundial de generación per cápita (kilogramos/hab.día). Fuente: Informe *What a Waste 2.0* - Banco Mundial - 2018.

Por lo que en base a los siguientes datos se llega a la siguiente ecuación lineal que nos permitirá proyectar la producción de residuos per cápita.

PROYECCIÓN BANCO MUNDIAL		
2016	0,99	[Kg/Hab.día]
2030	1,11	[Kg/Hab.día]
2050	1,3	[Kg/Hab.día]

Tabla 3. Proyección producción de residuos per cápita. Fuente: Informe What a Waste 2.0 - Banco Mundial - 2018.

$$y = 0,0091x - 17,659$$

Finalmente, se adoptó el valor proporcionado en el plan provincial para el año 2009, ajustándolo según el modelo de crecimiento proyectado por el Banco Mundial. Como resultado, se estimó que para el año **2027** (año de puesta en marcha del centro GIRSU) la generación de residuos alcanzará los **0,79 kg/habitante.día**. Con el mismo modelo de crecimiento, para el final del período de diseño (**año 2047**) se estima que la generación será de **0,97 kg/habitante.día**.

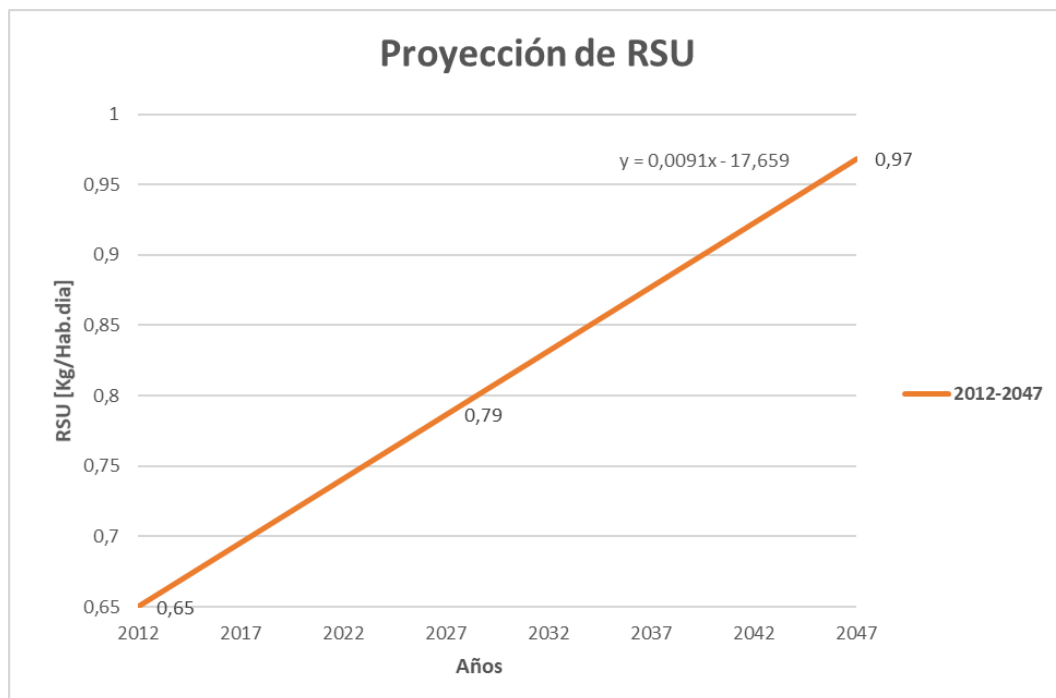


Figura 18. Proyección de RSU. Fuente: Elaboración propia.

5. DETERMINACIÓN DEL ÁREA NECESARIA PARA EL PREDIO

En este apartado realizaremos un cálculo a fin de determinar el área necesaria del relleno sanitario y a partir de allí determinar el área total del predio.

Como primer paso, determinaremos las toneladas totales de residuos sólidos año a año, multiplicando la población de dicho año por los kg de RSU producidos en ese año. Llegando así a la siguiente tabla:

Proyección			
Año	Población [Hab]	RSU [Kg/Hab.día]	RSU/año [tn]
2027	50.603	0,79	14.536
2028	51.027	0,80	14.825
2029	51.454	0,81	15.118
2030	51.886	0,81	15.416
2031	52.322	0,82	15.717
2032	52.761	0,83	16.022
2033	53.205	0,84	16.332
2034	53.653	0,85	16.646
2035	54.105	0,86	16.964
2036	54.562	0,87	17.286
2037	55.023	0,88	17.613
2038	55.488	0,89	17.965
2039	55.957	0,90	18.300
2040	56.431	0,91	18.641
2041	56.910	0,91	18.986
2042	57.393	0,92	19.335
2043	57.880	0,93	19.690
2044	58.372	0,94	20.049
2045	58.869	0,95	20.413
2046	59.371	0,96	20.782
2047	59.877	0,97	21.178
TOTAL [tn]			371.814
VOLUMEN [m3]			464.767

Tabla 4. Volumen de RSU. Fuente: elaboración propia

Y al sumar este resultado los 20 años que dura nuestro período de diseño obtenemos las toneladas totales de RSU.

Considerando que por la escala no se contará con maquinaria específica que permita alcanzar altas densidades, se supone una densidad de RSU dispuestos en el relleno sanitario de 0,8 tn/m³ y se determina el volumen total necesario para el relleno sanitario.

$$Vol. = \frac{371.814 \text{ tn}}{0,8 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3}} = 464.767 \text{ m}^3$$

A fines de permitir la construcción en etapas y así disminuir los costos de construcción inicial y de mantenimiento de módulos inutilizados, se propone separar este volumen planteando 10 celdas. Estas mismas se irán abriendo cada 2 años.

$$Vol. \text{ celda} = \frac{464.767 \text{ m}^3}{10} = 46.480 \text{ m}^3$$

Para definir la geometría de cada celda, se tuvo en cuenta las especificaciones establecidas de la **Ley Provincial N°13.055/2009**, particularmente en el **ARTÍCULO 40**, que regulan los aspectos técnicos a los cuales tiene que responder el diseño del relleno sanitario⁸.

Como bien determina la normativa es necesario respetar una distancia mínima con la napa freática de 1,50 m. Para ello, nos basamos en el estudio de suelos⁹ realizado en la Calle 10 N 1717 de la localidad de Las Parejas, el cual determina que la napa se encuentra a -2,00 m del nivel del suelo. Determinando así un nivel de fondo de relleno sanitario a **-0,50 m**. Se deberá materializar por debajo de este nivel una capa de material arcilloso compactado o arcilla con bentonita, cuyo espesor no deberá ser menor de 60 cm y la permeabilidad no deberá ser inferior a 1 x 10⁻⁷ cm/seg, o de otro material, o combinación de materiales, que reúna las características de permeabilidad antes mencionadas.

Otro valor importante a extraer del estudio de suelos es la capacidad portante del suelo a la profundidad de nuestra excavación. En este caso a 0,50 m, la tensión admisible del suelo es de 10.000 Kg/m². Este valor lo utilizaremos para determinar la altura máxima que podrá alcanzar el relleno sanitario, teniendo en cuenta cumplir con la normativa vigente.

Altura máxima soportada por el terreno	
q adm [kg/m ²]	10.000
Densidad [kg/m ³]	800
Hmax [m] = q adm / Densidad	12,5

Tabla 5. Altura máxima soportada por el terreno. Fuente: elaboración propia

⁸ Ver **ANEXO 01 - Ley Provincial N°13.055/2009**

⁹ Ver **ANEXO 02 - Estudio de suelos**

Dicha altura máxima adoptada será de 12m, por encima del nivel del terreno natural, quedando una **altura total del relleno de 12,50 m**. Estas medidas fueron determinadas para cumplir con razones de impacto visual principalmente y cumpliendo con las condiciones geotécnicas del suelo. Se decide adoptar una pendiente de talud 3:1 para evitar que el agua de lluvia sobre el relleno erosione la cobertura de las celdas.

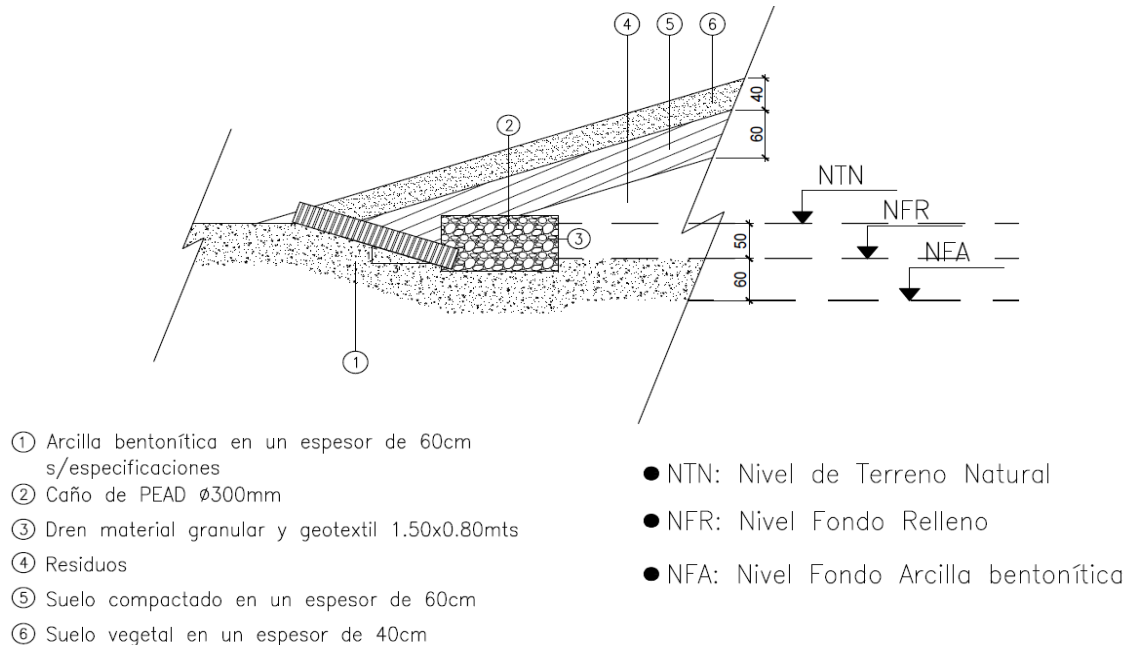


Figura 19. Detalle de espesores módulo de relleno sanitario. Fuente: Elaboración propia.

El líquido lixiviado generado por el relleno sanitario debe escurrir desde el fondo del mismo con una pendiente de un 1%, por lo cual se decidió proponer un ancho de de relleno de 100 m, respetando así el nivel de fondo de relleno sanitario de -0,50 m. Por lo tanto, el módulo necesario para cumplir con el volumen antes calculado es de **100 m x 570 m**.

Además de esta superficie definida, la Ley 13.055 indica que es necesario contar con un un espacio de 15 m de ancho sobre todo el perímetro, que actúe como barrera de control de propagación en caso de generarse algún incendio.

$$(100 + 15 * 2) * (570 + 15 * 2) = 78.000 m^2 = 7,80 Ha$$

Se estima que se requerirá un área igual a la determinada anteriormente para el resto de residuos urbanos (Restos verdes y de demolición). Para instalaciones auxiliares (Edificio recepción/SUM, naves industriales para planta de separación y compostaje, cancha de compostaje, laguna de captación de lixiviados, reservorio) se requerirá un 30% más de terreno.

$$(7.80 Ha * 2) * 1.30 = 20.28 Ha$$

Para concluir, en base a lo expresado anteriormente, necesitamos un terreno con una superficie mayor a 20 Ha.

6. SELECCIÓN DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO

En este apartado, el objetivo será determinar una localización más conveniente del predio, desde el punto de vista académico. Sin embargo, en caso de materializarse el proyecto, el mismo deberá readecuarse en el terreno que se disponga en ese momento, que cumpla con las condiciones técnicas y legales para el emplazamiento de una obra de esta naturaleza. Es por ello, que se deben considerar qué tan distintas son sus características de la situación teórica que se plantea a continuación.

Establecer la ubicación de las instalaciones para la gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) es uno de los desafíos más complejos y críticos. Todas las localidades requieren un sitio donde se realice la disposición final de los residuos, pero a menudo existe resistencia por parte de los ciudadanos a que este tipo de instalaciones estén cercanas o visibles en sus áreas de residencia.

Es por ello que además de los aspectos técnicos, se deben considerar aspectos sociales, políticos, económicos y éticos.

Existen **criterios de exclusión**, los cuales en caso de no cumplirse, inhabilitan una posible localización.

- Distancias a aeropuertos o pistas de aterrizaje.
- Fundamento inestable (pantanos).
- Falta de suelos de buena permeabilidad (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.
- Además, existen **criterios de evaluación** que permiten evaluar dos posibles localizaciones.
- Distancia a la superficie de las aguas subterráneas.
- Aspectos meteorológicos (direcciones principales del viento), en cuanto a un área poblada.
- 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.)
- 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
- Distancia a cursos de agua principales.

Al tratarse de un trabajo académico, y al no contar con estudios específicos en la zona de estudio, se aplicará una versión simplificada de la metodología con algunos criterios de aplicación sencillos e información disponible.

6.1. Centro Logístico

El criterio que se establece en este punto busca minimizar los costos de transporte y tiempos de desplazamiento entre las localidades consorciadas y el sitio de disposición final. Para determinar el “punto óptimo” se utilizó el software QGIS (software de sistema de información geográfica SIG de código abierto), ingresando como parámetros de entradas las ubicaciones y tamaños de las poblaciones para el año 2027, obteniendo como salida las coordenadas del punto óptimo (centro de gravedad ponderado según cantidad de habitantes).

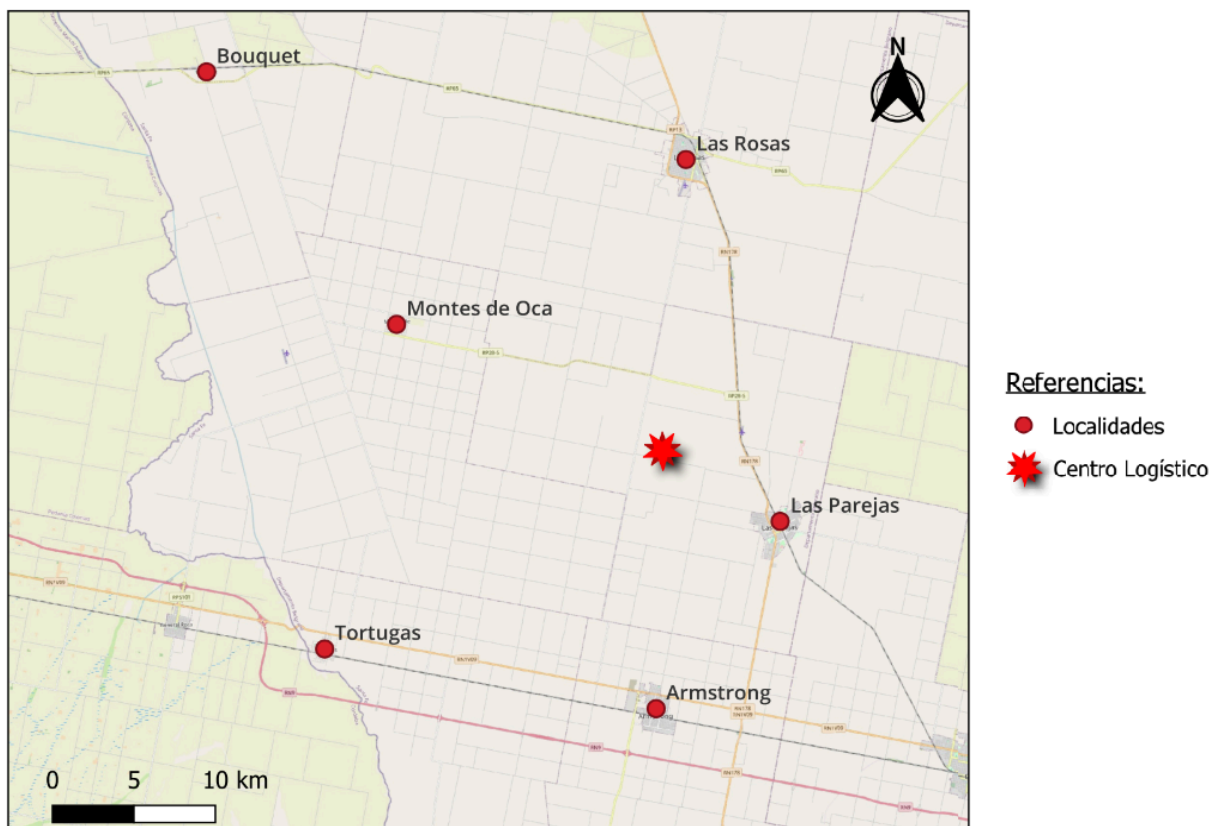


Figura 20. Determinación del punto óptimo según logística. Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta ubicación se analizan los criterios de exclusión. Además, se consideran criterios de evaluación de modo de poder comparar con el terreno que finalmente se adopte para el proyecto.

6.2. Criterios de exclusión

6.2.1. Distancias a aeropuertos o pistas de aterrizaje

La **Ley Provincial N° 13.055**, exige en su **ARTÍCULO 38** que: “El predio donde se efectúe la disposición final de los residuos sólidos urbanos, o donde se instale el centro de transferencia, deberá situarse a más de tres mil metros (3.000 m) de aeródromos o pistas de aterrizaje de aviones”. Esto se debe a que este tipo de obras atrae aves, las cuales suponen un problema de inseguridad para el tráfico aéreo.

El centro logístico no presenta problemas con este criterio, ya que, la pista de aterrizaje más cercana se encuentra en la localidad de Las Rosas a una distancia de 13,5 km, según se muestra en la figura 13 siguiente.



Figura 21. Distancias a aeropuertos o pistas de aterrizaje. Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Fundamento inestable

El centro logístico se encuentra en el sector oeste de la localidad de Las Parejas. En base al estudio de suelos (ver ANEXO 02 - Estudio de suelos) realizado en la Calle 10 N

1717 de la localidad de Las Parejas, se determina que en un primer estrato (en el cuál apoya nuestro relleno sanitario) es de suelo heterogéneo, con presencia de material de relleno, en general limoso ML, de coloración castaño rojizo oscuro, de consistencia muy variable entre compacta y dura, que se extiende hasta una profundidad variable de entre los 2,00 m y los 4,00 m.

Es por ello que no se cuenta con un fundamento inestable y es válida la localización en este sector.

6.2.3. Falta de suelos de buena permeabilidad

Como se mencionó en el punto [6. DETERMINACIÓN DEL ÁREA NECESARIA PARA EL PREDIO GIRSU](#), La **Ley Provincial N°13.055**, considera en su **ARTÍCULO 40** aspectos técnicos con respecto a la base del relleno y las paredes: *“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.”*

El tipo de suelo en este sector permite suponer que se cuenta con una buena permeabilidad. En caso de efectuarse los estudios específicos y no cumplir los valores reglamentarios para la ubicación de un relleno sanitario, se puede mejorar la permeabilidad del suelo con el uso de bentonita. A su vez, no se colocará la membrana de polietileno ya que la cantidad de residuos a disponer diariamente es menor a 100 toneladas.

6.2.4. Áreas inundables

Se busca evitar el emplazamiento en zonas bajas o en correspondencia con alcantarillas, ya que, de lo contrario existirían problemas de inundabilidad.

Observando las cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) la altura promedio de un sector perimetral del centro logístico es de 110 metros sobre el nivel del mar. En el área de estudio, se encuentra el punto más alto de la provincia por lo que es de esperarse que se encuentren suelos en muy buenas condiciones.

Por otro lado, al analizar el escurrimiento del sector no se encuentra ningún limitante con respecto al centro logístico.

6.2.5. Parques nacionales

No se cuenta con parques nacionales, reservas importantes de fauna y flora, bosques naturales, otros patrimonios.

6.2.6. Planes reguladores de uso del suelo

Las localidades más cercanas no cuentan con planes de usos de suelo específicos para el sector en estudio.

6.3. Criterios de evaluación

A partir de ahora consideramos que el centro logístico es un sector apto para el emplazamiento, de igual manera evaluaremos el sector con criterios de evaluación para poder ser comparado en el futuro con el terreno adoptado.

6.3.1. Aspectos meteorológicos

Se debe considerar la dirección predominante del viento en el futuro lugar de emplazamiento, ya que el relleno sanitario debe situarse en una zona donde el viento no lleve olores, gases o partículas hacia áreas habitadas cercanas.

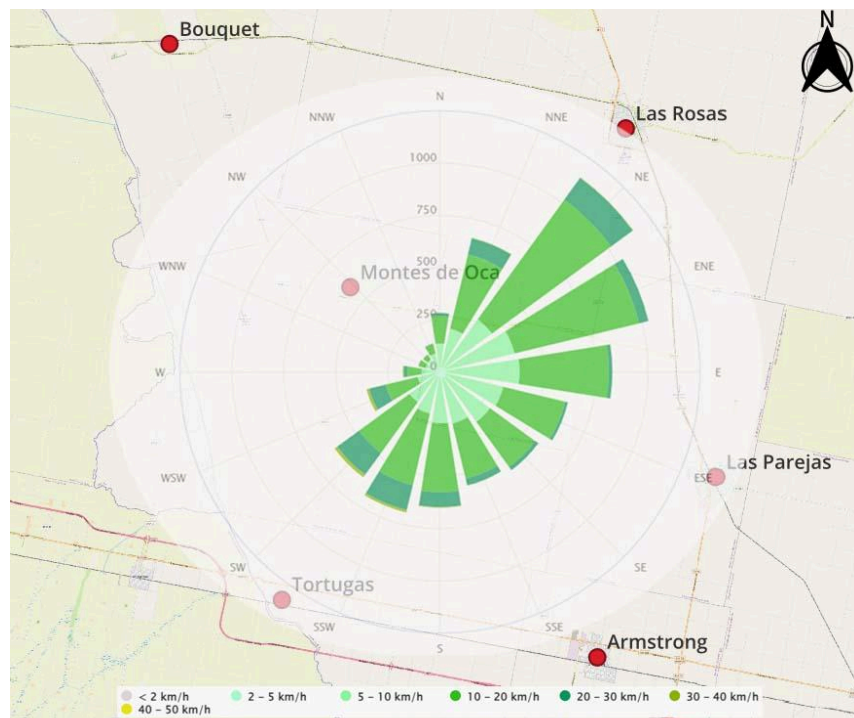


Figura 22. Rosa de los vientos en centro logístico. Fuente: Meteoblue.

Se observa que los vientos predominantes son en general con sentido noreste-sudoeste. Por lo tanto la localidad más perjudicada según este criterio sería Tortugas. A la hora de elegir el terreno, se analizará la distancia desde el relleno sanitario a dicha localidad.

6.3.2. Aspectos de tráfico

El relleno sanitario deberá establecerse en áreas cuya zonificación catastral sea rural. Deberá existir una distancia mínima al límite de la traza urbana de 1.000 m. En caso de resultar imposible el cumplimiento de esta restricción, se deberán proponer las mitigaciones correspondientes a efectos de demostrar que no existe afectación alguna a estos centros de población.

Como se ha señalado, no es deseable para la mayoría de las personas tener un sitio de disposición final de residuos cerca de sus hogares. No obstante, la ubicación de estas instalaciones debe equilibrar la necesidad de alejarse de las áreas urbanas con los costos asociados al transporte, que no deben ser excesivos. Por ello, se adopta como criterio buscar un terreno que esté fuera de la cercanía inmediata de las ciudades, manteniendo una distancia mínima de aproximadamente 3 km desde el centro de las localidades.

El centro logístico cumple con este criterio:



Figura 23. Radio de 3km de las localidades. Fuente: elaboración propia.

6.3.3. Accesos viales seguros

La **Ley Provincial N°13.055** establece en su **ARTÍCULO 37** que: *“El predio donde se efectúe el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos deberá situarse a más de cuatrocientos metros (400 m) de rutas nacionales o provinciales pavimentadas. La autoridad de aplicación autorizará distancias menores basándose en fundamentos técnicos.”*

El centro logístico se encuentra próximo a la Ruta Provincial N°28, por lo cuál el terreno a elegir debe tener el relleno sanitario como mínimo a 400m de la misma.

6.4. Selección del terreno

En base a lo expresado anteriormente, se elige un terreno próximo al centro logístico. Además, se considera que estamos en la cercanía del límite entre municipios por lo que se decide adoptar un terreno más próximo a esta área, ya que, de este modo, los ciudadanos no asociarán al centro GIRSU como propio, al estar en una zona difusa y en el límite municipal, generando así una mayor aceptabilidad de la comunidad.

Por otro lado, al visualizar los lotes mediante la herramienta Google Earth, se decide evaluar la práctica cultural de los mismos, es decir ver la rotación de cultivos y cuan erosionado está el suelo, ya que de este modo se determina el terreno más económico.

Para concluir, teniendo en cuenta lo antes mencionado, los aspectos técnicos y el tamaño del lote, se determinó el siguiente terreno:

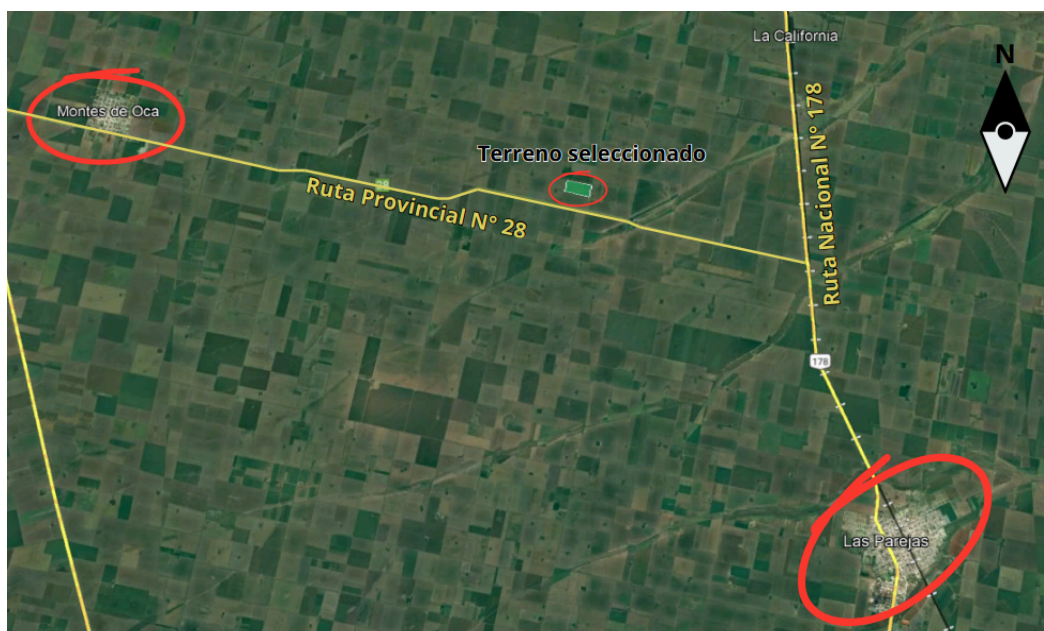


Figura 24. Localización geográfica del terreno seleccionado. Fuente: elaboración propia

Para la correcta implementación del proyecto GIRSU en el terreno seleccionado, se han identificado dos servidumbres¹⁰ necesarias para el desarrollo de las actividades:

1. **Servidumbre de acceso al predio:** Será establecida con el fin de garantizar la entrada y salida al terreno. Esta vía de acceso permitirá el ingreso de vehículos, maquinaria, y personal que participen en la operación del predio.
2. **Servidumbre de drenaje:** Debido a la necesidad de evacuar el agua contenida en el reservorio, se destinará un ancho de 10 metros que permita la apertura de un canal de drenaje. Este canal se extenderá hasta la Ruta Provincial 28, en Las Parejas, garantizando un adecuado manejo y evacuación de las aguas pluviales. Esta segunda servidumbre es necesaria, ya que se buscó evacuar las aguas pluviales en el punto más bajo del terreno, respetando el escurrimiento natural del agua.

Ambas servidumbres resultan indispensables para el funcionamiento eficiente del sistema, asegurando tanto la accesibilidad como la correcta gestión de los recursos hídricos.



Figura 25. Dimensiones del terreno seleccionado. Fuente: elaboración propia.

¹⁰ Una **servidumbre** es un derecho legal que permite utilizar una parte de un terreno ajeno para un fin específico, sin ser el propietario. En este caso, las servidumbres facilitarán el acceso al predio y el drenaje de agua hacia la ruta.

Se puede observar que el terreno seleccionado se encuentra en las cercanías de la RP N° 28, a una distancia mayor a 400 m de la misma, en las lejanías de los municipios de Las Parejas y Montes de Oca. Podemos observar que este terreno se ajusta correctamente a los criterios de exclusión y evaluación planteados anteriormente.

A su vez se detallan las dimensiones del terreno (**760 m x 360 m**) y se dejan planteadas las servidumbres a gestionar.

Finalmente, se procedió a buscar información acerca de la mensura del terreno y a partir de los datos de Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe, se determinó que se deberán expropiar el sector de terreno detallado a continuación:



Figura 26. Planeamiento catastral. Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe

Si bien este plano catastral muestra que debemos intervenir 3 terrenos, en la actualidad estos mismos pertenecen a un único dueño¹¹.

En base al apartado [3.4 Planos recopilados](#), contamos con el plano de mensura de dos terrenos de los seleccionados.

En el **PLANO 01 - Ubicación general y layout**, se detalla la ubicación general del predio.

6.5. Hidrología en la zona de emplazamiento

En este apartado se analizan las características hidrológicas específicas del terreno donde se emplaza el proyecto, ubicado dentro de la cuenca del Arroyo Colastiné. Este análisis es fundamental para comprender la interacción entre las obras proyectadas y los

¹¹ Fuente: Se tomó contacto directo con el propietario actual del sector en cuestión.

recursos hídricos de la zona, así como para identificar posibles riesgos asociados a la dinámica hídrica local.

Esta información permitirá evaluar la influencia de estos cuerpos de agua en el diseño y operación, asegurando que las infraestructuras proyectadas sean compatibles con el entorno natural y cumplan con los requisitos necesarios para garantizar su sostenibilidad y funcionalidad a largo plazo.

El terreno pertenece a la cuenca del Arroyo Colastiné. Como se mencionó en el apartado [3.2.1 Cuencas hidrográficas](#) dicha cuenca se encuentra situada en la región centro-sur de la provincia de Santa Fe.



Figura 27. Identificación del terreno seleccionado. Fuente: elaboración propia

Dentro de la misma, el terreno se encuentra en la subcuenca “El Chupino”, la cual tiene un área de 22.476 Ha. Se encuentra atravesada por el Arroyo “Las Estacas”, el Canal “Los Troncos” y un arroyo sin nombre declarado.



Figura 28. Subcuenca "El Chupino". Fuente: elaboración propia

6.6. Análisis de inundabilidad del predio según Ley Provincial N°11730

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.

Como se mencionó en el apartado [2.2 Marco normativo](#), La emisión del Certificado de Zonificación según **Ley Provincial N°11.730** implica 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.

A continuación mencionamos el **ARTÍCULO 2°** de la ley en cuestión, el cual delimita las áreas de riesgo hídrico:

- **ÁREA I:** Corresponde a los cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente.
- **ÁREA II:** Corresponde a las vías de evacuación de crecidas y área de almacenamiento.
- **ÁREA III:** Corresponde a las áreas con riesgo de inundación no incluidas en las Áreas I y II.

Al localizar el terreno seleccionado en un mapa de riesgo hídrico propuesto por esta Ley Provincial, notamos que nos encontramos fuera de estas áreas mencionadas. Concluyendo así que el terreno cumple con los criterios de inundabilidad establecidos por la ley antes mencionada.

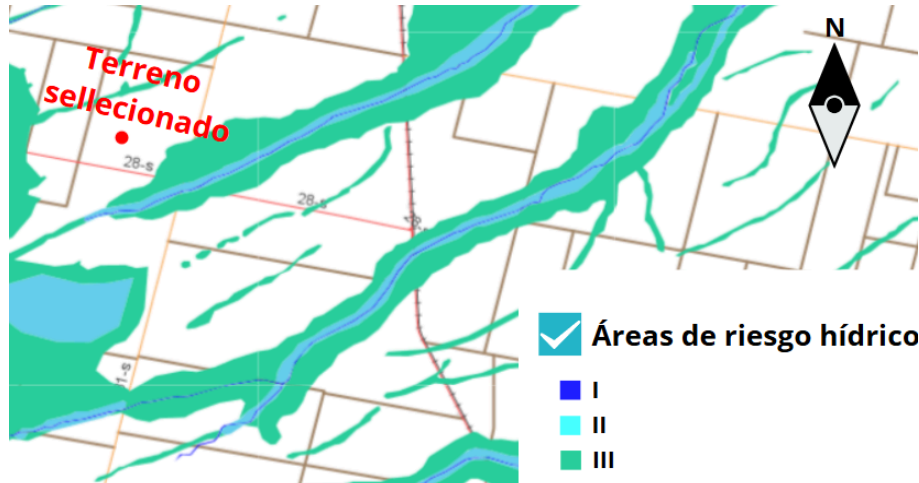


Figura 29. Áreas de Riesgo Hídrico. Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe

Sin embargo, observando imágenes satelitales del predio, se determinó la existencia de un bajo natural que atraviesa el lote en el extremo inferior derecho. Por este motivo, se decide dejar sin intervenir esta zona a fin de evitar futuras complicaciones en las instalaciones y preservar el sistema natural.



Figura 30. Zona de terreno sin intervenir. Fuente: Elaboración propia. Imágen satelital año 2014

7. PARTES COMPONENTES DEL GIRSU

El centro GIRSU, está compuesto de las siguientes partes:

- Módulo de relleno sanitario
- Nave de separación
- Nave de compostaje
- Cancha de maduración
- Lagunas de estabilización de líquidos lixiviados
- Vertedero controlado de restos de poda y demolición¹²
- Edificio de ingreso
- Caminos proyectados
- Reservorio

En el **PLANO 01 - Ubicación general y layout**, se muestra el layout propuesto.

7.1. Módulo de relleno sanitario

Condiciones generales

El módulo del relleno sanitario¹³ es donde se depositarán los residuos domiciliarios que no fueron desviados a la Planta de Separación o bien, aquellos que sí pasaron por la planta pero no pudieron ser recuperados.

Tal como se describió en apartados anteriores, las características del relleno quedan establecidas principalmente por las exigencias de la **Ley Provincial N°13.055/2009** y de la bibliografía técnica especializada. Se determinó en total un único módulo, planteando la apertura paulatina de celdas. Estas mismas serán separadas entre sí, mediante bermas. La división en celdas permite optimizar al máximo el espacio disponible en el relleno, pero además es una forma de gestionar la disposición final de los residuos por etapas. Facilita el control de la descomposición de los mismos, minimizando los olores y reduciendo la proliferación de vectores como insectos y roedores, y controlando la generación de líquidos lixiviados y de biogás¹⁴. De igual manera, plantear la separación del módulo de relleno sanitario en celdas, permite construir el proyecto en etapas, generando así una ventaja económica. En conclusión, la separación en celdas mejora la eficiencia operativa y también el monitoreo y tratamiento de los efluentes del relleno.

¹² En adelante, "vertedero controlado" se referirá a la instalación de tratamiento de residuos autorizada que cumple condiciones de diseño y seguridad. "Vertedero" hará referencia a una estructura hidráulica destinada al paso controlado del agua, exclusiva para el desagüe.

¹³ Ver **PLANO 02 - Módulo de relleno sanitario**

¹⁴ Nombre común para la mezcla de gases liberados en la digestión anaeróbica.

Dicho esto, se decide dividir el relleno sanitario en 10 celdas; las cuales se construyen de manera secuencial, proyectando la **construcción de una celda cada dos años**. Cada una tendrá un ancho de 100 m y 57 m en planta.

Las bermas son terraplenes de tierra compactada que tienen la función de delimitar a cada una de las celdas evitando que el agua limpia entre en contacto con los líquidos lixiviados que se generan por los residuos localizados en la celda correspondiente.

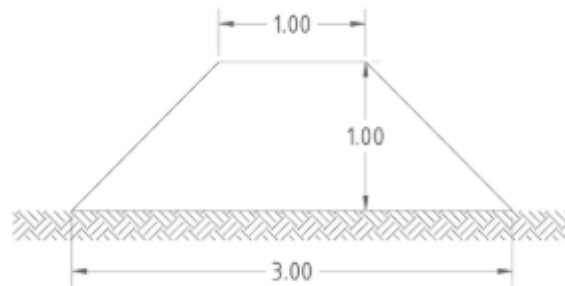


Figura 31. Bermas de separación Fuente: elaboración propia.

Una vez que la celda se completa, se recubre con suelo seleccionado con el fin de impermeabilizar la superficie que recubre a los residuos, y finaliza su utilización.

Se proyecta un camino perimetral alrededor del módulo sobre el terraplén de cierre para el movimiento de camiones y el tránsito de maquinaria pesada. El mismo tendrá un escurrimiento transversal hacia cunetas en su lateral, evitando el ingreso de agua de escorrentía al relleno sanitario.

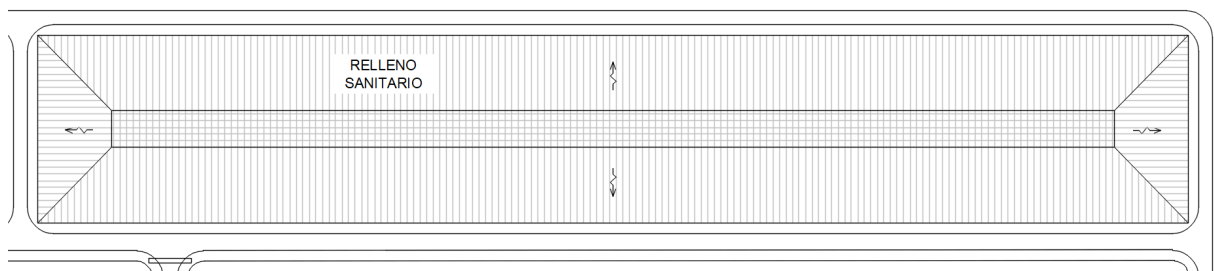


Figura 32. Módulo de relleno sanitario terminado con sentido de escurrimientos de agua de lluvia.

Fuente: elaboración propia.

Construcción de celdas

En cuanto a la determinación de la impermeabilización de fondo, el **ARTÍCULO 40**, de la **Ley Provincial N°13.055**, establece ciertas cuestiones a cumplir:

- La base del módulo debe disponer material arcilloso compactado en un espesor de 60 cm, garantizando una permeabilidad igual o inferior a $1 \cdot 10^{-7} \text{ cm/seg}$.
- La base del módulo se debe encontrar a una distancia de 1,5 m respecto de la napa freática.
- Se debe disponer de membrana de polietileno de por lo menos ochenta milímetros (0,80 mm) en rellenos sanitarios que reciban cantidades de residuos superiores a cien toneladas (100 ton) diarias.

El primer paso será marcar las dimensiones en el terreno. La capa de suelo superficial será retirada y acopiada en el mismo predio para ser repuesta una vez completado el relleno. La excavación se ejecutará hasta la profundidad máxima, con las pendientes de taludes definitivas, las cuales, están determinadas por la pendiente admisible por las maquinarias. En este caso se adoptó taludes 1:3

Por otro lado, se deberán respetar las capas de permeabilidad especial según normativa. Para ello se utiliza mezcla de suelo seleccionado y bentonita. El suelo se mezclará con la bentonita en la proporción determinada en laboratorio, se distribuirá y compactará en capas según las técnicas usuales de ing. civil.



Figura 33. Construcción de celdas. Fuente: Google imágenes

Una vez que se cuenten con los ensayos de permeabilidad en laboratorio, que garanticen la permeabilidad deseada, se podrán disponer los residuos en la celda. Cumplida la vida útil de cada celda se realiza la cobertura final de la misma. El objetivo es reducir la infiltración de aguas de lluvia; evitar el escape de lixiviados y minimizar el de biogás; proporcionar una superficie adecuada para la revegetación del sitio; limitar el potencial de incendios y reducir los malos olores y evitar la proliferación de vectores. La misma se materializa mediante una cobertura de tierra compactada primero con material arcilloso con baja permeabilidad (60 cm) y luego con una capa de tierra para sostener la vegetación (15 a 30 cm).

Captación de líquidos lixiviados

Los líquidos lixiviados se definen como aquellos líquidos que están o estuvieron en contacto con residuos sólidos, siendo capaces de extraer materiales disueltos o en suspensión, y que a menudo contienen compuestos contaminantes por lo que son nocivos al medioambiente y la salud pública. Estos líquidos pueden originarse a partir de la misma humedad contenida por los residuos, agua de escorrentía y/o agua de lluvia. Debido a su alto contenido de materia orgánica, resulta tóxico para los seres vivos por lo que se debe mantener alejado de cualquier tipo de fuente de agua y tratarlos correctamente. La mejor manera de prevenir su formación es mantener los residuos alejados de cualquier posible fuente de líquido.

El fondo de cada una de las celdas tiene una pendiente general del 1%, hacia cada uno de los laterales del módulo, donde se ubica un geotextil de captación de los líquidos siempre contemplando que la parte más baja esté 1.5m por encima de la napa. Una vez que los líquidos convergen al punto de menor cota, se colocará un conducto que permitirá extraerlos mediante una bomba sumergible.

De esta manera, se podrá controlar la generación de líquidos lixiviados para evitar la contaminación de capas por inferiores y en particular la napa freática con dicho líquido.

Otro aspecto importante a cumplir, es que la distancia máxima a recorrer por el líquido lixiviado no debe superar los 100 m. Además, se evitarán los conductos verticales para la extracción de líquidos ya que están expuestos a empujes laterales, asentamientos y presiones excesivas en la base.

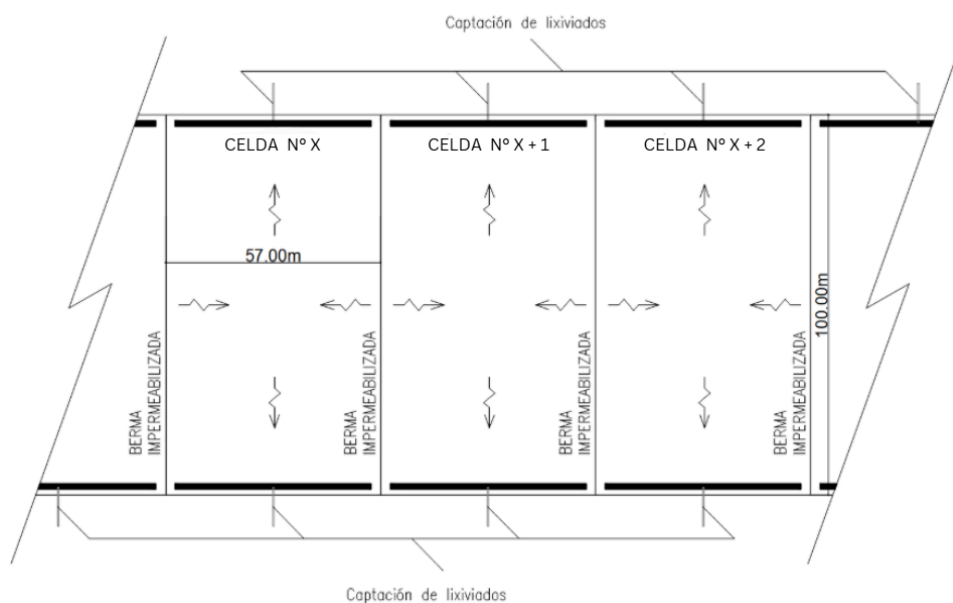


Figura 34. Control de líquidos lixiviados. Fuente: elaboración propia.

Sistema de gestión del biogás

El biogás de relleno sanitario es producto de la descomposición anaeróbica de la fracción orgánica presente en los residuos. Se compone de metano (50–75%), dióxido de carbono (25–50%) y cantidades variables de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, agua y otros componentes.

A fin de evitar riesgo de accidentes por una potencial explosión se dispone un tubo de venteo en cada celda, de PVC ranurado de diámetro 200 mm. Se lo recubre con un material pétreo.

Teniendo en cuenta que se produce gas metano que es combustible se podría aprovechar el mismo para la implementación de un tratamiento del biogás generado en el relleno sanitario para la producción de energía. Sin embargo, debido a la escala reducida del relleno sanitario, la explotación de este recurso, en principio, no resulta económicamente viable.

7.2. Nave de separación

Con el fin de separar los residuos que ingresan al predio, se puede optar por diversos grados de automatización para este proceso, que van desde una cinta transportadora con múltiples puestos de trabajo hasta equipos que separan los residuos en una gran cantidad de categorías e incluso lo almacenan o “empaquetan”.

En este proceso, el objetivo es revalorizar los desechos, donde son procesados y transformados en nuevos productos o materiales. El objetivo principal es disminuir la necesidad de extraer y producir materia virgen para procesos productivos.

Dimensionamiento

La magnitud de las obras proyectadas la determinarán la cantidad de residuos que se reciben en un día. Para ello, dividimos en 365 días las toneladas anuales de residuos obtenidas en el último año de nuestro período de diseño, según el apartado [7.DETERMINACIÓN DEL ÁREA NECESARIA PARA EL PREDIO GIRSU](#).

$$\frac{21.178 \text{ ton}}{365 \text{ día}} = 58 \text{ ton/día}$$

Es importante destacar que para obtener el valor mencionado, se asumió la hipótesis de que la recolección de residuos se realiza diariamente, excepto los domingos. de esta manera se puede tomar como referencia el siguiente valor:

$$58 \text{ ton/día} * 7/6 = 67,7 \text{ ton/día}$$

Sin embargo, se sabe que esta situación no se cumple en los municipios consorciados. Para lograr un dimensionamiento más preciso, será necesario analizar en detalle la logística de recolección específica de cada localidad .

Partes componentes

Las partes constitutivas del equipo son las siguientes:

Tolva de recepción: Sobre esta tolva los camiones ya pesados descargan los residuos provenientes de las diversas localidades. Luego, una cinta de elevación receptora hasta el “desgarrador de bolsas” de modo de facilitar la apertura de las bolsas y la dispersión de la basura.

Cinta de elevación y clasificación: Esta cinta transportadora funciona al mismo tiempo con un desgarrador de bolsas y con puestos de trabajo a lo largo de su longitud para realizar un proceso de clasificación del material voluminoso donde los operarios seleccionarán y separarán los residuos que puedan ser recuperados para un posterior acondicionamiento, acopio y venta.

Cinta elevadora a molino y molino de orgánicos: Esta cinta vincula el material orgánico que sale de la cinta de clasificación elevada para terminar descargando sobre un molino de orgánicos, que luego serán depositados en el galpón de compostaje.

Cinta de salida del material no seleccionado: Este material es que le resulta rechazado tanto por el tromel como por los puestos de clasificación y se lo traslada hacia la disposición final, es decir, al relleno sanitario.

Molino de plásticos: Por otra parte, este equipo cuenta con una cinta de alimentación y un molino de plásticos para compactar este material y poder acopiar para su posterior venta.

Estructura elevada para la clasificación: toda esta maquinaria estará elevada sobre una estructura metálica para permitir el montaje de cada una de las partes mencionadas anteriormente.

Todo este equipamiento se presenta en la siguiente ilustración y se muestra en detalle en el plano “Planta de Clasificación de RSU”¹⁵ . Esta información fue brindada por la empresa DEISA, a la cual se le consultó por el equipamiento previamente mencionado

¹⁵ Ver **ANEXO 09 - Planos Complementarios**

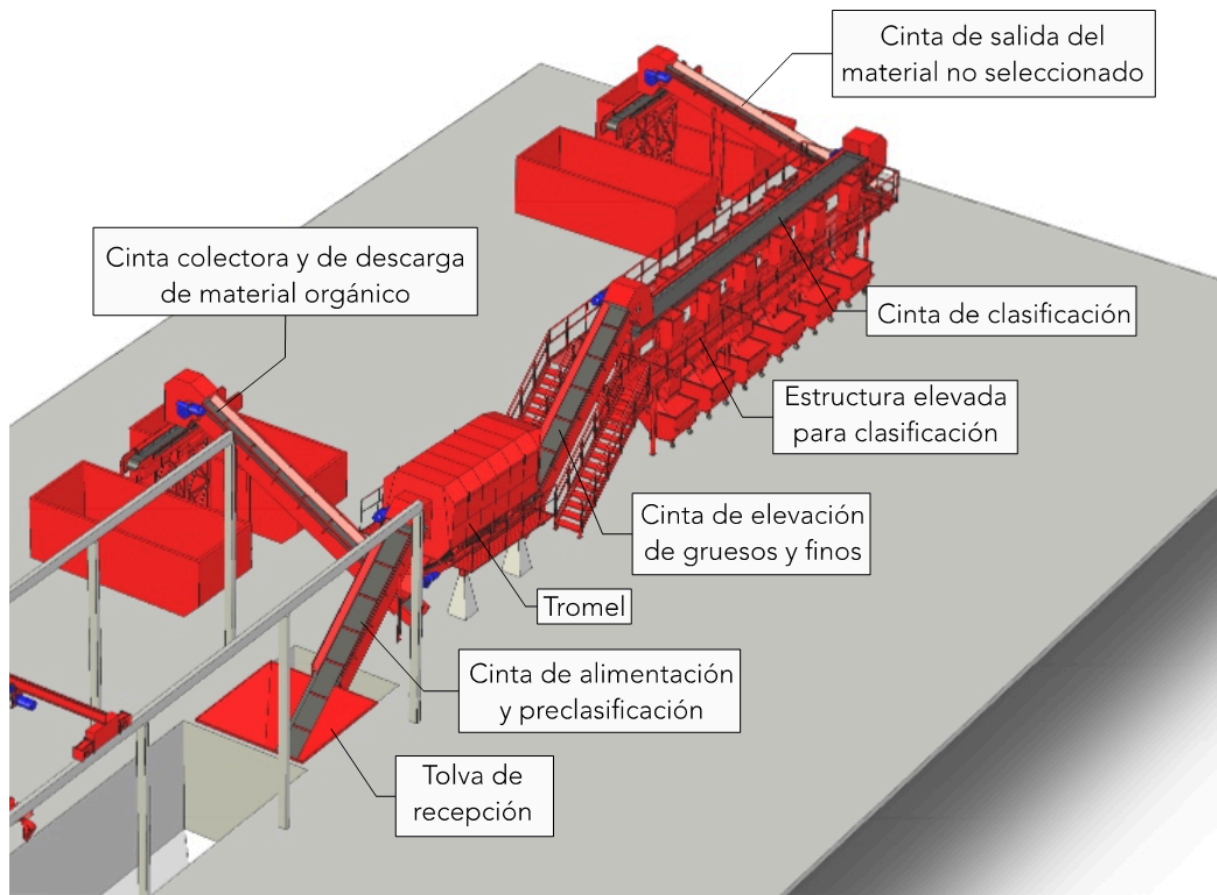


Figura 35. Planta separación de residuos. Fuente: DEISA

Teniendo en cuenta que en la planta la separación de material reciclable y de materia orgánica se realizará de manera manual, se estima un mínimo de diez operarios.

Teniendo en cuenta los equipos necesarios para realizar la separación de los residuos, los espacios de acopio de materiales y los espacios destinados a la circulación, se proyectará una estructura metálica de **20 metros de ancho y 48 metros de largo**.

7.3. Nave de compostaje

El compostaje, es otro proceso de valorización de los desechos donde se efectúa la descomposición de la fracción mayoritaria que componen los residuos, la orgánica, sumando si es posible material estructurante (chips de madera, hojas secas, etc). El producto de este proceso se denomina compost, el cual es un material rico en nutrientes que puede utilizarse como abono con distintos fines según el grado de impurezas de la mezcla. Es un proceso biológico de tipo aeróbico en el cual la materia orgánica se degrada por la acción de organismos y microorganismos, y da como resultado un material biológicamente estable, libre de patógenos. Se emplea para mejorar la estructura del suelo, así como para proporcionar nutrientes al mismo.

Una vez formadas las pilas, comienzan las diferentes fases del compostaje:

- **Fase Mesófila:** se da un aumento de la temperatura hasta alcanzar los 45°C, produciéndose CO₂ y ácidos orgánicos que bajan el pH. Duración: 2-5 días.
- **Fase Termófila:** la temperatura del material alcanza los 60°-70° causando la eliminación de organismos patógenos. Se libera amoníaco, aumentando tanto el pH como la demanda de O₂. Duración: 1-3 semanas.
- **Fase Mesófila (II):** una vez agotado el carbono, la temperatura desciende, apareciendo hongos visibles.⁶ Duración: 2-5 semanas.
- **Fase de Maduración:** la materia orgánica se encuentra degradada en su totalidad. Terminando por disminuir la temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente. Se forman ácidos húmicos y fúlvicos. Duración: 3-6 meses.



Figura 36. Proceso de compostaje. Fuente: "Compost Provincia de Santa Fe".

En este caso se estará proyectando un compostaje de sistema abierto, en el cual la aireación necesaria de las pilas se logra mediante volteos periódicos. Por otro lado, se deberán mantener condiciones adecuadas de humedad y temperatura para lograr un correcto proceso, para lo cual se regarán las pilas con el líquido lixiviado que estas generen.

Se proyecta entonces la construcción de una nave industrial cuya finalidad es proteger las pilas del compost de la intemperie mientras se desarrolla la primera y más crítica fase del proceso. El compost, tendrá un **tiempo de permanencia de 45 días** en esta nave, para luego ser transportado a cancha de maduración, donde completará su fase de maduración durante un **período de 3 meses**.

Dimensionamiento

Para dimensionar adecuadamente el galpón destinado al compostaje, se realizó un análisis previo del volumen total de residuos que diariamente se reciben en el centro GRSU. Cabe destacar que no todos los residuos ingresados se destinarán a la disposición final, ya que una parte es reciclable y otra puede ser aprovechada para el proceso de compostaje. Los residuos que son aptos para este proceso corresponden a la fracción orgánica.

Para el horizonte de diseño planteado se espera que ingrese una carga diaria de 58 ton/día. Si suponemos que la fracción orgánica representa el 40% del total de los residuos que ingresan y que la densidad es de aproximadamente 550 kg/m³ se obtiene el siguiente volumen diario:

$$(58 \text{ ton/día} * 0.40) / 550 \text{ kg/m}^3 = 42 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Si se supone un tiempo de permanencia del compost de 45 días y además se considera el siguiente equipo, podemos determinar la cantidad de metros de parva de pila de compost necesaria a desarrollar dentro de la estructura metálica



Figura 37. Volteadora de compost Deisa RCA 360. Fuente: Página DEISA

Equipo	Potencia Tractor	Alto pila compostaje	Ancho pila compostaje	Capacidad remoción	Alto	Largo	Ancho
	CV	m	m	m ³ /h	m	m	m
RCA360	120	1.6	3.6	1200	3.11	2.63	4.12

Tabla 6. Características volteadora de compost Deisa RCA 360 Fuente: Página DEISA

$$\text{Longitud de parva} = (42 \text{ m}^3 / \text{día} * 45 \text{ días}) / (3.6 \text{ m} * 1.6 \text{ m}) / 2 = 656,25 \text{ m}$$

Planteando una longitud de 35 m por parva, se obtiene que serán necesarias

$$\text{Cantidad de parvas} = \frac{656,25 \text{ m}}{35 \text{ m}} = 18,75 \text{ parvas}$$

Esto quiere decir, que respetando las separaciones mínimas entre parvas, el ancho de las mismas, y planteando armar módulos por par de parva, será necesario una cantidad de:

$$\text{Cantidad de módulos} = 9 \text{ módulos} + 1 \text{ módulo arriostamiento} = 10 \text{ módulos}$$

Donde cada módulo tendrá una longitud de 9 m, tal como se detalla en la siguiente imagen:

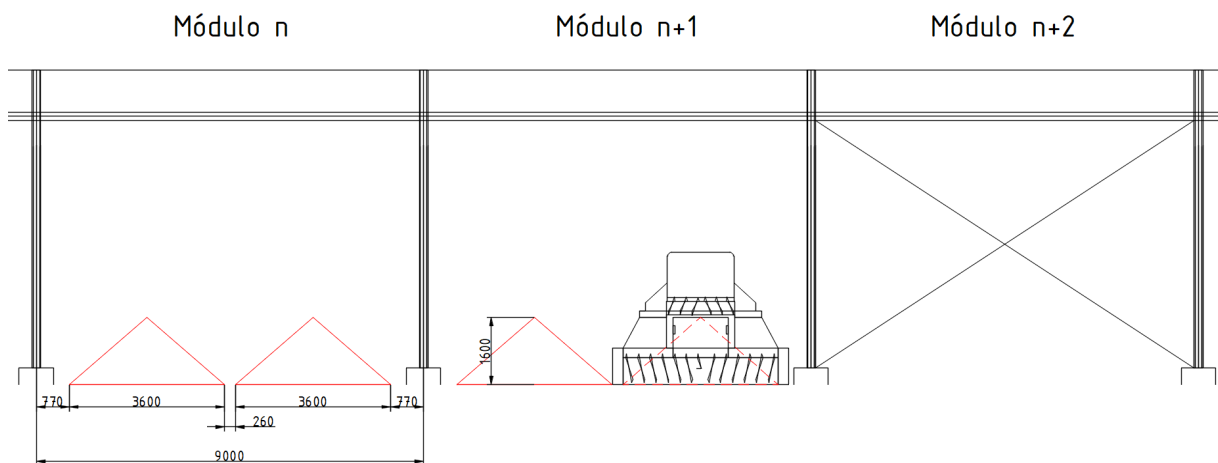


Figura 38. Determinación de módulos compost. Fuente: elaboración propia

Se proyectará un galpón cuyos laterales serán abiertos para permitir el giro de la volteadora en el exterior del mismo. Teniendo en cuenta la separación entre pórticos y la separación entre pilas de compost, se adopta una estructura metálica de **36 metros de ancho y 90 metros de largo**.

Ver **PLANO 03d - Nave de compostaje**, donde se detallan sus dimensiones.

7.4. Cancha de maduración

Una vez cumplidos los 45 días de compostaje del material orgánico, finaliza este proceso colocándolo sobre una cancha, la misma se encontrará al aire libre. Se dejará que se complete el proceso de **maduración** por un tiempo de **3 meses**, para luego poder darle un uso final (venta o mejoramiento del suelo). Las dimensiones proyectadas para el mismo serán de **50 m x 50 m**.

Haciendo referencia a lo mencionado en el apartado [2.2 Marco normativo](#) según la **Resolución Conjunta 1/2019** promulgada por el Ministerio de Producción y Trabajo, el uso final del compost producido solo se podrá emplear como fertilizante de plantas ornamentales, relleno de terrenos y cubiertas para rellenos sanitarios, puesto que el compost proviene de residuos que no fueron separados en origen y podría resultar peligroso para la salud humana en caso de emplearse en horticultura. Otra alternativa sería utilizarlo como cobertura de los sectores rellenos para facilitar el crecimiento de vegetación.

7.5. Lagunas de estabilización de líquidos lixiviados

Como se definió anteriormente, sabemos que los líquidos lixiviados son un efluente de relleno sanitario que se forma cuando el agua atraviesa los residuos sólidos. Debido a su alto contenido de materia orgánica, resulta contaminante.

Esta “contaminación” se puede discriminar y cuantificar a través de ensayos de laboratorio que en conjunto reciben el término de caracterización del líquido lixiviado.

La cuantificación de estos parámetros se realiza a través de técnicas estandarizadas de laboratorio y son esos valores los que nos ayudan a proyectar las instalaciones apropiadas para la depuración de los mismos previa a su descarga en un cuerpo receptor o a su disposición final.

La otra componente fundamental para el diseño de las obras de tratamiento será el **caudal**, es decir la cantidad de líquido por unidad de tiempo que ingresará en las instalaciones a proyectar.

Es decir que las particularidades de diseño de la planta depuradora estarán determinadas en una primera instancia por la cantidad de líquido crudo a tratar, la caracterización (calidad) de ese líquido y las condiciones que debe cumplir una vez que ha sido tratado.

Respecto a las condiciones que deberá cumplir el líquido una vez tratado estas estarán dadas por:

- Requerimiento ambiental de la disposición final o reuso del recurso.
- Normativa vigente. Tal como se mencionó en el apartado [2.2 Marco normativo](#), la calidad del líquido residual vertido viene dada por la **RESOLUCIÓN N° 1089/82**.

En ambas situaciones se trata de garantizar valores de parámetros contaminantes que ocasionen el menor daño ambiental posible. Un parámetro clave para el diseño de

nuestro sistema de depuración es la **DBO/ Demanda Bioquímica de Oxígeno**. Es una determinación de laboratorio que indica la cantidad de oxígeno usada por las bacterias para degradar la materia orgánica en las aguas residuales (expresada en mg/l). Es una medida aproximada de la cantidad de material orgánico que está presente en el agua.

Según la **RESOLUCIÓN N° 1089/82**, en el caso de un desagüe a conducto pluvial abierto o a curso de agua superficial, cuando la distancia a una instalación de toma sea superior a 8 km, el valor de la DBO debe ser como máximo de **0,50 mg/l**.

Caudal de líquidos lixiviados

Para estimar la cantidad de lixiviados que se generará en todo el relleno durante su vida útil, se utiliza el **Modelo Suizo**. Este es un método general que solo toma en cuenta la precipitación en la zona y el nivel de compactación de los residuos, sin considerar factores como la capacidad de los residuos para absorber agua, el clima regional o el material de cobertura. No obstante, se opta por este modelo como una estimación preliminar debido a la falta de información suficiente para aplicar otras metodologías más detalladas.

Método Suizo: permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{P \times A \times K}{t}$$

Donde:

- Q = caudal de líquido lixiviado en litros por segundo (l/seg)
- P = precipitación media anual en milímetros por año (mm/año)
- A = área superficial del relleno (m²)
- t = número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)
- K = coeficiente que depende del grado de compactación de los residuos.

En primer lugar, se estima el valor de la precipitación media anual en milímetros por año (P). Los datos relevados más cercanos al centro GIRSU, son de la estación meteorológica del Aeródromo de la localidad de Marcos Juárez, ubicada a unos 70 km del predio. Por lo que, se decidió recurrir a la página web Weather Spark para obtener la precipitación media mensual de la localidad de Las Parejas.

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Lluvias en mm.	110,5	128,9	123,1	99,1	46,4	20,3	18,2	28,7	48,8	95,9	109,3	126,2

Tabla 7. Datos históricos de precipitaciones medias mensuales en Las Parejas. Fuente:

<https://es.weatherspark.com/>

A partir de la tabla anterior, se calcula la precipitación media anual para la zona como la sumatoria de las medias mensuales, obteniendo un valor de 955,4 mm.

Por otro lado, se realiza una división del año en dos períodos uno desde el mes de octubre a abril, en coincidencia con la época más lluviosa y otro desde el mes de mayo a septiembre, en coincidencia con la época menos lluviosa. Se llega entonces a la siguiente tabla:

Precipitación anual		955,4 mm	100%
Época más lluviosa	Octubre - Abril	793,0 mm	83,0%
Época menos lluviosa	Mayo - Sept	162,4 mm	17,0%

Tabla 8. Precipitación media anual. Fuente elaboración propia.

El área superficial del relleno, al final de su vida útil será de 57.000 m² definida en ítems anteriores.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0,7 t/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25 % (k=0,15 a 0,25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno. En nuestro caso, la densidad de compactación es de 0,8 t/m³, por lo que, se decide adoptar un coeficiente k=0,2. Finalmente la generación de líquidos lixiviados será:

	General	Verano	Invierno
P [mm/año] =	1059,9	793,0	162,40
A [m ²] =	57000	57000	57000
t [s/año] =	31536000		
K =	0,20		
Q [L/s] =	0,38	0,29	0,06
Q [m³/día] =	33,10	24,77	5,07

Tabla 9. Caudal de líquidos lixiviados. Fuente elaboración propia.

Sistema de lagunas para el tratamiento de lixiviados

Una vez que el líquido es captado del módulo de relleno sanitario, se lo tratará con el objetivo de remover la materia orgánica presente en el mismo mediante **procesos biológicos**. Dichos procesos, abarcan la totalidad de los procesos de estabilización de la materia orgánica mediante la actividad de microorganismos específicos. Estos organismos deberán contar con la presencia de, entre otros factores, sustrato (materia orgánica asimilable por los microorganismos) y de condiciones ambientales propicias para su desarrollo y reproducción.

Con el objetivo de reducir los costos operativos del predio se descartan métodos mecanizados y se optan por **sistemas naturales**. Estos sistemas, tienen la contrapartida de demandar una mayor área con respecto a los sistemas mecanizados, pero en nuestro caso, esto no representa ningún inconveniente debido a la gran proporción de terreno disponible. Además el terreno en el predio es trabajable, y las condiciones de luz solar y temperatura, son favorables.

Dentro de los sistemas naturales, se proyectan entonces, **lagunas de estabilización**. Las lagunas no son otra cosa que estanques donde se desarrollan microorganismos en forma de cultivo en suspensión que se difunden en la masa líquida. Para alcanzar eficiencias de remoción aceptables, se deben proyectar varias lagunas en serie.

El diseño apunta a garantizar un cierto tiempo de permanencia (días) a fin de que puedan desarrollarse los mecanismos de depuración. Dicho tiempo se lo conoce como **Tiempo de Retención o Residencia Hidráulica (TRH)**.

Laguna Anaeróbica

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 50 % en términos de DBO total. Posee una profundidad de 3 metros a fin de disminuir los efectos de la incorporación superficial del oxígeno atmosférico.

Laguna Facultativa

En estas lagunas prevalecen los mecanismos de depuración aeróbica en casi toda su masa líquida frente a los procesos anaeróbicos que se desarrollan en el fondo de la misma. Se trata entonces en el diseño de favorecer esta condición reduciendo el tirante líquido de la misma a 1,50 m de forma que tenga relevancia la difusión del oxígeno en contacto con la capa superficial. Además de este mecanismo de aireación natural existe otro característico de este tipo de lagunas cual es la oxigenación mediante el desarrollo de algas. Estos organismos tienen la facultad de liberar oxígeno cuando desarrollan actividad fotosintética en presencia de la luz solar.

Esta laguna, se ubicará 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

atentar 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 siguiente tabla, 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.

	Anaeróbica	Facultativa
Superficie [m ²]	400	2500
Ancho [m]	16	25
Largo [m]	25	50
Profundidad [m]	3	1,5
Cantidad [u]	1	2
TRH [días]	35	138
Eficiencia [%]	40	70

Tabla 10. Dimensiones de lagunas. Fuente elaboración propia.

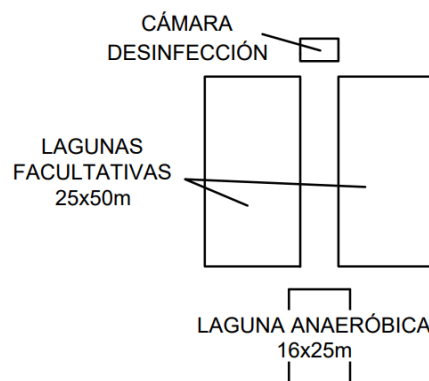


Figura 39. Dimensiones de lagunas. Fuente: elaboración propia

En el **ANEXO 05 - Lagunas de Estabilización de líquidos lixiviados** se desarrolla la metodología utilizada y el cálculo de cada una de las lagunas.

Materialidad

Las lagunas proyectadas deben cumplir con las exigencias de la **Ley Provincial N°13.055** para el relleno sanitario. Es decir, la Ley nada establece respecto a los materiales a emplear respecto a las lagunas para el tratamiento de los lixiviados, pero se opta por compactar la arcilla del terreno y colocar 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 cuanto a la laguna anaeróbica, la misma

se realizará excavando a una profundidad de 1m y un terraplén 2m, con el fin de cubrir los 3 m de profundidad planteados. Por otro lado las lagunas facultativas, serán realizadas mediante excavación in situ.

Remoción de Patógenos¹⁶

El tratamiento proyectado para remover básicamente carga orgánica se completa con una unidad específica de desinfección. La desinfección, es un proceso físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos impidiendo el crecimiento de microorganismos en fase vegetativa que se encuentren en organismos vivos.

En el tratamiento de líquidos lixiviados es la etapa previa a su descarga final materializada generalmente por una cámara de cloración de forma de generar un líquido de salida que cumpla los requerimientos normativos de bacteriología correspondientes a 1000 NMP/100 mL de coliformes fecales.

La desinfección por aplicación de cloro, ya sea como cloro gaseoso, o como hipoclorito de sodio es el proceso más difundido en nuestro medio. La dosis y el tiempo de contacto del líquido a desinfectar con el agente desinfectante son incógnitas a evaluar en el diseño de las unidades de desinfección. Generalmente se determinan por ensayos de laboratorio. Por lo cuál, el dimensionamiento de esta unidad dependerá de los resultados obtenidos de ensayos realizados

A modo de ejemplo, en la siguiente figura se muestra una instalación típica de cámara de desinfección, también llamado laberinto de cloración.



Figura 40. Cámara de desinfección.

¹⁶ Agente biológico infeccioso (bacteria, protozoo, hongo, parásito, virus) que produce enfermedad o dolencia en su anfitrión.

Una vez el líquido se encuentre desinfectado, el mismo será volcado en las cunetas del predio.

Tratamiento de barros

Uno de los subproductos que genera el tratamiento de líquidos lixiviados es el barro o lodo. Este desecho deberá ser dispuesto en forma segura de modo de ocasionar el menor daño ambiental posible, es decir, cumpliendo con las normas de calidad de disposición final establecidas para este tipo de sustancia.

Los dos objetivos específicos de la depuración es hacer el barro generado sanitariamente apto y operativamente manipulable para su disposición final. El primero se logra con la estabilización del mismo y se da mayormente en la etapa de digestión. El segundo se logra con la reducción de la humedad e involucra el espesamiento, el acondicionamiento y la deshidratación.

Dichos lodos, deben ser removidos cada un período de tiempo determinado para que la laguna siga funcionando con la eficiencia para la cual fue diseñada. La generación de lodos es función del tipo de laguna del que se trate. En general, se encontraron los siguientes valores de referencia:

- La laguna anaerobia debe ser desenlodada cuando los sólidos acumulados alcancen un tercio del volumen de la laguna, en general en un periodo entre 2 a 5 años (TILLEY et al. 2018; CONAGUA 2015).
- En las lagunas facultativas la remoción de lodo es menos frecuente (TILLEY et al. 2018).

Surge así la necesidad de implementar un tratamiento de estos productos dando origen a las tecnologías de tratamiento de barros.

Existen principalmente dos mecanismos para limpiar el lodo de las lagunas. El primero consiste en una bomba que se coloca sobre una balsa y el lodo se extrae con la laguna llena con el efluente. El segundo método, en cambio, propone vaciar la laguna, dejar que el lodo se seque y posteriormente retirarlo con una pala mecánica. Para este segundo caso, debe preverse la construcción de una laguna adicional que almacene el líquido efluente del relleno sanitario mientras se desenloda la otra.

A su vez, los lodos, al ser el subproducto del tratamiento de los líquidos lixiviados, concentran la contaminación que antes se encontraba presente en el agua y contienen metales pesados, patógenos y contaminantes orgánicos. Sin embargo, al poseer alto

contenido de materia orgánica, pueden ser aprovechados como fertilizantes o abono para el suelo, permitiendo el aprovechamiento y reciclaje de los mismos. La composición del lodo será función principalmente del grado de contaminación de los líquidos lixiviados, por lo que se recomienda un control y monitoreo de la calidad del efluente en estudio, como así también, del subproducto de su tratamiento. Esto permitirá evaluar la posibilidad de tratar los lodos y reutilizarlos.

No es función de este proyecto el dimensionamiento de la infraestructura necesaria para el tratamiento de lodos pero, se considera importante mencionar que es otra etapa más del proceso del tratamiento de lixiviados que se debe tener en cuenta para asegurar una disposición final del subproducto del mismo que resulte ambientalmente segura.

7.6. Vertedero controlado para restos de poda y demolición

Situación inicial

Dentro de las corrientes de residuos que llegan al predio, además de los **residuos sólidos domiciliarios (RSD)**, se encuentran los **restos de construcción y demolición (RCD)**, provenientes de obras particulares, proyectos públicos, reparaciones menores, entre otros. Por otro lado, llegan los **restos verdes (RV)**, provenientes de jardinería y poda de vecinos, mantenimiento del arbolado urbano, barrido de calles, zanjeo, entre otros.

En base a la información recolectada en el apartado [3.5 Información sobre disposición final de residuos](#), se busca cuantificar el volumen de RCD y de RV que llegan al predio.

Para los restos verdes, se tiene información de camiones que transportan solo restos verdes y camiones con contenido mezclado de RCD y RV(consideramos 50% de RV). Finalmente, se determina que llegan al predio **11,92 m3 diarios de RV**.

SOLO RESTOS VERDES				
Mes	N° de camiones	Capacidad Caja Volvadora [m3]	Factor Caja Colmada	Volumen [m3]
Septiembre	28	8	1,2	268,8
Octubre	11	8	1,2	105,6
Noviembre	26	8	1,2	249,6
Diciembre	16	8	1,2	153,6
			Promedio	194,4

MEZCLADOS (RVs y RCDs) *Se consideran 50/50%				
Mes	N° de camiones	Capacidad Caja Volvadora [m3]	Factor Caja Colmada	Volumen [m3]
Septiembre	32	8	1,2	307,2
Octubre	21	8	1,2	201,6
Noviembre	56	8	1,2	537,6
Diciembre	27	8	1,2	259,2
			Promedio	326,4
			Total m3/día	11,92

Tabla 11. Restos verdes. Fuente: elaboración propia.

Para los RCD, se tiene información de camiones que transportan solo RCD, volquetes particulares y camiones con contenido mezclado de RCD y RV(consideramos 50% de RCD). Finalmente, se determina que llegan al predio **9,85 m3 diarios de RCD**.

Para transportar estas corrientes de residuos, el municipio cuenta con camiones con caja volcadora de 8m3 y con camiones volquetes estándares de 5m3.



Figura 41. Camión con caja volcadora. Fuente: Municipio de Las Parejas



Figura 42. Camión volquete. Fuente: Google imágenes

SOLO RCDs				
SEMANA	N° de camiones	Capacidad Caja Volvadora [m3]	Factor Caja Colmada	Volumen [m3]
Octubre	9	8	1,2	86,4
Noviembre	1	8	1,2	9,6
Diciembre	7	8	1,2	67,2
			Promedio	54,4
SOLO VOLQUETES PARTICULARES				
Mes	N° de camiones	Capacidad Volquete [m3]	Factor Caja Colmada	Volumen [m3]
Septiembre	5	5	1,2	30
Octubre	17	5	1,2	102
Noviembre	23	5	1,2	138
Diciembre	7	5	1,2	42
			Promedio	78
MEZCLADOS (RVs y RCDs) *Se consideran 50/50%				
Mes	N° de camiones	Capacidad Caja Volvadora [m3]	Factor Caja Colmada	Volumen [m3]
Septiembre	32	8	1,2	307,2
Octubre	36	8	1,2	345,6
Noviembre	41	8	1,2	393,6
Diciembre	27	8	1,2	259,2
			Promedio	326,4
			Total m3/día	9,85

Tabla 12. Residuos de construcción y demolición Fuente: elaboración propia.

Finalmente, anualizando dicho valor por la cantidad de días operados se llega a un total de **6532m3 de residuos anuales**:

RCD + RV [m3]		
M3 ANUALES	2956	RCD
	3576	Restos Verdes
TOTAL	6532	m3

Tabla 13. RCD + RV. Fuente: elaboración propia.

Con el objetivo de preservar la capacidad del relleno sanitario, sobre todo considerando su costosa infraestructura, se propone como alternativa para estas corrientes de residuos diseñar un relleno controlado, mucho menos oneroso dado que no demanda

impermeabilización artificial de fondo. Se proyecta un **vertedero controlado para RCD y RV** a una profundidad de -1,00m.

Balance de suelos

De acuerdo a lo que establece la normativa provincial, la distancia mínima entre la napa freática y el fondo del relleno sanitario debe ser de 1.50 m. En este caso, se cuenta con la presencia de la napa a -2,00 m por lo que el nivel inferior del mismo se encuentra a -0.50 m del nivel del terreno natural. Dicho esto, al materializar el relleno, se procederá a excavar 50 cm. Según el estudio de suelo, esta capa se corresponde con suelo vegetal.

Es evidente entonces que nos encontramos en una ausencia de suelo seleccionado para poder realizar tareas que requieran dicho material, por lo que se procede a realizar un balance de suelos para determinar la cantidad faltante.

BALANCE DE SUELOS [m3]		
EXCAVACIÓN		
RELLENO SANITARIO		
-0,50 m + 0,60 bentonita	28500	Suelo vegetal 50cm
	19950	Suelo
RESERVORIO		
-2,00 m	1482	Suelo vegetal 50cm
	4088	Suelo
LAGUNAS TRATAMIENTO DE LIXIVIADO		
LAGUNA ANAERÓBICA -1,00M + 060m bentonita	180	Suelo vegetal 50cm
	137	Suelo
LAGUNA FACULTATIVA -1,00M + 060m bentonita	1176	Suelo vegetal 50cm
	1013	Suelo
DEMANDA SUELO		
COBERTURA MEMBRANA	17100	Suelo
COBERTURA FINAL	34582	Suelo compactado 60cm
	23775	Suelo vegetal 40cm
BERMAS SEPARACIÓN	1800	Suelo
TERRAPLÉN L. ANAERÓBICA	492	Suelo
TERRAPLÉN L. FACULTATIVA	225	Suelo
TOTAL	7564	Suelo Vegetal
	-48962	Suelo

Tabla 14. Balance de suelos. Fuente: elaboración propia

Vertedero controlado para RCD y RV

Establecida la necesidad de **48.962m³** de suelo seleccionado, se ha decidido realizar el vertedero controlado en aquellas áreas del predio que no poseen un uso específico, con el objetivo de aprovechar el suelo extraído y cubrir dicha demanda.

Para dicha excavación, se cuenta con un área disponible de **65.570m²** en nuestro predio. Teniendo como premisa una profundidad máxima de excavación de -1,00m, y que los primeros 0,50 m son de suelo vegetal, se podrían aprovechar **32.785m³**.

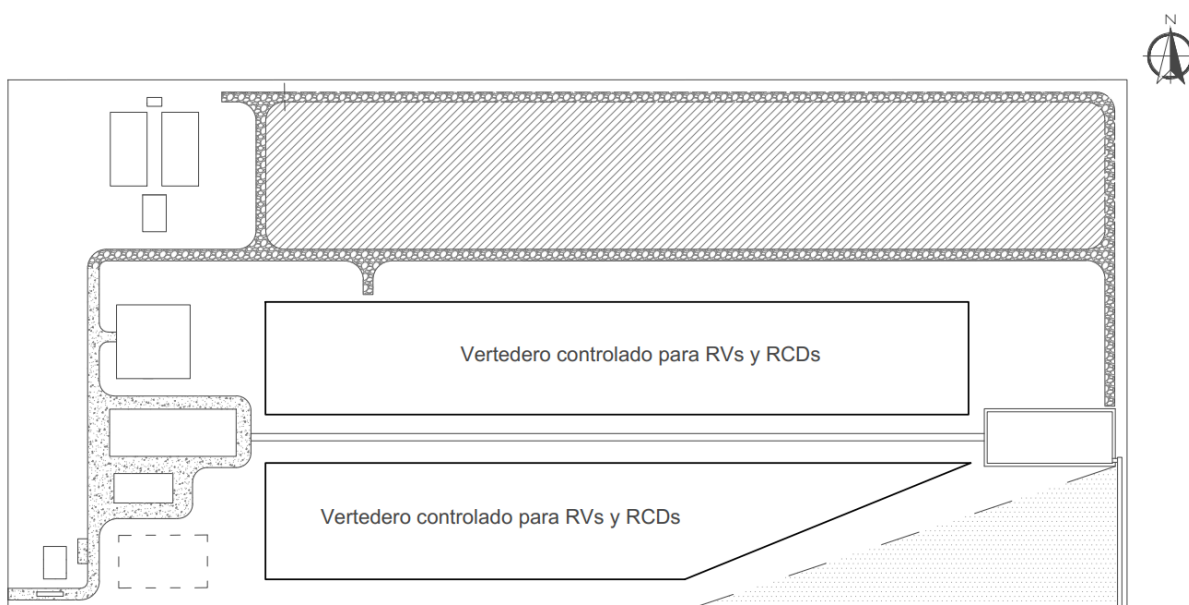


Figura 43. Disponibilidad de terreno. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, con esto se concluye que a futuro se deberá solicitar un préstamo externo de **16.177m³** de suelo seleccionado.

Volumen necesario [m³]	48.962
Volumen disponible [m³]	32.785
Volumen préstamo externo [m³]	16.177

Tabla 15. Volumen préstamo externo. Fuente: elaboración propia

7.7. Edificio de ingreso

Debe considerarse un edificio, para las personas que trabajan allí, tanto para los operarios que estarán en contacto directo con los residuos, que requerirán de vestuarios para poder asearse, como así también para los trabajadores administrativos. Se proyectará

un SUM (Salón de Usos Múltiples) y cocina para posibles reuniones, como así también la cabina de recepción e ingreso del centro.



Figura 44. Corte edificio de ingreso. Fuente: elaboración propia.

Estimación superficies para Layout:

- Recepción: 9 m²
- Oficinas administrativas: 9 m²
- Vestuarios y baños: 60 m²
- SUM: 50 m²
- Hall ingreso: 18 m²

TOTAL= 146 m²

Ver **PLANO 04 - Arquitectura edificio ingreso** para ver el detalle de la planta y los cortes arquitectónicos de este edificio.

7.8. Caminos proyectados

Se decidió proyectar dos tipos de caminos para poder acceder al predio. El principal comienza en la zona de ingreso recorriendo la zona de galpones y la cancha de compostaje. Para este camino se proyecta un pavimento rígido ya que será el encargado de soportar las mayores solicitudes del tránsito. El resto de los caminos operativos se proyectarán como caminos secundarios y se ejecutarán con un estabilizado granular. Estos se irán proyectando con el avance de los módulos del relleno sanitario. En cuanto al

coronamiento, se seguirán las recomendaciones enunciadas según Dirección Nacional de Vialidad, PLANO OB 2¹⁷.

Para el diseño de los caminos se adoptó como vehículo de diseño un camión de 2 ejes con un equipo compactador de 18m³.



Figura 45. Camión compactador con capacidad de 18 m³. Fuente: Google imágenes

A partir de los datos de la logística de recolección de residuos de cada localidad, se estima que circularán 10 camiones por día, resultando muy poco probable que se encuentren dos camiones en una misma dirección y sentidos contrarios. Por esto se decide proyectar todos los caminos con un carril de circulación, incorporando además a los caminos principales la posibilidad de adelantamiento con uno de los vehículos detenidos.

El procedimiento de diseño geométrico y composición del paquete estructural para cada camino se detalla a continuación.

Diseño de caminos principales

Para los caminos principales se adopta un ancho de carril de 5,5 metros y banquetas estabilizadas de 1,2 metros, resultando un ancho de coronamiento de 7,9 metros.

A continuación, se utiliza la tabla de características de diseño geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), en la cuál, para una condición de camino secundario de categoría V, con un Tránsito Medio Diario Anual <150 vehículos por hora nos indica que los taludes del terraplén con una altura menor a 1,5 m deben ejecutarse sin baranda y con una pendiente de 1:2.

En cuanto a la terminación superficial de la calzada, se propone realizar un estabilizado granular que permita la operación del centro los días de lluvia. De esta

¹⁷ Ver **ANEXO 06 - Diseño Vial**

manera, se define la pendiente transversal mínima de la calzada y de las banquetas mediante la tabla de Dirección Nacional de Vialidad (2% a 3%).

Las banquetas también serán de estabilizado granular, sin cordón. La pendiente transversal de la misma será de 4% a 6%.

Por último, se definen el ancho de solera mínimo de cuneta y la pendiente de los contrataludes:

- Ancho mínimo solera de cuneta = 1m (excavación común)
- Contratalud 1:2 (suelo común).

En el **Plano 06b - Perfiles tipo de obra básica y pavimentos**, se observa el perfil tipo de los caminos principales.

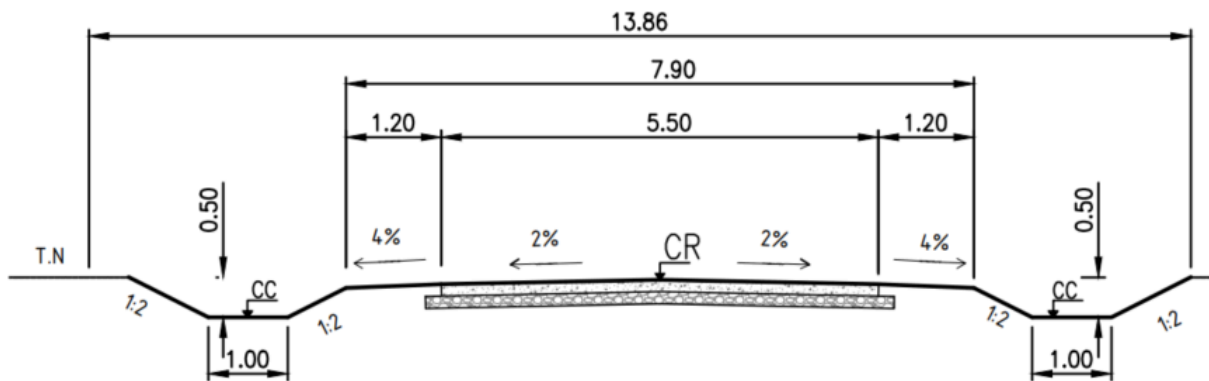


Figura 46. Perfil tipo caminos principales. Fuente: elaboración propia

En el **ANEXO 06 - Diseño Vial**, se adjuntan las tablas de la DNV de las cuales se obtuvieron estos valores mencionados.

Diseño de caminos secundarios

Se decide realizar un estabilizado granular para los caminos secundarios que brindan acceso a todas las instalaciones del complejo y se deja sin tratamiento al camino que rodea al relleno sanitario.

Para el diseño de los caminos secundarios se establece que no existe la posibilidad de adelantamiento con vehículo detenido. Se adopta un ancho de carril de 4,2 metros y banquetas estabilizadas de 1,2 metros, resultando un ancho de coronamiento de 6,6 metros.

En el **Plano 06b - Perfiles tipo de obra básica y pavimentos**, se observa el perfil tipo de los caminos secundarios.

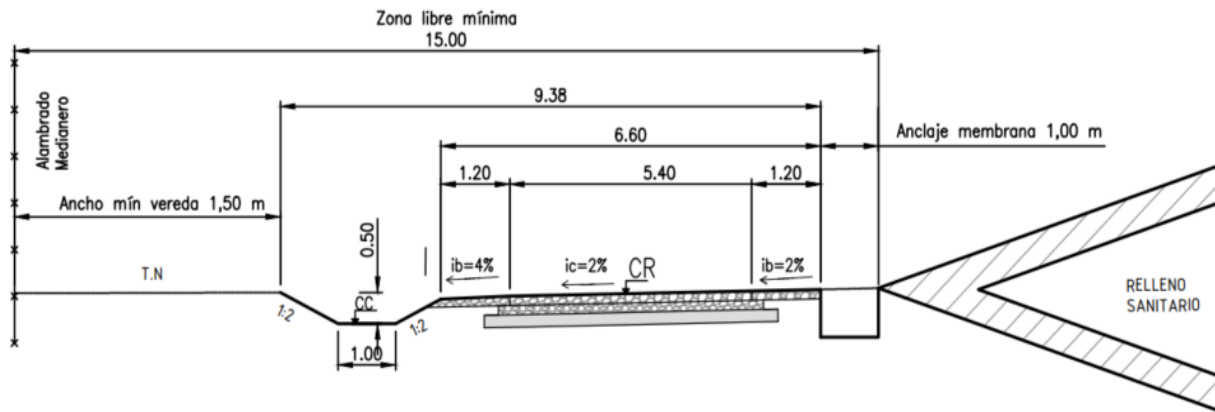


Figura 47. Perfil tipo caminos secundarios. Fuente: elaboración propia

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 CITY-BUS (S1 S2). Para lo cual, 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.

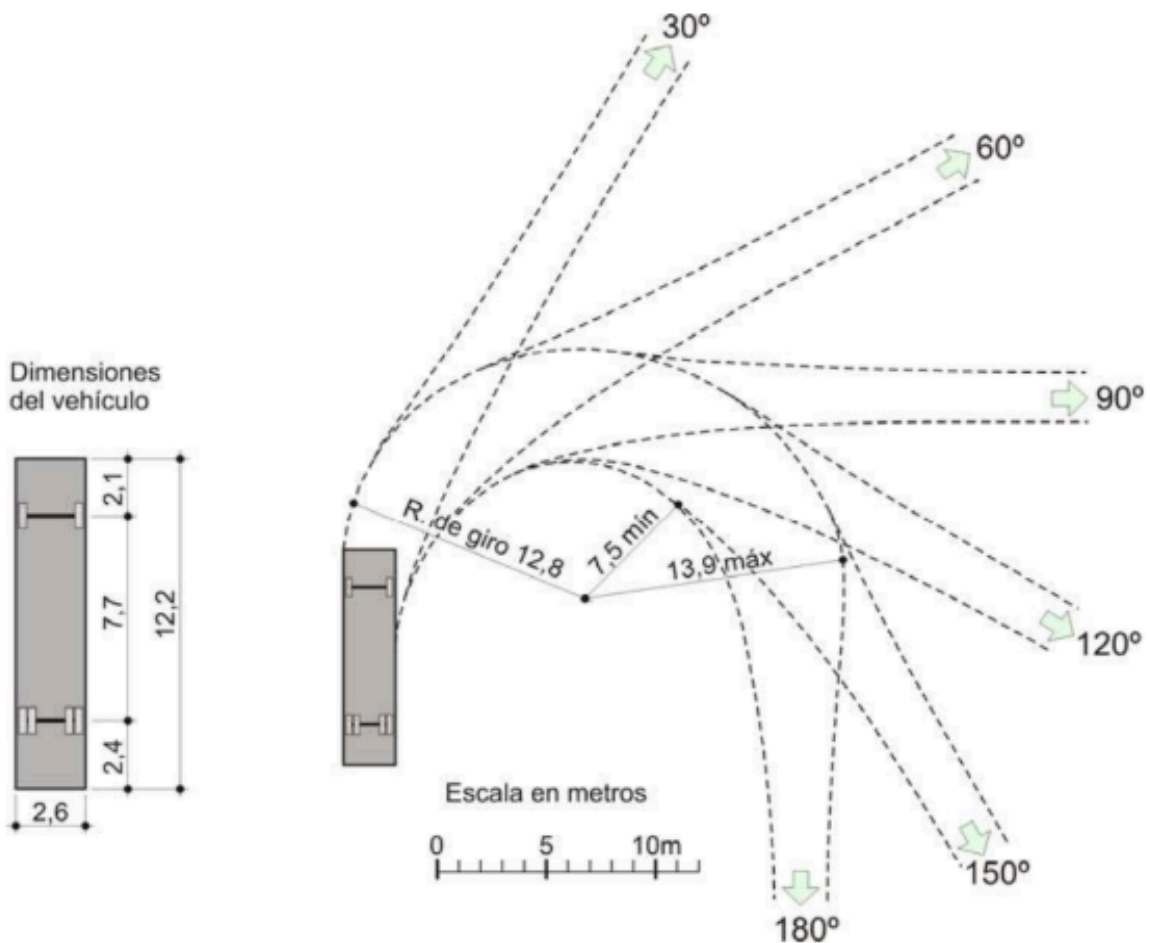


Figura 48. Mínima trayectoria para vehículo de diseño CITY-BUS. Fuente: DNV

Diseño del paquete estructural

Diseño del pavimento rígido:

El diseño del pavimento rígido se lleva a cabo utilizando la herramienta **Pavement Designer**¹⁸. En primer lugar se estima el espectro del tránsito que circularán por el predio, considerando como vehículo de diseño el camión compactador de 18m3 (1 eje simple + 1 eje doble) y una cantidad de 10 camiones por día. Para este cálculo, no se considera la circulación de vehículos particulares.

The screenshot displays the Pavement Designer software interface, divided into several sections:

- Units:** US (selected) and METRIC.
- Project Type:** Street (selected) and Concrete.
- TRAFFIC Section:**
 - Custom Traffic Spectrum:** A dropdown menu.
 - Design Life:** 30 (Years).
 - User Defined Traffic Info:** A dropdown menu.
 - Trucks/Day:** 10.
 - Traffic Growth Rate:** 0 (% per year).
 - Directional Distribution:** 100 (%).
 - Design Lane Distribution:** 100 (%).
- GLOBAL Section:**
 - Reliability:** 85 (%).
 - % of Slabs Cracked at End of Design Life:** 15 (%).
- CALCULATED TRAFFIC RESULTS:**
 - Avg Trucks/Day in Design Lane over the Design Life:** 10.
 - Total Trucks in Design Lane over the Design Life:** 109,575.
- TRAFFIC SUMMARY DETAILS:**

Single		Tandem		Tridem	
AXLE LOAD (kN)	AXLES/ 1000 TRUCKS	AXLE LOAD (kN)	AXLES/ 1000 TRUCKS	AXLE LOAD (kN)	AXLES/ 1000 TRUCKS
13.22	1000				
23.15	1000				

Figura 49. Modelado en Paviment Designer. Fuente: Elaboración propia.

¹⁸ Brindada por la American Concrete Pavement Association. Se puede acceder a ella directamente desde su sitio web oficial, y es de libre acceso.

El estudio de suelo disponible fue realizado con el propósito de ejecutar una obra civil, por lo que no incluye información detallada sobre las propiedades del suelo in situ que permita definir con exactitud la capacidad estructural de la subrasante para proyectos viales. Por este motivo, se estima el valor de CBR del suelo in situ a partir de una correlación (Tabla 6) con la clasificación universal de suelos (SUCS) brindada por el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA).

Clasificación AASHTO	Descripción	SUCS	Densidad seca (kg/m³)	% CBR
A-4	Limo / Mezclas limo-arena-grava	ML, OL	90 - 125	4 - 15
A-5	Limo mal graduado	MH	80 - 100	4 - 8
A-6	Arcilla plástica	CL	100 - 125	5 - 15
A-7-5	Arcilla elástica moderadamente plástica	CL, OL	90 - 125	4 - 15
A-7-6	Arcilla muy plástica	CH, OH	80 - 110	3 - 5

Tabla 16. Correlación entre Clasificación SUCS y CBR. Fuente: Instituto Cemento Portland Argentino (ICPA).

Por lo tanto, se determina una subrasante con las siguientes características: CBR=5%. Se propone una base de estabilizado granular de 10 cm de espesor y se procesan los datos con el software.

The screenshot displays the Paviment Designer software interface with two main sections: SUBGRADE and CONCRETE.

SUBGRADE Section:

- Units:** METRIC
- CBR (California Bearing Ratio):** 5 %
- Calculated MRSG Value:** 40 MPa

CONCRETE Section:

- Modulus of Elasticity:** 27,500 MPa
- Calculated Flexural Strength:** 5 MPa
- Macrofibers in Concrete:** Yes (selected), No
- Edge Support:** Yes (selected), No

Figura 50. Modelado en Paviment Designer. Fuente: Elaboración propia

STRUCTURE

Subbase Layers: 1

Layer Type	Resilient Modulus	Layer Thickness
JOINTED PLAIN CONCRETE SURFACE		
Granular Base	172 MPa	100 mm
SUBGRADE		
Calculated Composite K-Value of Substructure		Override
80.3 MPa/m		☐

Figura 51. Modelado en Paviment Designer. Fuente: Elaboración propia

Calculated Minimum Thickness

Condition	Thickness (mm)
Doweled	89.15
Undoweled	89.15

Recommended Design Thickness

Condition	Thickness (mm)
Doweled	90.00
Undoweled	90.00

Figura 52. Resultados obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene un espesor de losa mínimo de 9 cm de hormigón H-30, por cuestiones constructivas se decide adoptar un espesor de losa de 15 cm.

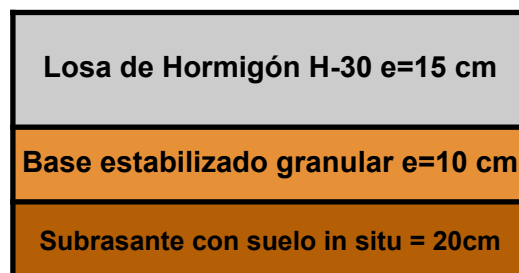


Figura 53. Esquema estructural adoptado Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el paquete estructural de la completa de la siguiente manera:

- ① Subrasante suelo del lugar compactada en 20cm
- ② Base de estabilizado granular e=10cm
- ③ Membrana antiadherente film de polietileno de 250 micrones
- ④ Losa de hormigón tipo H-30 e=15cm.
- ⑤ Banquina de estabilizado granular. e=15 cm.

Figura 54. Paquete estructural adoptado. Fuente: Elaboración propia.

Diseño del estabilizado granular:

Para la construcción de los caminos no pavimentados, se utilizará una capa de rodamiento estabilizada físicamente con material granular. La misma estará constituida por una mezcla homogénea de agregados y suelo con una adecuada incorporación de agua. El material granular agregado estará conformado por una mezcla de arenas, gravas o cualquier otro material pétreo triturado que se disponga en la zona.

El estabilizado se ejecutará en dos capas de 15 cm y el material utilizado deberá cumplir con las recomendaciones granulométricas que menciona la Dirección Nacional de Vialidad en su Pliego de Especificaciones Generales para caminos enripiados.

TAMICES	% EN PESO QUE PASAN		
	SUB BASE	BASE	ENRIPIADO
51 mm (2")	100	---	---
38 mm (1 ½")	90 – 100	100	---
25 mm (1")	---	70 – 100	100
19 mm (¾")	---	60 – 90	---
9.5 mm (3/8")	45 – 70	45 – 75	---
4.8 mm (nº 4)	---	35 – 60	50 – 90
2 mm (nº 10)	30 – 55	25 – 50	---
420 µ (nº 40)	---	15 – 30	20 – 50
74 µ (nº 200)	2 - 20	3 - 10	10 - 25

Tabla 17. Granulometrías recomendadas por DNV para estabilizados granulares

Es decir, la curva granulométrica del material adoptado deberá situarse entre medio de las siguientes curvas:

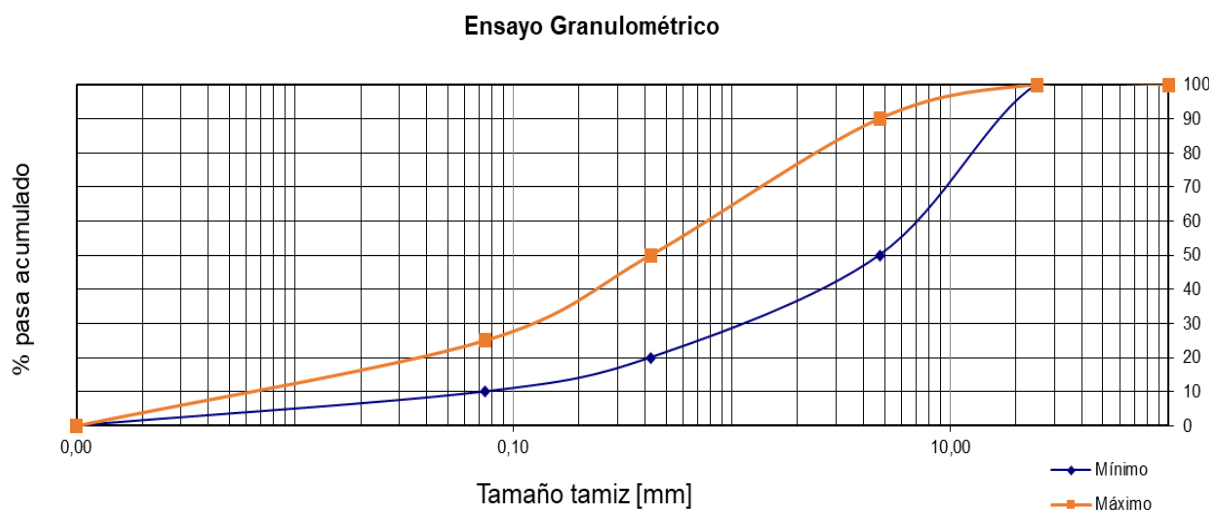


Figura 55. Curvas granulométricas límites. Fuente: Dirección Nacional Vialidad

En el mismo pliego, DNV menciona las condiciones de plasticidad a verificar en función del tipo de capa. Para el caso de estudio, estabilizado debe cumplir con el Límite Líquido (LL) < 35 % y un Índice de Plasticidad (IP) entre 5 y 10 (Tabla 8).

LÍMITES	SUB BASE	BASE	ENRIPIADO
LL %	< 25	< 25	< 35
IP	< 6	< 4	5 a 10

Tabla 18. Condiciones de plasticidad para estabilizados granulares. Fuente: DNV

Finalmente el paquete estructural quedará compuesto por:

- ① Subrasante suelo del lugar compactada. e=20 cm
- ② Subbase estabilizado granular. e=15 cm.
- ③ Base/Capa de rodamiento de estabilizado granular. e=15cm
- ④ Banquina de estabilizado granular cementado. e=15 cm.

Figura 56. Paquete estructural adoptado. Fuente: Elaboración propia.

Es importante resaltar que los espesores adoptados para ambos caminos, cumplen con los espesores recomendados según la “Tabla 3. Espesores habituales para capas de pavimento” brindada por la cátedra de Transporte III, la cual se muestra a continuación:

Material	Capa	Espesor (cm)	Comentarios
Mezclas asfálticas	Rodamiento	3 a 6	Las capas asfálticas delgadas (< 3 cm) normalmente son capas especialmente diseñadas para cumplir preponderantemente roles funcionales. Los espesores mayores, atienden a roles funcionales y estructurales
	Bases y sub bases	4 a 8	Con roles básicamente estructurales, el espesor queda condicionado por el tamaño máximo del agregado y por la posibilidad de alcanzar la densificación requerida mediante el proceso de compactación.
Suelos	Recubrimiento y sub base	10 a 20	En ciertos casos los materiales granulares compactados mediante rodillos vibrantes pueden ejecutarse hasta en 30 cm de espesor. Para espesores inferiores a 10 cm se torna dificultoso el proceso de compactación.
	Subrasante	20 a 30	Si bien no constituye una capa estructural, está sometida a acciones constructivas que demandan un entorno de espesores.
Suelos estabilizados	Sub base y base	15 a 20	En términos generales para los suelos que son estabilizados mediante mezclado en el camino (in situ), el espesor máximo se reduce a 15 cm. Cuando el mezclado se realiza en planta central o in situ, pero con equipos de alta energía de mezclado, se admite 20 cm pudiendo alcanzar los 25 cm (solo en sub bases).

Material	Capa	Espesor (cm)	Comentarios
Hormigón de cemento portland	Base de pavimentos rígidos	10 a 15	Las funciones de proveer uniformidad de apoyo y actuar como capa antibombeo, hacen que no se requieran mayores espesores. Por otra parte, habitualmente no resulta económico aumentar el espesor esta capa, dada su baja sensibilidad en la reducción del espesor de las losas.
	Losas del pavimento	15 a 25	Espesores menores a 15 cm se aplican en la repavimentación de pavimentos flexibles con losas de hormigón. Los espesores superiores a 25 cm son inusuales en pavimentos de calles y rutas, pero en aeropuertos pueden oscilar entre 30 y 60 cm.

Figura 57. Espesores habituales para capas de pavimento. Fuente: Cátedra de Transporte III.

El camino principal contará con tres obras de arte menor (alcantarillas) las cuales conducirán el agua transversalmente a la zona de camino.

En el **PLANO 6a - Cotas según calzadas acotadas** se muestran en detalle los diferentes niveles de calzada, cunetas, ubicación de alcantarillas y perfiles transversales del terreno.

En el **PLANO 6b - Perfiles tipos de obra básica y pavimentos**, se detallan los perfiles tipo de ambos caminos con sus respectivos paquetes estructurales.

7.9. Reservorio

La implantación de un GIRSU, conlleva a la construcción de edificios, caminos, playas de estacionamiento y demás obras que provocan la impermeabilización del terreno. Esta impermeabilización, reduce la infiltración y percolación de agua en el terreno, y por ende se reduce el escurrimiento subsuperficial y subterráneo. Además, se genera un aumento del volumen de escorrentía superficial, y por consiguiente, un incremento en la velocidad del escurrimiento.

Al aumentar la velocidad de escurrimiento se produce un aumento en el caudal de salida sobre la obra de descarga, lo cual, puede provocar una sobrecarga en la infraestructura existente resultando en problemas de inundación, erosión de suelo y/o alteraciones en el régimen hídrico local.

Dicho esto, se analiza el escurrimiento natural del terreno antes de la implantación del proyecto y se compara con el escurrimiento resultante una vez finalizado el mismo, de modo de determinar la necesidad de adoptar medidas de mitigación por los cambios realizados en la dinámica hídrica del predio.

Es por ello, que se construye un reservorio con el fin de regular y controlar el flujo de agua, especialmente durante lluvias intensas. Su función es almacenar el exceso de agua de forma temporal, para luego liberarla de manera gradual, previniendo así un aumento desmedido del caudal de salida.

Para determinar su ubicación en el terreno debemos tener en cuenta algunos factores:

- Se debe considerar el flujo natural del agua en el terreno. Colocar el reservorio en la zona de menor altitud asegura que el agua de escorrentía superficial fluya por gravedad hacia el reservorio, reduciendo la necesidad de bombeo. La topografía debe permitir un drenaje eficiente hacia el reservorio, evitando acumulaciones no deseadas en otras partes del lote.
- La ubicación debe contar con espacio para instalar el reservorio sin afectar la funcionalidad del lote (circulación de personas o vehículos, áreas de construcción, etc.).
- Debe ser accesible para inspecciones, limpieza y reparación del sistema. Por lo cual se deberán diseñar caminos que permitan el acceso al mismo.
- El reservorio no debe ubicarse cerca de edificios o muros para prevenir problemas estructurales debido a infiltraciones o fugas.
- El área disponible debe ser tal que el reservorio pueda satisfacer la demanda de almacenamiento proyectada.

Analizando el terreno a través de la herramienta Google Earth, podemos determinar las cotas del mismo, observando así que el escurrimiento natural del agua es hacia el este y hacia el sur.

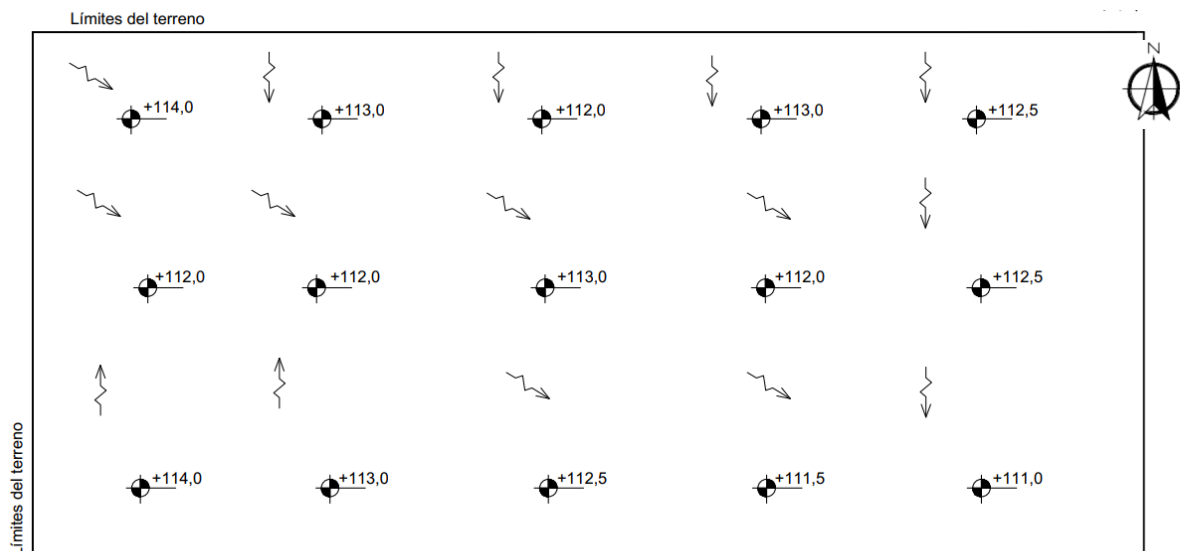


Figura 58. Niveles del terreno previos a la intervención. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en el apartado [7.6 Análisis de inundabilidad del predio según Ley Provincial N°11730](#), se determinó la existencia de un bajo natural en ese sector del predio y se delimitó un área en donde se restringe su intervención. Por lo que, la construcción del reservorio queda limitada al siguiente sector:

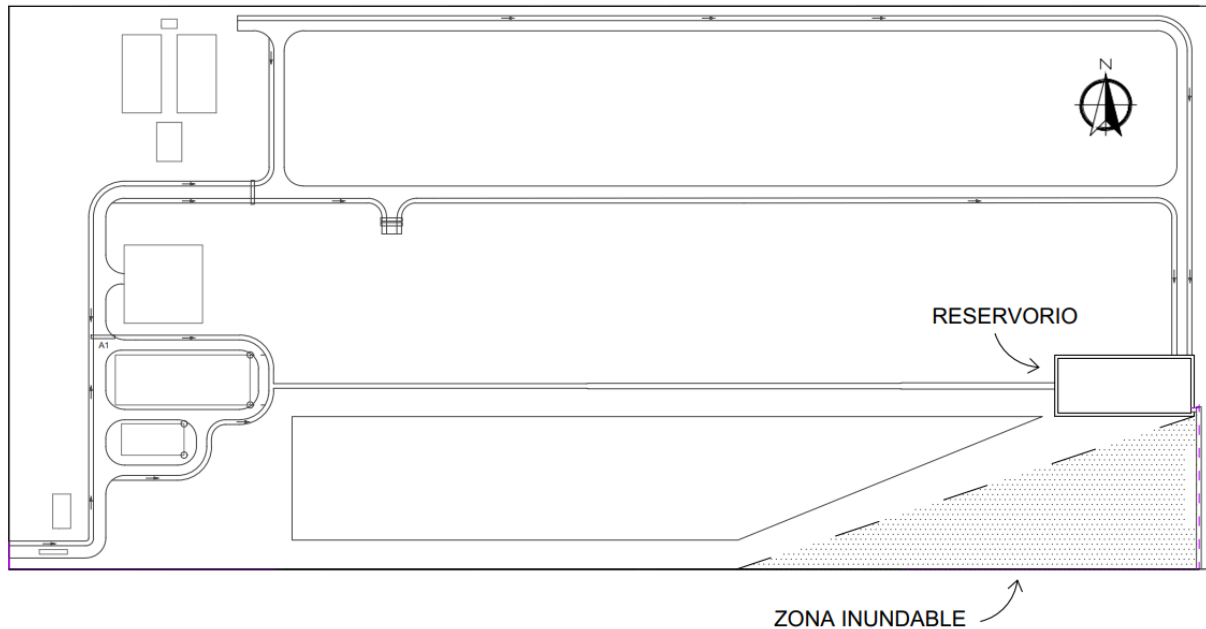


Figura 59. Ubicación del reservorio. Fuente: elaboración propia.

Al implantar el reservorio aquí, se asegura el drenaje del terreno por gravedad, no se afecta el funcionamiento operativo del GIRSU, se garantiza su acceso a través de caminos, no se encuentra próximo a edificios o muros y se cuenta con un área disponible para satisfacer la demanda de almacenamiento.

Las dimensiones tanto del reservorio como las de la obra de descarga del mismo se detallarán más adelante.

8. ESTUDIO HIDRÁULICO

8.1. Introducción y marco normativo

El estudio hidráulico está constituido por el diseño de infraestructura dedicada a la captación, la conducción y la regulación de aguas pluviales. Su objetivo principal es analizar la inundabilidad del lote y diseñar los desagües pluviales, mitigando los efectos de las modificaciones en el terreno y garantizando una correcta circulación de los caudales que se generen.

El desarrollo de las obras hidráulicas se enmarca en la legislación nacional y provincial que regula el manejo de aguas pluviales y la preservación de los recursos

hídricos teniendo en consideración lo expresado en la **Resolución Provincial N°736/2016**, mencionada previamente en el apartado [2.2 Marco normativo](#).

8.2. Cálculos hidrológicos

Una vez determinada la subcuenca de aporte del lote para el diseño de los desagües pluviales, nos enfocamos en la dinámica hídrica de la zona en estudio. Para ello, a partir de las curvas de nivel de la provincia de Santa Fe brindadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) se determina el sentido de escurrimiento cortando de manera perpendicular las curvas de nivel, desembocando así el escurrimiento del terreno en el canal Los Troncos que se encuentra paralelo a la ruta de acceso (Ruta Provincial N°28).



Figura 60. Dinámica hídrica de la zona en estudio. Fuente: elaboración propia

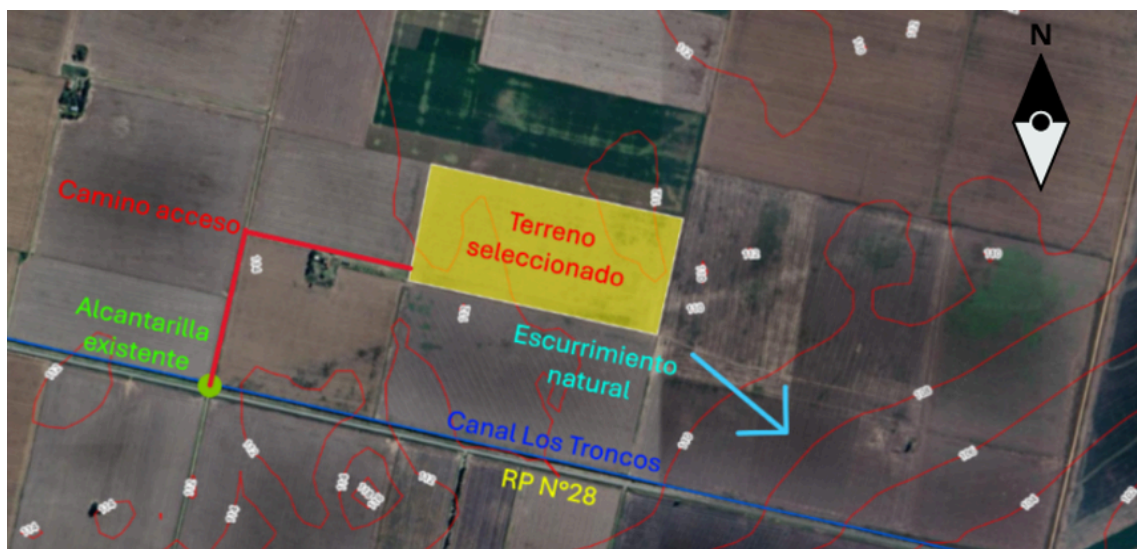


Figura 61. Dinámica hídrica de la zona en estudio. Fuente: elaboración propia

Como se expresó en el apartado [2.2 Introducción y marco legal](#), se debe conocer el escurrimiento natural del terreno antes de la implantación del proyecto y el escurrimiento una vez finalizado el mismo para el diseño de sus pluviales.

El objetivo de este análisis es estimar el caudal máximo asociado a una determinada lluvia de diseño. Con tal fin, se utiliza el Método Racional. Este método es adecuado para superficies reducidas, como lo es en este caso, una cuenca rural pequeña de 27.36 Has. Este método, nos permite tomar como válidas las siguientes hipótesis:

- La intensidad de lluvia es constante en el tiempo.
- La intensidad de lluvia es constante en el área de la cuenca.
- La relación entre el caudal que ingresa y egresa de la cuenca se mantiene constante en el tiempo.

El caudal generado por la cuenca depende en forma lineal del área de la subcuenca, intensidad de lluvia, tipo y uso del suelo, por lo que puede obtenerse mediante la expresión:

$$Q (m^3/seg) = \frac{C \times A \times I}{3,6}$$

Donde:

- C = coeficiente de escorrentía [adimensional]
- A = Área de superficie a intervenir [km²]
- I = Intensidad de lluvia [mm/h]

Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es el factor que representa la capacidad de una superficie para generar escorrentía (agua que fluye superficialmente) durante un evento de lluvia. Este coeficiente se denota generalmente como "C" y varía entre 0 y 1, donde:

- Un valor de **0** indica que toda el agua de lluvia es absorbida por el terreno, es decir, no se produce escorrentía.
- Un valor de **1** significa que toda el agua de lluvia se convierte en escorrentía, sin ninguna infiltración o almacenamiento.

El valor del coeficiente de escorrentía depende de varios factores, como, el tipo de superficie, la pendiente del terreno, el uso del suelo. Estos valores, fueron obtenidos según tabla de *Hidrología. Procesos y Métodos. UNR Editora*.

Intensidad de lluvia

La intensidad de la lluvia es un valor que describe la cantidad de lluvia que cae en un área específica durante un intervalo de tiempo determinado. Generalmente se expresa en unidades de milímetros por hora (mm/h).

El valor de la intensidad de lluvia depende de varios factores, como,

1. **Duración de la tormenta:** Las tormentas cortas suelen ser más intensas que las de larga duración
2. **Recurrencia de la lluvia:** una tormenta que ocurre una vez cada 5 o 100 años.
3. **Ubicación geográfica:** Zonas costeras, áreas montañosas y climas tropicales suelen experimentar lluvias más intensas en comparación con regiones áridas o semiáridas.

Cálculo de la intensidad de la lluvia

Se elige una intensidad que corresponde a la duración de la tormenta que genera el mayor caudal en la cuenca en cuestión. Este tiempo llamado de concentración se refiere al tiempo que tarda el agua de lluvia en llegar al punto de salida más distante de la cuenca. Este tiempo representa la suma del tiempo de escurrimiento mantiforme, a través del campo, y el tiempo de escurrimiento encauzado circulante por la cuneta hasta el punto de cierre del área de estudio.

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se utilizan las curvas **Intensidad-Duración-Recurrencia (IDR)**, determinadas para la estación meteorológica más cercana al área de estudio. En este caso es la ubicada en ubicada en la localidad de El Trébol, con datos entre los años 1990 y 2017.

Estas curvas, muestran la relación entre la intensidad de la lluvia, su duración y el período de retorno permitiendo seleccionar los parámetros adecuados según las necesidades del proyecto.

La intensidad de la lluvia es esencial en el diseño de infraestructura de drenaje, como alcantarillas, canales, y sistemas de control de inundaciones, ya que permite prever el caudal máximo de agua durante una tormenta determinada.

En el **ANEXO 08 - Cálculo Hidráulico** se detalla la construcción de las curvas IDR necesarias para el desarrollo del proyecto de obras hidráulicas.

Caudales máximos de salida

Finalmente se cuenta con todos 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. Estos valores de recurrencia se adoptaron según las normativas. Según el **ANEXO 1** de la **Resolución N° 736/16**, el dispositivo de regulación deberá diseñarse para amortiguar el escurrimiento producido por una tormenta de diseño de recurrencia 100 años, y deberá contar con estructuras de regulación para descargar los caudales generados por tormentas de 5 y 100 años.

El cálculo correspondiente se presenta en el **ANEXO 08 - Cálculo Hidráulico**.

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

Recurrencia	Pre proyecto
5 años	0,679 m3/s
100 años	1,522 m3/s

Tabla 19. Resumen de caudales máximos de salida. Fuente: elaboración propia.

8.3. Proyecto de obras hidráulicas

A partir de este momento, se desarrolla el proyecto de desagües pluviales incorporando las obras necesarias para reducir el impacto hídrico generado por el cambio en el uso del suelo tras la ejecución del proyecto. Se propone la implementación de un sistema convencional de captación y conducción del agua de lluvia que cae sobre el área afectada. Este sistema está compuesto por cunetas excavadas en tierra sin revestimiento, diseñadas para prevenir desbordes.

Las cunetas canalizan el agua hacia un reservorio también excavado en tierra, cuya función es almacenar temporalmente el agua de lluvia que cae sobre la superficie modificada por el proyecto. De este modo, los escurrimientos superficiales generados no superarán los niveles de caudal pico que se habrían producido antes de la intervención en el suelo.

La construcción de un reservorio es esencial debido al proceso de impermeabilización que sufre el terreno luego de desarrollado el proyecto. Esta estructura

permite regular el flujo de agua, manteniendo el balance hidrológico previo a la intervención y evitando desbordes en el punto final de descarga.

Finalmente, en esta sección se determinan los requerimientos de espacio para la instalación del sistema, así como las dimensiones de las cunetas, alcantarillas y demás obras necesarias para la conducción, regulación y descarga de agua.

8.3.1. Diseño de obra de conducción interna

Cálculo de caudales requeridos

El sistema de conducción interno diseñado cuenta con dos cunetas y un canal, cuya función es recoger y dirigir las aguas pluviales de la zona analizada al reservorio. En el diseño se busca evitar que se produzca erosión y acumulación de sedimentos.

En el **PLANO 05a - Diseño Hidráulico** se observan las obras de conducción interna que descargan en el reservorio.

El proceso de diseño de las obras de conducción interna es iterativo y se realiza haciendo uso del Método Racional Modificado. Para ello se calcula el caudal requerido por cada obra de conducción interna dependiendo de las subcuencas que aportan a estas para una recurrencia de 5 años.

En el **PLANO 05b - Áreas de aporte** se pueden observar las subcuencas de aporte definidas. En el **ANEXO 08 - Cálculo Hidráulico** se puede ver en detalle el cálculo para las cunetas y el canal proyectados.

Diseño y verificación de cunetas

Para el diseño de cunetas se propone una base de fondo de 1m de ancho la cual se encuentra 50 cm por debajo del terreno natural. La sección de las cunetas es trapezoidal con taludes y contrataludes 1:2 y se consideró una pendiente longitudinal mínima de 2‰.

En el **PLANO 06a - Cotas Según Calzadas Acotadas** se observan perfiles transversales de los caminos de circulación interna, donde se pueden ver las cunetas y sus especificaciones en distintas secciones.

Para el cálculo del caudal de cada cuneta se utilizó la formulación de Chezy Manning para canales:

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

Donde:

- Q : Caudal [m^3/s]
- η : Coeficiente de rugosidad.
- A : Sección transversal del canal [m^2]
- R : Radio hidráulico [m]
- S : Pendiente longitudinal

De esta manera, se calcula el caudal que circula en la cuneta propuesta y se verifica que no se produzca desborde. En caso de desborde se debe proponer una nueva cuneta. Este procedimiento se presenta en el **ANEXO 08 - Cálculo Hidráulico**.

8.3.2. Diseño de alcantarillas

Una vez determinados los caudales de diseño sobre cada cuneta, se procede a realizar el dimensionamiento de las alcantarillas necesarias del predio. Estas mismas se requieren en los casos que es necesario atravesar un camino transversal para darle continuación al escurrimiento del agua. En la siguiente figura se observa la ubicación de las 3 alcantarillas que se van a diseñar:

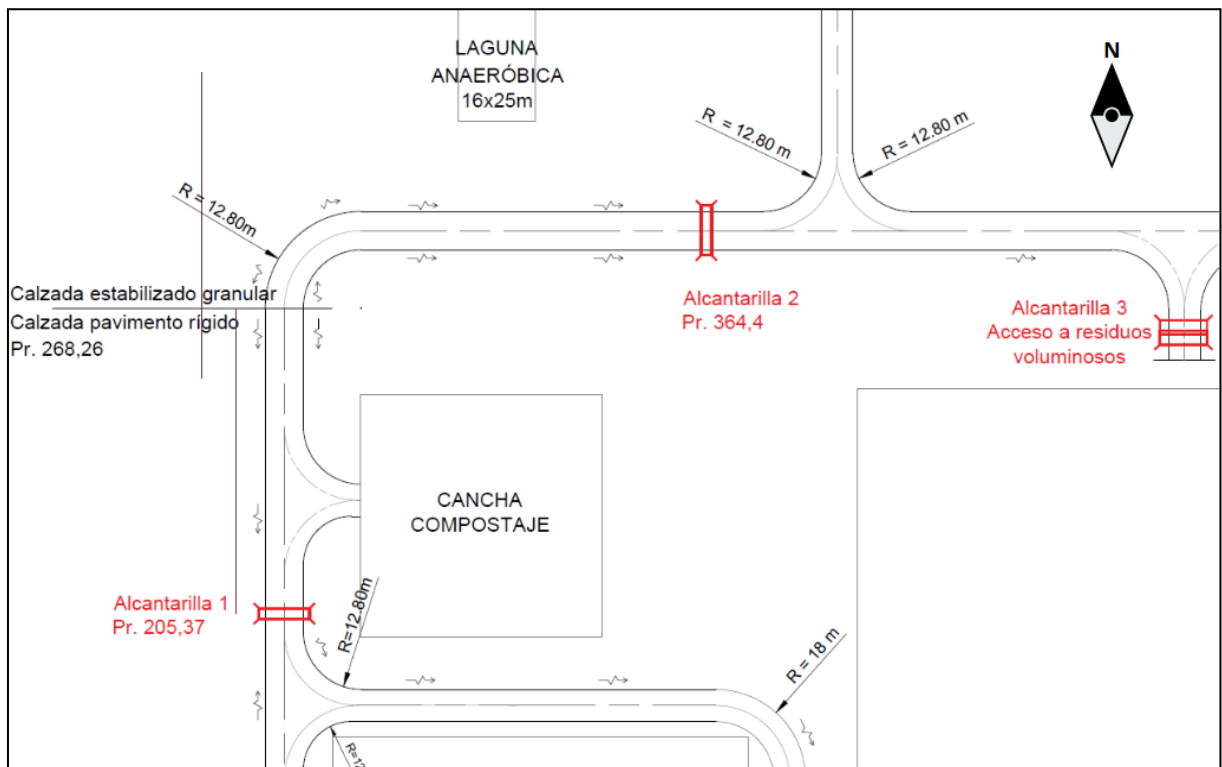


Figura 62. Ubicación de las alcantarillas sobre el predio. Fuente: elaboración propia

Según la **Resolución N° 736/16**, se debe considerar una recurrencia de 5 años, y deben verificar una tapada mínima.

Se predimensionan las alcantarillas prefabricadas de hormigón siguiendo los planos tipo A-82 y H-2993 de la Dirección Nacional de Vialidad¹⁹. Por cuestiones de mantenimiento, se establece que el diámetro mínimo a utilizar será de 0,80m, de manera de facilitar posibles reparaciones o limpiezas de la misma.

El diseño se realiza con tipo de flujo “Salida Libre - Control de entrada Flujo Supercrítico”, para ello, las dimensiones de la sección transversal del conducto se eligen de manera que la altura de remanso se encuentre entre un 80% y un 90% de la altura del conducto.

Se ingresa al siguiente ábaco mediante el caudal Q unitario, y para el diámetro D elegido, obteniendo el valor de profundidad de remanso Y . Este proceso se realiza para las 3 alcantarillas, verificando la condición $0,8 < Y/D < 0,9$ para evitar que el remanso de aguas arriba ahogue la entrada del conducto.

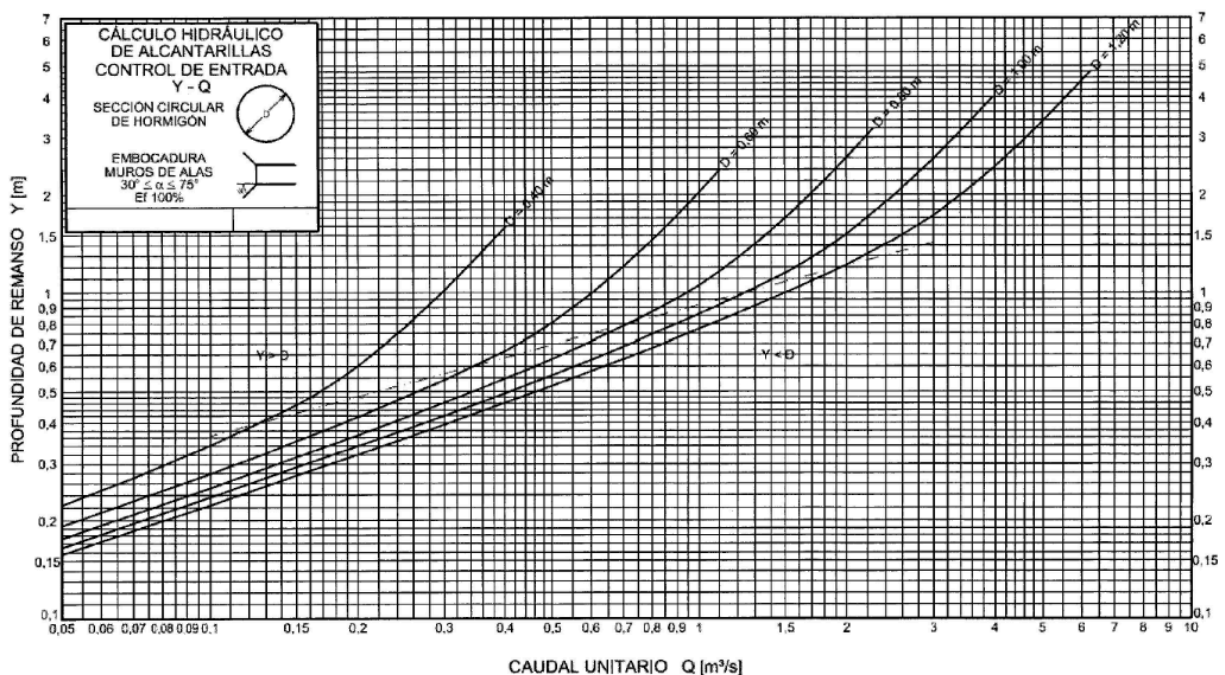


Figura 63. Ábaco sección circular de hormigón. Fuente: Cátedra de Proyecto III.

Para finalizar, se presenta una tabla resumen acerca del dimensionamiento de cada una de las alcantarillas.

¹⁹ En el **ANEXO 06 - Diseño Vial**, se adjunta el plano tipo A-82 y H-2993

Alcantarilla 1	
Q 2-3 (m3/s)	0,15
Q 4-3 (m3/s)	0,11
Q total (m3/s)	0,26
Sección H° prefabricada	D=0,80m
Diámetro propuesto (m)	0,80
espesor (m)	0,06
Cantidad	1
Q unitario (m3/s)	0,26
Hr (m)	0,42
Hr/D	0,5

Tabla 20. Dimensionamiento alcantarilla 1. Fuente: elaboración propia

Alcantarilla 2	
Q 6-5 (m3/s)	0,124
Q 4-5 Izq (m3/s)	0,144
Q total (m3/s)	0,27
Sección H° prefabricada	D=0,80m
Diámetro propuesto (m)	0,80
espesor (m)	0,06
Cantidad	1
Q unitario (m3/s)	0,27
Hr (m)	0,43
Hr/D	0,5

Tabla 21. Dimensionamiento alcantarilla 2. Fuente: elaboración propia

Alcantarilla 3	
Q 6-5 (m3/s)	0,124
Q 4-5 Izq (m3/s)	1,283
Q total (m3/s)	1,41
Sección H° prefabricada	D=1m
Diámetro propuesto (m)	1,00
espesor (m)	0,075
Cantidad	2
Q unitario (m3/s)	0,70
Hr (m)	0,68
Hr/D	0,7

Tabla 22. Dimensionamiento alcantarilla 3. Fuente: elaboración propia

Si bien las alcantarillas 1 y 2, no verifican la condición $0,8 < Y/D < 0,9$, se prefirió optar por un diámetro mayor para evitar inconvenientes en tareas de mantenimiento y limpieza. La tapada mínima para los tres casos es de 0,60m y no cuenta con una tapada máxima.

De este análisis se obtienen dos tipos de alcantarillas diferentes:

- **Tipo 1:** 1 conducto de sección circular de hormigón prefabricado de 0,80 m de diámetro.
- **Tipo 2:** 2 conductos de sección circular de hormigón prefabricado de 1,00 m de diámetro.

Los extremos del conducto poseen muros de cabecera, según los lineamientos del plano tipo H-2993 de la Dirección Nacional de Vialidad.

En el **PLANO 6c - Alcantarillas**, se detallan cada uno de los perfiles longitudinales y transversales de cada una de las alcantarillas, con sus respectivas dimensiones y tapadas mínimas.

8.3.3. Diseño de reservorio

Como ya se mencionó, al impermeabilizar el terreno con construcciones, pavimento u otras superficies, aumentan los volúmenes y caudales de escorrentía superficial. Este caudal adicional causará sobrecarga y posibles inundaciones aguas abajo. Es necesario diseñar un reservorio para capturar y retener temporalmente esta agua de lluvia adicional.

El reservorio contará con orificios y un vertedero hidráulico dimensionados para liberar el agua acumulada a un ritmo similar a la situación previa a las obras. Esto asegura que el flujo hacia el sistema de drenaje de la ruta provincial se mantenga dentro de los límites de capacidad previos y, por tanto, evita problemas en las áreas aguas abajo. Los orificios serán dimensionados para descargar el caudal generado en la situación previa a las obras, considerando una recurrencia de 5 años. El vertedero hidráulico, por su parte, deberá descargar la diferencia entre el caudal generado en la condición previa para una recurrencia de 100 años y el caudal evacuado por los orificios.

Para dimensionar el reservorio, primero trazamos los hidrogramas de la situación previa y de la situación construida, ambos con una recurrencia de 100 años. El hidrograma de salida post proyecto de la siguiente figura es la suma de 3 hidrogramas correspondientes a las 3 obras de conducción interna diseñadas (2 cunetas y 1 canal).

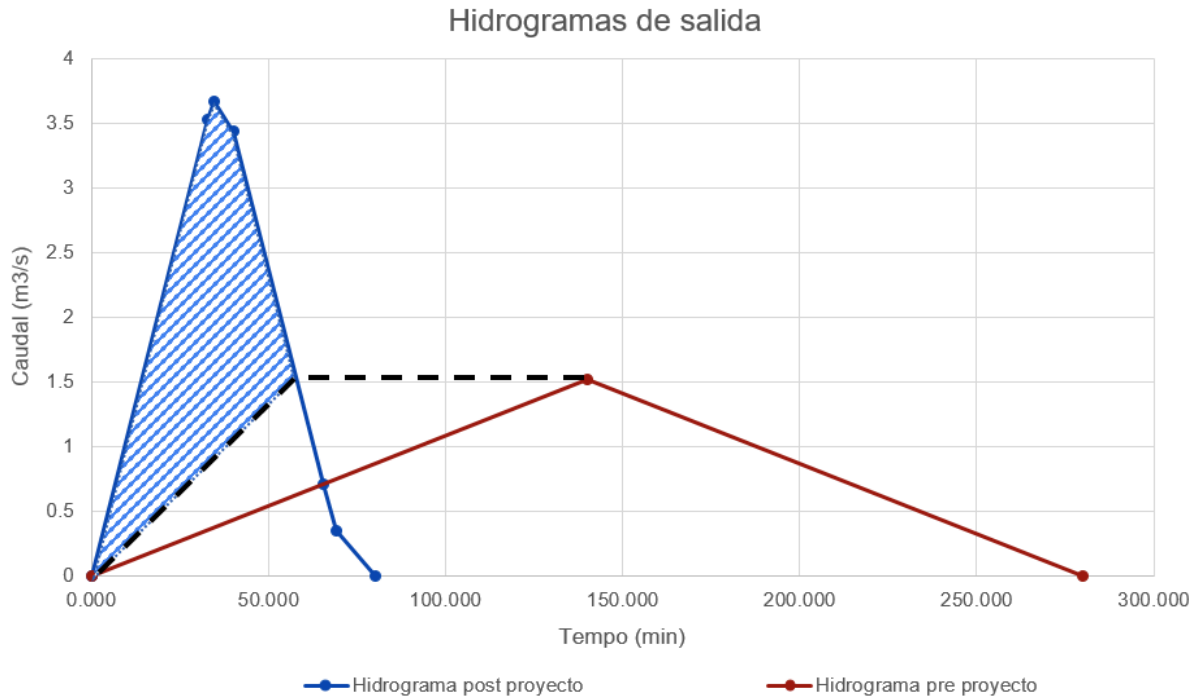


Figura 64.Volumen del reservorio. Fuente: elaboración propia.

El volumen del reservorio será igual al área encerrada de la figura anterior. Finalmente, el volumen requerido, representado por el área rayada en azul, resulta de 5065 m³.

Según la Resolución N° 736/16, la profundidad máxima recomendada para reservorios en zonas urbanas es de 0,80 m por cuestiones de seguridad. Sin embargo, al no encontrarnos en zona urbana, se adopta una profundidad de 2,00 m la cual está determinada por la cota de llegada del canal. La resolución también menciona que la pendiente de los taludes deben ser compatibles con el tipo de suelo presente en la zona. Dado que la obra se emplazará en una región donde predomina la arcilla de baja plasticidad, se adoptan taludes de 1:1. En función del volumen total a almacenar se diseña el reservorio:

DISEÑO DEL RESERVORIO	
Ancho base de fondo [m]	30
Largo base de fondo [m]	85
Área de fondo [m²]	2550
Profundidad del reservorio [m]	2
Ancho reservorio [m]	34
Largo reservorio [m]	89
Área reservorio [m²]	3026

DISEÑO DEL RESERVORIO	
Vmax a almacenar	5569,22
Volumen para R=5 años	2892,46
Y5	1,08
Y100	1,83
Volumen para R=100 años	5064,60

Tabla 23. Geometría del reservorio. Fuente: elaboración propia.

8.3.4. Diseño de obras de regulación y descarga

Se cuenta con el Plano 9985/1²⁰ brindado por la Dirección Provincial de Vialidad, de esta manera, se conoce la cota de desagüe existente (106,65 m) en el Km 8 de la RP N° 28, que se utilizará como referencia a la hora de proyectar la descarga del reservorio al Canal Los Troncos.

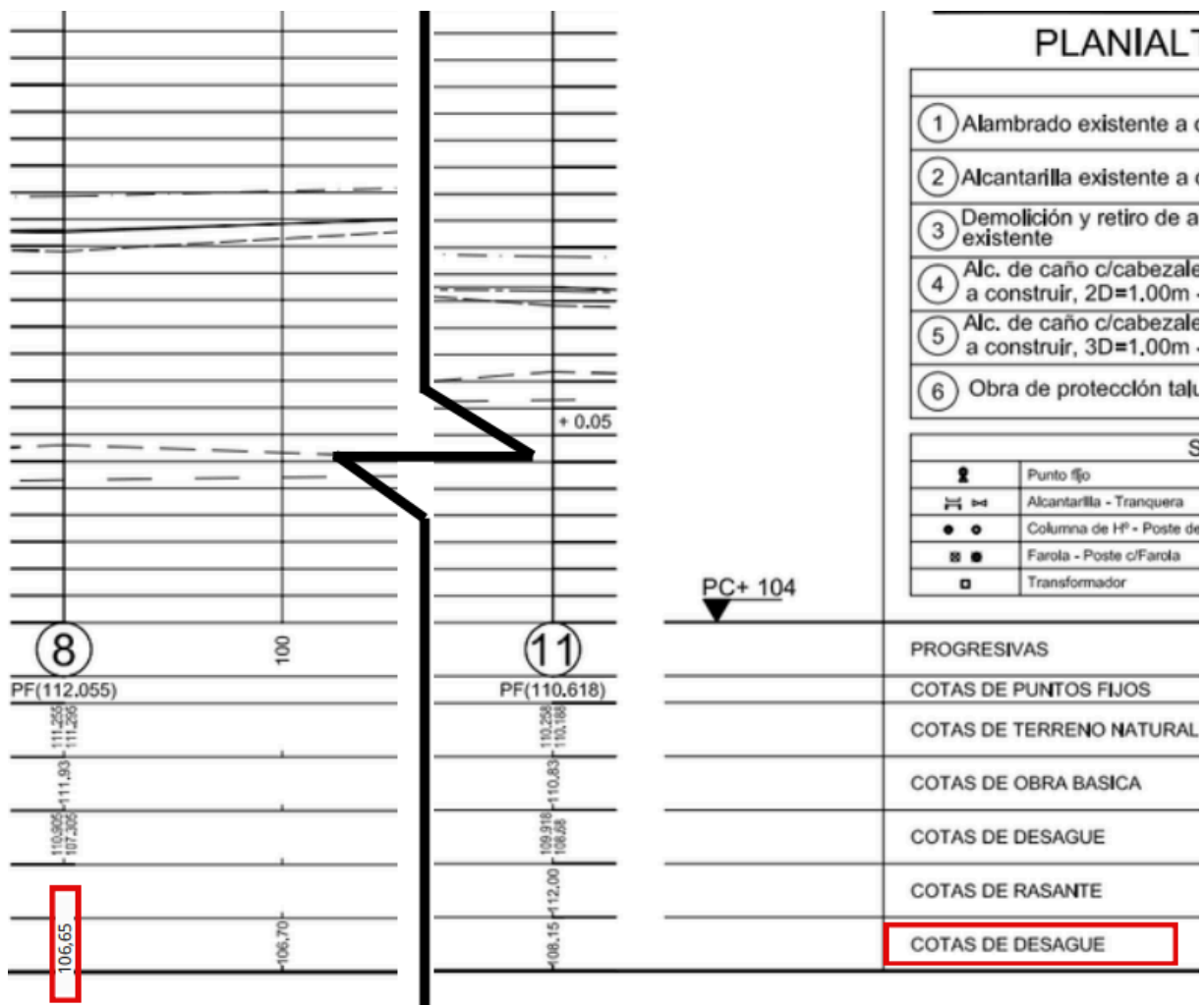


Figura 65. Cota de desagüe Canal Los Troncos Km 8. Fuente: elaboración propia

²⁰ Ver ANEXO 03 - Planimetría RP N° 28 y Plano de mensura

Para la descarga del caudal de salida obtenido para una recurrencia de 5 años, se proyectan orificios, mientras que, el obtenido para una recurrencia de 100 años, se agrega a un vertedero hidráulico.

Cálculo de obra de descarga para R=5 años

Para evacuar el caudal pre proyecto para una recurrencia de 5 años ($Q=0.685 \text{ m}^3/\text{s}$) se diseña un único orificio rectangular. Como simplificación, se calcula el área requerida por un orificio circular para evacuar dicho caudal mediante la fórmula de orificio de diámetro constante con descarga libre:

$$Q = \mu A \sqrt{2gH_0}$$

Donde:

- Q : Caudal [m^3/s]
- μ : Coeficiente de gasto
- A : Sección transversal del orificio [m^2]
- H_0 : carga total referida al eje del descargador [m]

Finalmente, se adopta un orificio de sección rectangular cuya área sea igual a la que requiere un orificio circular para evacuar el caudal.

En el anexo 08 “Cálculo hidráulico” se puede observar el procedimiento de cálculo correspondiente.

Cálculo de obras de descarga para R=100 años

El caudal de salida pre proyecto para una recurrencia de 100 años es de $1.522 \text{ m}^3/\text{s}$. En este caso, se calcula el caudal erogado por el orificio antes calculado para este nuevo valor de caudal. Se considera que el orificio sigue trabajando como orificio a descarga libre, suponiendo que el tirante aguas abajo de la obra es menor a la cota superior del intradós del descargador. Se obtiene que para una recurrencia de 100 años, el orificio diseñado anteriormente, logra evacuar un caudal de salida igual a $0,892 \text{ m}^3/\text{s}$. La diferencia entre el caudal de salida pre proyecto para una recurrencia de 100 años y el caudal erogado por el orificio es igual al caudal que debe evacuar el vertedero. Para ello se diseña un vertedero rectangular que sea capaz de descargar dicho caudal.

Tanto el orificio como el vertedero descargan sobre un canal trapezoidal que conducirá el agua hacia el canal existente “Los Troncos”. En el apartado [3.4. planos recopilados](#) se mencionan los planos que contienen información sobre dicho canal existente. Para diseñar el canal trapezoidal se utilizó la formulación de Chezy Manning para canales considerando el caudal pre proyecto para recurrencia de 5 años.

En el **PLANO 05b - Reservorio y Obras de descarga** se puede ver la geometría de las obras de descarga previamente mencionadas. En el **ANEXO 08 - Cálculo hidráulico** se pueden ver los cálculos detallados.

9. ESTRUCTURA METÁLICA

Como se mencionó anteriormente, se proyectarán dos naves industriales para la zona de clasificación de los residuos y otra para el compostaje de la fracción orgánica.

Para esto, se establecerán distintas hipótesis de cálculos y lineamientos generales para poder diseñar y dimensionar la estructura metálica correspondiente a la zona de clasificación de residuos. Por el lado de la otra nave industrial (Galpón de compostaje) únicamente se dejarán expresadas las dimensiones generales de la misma y un plano con escala de anteproyecto.

9.1. Descripción del esquema estructural

Considerando los requerimientos operativos y funcionales, se plantea que el galpón destinado al reciclaje tenga la siguiente geometría:

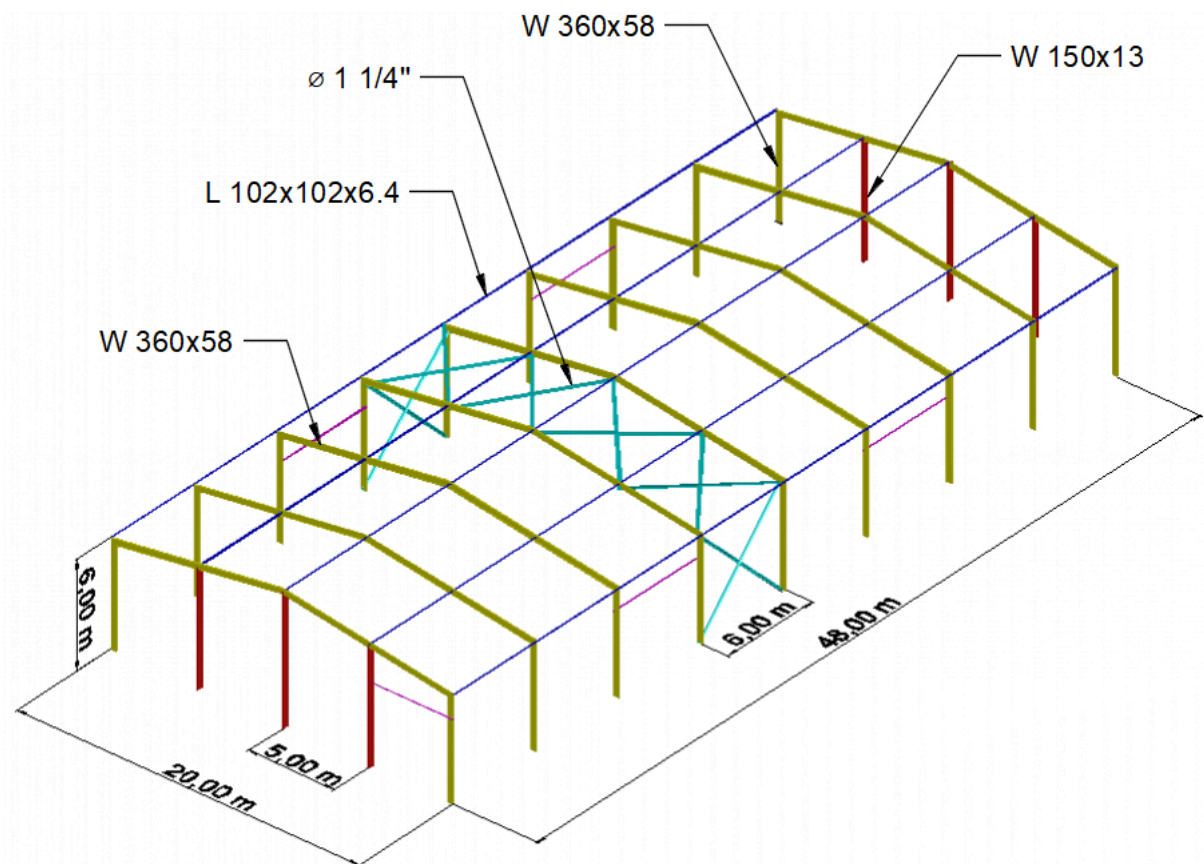


Figura 66. Axonometría galpón de separación de residuos.

Las dimensiones de la misma serán de **20 m x 48 m** en planta, y una altura de **6 m**, con una **cubierta a dos aguas** y una **pendiente de 10%**, llegando a una altura de 7m hasta la cumbrera. Para garantizar la estabilidad estructural, se disponen 9 pórticos en la dirección de menor luz, contruidos con perfiles W orientados según su eje de mayor inercia, separados entre sí 6m.

En la dirección de mayor luz, paralela a la cumbrera, se ha implementado un sistema de contraviento compuesto por barras de sección circular.

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 de portones de longitudes 5.50m x 4.50m para el ingreso de los camiones al galpón. Estos mismos se sostienen a través de una viga dintel, conformada por un perfil W en la posición de la mayor inercia en dirección a la carga de viento del frontis.

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.

A continuación se muestran las dimensiones del pórtico típico y la estructura del frontis.

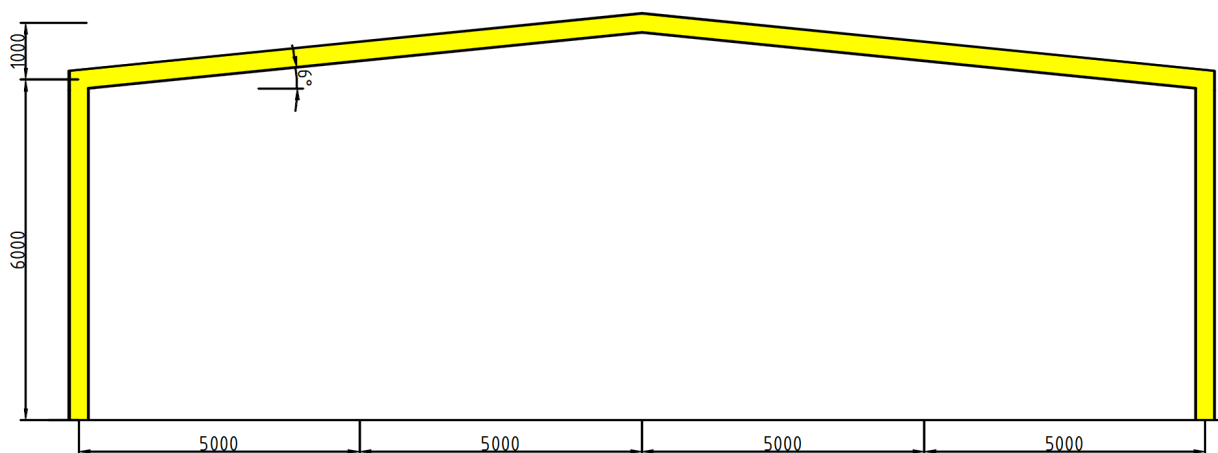


Figura 67. Dimensiones pórtico típico en mm. Fuente: elaboración propia.

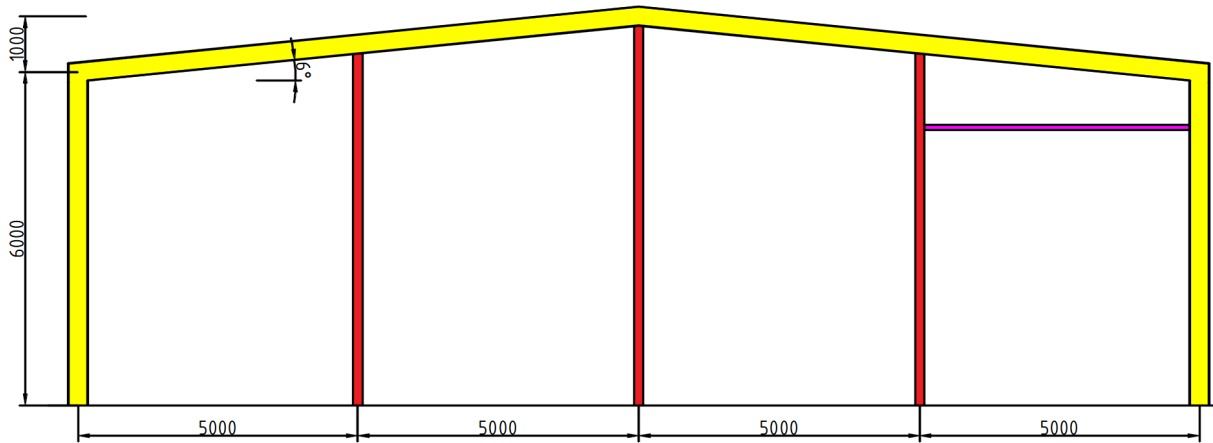


Figura 68. Dimensiones del frente en mm. Fuente: elaboración propia.

Dimensiones nave industrial		
LARGO	L	48m
ANCHO	B	20m
INCLINACIÓN CUBIERTA	θ	10,0%
ALT MEDIA CUBIERTA	h	6m
SEPARACIÓN COLUMNAS FRONTIS	d	5m
SEPARACIÓN PÓRTICOS	s	6m

Tabla 24. Dimensiones generales de la nave. Fuente: elaboración propia.

9.2. 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
- 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.

9.3. 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 02 - Informe estudio de suelos.**

9.4. 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 $H/160$.

9.5. Estados 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.

9.6. Acciones de viento

A continuación, se detallarán los factores empleados para el cálculo de las sollicitaciones de viento:

Factores de viento		
UBICACIÓN	Santa Fe	
CATEGORÍA	II	
EXPOSICIÓN	C	
VELOCIDAD BÁSICA	V	50 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 25. Factores de viento. Fuente: elaboración propia

A partir de estos coeficientes se obtiene la presión qz:

$$qz = qh = 0,613 \cdot Kzt \cdot Kd \cdot V^2 \cdot I \cdot Kz = 1,17 \text{ kN/m}^2$$

9.6.1. Análisis de cargas W - Sistema Principal Resistente a las Fuerzas de Viento (SPRFV)

Para llevar a cabo el análisis de las acciones del viento sobre la estructura principal, se diferencian dos situaciones: por un lado, cuando el viento incide de manera perpendicular, y por otro cuando el viento actúa paralelo a ella. Esta distinción es necesaria

debido a las variaciones en los parámetros que determinan el coeficiente de presión interna en cada caso.

Viento normal a la cumbrera

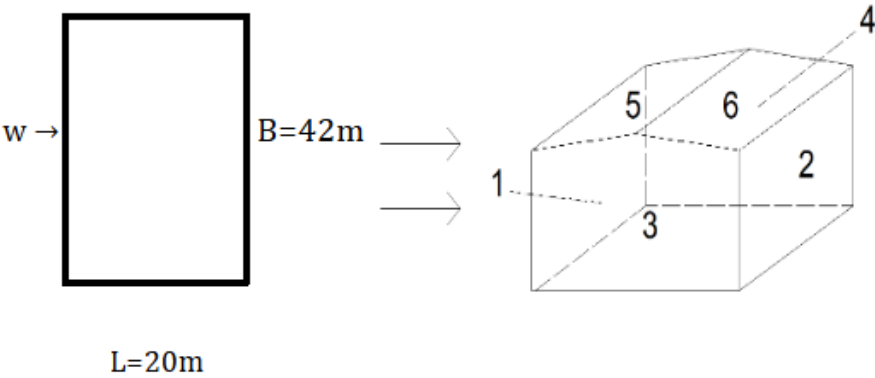


Figura 69.Planta (SPRFV) Viento perpendicular a la cumbrera. Fuente: elaboración propia.

Viento A (normal a la cumbrera)	
L	48,00 m
B	20,00 m
h	6,00 m
L/B	2,40
h/L	0,13

Tabla 26. Datos de viento perpendicular a la cumbrera. Fuente: elaboración propia.

						+Gcpi	-Gcpi
Lado	z	q [kN/m2]	Cp	qz.(G.Cp)	qi.(GCpi)	Pint (presión) [kN/m2]	Pint (succión) [kN/m2]
1	6,00	1,17	0,80	0,80	0,21	0,59	1,01
2	6,00		-0,30	-0,30		-0,51	-0,09
3	6,00		-0,70	-0,70		-0,91	-0,49
4	6,00		-0,70	-0,70		-0,91	-0,49
5	0 a h/2		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69
5	h/2 a h		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69
6	h a 2h		-0,50	-0,50		-0,71	-0,29
6	>2h		-0,30	-0,30		-0,51	-0,09

Tabla 27. Coeficientes Cp y GCpi de presión en cubierta. Fuente: elaboración propia.

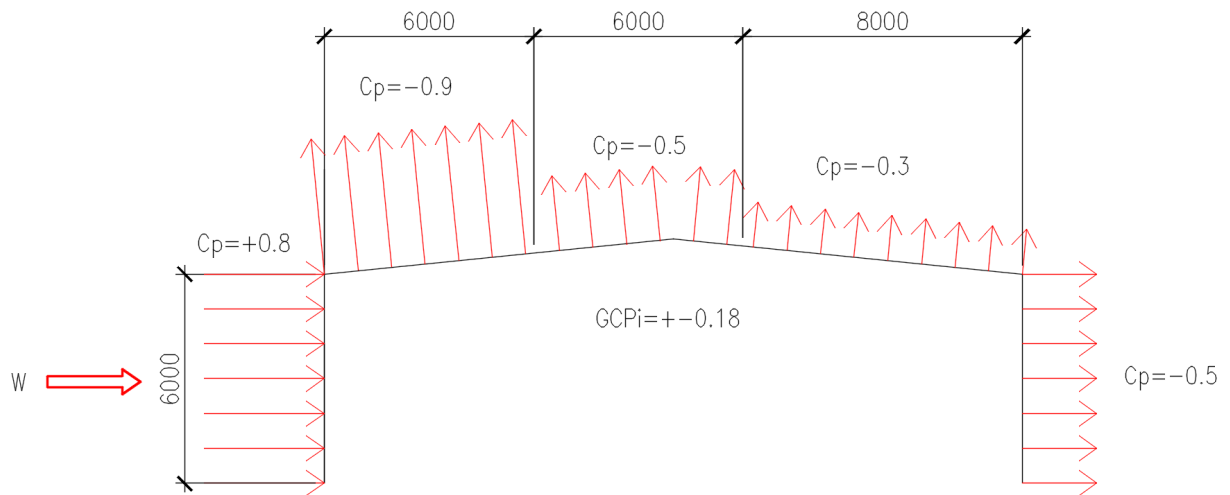


Figura 70. Planta (SPRFV) Viento perpendicular a la cumbrera. Fuente: elaboración propia.

Viento paralelo a la cumbrera

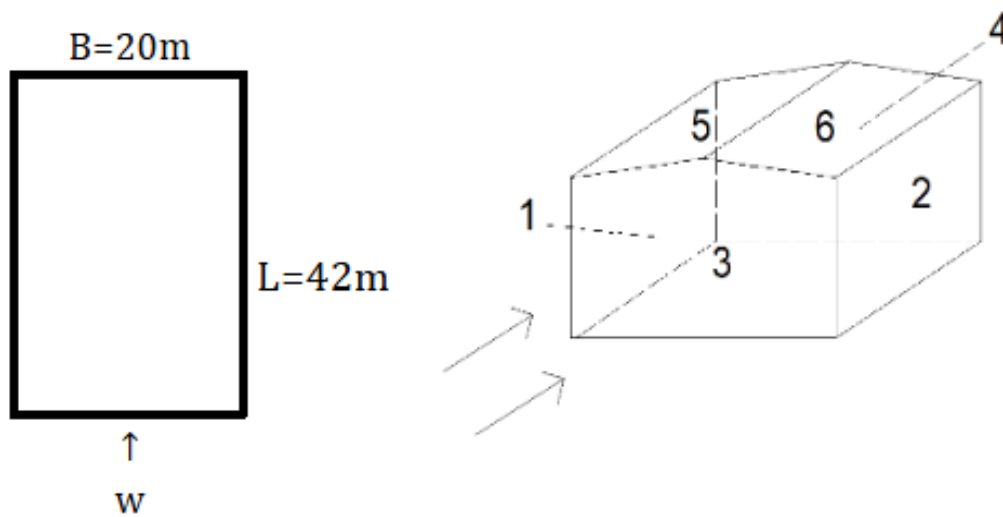


Figura 71. Planta (SPRFV) Viento perpendicular a la cumbrera. Fuente: elaboración propia.

Viento B (paralelo a la cumbrera)	
L	20,00 m
B	48,00 m
h	6,00 m
L/B	0,42
h/L	0,30

Tabla 28. Datos de viento perpendicular a la cumbrera. Fuente: elaboración propia.

Cara	z	q [kN/m ²]	C _p	q _z ·(G·C _p)	q _i ·(G·C _{pi})	+G _{cpi}	-G _{cpi}
						P pres int [kN/m ²]	P succ int [kN/m ²]
1	6,00	1,17	-0,70	-0,70	0,21	-0,91	-0,49
2	6,00		-0,70	-0,70		-0,91	-0,49
3	6,00		0,80	0,80		0,59	1,01
4	6,00		-0,50	-0,50		-0,71	-0,29
5 y 6	0 a h/2		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69
5 y 6	h/2 a h		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69
5 y 6	h a 2h		-0,50	-0,50		-0,71	-0,29
5 y 6	>2h		-0,30	-0,30		-0,51	-0,09

Tabla 29. Coeficientes C_p y G_{Cpi} de presión en cubierta. Fuente: elaboración propia.

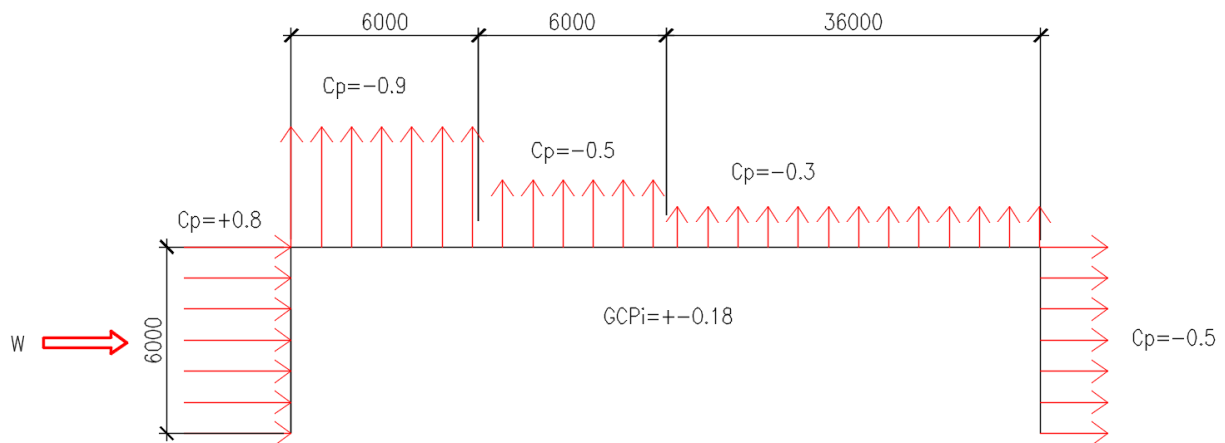


Figura 72. Planta (SPRFV) Viento paralelo a la cumbrera. Fuente: elaboración propia.

9.6.2. 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

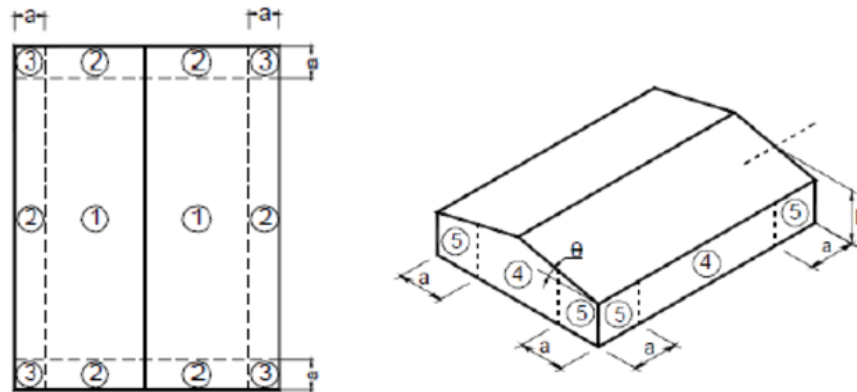


Figura 73. Zona cubierta y laterales. Fuente: elaboración propia.

h	6,00 m
qh	1,17KN/m2
Luz correas cubierta	6,00 m
Luz correas pared lateral	6,00 m
Luz correas pared frente	5,00 m
Separación entre correas cub.	1,25 m
Separación entre correas lat.	1,25 m

Tabla 30. Datos de correa. Fuente: elaboración propia.

Se adjuntan los resultados obtenidos para cada zona:

Correas de Paredes frontales				
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,765	-0,855	1,11	-1,21
5	0,765	-0,97	1,11	-1,35

Correas de Paredes laterales				
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,765	-0,81	1,11	-1,16
5	0,765	-0,91	1,11	-1,28

Correas de cubierta				
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
1	0,2	-0,9	0,45	-1,27
2	0,2	-1,1	0,45	-1,50
3	0,2	-1,1	0,45	-1,50

Tabla 31. Valores de presión correas de paredes y cubierta. Fuente: elaboración propia.

Chapas

Las dimensiones generales de las chapas son las siguientes:

h	6,00 m
qh	1,17 KN/m ²
Luz	1,25 m
Paso de las chapas	0,253 m

Tabla 32. Datos de chapas. Fuente: elaboración propia.

Se adjuntan los resultados obtenidos para cada zona:

Chapas de Paredes frontal				
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]
4	0,9	-0,99	1,27	-1,37
5	0,9	-1,26	1,27	-1,69

Chapas de Paredes lateral				
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]
4	0,9	-0,99	1,27	-1,37
5	0,9	-1,26	1,27	-1,69

Chapas de Cubierta				
Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m ²]	P - [kN/m ²]
1	0,3	-1	0,56	-1,38
2	0,3	-1,8	0,56	-2,32
3	0,3	-2,8	0,56	-3,49

Tabla 33. Valores de presión chapa en paredes y cubierta. Fuente: elaboración propia.

9.7. Resumen de dimensionamiento de los elementos

9.7.1. Pórtico principal

Se plantea el modelo de cálculo mediante el uso del programa StaadPro y de las combinaciones de cargas mencionadas anteriormente.

Los elementos de viga y columna se dimensionan utilizando perfiles W orientados para aprovechar su mayor inercia en el plano del pórtico.

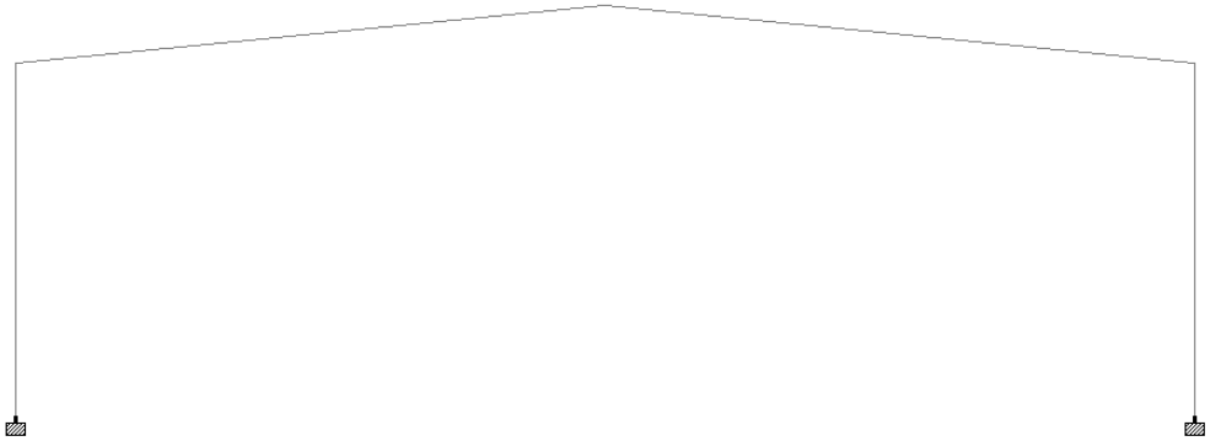


Figura 74. Pórtico principal modelado en StaadPro. Fuente: elaboración propia.

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	W360x58	2000	500	67,02	127,55	2000	166,1	454,5
Columna de pórtico	W360x58	600	600	80,43	153,06	600	166,1	454,5

Elemento	Pu máx[kN]	Vu máx[kN]	Mu máx[kN]	f [mm]	f adm[mm]
Viga de pórtico	44,808	87,839	244,103	84,714	111,1
Columna de pórtico	60,566	85,252	244,103	10,212	37,5

Tabla 34. Tabla resumen pórtico principal. Fuente: elaboración propia.

9.7.2. Elementos de frontis

Viga dintel

Para el dimensionamiento de este elemento se consideran los esfuerzos de flexión en ambos sentidos: en la dirección de la carga de viento y en la dirección del peso propio que debe soportar.

Para realizar este cálculo, se emplea el siguiente diagrama que representa el área de influencia correspondiente:

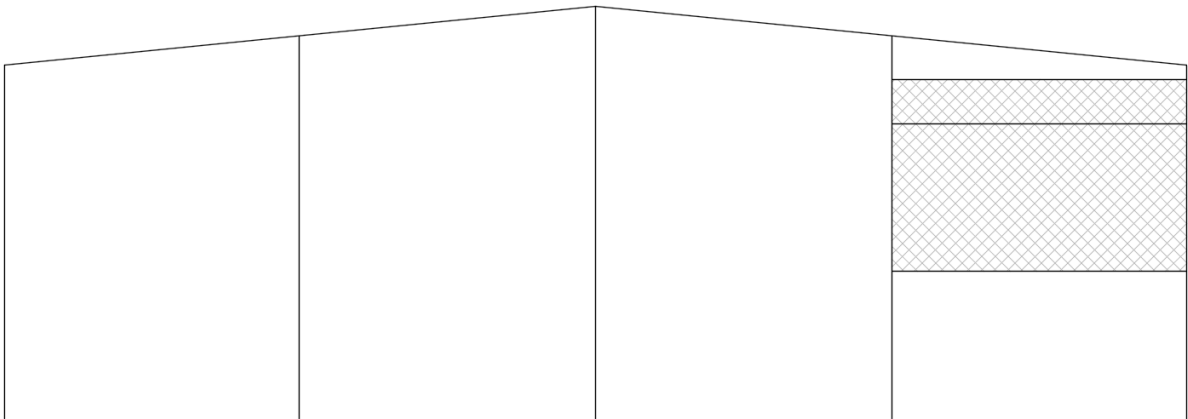


Figura 75.Área de influencia viga dintel. Fuente: elaboración propia.

Elemento	Perfil adoptado	Lx [cm]	Ly [cm]	λ_x	λ_y	Lb [cm]	Lp [cm]	Lr [cm]
Viga dintel	W 200x26,6	500	500	57,27	161	500,0	131,4	374,2

Elemento	Mux [kNm]	Muy [kNm]	Mdx [kNm]	Mdy [kNm]	f [cm]	f adm[cm]
Viga dintel	1535,98	12,47	5970,65	445,50	0,51	3,13

Tabla 35. Tabla resumen viga dintel. Fuente: elaboración propia.

Parantes

Estos elementos se diseñan utilizando perfiles W, posicionados de manera perpendicular a la orientación de las columnas del pórtico principal.

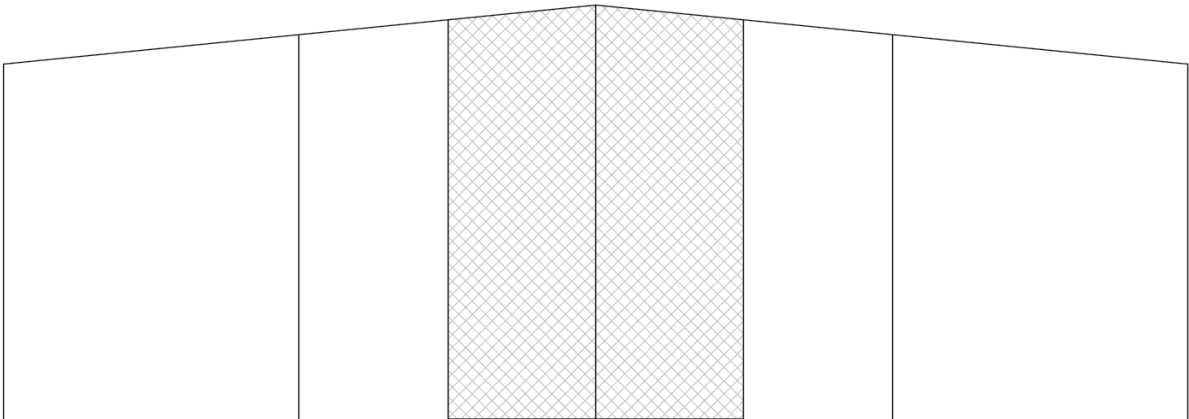


Figura 76.Área de influencia parantes de frentis. Fuente: elaboración propia.

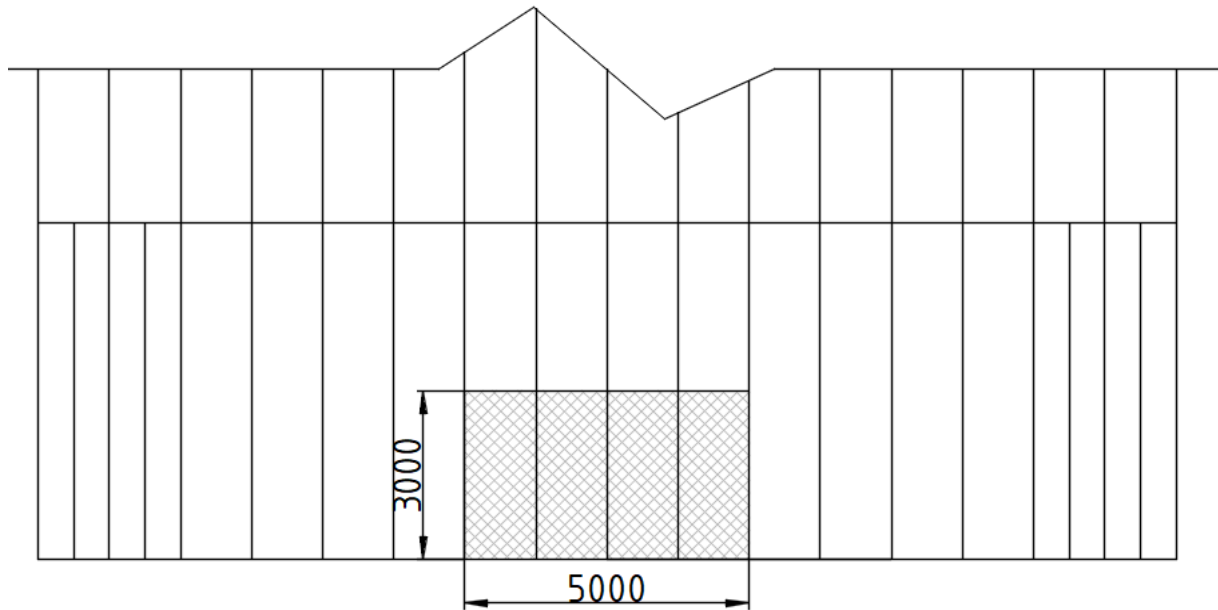


Figura 77. Área de influencia parantes de cubierta en mm. Fuente: elaboración propia.

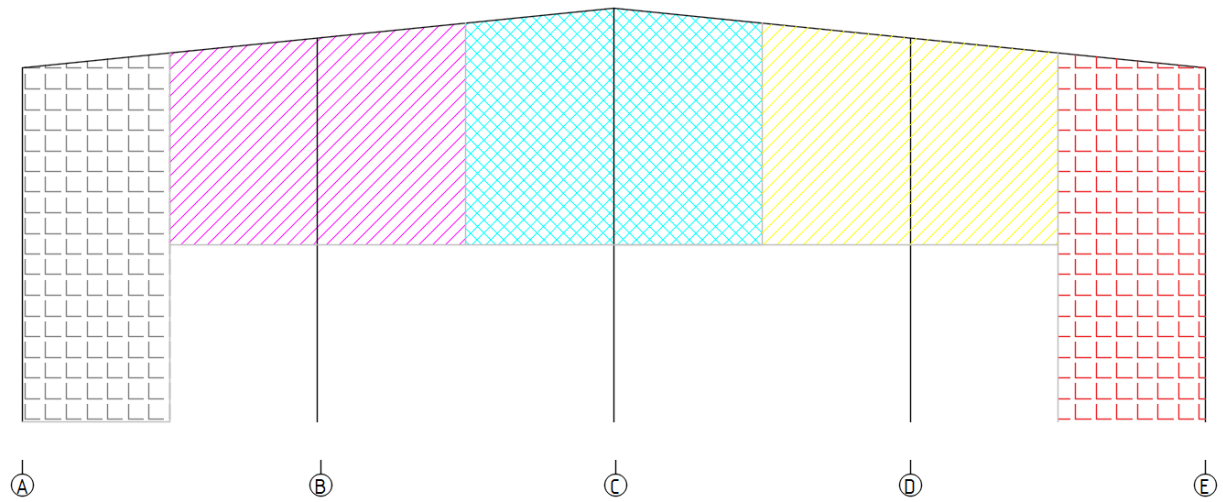
Elemento	Perfil adoptado	Lx [cm]	Ly [cm]	λ_x	λ_y	Lb [cm]	Lp [cm]	Lr [cm]
Parante Central	W310x52	700	700	52,51	179	700,0	165,7	465,4

Elemento	Estado de carga	Mu [kNm]	Pu [kNm]	f [cm]	f adm[cm]
Parante Central	1,2D+1,6Lr+0,8W	41,4	29,3	1,11	4,38
Parante Central	1,2D+1,5W	77,6	14,4		

Tabla 36. Tabla resumen parante central del frontis. Fuente: elaboración propia.

9.7.3. Sistema de contraviento

Mediante el uso de Staad se determinaron las solicitaciones que afectan tanto a los puntales de cubierta como a los tensores responsables de transmitir las cargas hacia las fundaciones. En este análisis, se consideraron las cargas de viento, las cuales se representaron como cargas distribuidas en las columnas del pórtico principal y como cargas puntuales aplicadas a los puntales, teniendo en cuenta las áreas de influencia correspondientes.



Referencias:

- ⊕ Área de influencia columna A
- ⊗ Área de influencia columna B
- ⊙ Área de influencia columna C
- ⊙ Área de influencia columna D
- ⊕ Área de influencia columna E

Figura 78. Área de influencia sistema de contravientos. Fuente: elaboración propia.

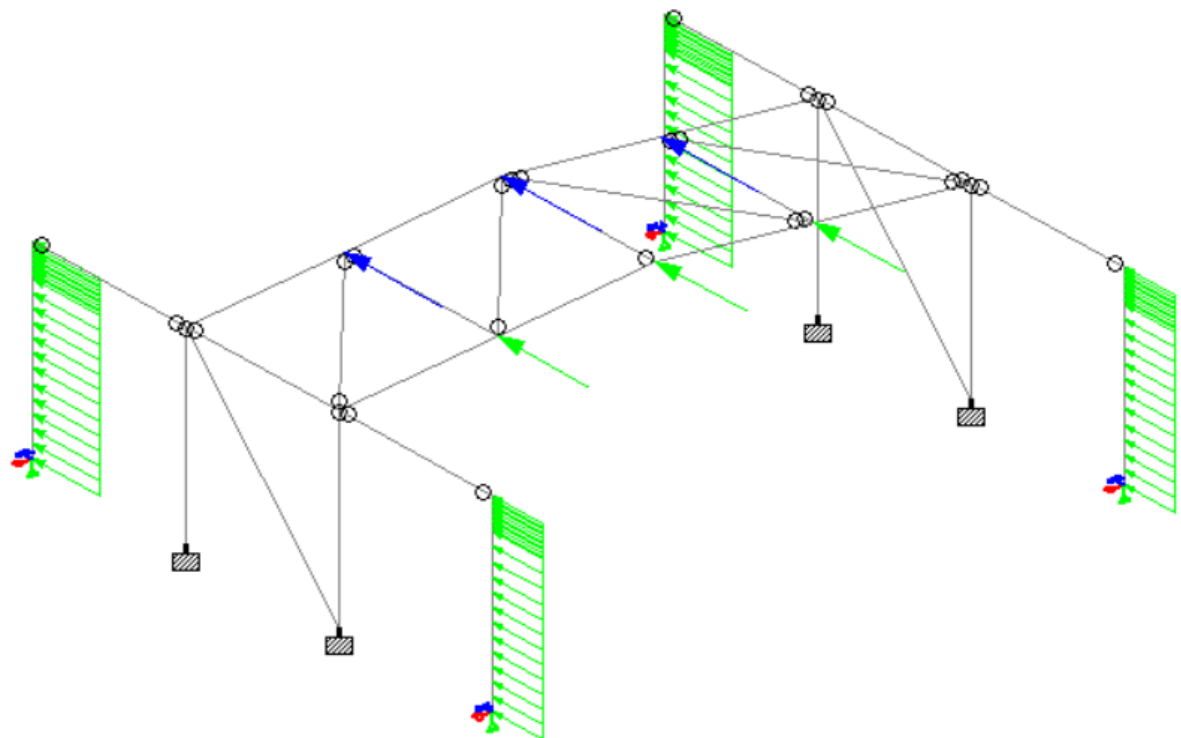


Figura 79. Modelado en StaadPro del sistema de contravientos. Fuente: elaboración propia.

Los puntales se dimensionan con dos perfiles L dispuestos en cruz, a continuación se adjunta una tabla resumen:

Elemento	Perfil adoptado	Lx [cm]	Ly [cm]	λ_x	λ_y	Pumax [kN]	Pd [kN]
Puntales	L 102 x 102 x 6,4	600	600	131,95	150,59	116,13	166,12

Tabla 37. Tabla resumen puntales. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los tensores, se dimensionan con hierros de barra redonda, a continuación se adjunta tabla resumen de la sección adoptada.

Elemento	Diámetro adoptado	Tumax [kN]	Td fluencia [kN]	Td rotura[kN]
Tensores	1 1/4"	190,67	335,96	330,60

Tabla 38. Tabla resumen tensores. Fuente: elaboración propia.

9.7.4. 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.

REACCIONES A LA BASE					
BASE 1		Tu concomitante	Pu concomitante	Vu concomitante	Mu concomitante
Tu max (kN)	92,415	92,415	0	40,62	134,01
Pu max (kN)	56,943	0,000	56,943	41,53	102,53
Vu max (kN)	90,62	92,18	0	90,62	202,72
Mu max (kNm)	202,72	92,18	0	90,62	202,72

Tabla 39. Tabla resumen reacciones sobre la base. Fuente: elaboración propia

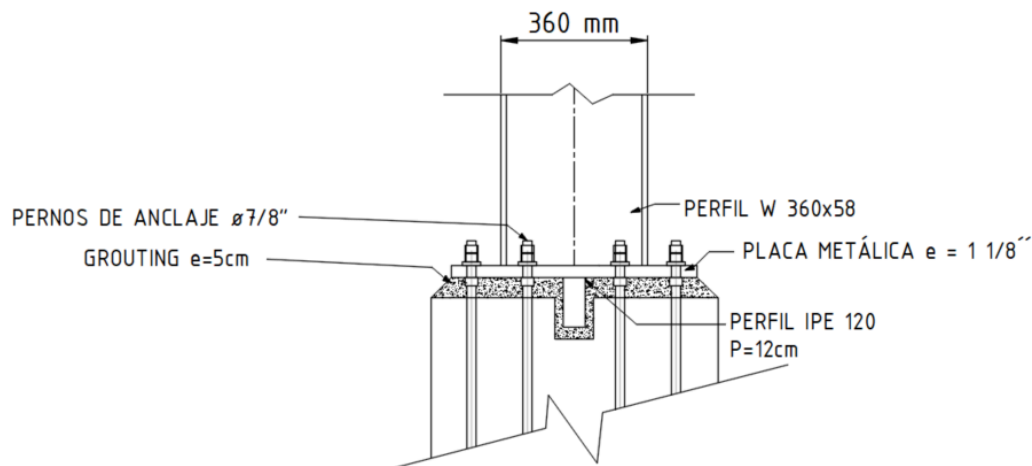


Figura 80. Detalle de placa base. Fuente: elaboración propia.

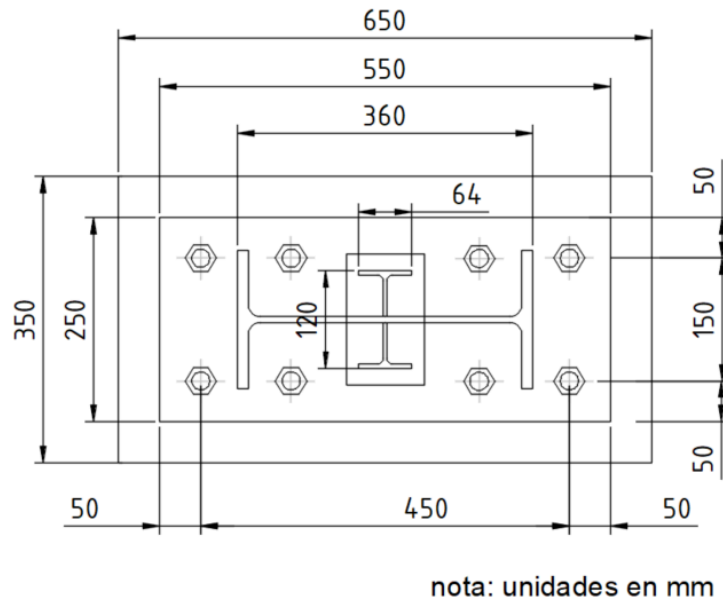


Figura 81. Geometría de la placa base. Fuente: elaboración propia.

9.7.5. Fundaciones

Pilotes

Del modelo de Staad se obtienen las solicitaciones para el dimensionamiento de todos los elementos. Para determinar la profundidad de los pilotes, hacemos uso de las solicitaciones en servicio, mientras que para determinar la cantidad de armaduras se utilizan las solicitaciones últimas.

Los datos acerca de la capacidad portante del suelo, se pueden obtener en el **ANEXO 02 - Estudio de suelos**.

Se adjunta a continuación una tabla resumen de los esfuerzos actuantes sobre el cabezal. De acuerdo a las recomendaciones del libro "Jiménez Montoya - Hormigón Armado, 14° Edición", el cabezal se debe diseñar con suficiente rigidez para que la distribución de las cargas entre los pilotes sea uniforme o lineal.

Cargas Máx		T	P	V	M
Solicitaciones en servicio		concomitante	concomitante	concomitante	concomitante
Ts max (kN)	58,283	58,283	0	25,61	85,8
Ps max (kN)	-43,29	0	-43,29	30,64	74,01
Vs max (kN)	50,27	47,37	0	50,27	110,409
Ms max (kNm)	110,409	47,37	0	50,27	110,409

Cargas Máx		T	P	V	M
Solicitaciones ELU		concomitante	concomitante	concomitante	concomitante
Tu max (kN)	92,415	92,415	0,000	40,620	134,010
Pu max (kN)	-56,943	0,000	-56,943	41,530	102,530
Vu max (kN)	90,620	92,180	0,000	90,620	202,720
Mu max (kNm)	202,720	92,180	0,000	90,620	202,720

Tabla 40. Tabla resumen reacciones sobre el cabezal. Fuente: elaboración propia

Dimensiones del cabezal [cm]	215 x 75 x 95	
Pilotes	2	[u]
Φ	55	[cm]
Largo pilote	7,5	m
Nivel de fondo de pilote	-8,8	m

Tabla 41. Geometría cabezal y pilotes. Fuente: elaboración propia

Viga de equilibrio

La viga de equilibrio se diseña para resistir las cargas horizontales generadas por el sistema de arriostramiento. Este dimensionamiento asegura que las fuerzas transmitidas sean adecuadamente distribuidas y soportadas por la estructura.

Dimensionamiento viga arriostramiento	
Vu --> Pu (mN)	0,153
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 42. Dimensionamiento viga de arriostramiento. Fuente: elaboración propia

Por último se muestra un esquema en planta de la distribución de las fundaciones sobre el galpón de separación:

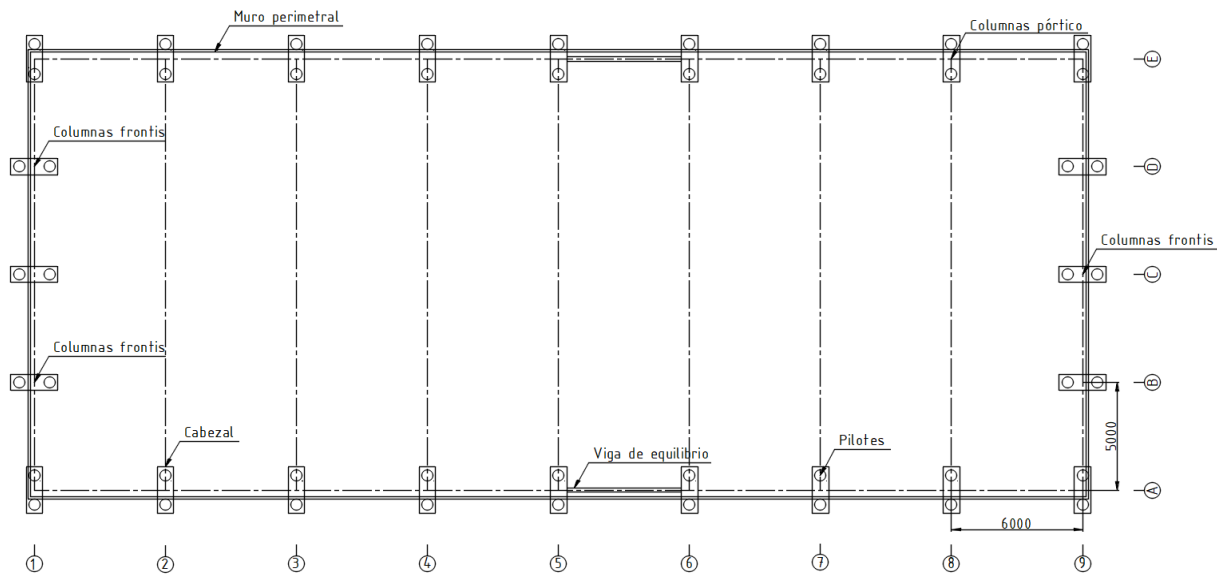


Figura 82. Planta de cabezales y pilotes. Fuente: elaboración propia

En el **ANEXO 07 - Estructura metálica** se presenta el desarrollo del análisis de cargas y el cálculo de solicitaciones y dimensionamiento de todos los elementos componentes del galpón.

10. ASPECTOS DE LA VARIABLE AMBIENTAL

La creciente preocupación por el medio ambiente ha ido transformando profundamente la forma en que se gestionan los proyectos de infraestructura. Cada construcción implica un impacto ambiental que debe analizarse y manejarse cuidadosamente para reducir al mínimo los efectos adversos sobre el entorno natural y las comunidades locales. Este enfoque refleja la urgencia de proteger los recursos naturales, conservar la biodiversidad y fomentar prácticas sostenibles. En este contexto, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promovidos por la ONU desde 2015, se han consolidado como un pilar clave para orientar acciones hacia un desarrollo más justo y sostenible.

El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años.



Figura 83. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: ONU 2015.

10.1. Impacto del Proyecto GIRSU en el Departamento Belgrano

El proyecto GIRSU en el Departamento Belgrano tiene como objetivo transformar la gestión de los residuos sólidos urbanos, eliminando los basurales a cielo abierto y promoviendo prácticas sostenibles. Su implementación generará impactos significativos que se alinean directamente con los siguientes ODS:



“3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.”

La correcta gestión de los residuos reducirá la emisión de contaminantes y la proliferación de vectores de enfermedades, como roedores e insectos, mejorando la salud pública. Además, evitará la propagación de enfermedades respiratorias asociadas con la quema de residuos, beneficiando tanto a los trabajadores como a la comunidad en general.



“6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.”

Al implementar sistemas para el manejo de lixiviados y la impermeabilización de los rellenos sanitarios, se protegerán los recursos hídricos de la contaminación, garantizando una gestión sostenible del agua y la preservación de su calidad.

11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



“11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”

La instalación del GIRSU mejorará la gestión de residuos en la región, reduciendo el impacto ambiental per cápita y promoviendo prácticas sostenibles en la disposición de los desechos. Este proyecto contribuirá a crear entornos urbanos más saludables y seguros.

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



“12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”

El enfoque del GIRSU en la economía circular fomentará la reducción, el reciclaje y la reutilización de materiales, disminuyendo la cantidad de residuos generados y promoviendo un cambio cultural hacia prácticas más responsables.

13 ACCIÓN POR EL CLIMA



“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.”

La correcta gestión de residuos orgánicos reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero, como el metano, que se producen en los basurales a cielo abierto. Además, el proyecto optimizará las rutas de recolección para disminuir el uso de combustibles fósiles, mitigando su impacto en el cambio climático.

10.2. Portales locales

Investigando acerca de lo que informan portales locales, se observa que el tema de la gestión de residuos y los basurales está ganando relevancia en la región, sobre todo a partir de incendios en los mismos.

- Mayo 2023: Incendio de gran magnitud basural de RP15 entre la localidad de Armstrong y Cruz Alta. Debido al viento, los bomberos tuvieron que trabajar intensamente y utilizar más de 90 mil litros de agua para controlar las llamas. En la tarea de extinción intervinieron bomberos de Armstrong, Tortugas, Las Parejas, Cruz Alta, Villa Eloisa y Cañada de Gómez.
- Marzo 2023: Incendio de gran magnitud basural de Las Rosas. El viento arrastra el humo hacia la ciudad generando malestar en los vecinos.

Como se mencionó al comienzo de este informe, estos incendios generan humo tóxico que afecta la salud de los habitantes y aumentan la contaminación del aire y el suelo, poniendo en evidencia la urgente necesidad de políticas regionales para una gestión más responsable.

Si bien se han realizado gestiones entre las localidades, como la firma de acuerdos y la planificación de medidas, la cobertura mediática sigue siendo dispersa, lo que sugiere una falta de discusión pública sobre la gravedad de la situación. Este proyecto GIRSU no solo busca resolver un problema local, sino también involucrar a las comunidades hacia un cambio de gestión responsable de los residuos. Sin embargo, aún queda trabajo por hacer para aumentar la conciencia y participación de los ciudadanos en este tipo de iniciativas.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto desarrollado para el Departamento Belgrano representa un avance fundamental hacia la gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. En este trabajo se abordó la construcción de un centro de gestión integral que no solo resolverá la problemática actual del basural a cielo abierto, sino que también transformará la forma en que se manejan los desechos en la región. El enfoque adoptado prioriza la colaboración regional, combinando los esfuerzos de distintas localidades mediante un consorcio para optimizar recursos y garantizar la viabilidad económica del proyecto.

Además, se destacó que este tipo de infraestructura no solo incluye un relleno sanitario para los residuos domiciliarios, sino una alternativa controlada para el resto de los residuos urbanos que usualmente también son desatendidos y terminan generando un basural a cielo abierto. En la medida que el Centro comience a funcionar y se desarrolle capacidad operativa para la gestión de residuos, será posible planificar y llevar adelante alternativas de tratamiento de estos residuos, reduciendo su enterramiento. Desde el punto de vista social, el proyecto también contribuye a la generación de empleo formal y a la mejora de las condiciones laborales para aquellos trabajadores que actualmente operan en situaciones precarias en el basural.

Sin embargo, el éxito del proyecto dependerá de la previsión en la planificación de los costos de operación y mantenimiento, ya que su incumplimiento podría revertir los avances logrados. Asimismo, la participación activa de la comunidad es esencial; involucrar a los ciudadanos mediante campañas de concientización y educación sobre la separación de residuos será fundamental para consolidar prácticas sostenibles desde los hogares.

En conclusión, este centro GIRSU no solo soluciona una problemática ambiental crítica, sino que también impulsa mejoras en la calidad de vida, el desarrollo económico y la sostenibilidad regional. La propuesta planteada es ampliamente superadora respecto a la situación actual de basural en la localidad de Las Parejas y sienta las bases para un modelo replicable en otras localidades del país.

Algunas recomendaciones a tener en cuenta:

Estudios de Suelos

Es fundamental realizar un estudio detallado de los suelos en el terreno donde se implementará el proyecto. Este análisis garantizará que la permeabilidad del suelo cumpla con los requisitos mínimos establecidos por la Ley Provincial N.º 13.055. En caso de contar con un suelo con características adecuadas, como una baja permeabilidad natural, se podrá prescindir de la colocación de una capa de arcilla con bentonita, optimizando los costos y el tiempo de ejecución. Si el terreno seleccionado tiene una napa freática a niveles críticos, se debe buscar otro con mejores características que permita aprovechar los suelos extraídos como material para relleno y construcción de terraplenes.

Selección del Terreno

Dado que la adquisición de un terreno puede ser un desafío, se sugiere priorizar la búsqueda de lotes arrendados. Los arrendatarios suelen estar más dispuestos a vender sus propiedades que los propietarios tradicionales, facilitando la negociación. Este enfoque

permitirá acelerar el proceso de implementación del proyecto, minimizando retrasos asociados a la adquisición de la tierra.

Diseño de Infraestructura

En el diseño de caminos viales de pavimento rígido, es necesario realizar un correcto diseño de juntas que garantice su durabilidad y resistencia al tránsito de maquinaria pesada. En caso de terrenos con sectores inundables, se recomienda cercar estas áreas con arbustos o barreras naturales. Esto evitará la instalación de construcciones o asentamientos no planificados en zonas de riesgo, protegiendo la funcionalidad del predio.

Otro factor a tener en cuenta es la colocación de la membrana de polietileno del relleno sanitario. La misma es exigible según la normativa provincial en caso de disponerse más de 100 toneladas diarias de residuos. En dicho caso se hará según las siguientes recomendaciones constructivas:

La misma será generalmente de 1 a 2 mm de espesor. Se deberá asegurar una correcta soldadura entre cada rollo de membrana de modo de garantizar la impermeabilización. Uno de los aspectos más críticos de la impermeabilización es el "empalme" cuando hay obra vieja y obra nueva. Por ello, se recomienda dejar buenas longitudes remanentes en los bordes internos de cada celda.

A fin de evitar que la membrana se mueva, (previo a la operación) producto de la dilatación, se ejecutan zanjas de anclaje en el terraplén perimetral. La membrana entra en la zanja y luego es recubierta por tierra.

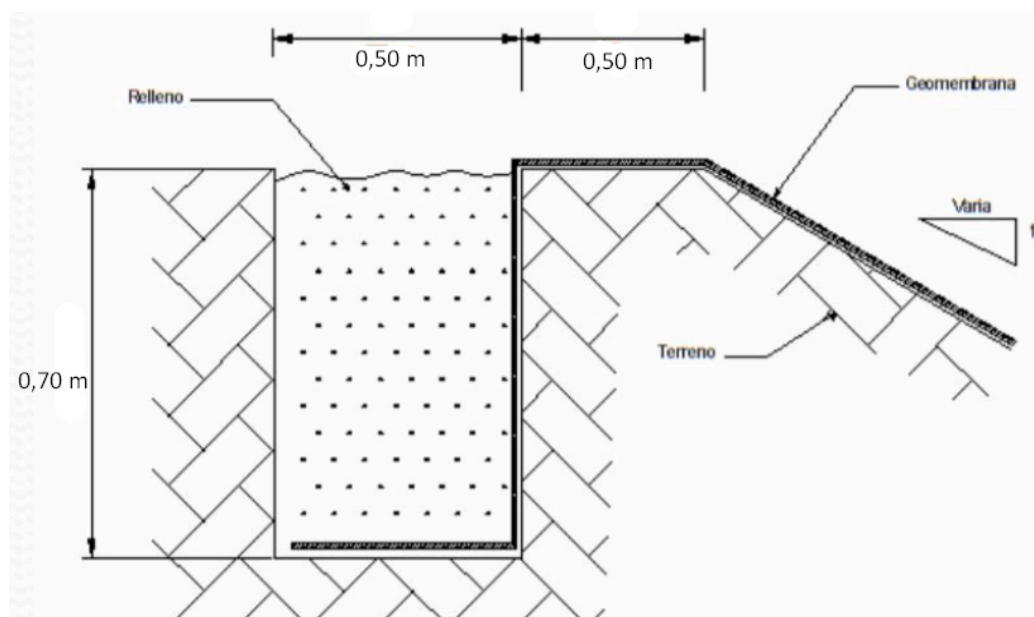


Figura 84. Zanjas de anclaje de membrana. Fuente: elaboración propia.

La membrana debe protegerse para minimizar las posibilidades de rotura. Para ello existen distintos productos, geotextiles, o simplemente un mínimo de 30 cm de suelo seleccionado compactado.

Gestión Integral de Residuos

Es importante destacar que el GIRSU no solo depende de las instalaciones, sino también de la reducción en la generación de residuos desde los hogares. La implementación de campañas de concientización para fomentar la separación en origen, el reciclaje y la reutilización es esencial para disminuir la cantidad de desechos enviados al relleno sanitario.

Planificación y Mantenimiento

Finalmente, se recomienda una planificación detallada que contemple los costos de operación y mantenimiento del proyecto. Esto incluye la construcción de lagunas de lixiviados con capas de protección adecuadas y un nivel de excavación seguro por encima de la napa freática.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Capacitación en Ambiente Ley Yolanda N° 27.592 | Ley Provincial 14.178,
<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/252108> (Último ingreso: 22/11/2024)
2. Programa GIRSU-INTI Gerencia de asistencia tecnológica para la demanda social
-Año 2012- APUNTES CURSO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
2024
3. <https://desarrollosindustriales.com/equipos-y-plantas/compostaje/>. (Último ingreso: 25/09/2024)
4. INDEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina,
octubre de 2023, <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-134>
(Último ingreso: 25/09/2024)
5. Estrategia Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Sólidos Urbanos,
Ministerio de Salud y Ambiente - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable,
Septiembre 2005.
6. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, Banco
Mundial, 2013.
7. Organización de las Naciones Unidas (ONU), Objetivos de Desarrollo Sostenible
(ODS).
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
(Último ingreso: 12/09/2024)
8. Compost, Provincia de Santa Fe
https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/260642/1370817/file/COMPOST_Vivero%20Provincial%20Sta%20Fe_V3%20R-desbloqueado-comprimido.pdf (Último ingreso: 02/10/2024)
9. RESOLUCIÓN N° 1089
<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/22767/111069/file/R>
(Último ingreso: 07/10/2024)
10. Orsolini, H., Zimmermann, E. D. y Basile, P. A. (2009) Hidrología. Procesos y
Métodos. UNR Editora.
11. Ministerio de Infraestructura y Transporte de la Provincia de Santa Fe. (2016).
Resolución N° 736/16
12. Diseño de caminos rurales:
<https://caminosrurales.org.ar/caminos-rurales-2016/pdfs/miercoles/04-CAMINOS-D-E-LA-PRODUCCION-DIEGO-CALO-ICPA.pdf> (Último ingreso: 13/11/2024)
13. Ley Provincial Nro. 11.730
14. Secretaría de Recursos Hídricos, Provincia de Santa Fe.

15. Incendio basural Armstrong mayo 2023
<https://diariovision.ar/policiales/incendio-de-grandes-proporciones-en-el-basural-de-armstrong/> (Último ingreso: 23/01/2025)
16. Incendio basural Las Rosas, marzo 2023
<https://lasrosasdigital.com.ar/contenido/17701/incendio-en-el-basural-de-las-rosas>
(Último ingreso: 23/01/2025)

13. LEGAJO DE PLANOS

PLANO 01 - UBICACIÓN GENERAL Y LAYOUT

PLANO 02 - MÓDULOS DE RELLENO SANITARIO

PLANO 03 - ESTRUCTURAS METÁLICAS

PLANO 03a - Planta de reciclaje

PLANO 03b - Planta de reciclaje

PLANO 03c - Detalle Planta de reciclaje

PLANO 03d - Planta de Compostaje

PLANO 03e - Planta de Compostaje

PLANO 04 - ARQUITECTURA EDIFICIO INGRESO

PLANO 04a - Edificio de ingreso - Planta

PLANO 04b - Edificio de ingreso - Cortes

PLANO 04c - Edificio de ingreso - Fachadas

PLANO 05 - HIDRÁULICOS

PLANO 05a - Plano de subcuencas

PLANO 05b - Reservorio y Obras de descarga

PLANO 06 - VIALES

PLANO 06a - Calzadas Acotadas y Perfiles transversales

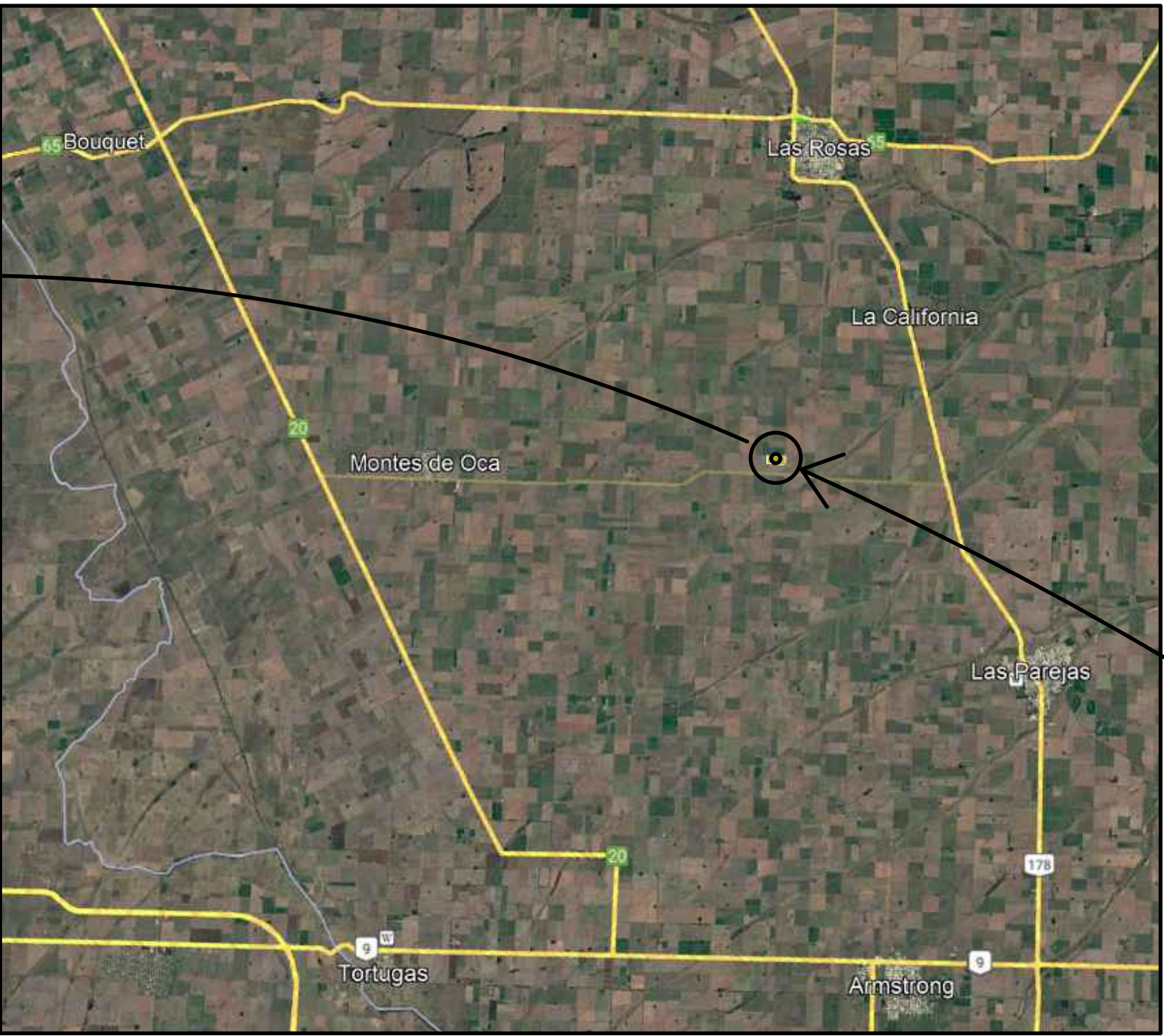
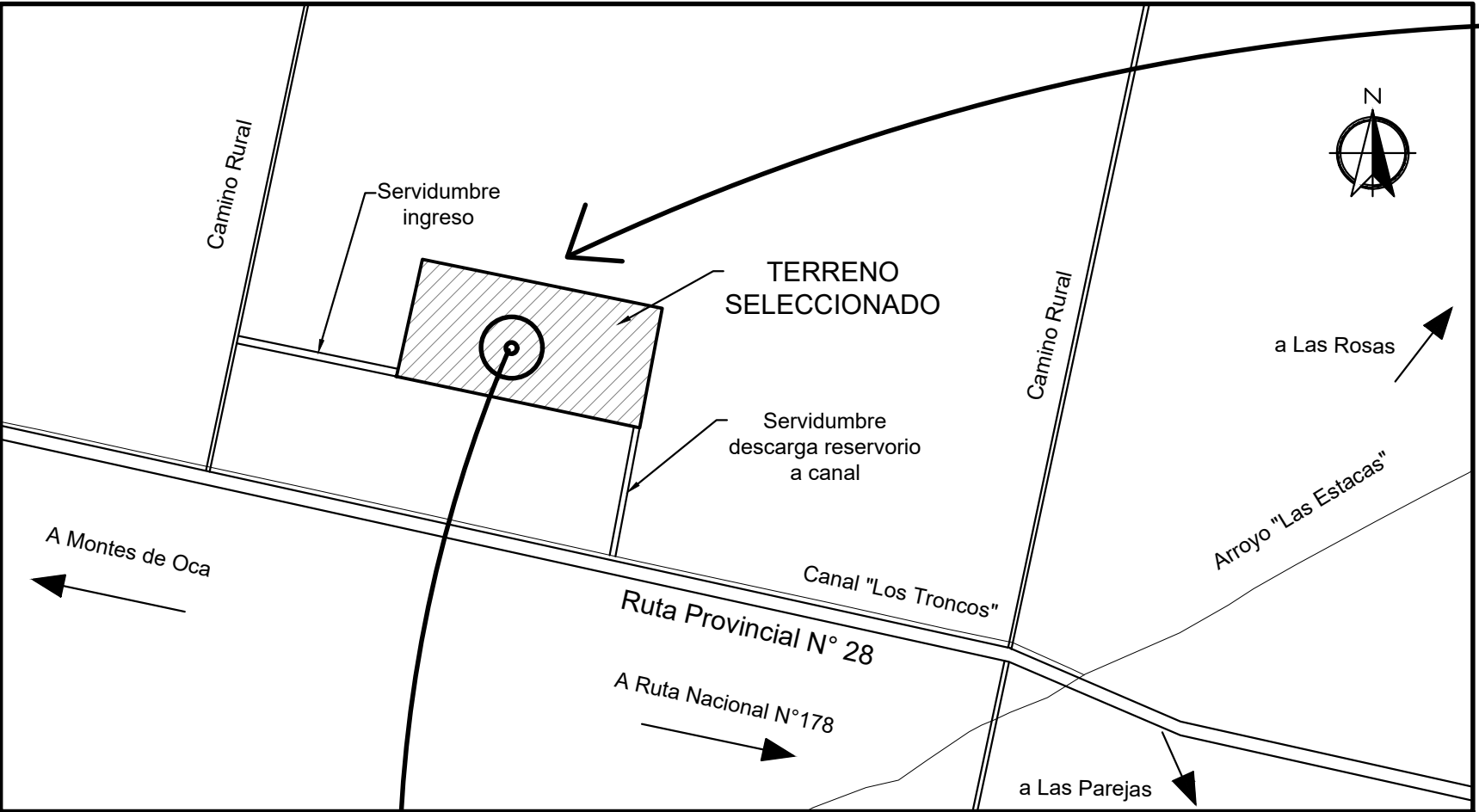
PLANO 06b - Perfiles tipo de obra básica y pavimentos

PLANO 06c - Alcantarillas

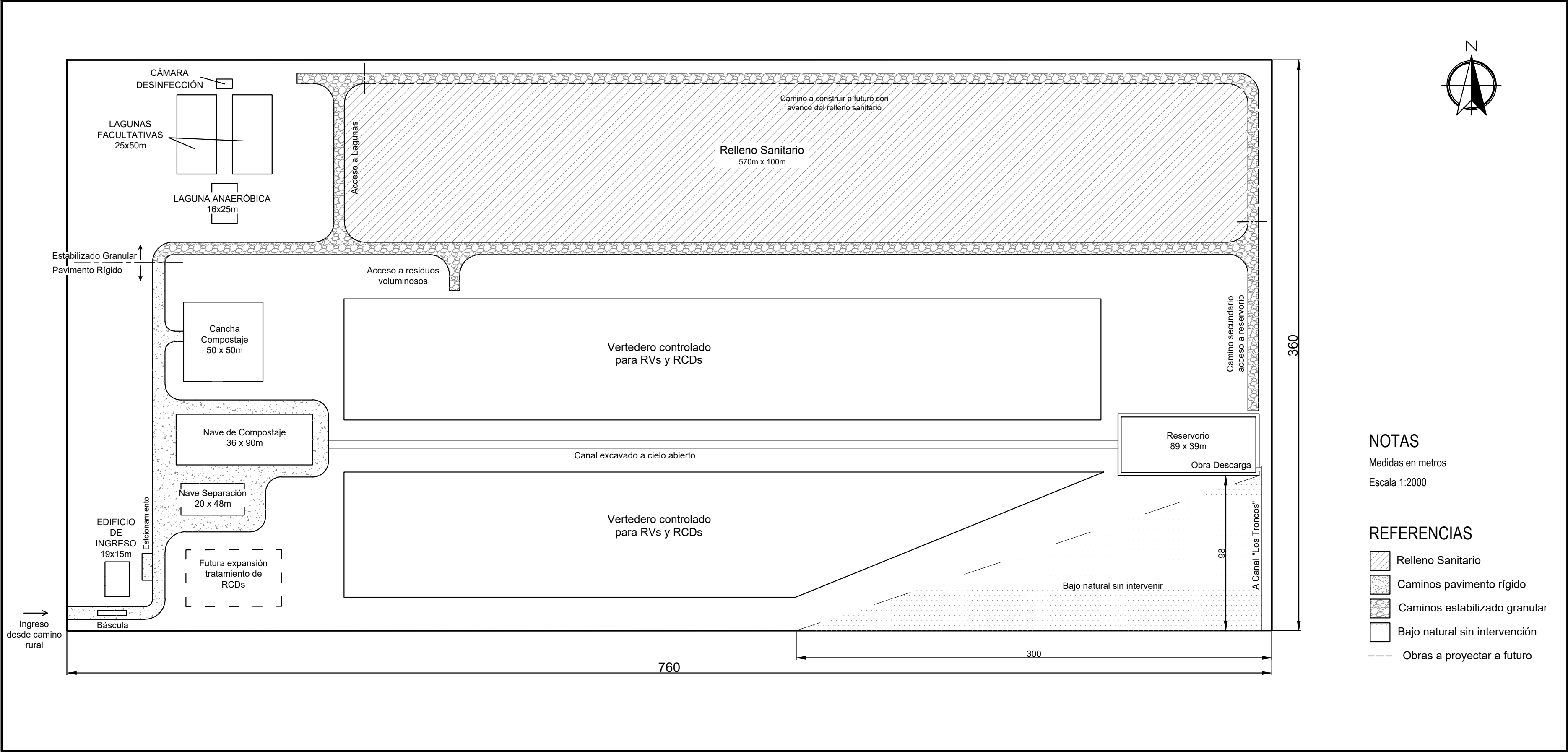
LOCALIDADES DEL CONSORCIO

PROVINCIA DE SANTA FE

ZONA DE EMPLAZAMIENTO



LAYOUT DEL PROYECTO



NOTAS

Medidas en metros
Escala 1:2000

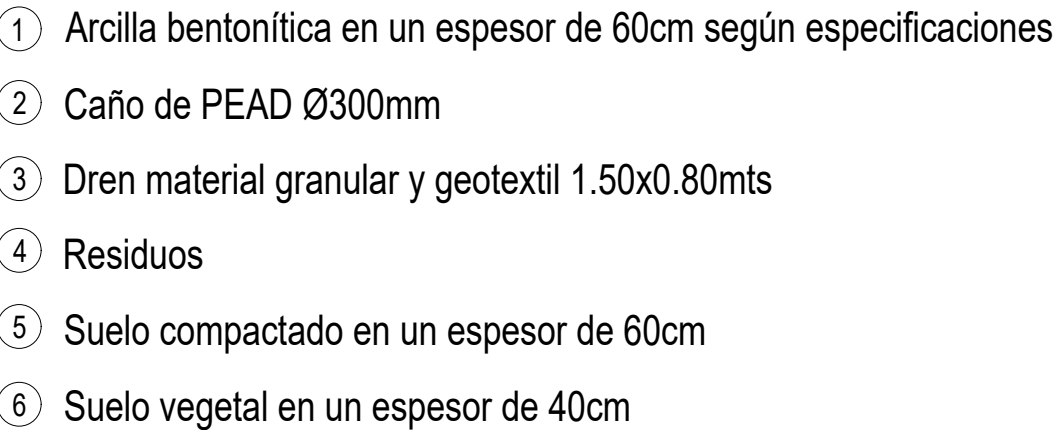
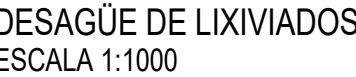
REFERENCIAS

- Relleno Sanitario
- Caminos pavimento rígido
- Caminos estabilizado granular
- Bajo natural sin intervención
- Obras a proyectar a futuro

LISTADO DE PLANOS:

- 01) PLANO GENERAL Y LAYOUT
- 02) MÓDULOS DE RELLENO SANITARIO
- 03a) ESTRUCTURAS METÁLICAS - Planta de Reciclaje
- 03b) ESTRUCTURAS METÁLICAS - Planta de Reciclaje 2
- 03c) ESTRUCTURAS METÁLICAS - Detalles Planta de Reciclaje
- 03d) ESTRUCTURAS METÁLICAS - Planta de Compostaje
- 03e) ESTRUCTURAS METÁLICAS - Planta de Compostaje 2
- 04a) EDIFICIO DE INGRESO - Planta
- 04b) EDIFICIO DE INGRESO - Cortes
- 04c) EDIFICIO DE INGRESO - Fachadas
- 05a) PLANO DE SUBCUENCAS
- 05b) RESERVORIO Y OBRAS DE DESCARGA
- 06a) CALZADAS ACOTADAS Y PERFILES TRANSVERSALES
- 06b) PERFILES TIPOS DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTOS
- 06c) ALCANTARILLAS

PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO				INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARINO, Tomás ORDONEZ, Rafael
Plano N°:	PLANO GENERAL Y LAYOUT			
01	Fecha 22/01/2025	Escala VARIAS	REV 02	



DETALLE RELLENO SANITARIO Y DESAGÜE DE LIXIVIADOS
ESCALA 1:50



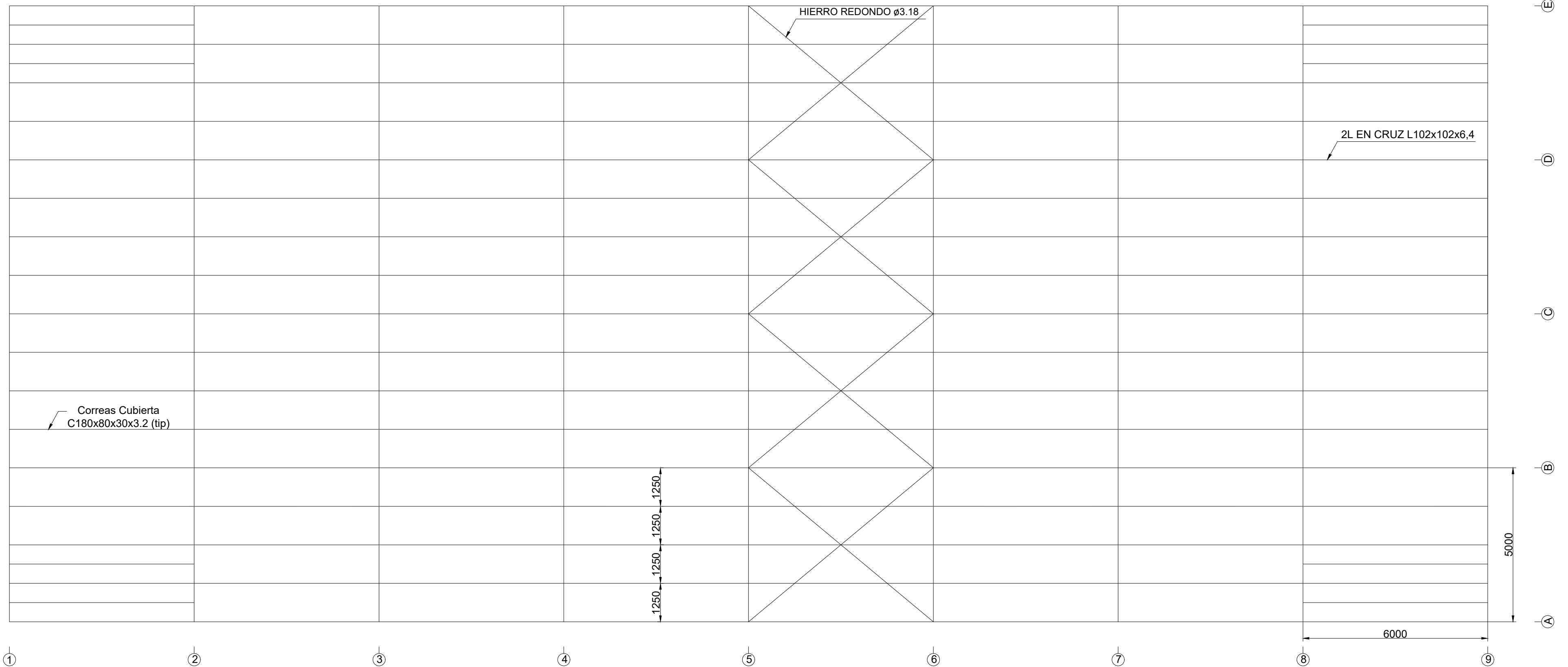
REFERENCIAS:

CR	Cota de rasante
CC	Cota de fondo de cuneta
NTN	Nivel de terreno natural

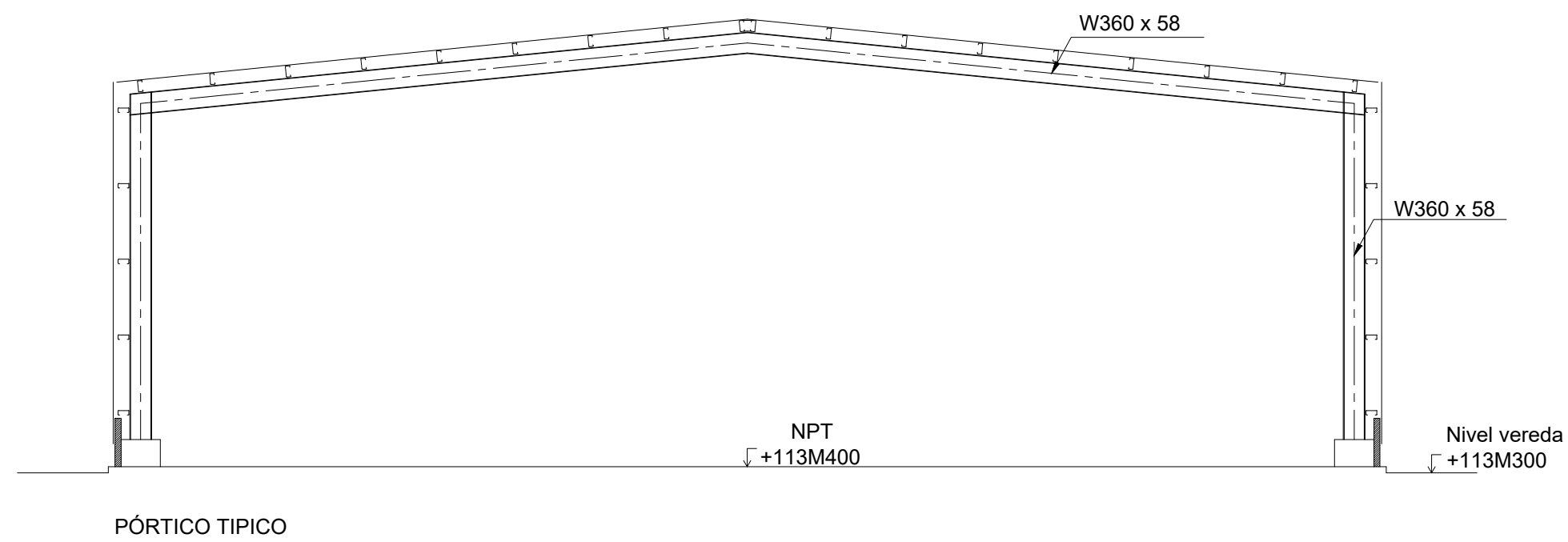
NOTAS:

- Medidas en metros

PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO				INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDÓÑEZ, Rafael
Plano N°: 02	MODULO DE RELLENO SANITARIO			
Fecha 28/01/2025	Escala Las indicadas	REV 01		



PLANTA DE TECHO



PÓRTICO TÍPICO

REFERENCIAS:

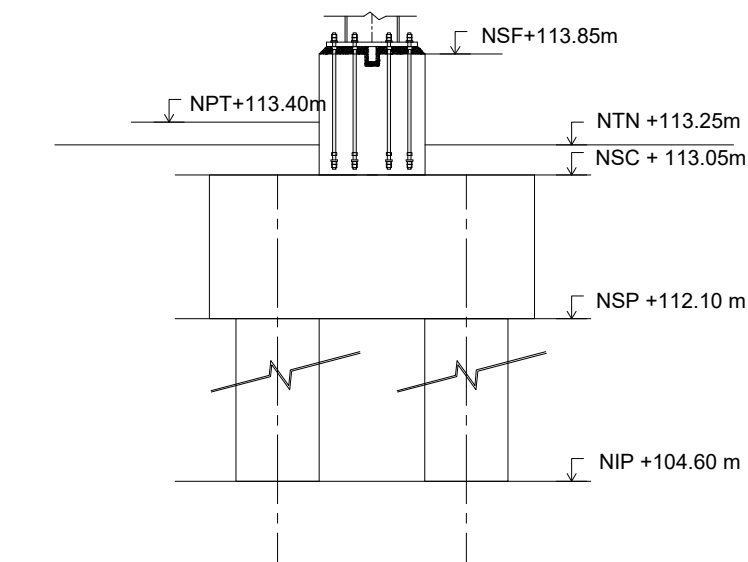
- A Eje de columnas de frontis
- 01 Eje de columnas de pórtico principal

NOTAS:

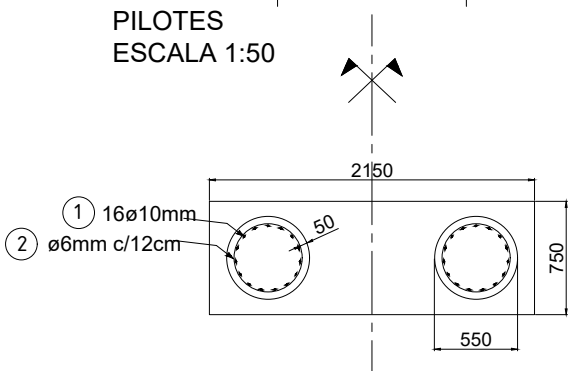
- Medidas en milímetros
- Las cotas están referenciadas al cero del IGN
- Acero perfiles W F36
- Perfiles conformados (Correas)
- Chapa trapezoidal T 101

PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES:
Plano N°:	PLANTA DE RECICLAJE		CARLACHIANI, Angelo
03b	Fecha	Escala	GALAZZO, Agustín
	23/01/2025	VARIAS	MARIÑO, Tomás
		REV 02	ORDOÑEZ, Rafael

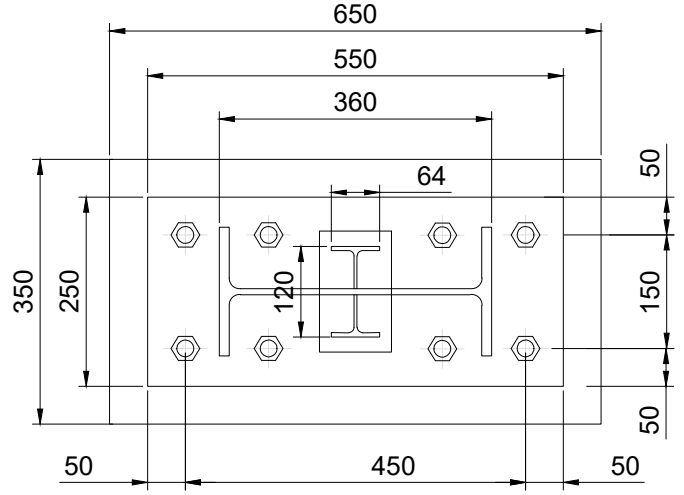
PILOTES
ESCALA 1:50



PILOTES
ESCALA 1:50

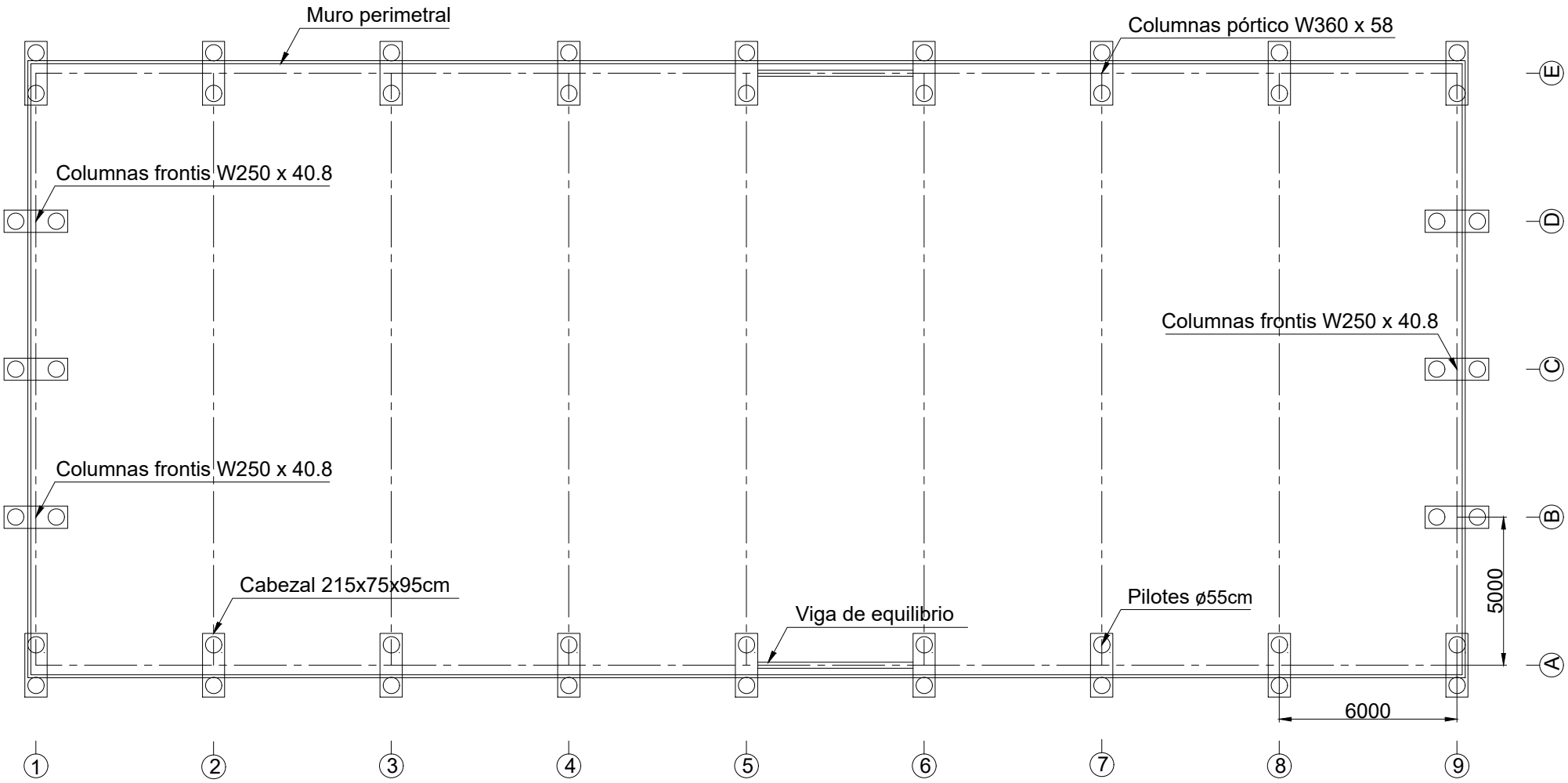


PLACA BASE
ESCALA 1:10



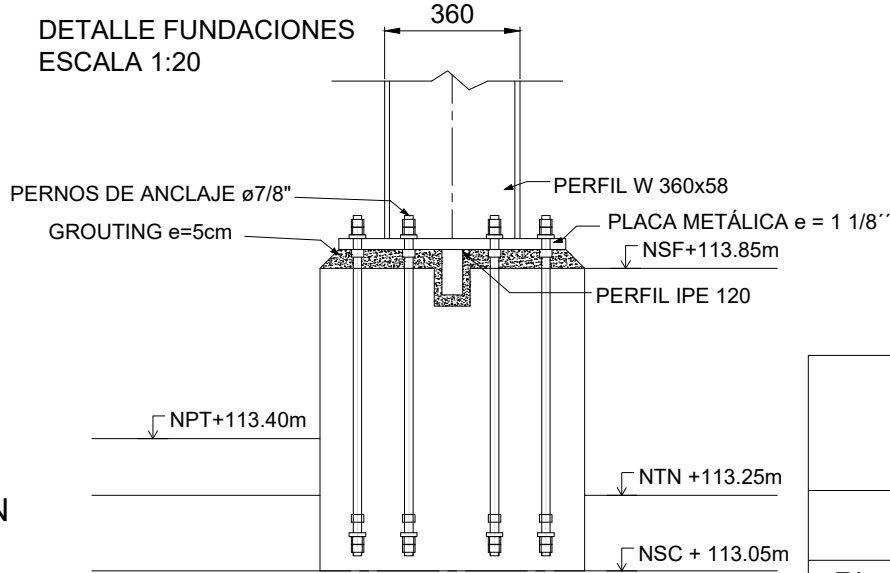
NOTAS:

- Medidas en milímetros
- Las cotas están referenciadas al cero del IGN
- Acero perfiles W F36
- Perfiles conformados (Correas)
- Chapa trapezoidal T 101



PLANO DE FUNDACIONES
ESCALA 1:200

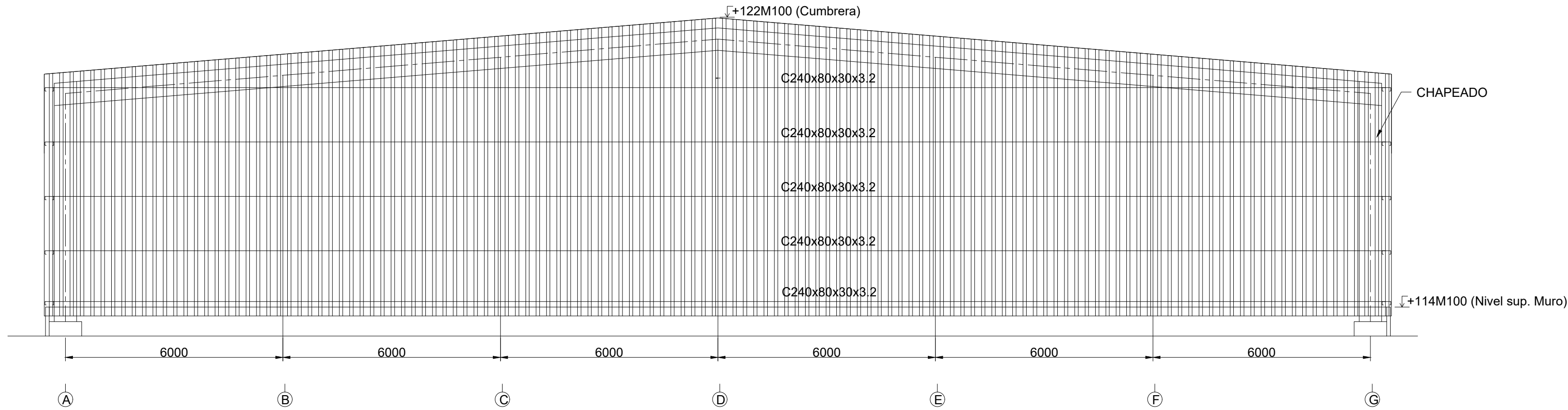
DETALLE FUNDACIONES
ESCALA 1:20



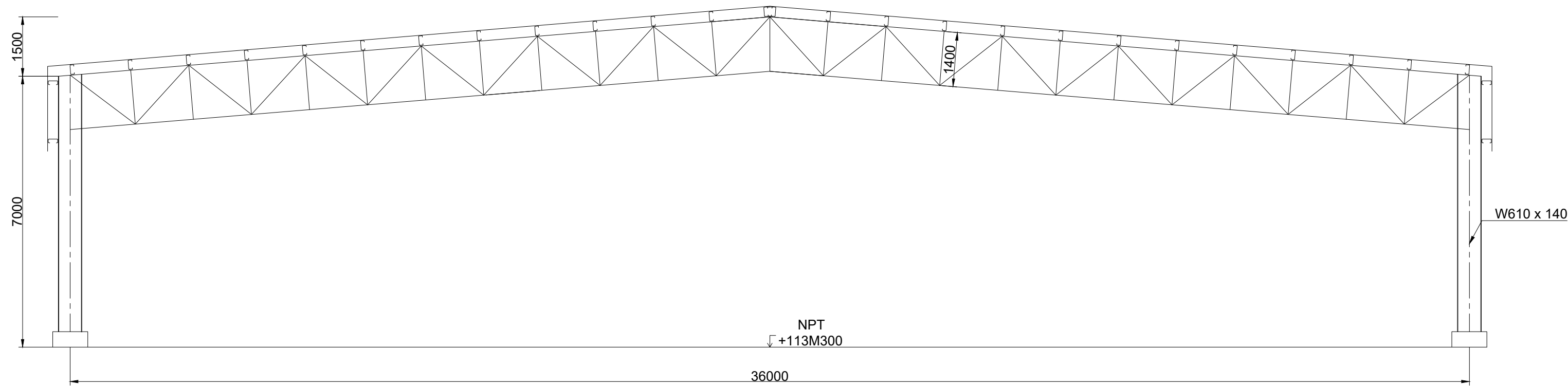
REFERENCIAS:

(A)	Eje de columnas de frontis	NTN	Nivel de terreno natural
(01)	Eje de columnas de pórtico principal	NSC	Nivel superior de cabezal
NSF	Nivel superior de fuste	NSP	Nivel superior de pilote
NPT	Nivel de piso terminado	NIP	Nivel inferior de pilote

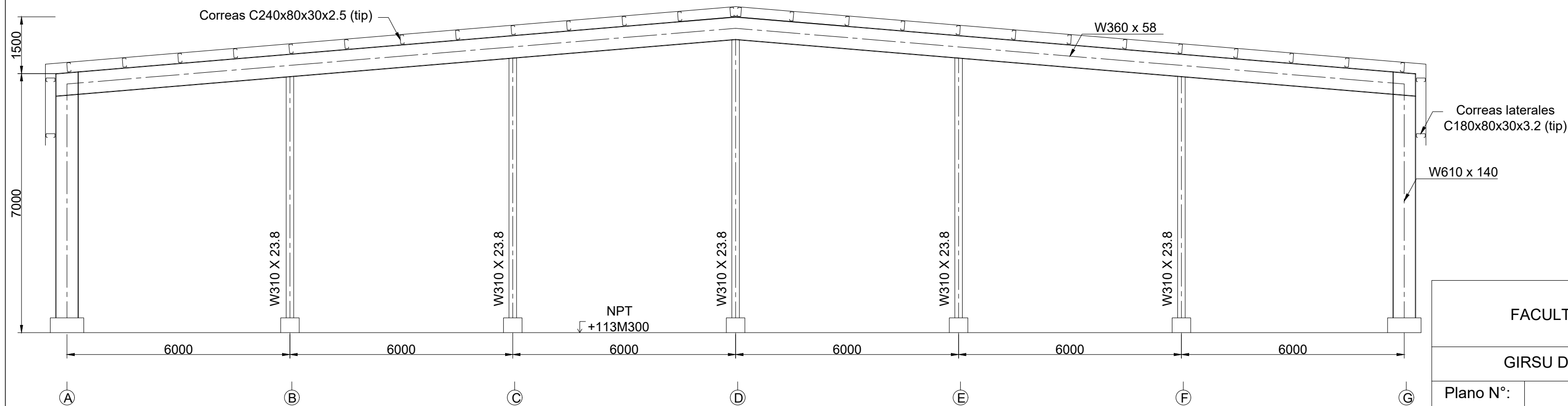
PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°:	DETALLES PLANTA DE RECICLAJE		
03c	Fecha 23/01/2025	Escala VARIAS	



VISTA FRONTIS



PÓRTICO TÍPICO



CORTE FRONTIS

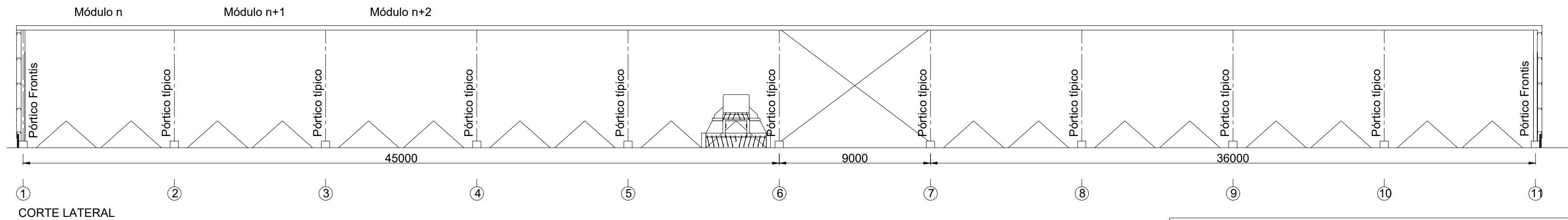
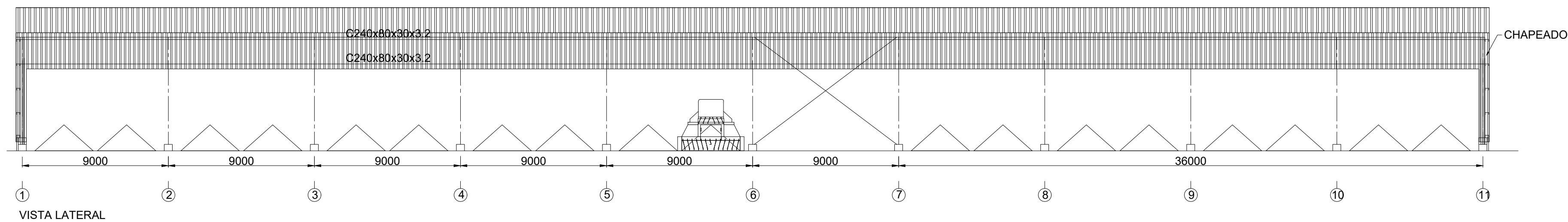
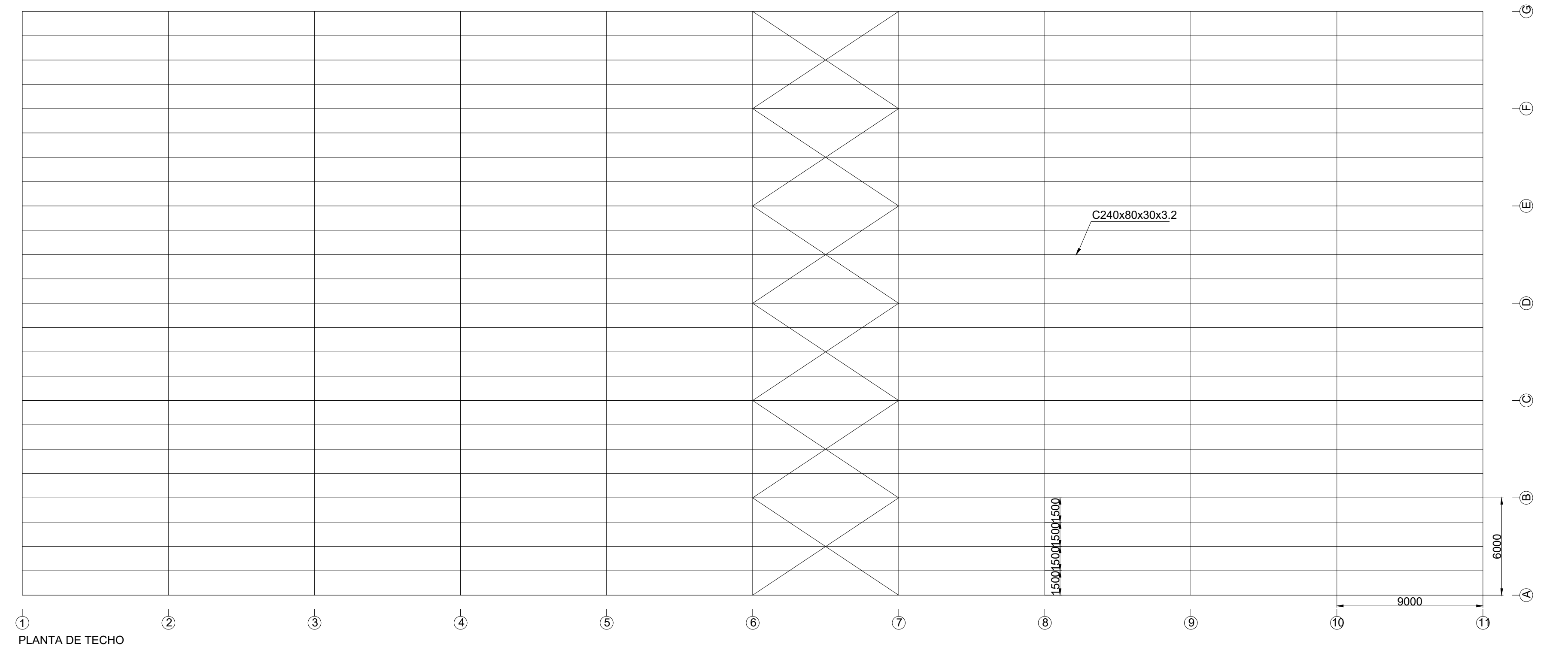
REFERENCIAS:

- (A) Eje de columnas de frontis

NOTAS:

- Medidas en milímetros
- Las cotas están referenciadas al cero del IGN
- Acero perfiles W F36
- Perfiles conformados (Correas)
- Chapa trapezoidal T 101

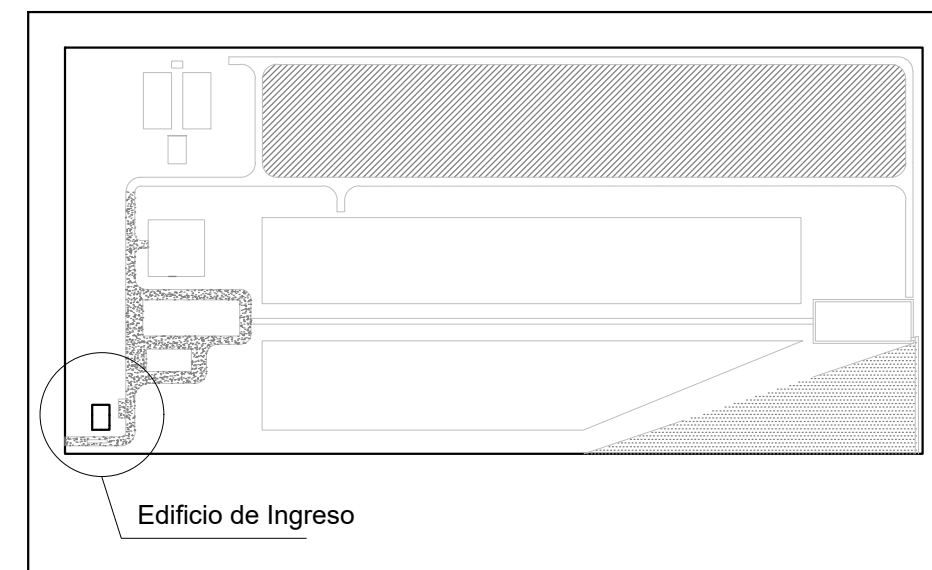
PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES:
Plano N°:	PLANTA DE COMPOSTAJE		CARLACHIANI, Angelo
03d	Fecha	Escala	GALAZZO, Agustín
	23/01/2025	1:100	MARIÑO, Tomás
		REV 02	ORDOÑEZ, Rafael



REFERENCIAS:	
A	Eje de columnas de frontis
01	Eje de columnas de pórtico principal

- NOTAS:
- Medidas en milímetros
 - Las cotas están referenciadas al cero del IGN
 - Acero perfiles W F36
 - Perfiles conformados (Correas)
 - Chapa trapezoidal T 101

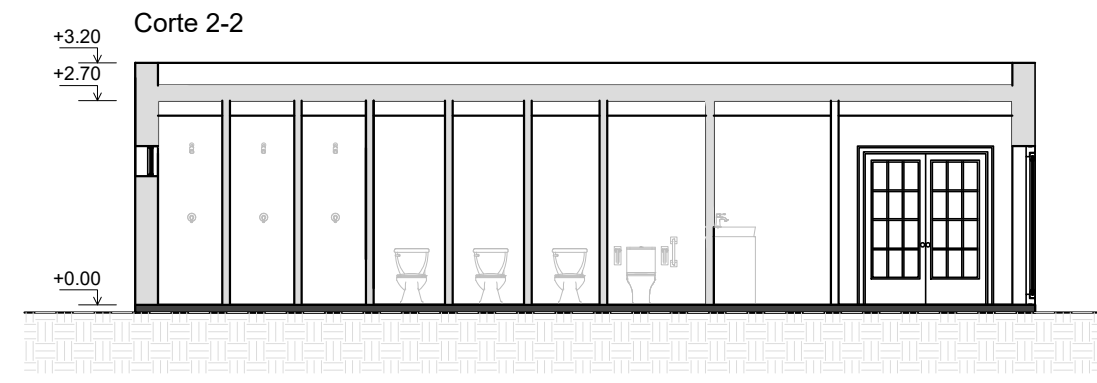
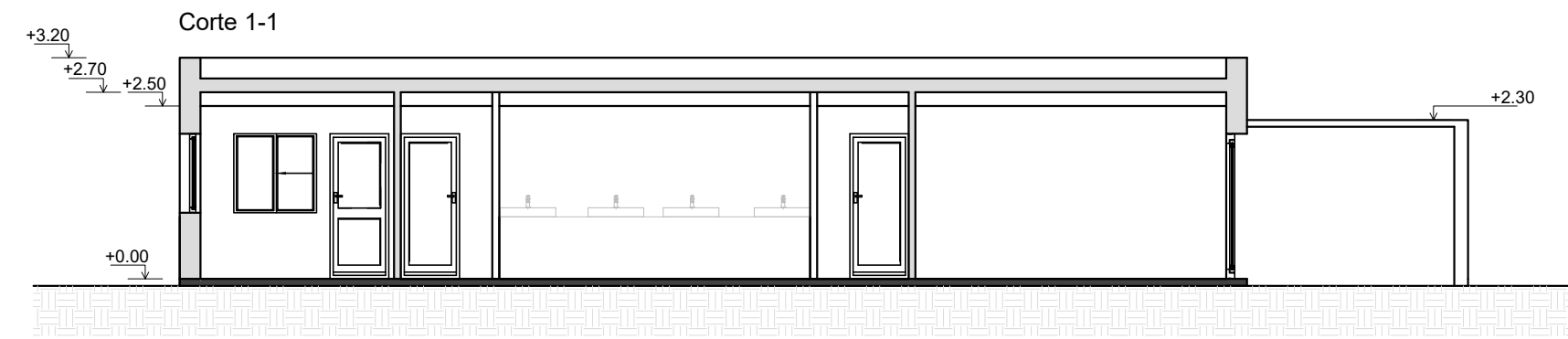
PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES:
Plano N°:	PLANTA DE COMPOSTAJE		CARLACHIANI, Angelo
03e	Fecha	Escala	GALAZZO, Agustín
	23/01/2025	1:200	MARIÑO, Tomás
		REV 02	ORDOÑEZ, Rafael



ESQUEMA DE UBICACIÓN DENTRO DEL PREDIO

NOTAS:
Corte 1-1: Ver plano 04-b "Edificio de Ingreso Cortes"
Corte 2-2: Ver plano 04-b "Edificio de Ingreso Cortes"

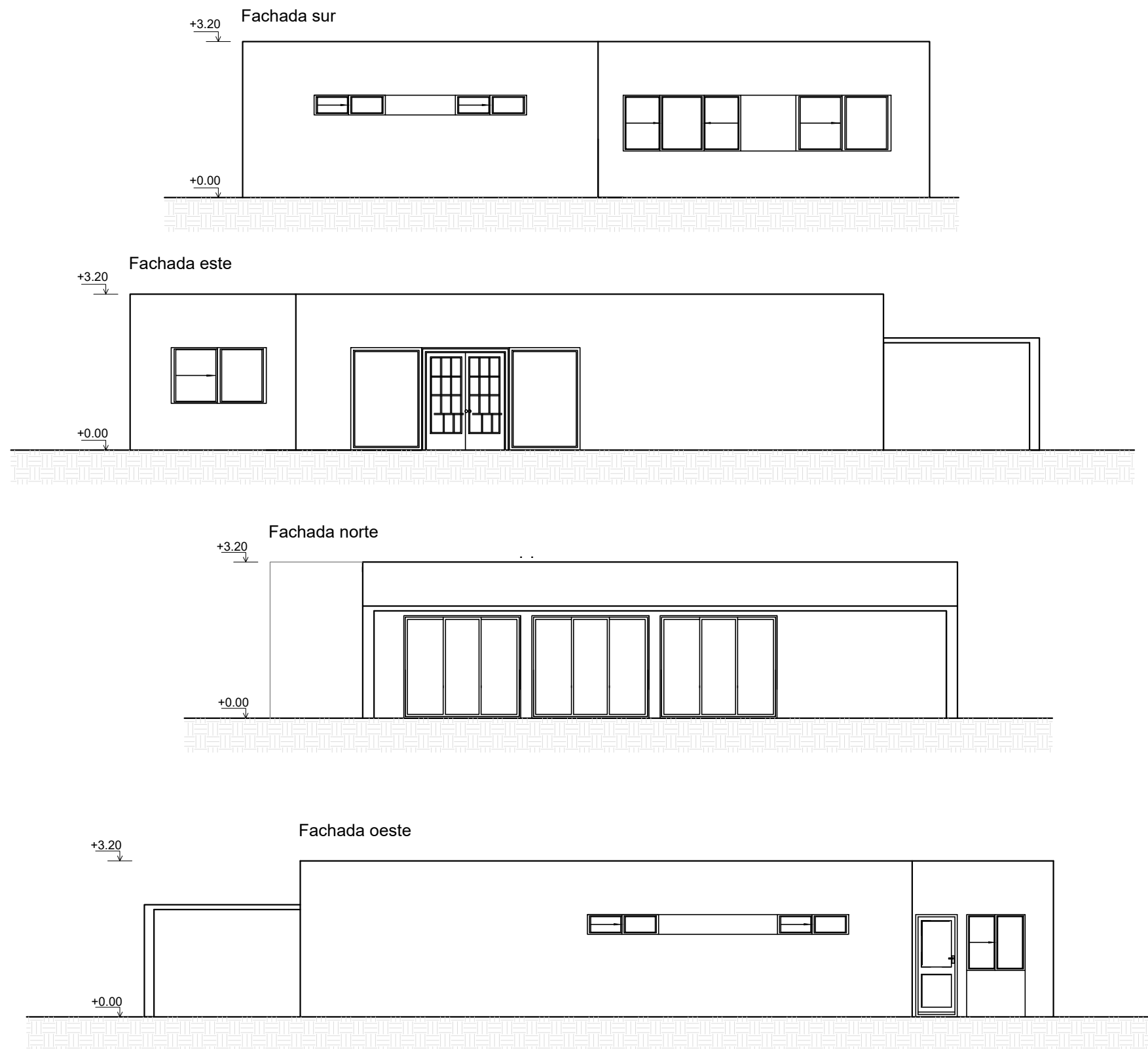
PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO				INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°: 04-a	EDIFICIO DE INGRESO - PLANTA			
	Fecha 22/1/2025	Escala 1:100	REV 02	



NOTAS:
Las cotas están referidas al cero local.

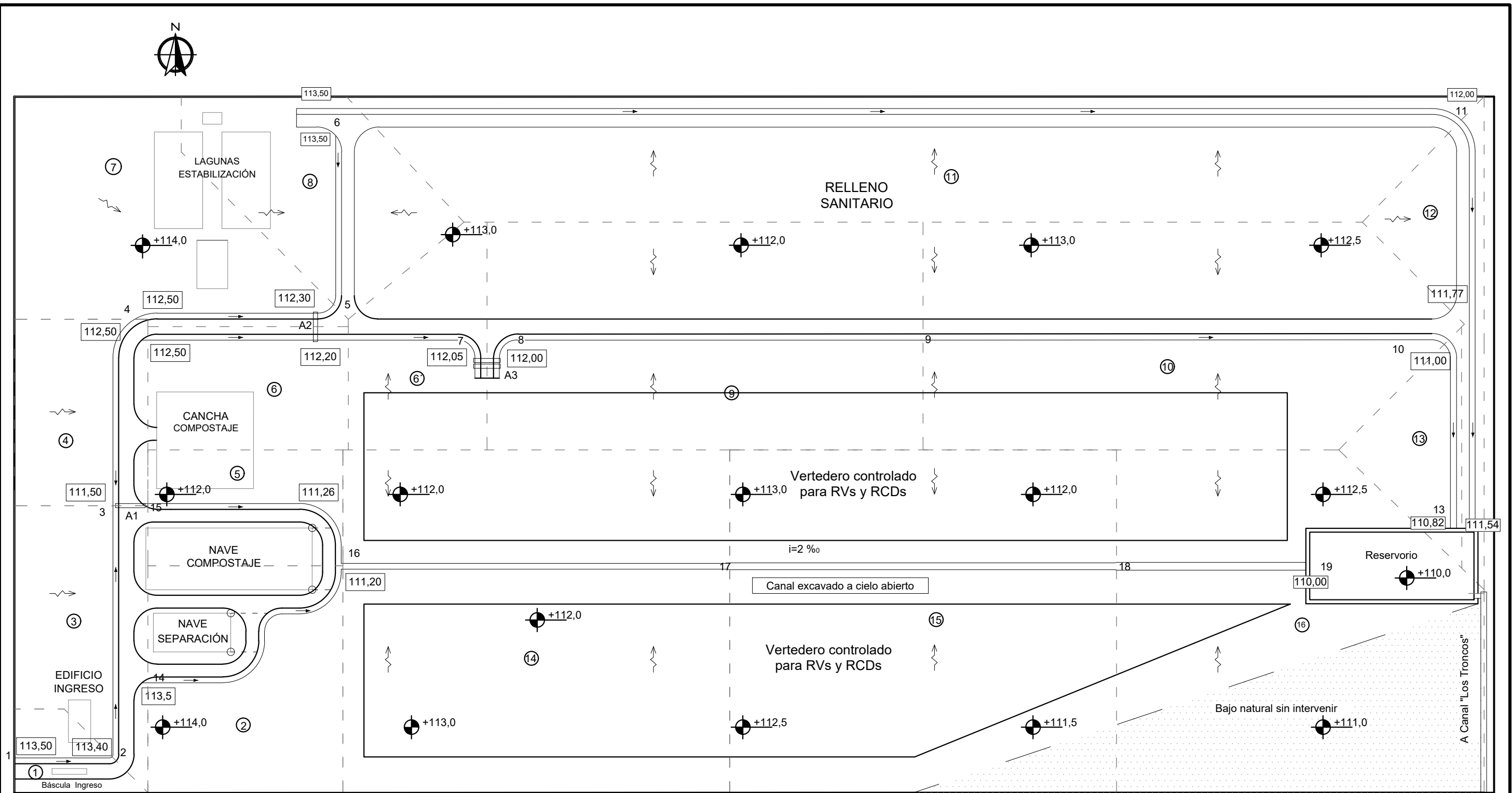
MATERIALIDAD:
Mamposterías de ladrillo cerámico de espesores variables.
Losa de techo de viguetas prefabricadas.
Terminación interior revoque fino.
Terminación exterior revestimiento acrílico texturado de color.
Cieloraso suspendido de PVC.
Pisos interiores cerámicos.
Veredas exteriores de hormigón peinado.

PROYECTO IV				
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO				INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°:	EDIFICIO DE INGRESO - CORTES			
04-b	Fecha 22/01/2025	Escala 1:100	REV 02	



NOTAS:
Las cotas están referidas al cero local.

PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°:	EDIFICIO DE INGRESO - FACHADAS		
04-c	Fecha 23/01/2025	Escala 1:100	

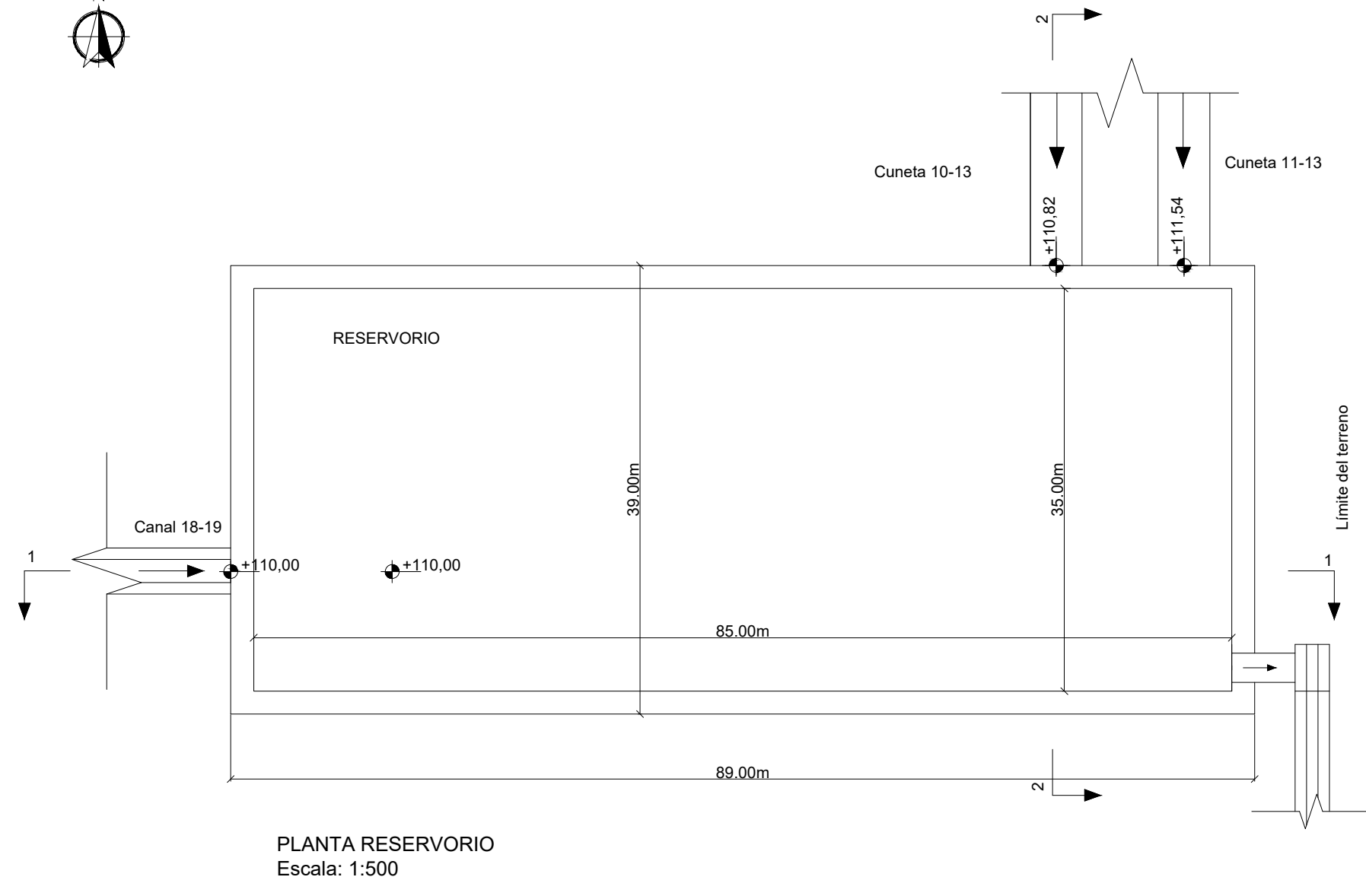


REFERENCIAS:

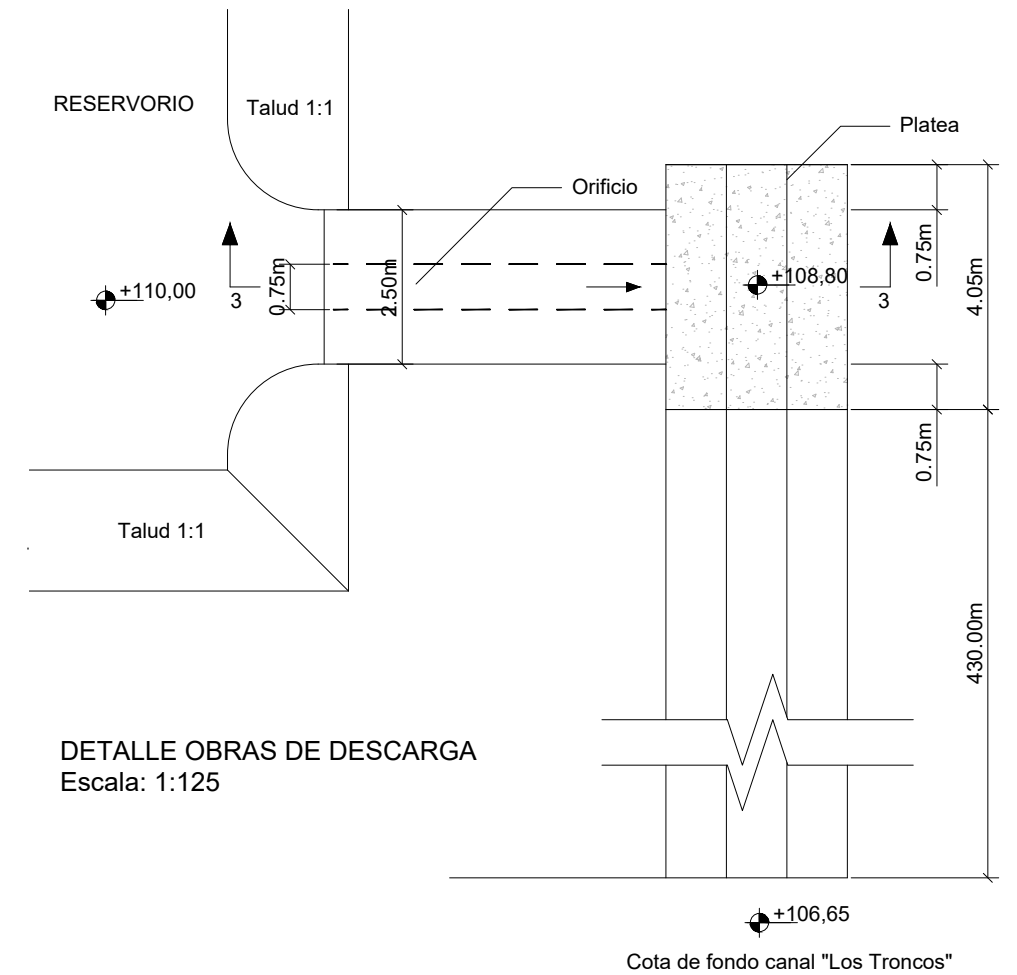
- 114,0 Cota de fondo cuneta (referida al 0,00 del IGN)
- +114,0 Cota Terreno Natural (referida al 0,00 del IGN)
- ↑ Esguerrimiento encauzado
- ~ Esguerrimiento superficial
- ⊖ Desagües pluviales
- 15 Puntos de inicio y fin de cunetas
- 14 Areas de aportes
- Límites de areas de aporte

COTA DE FONDO CANAL
+106,65

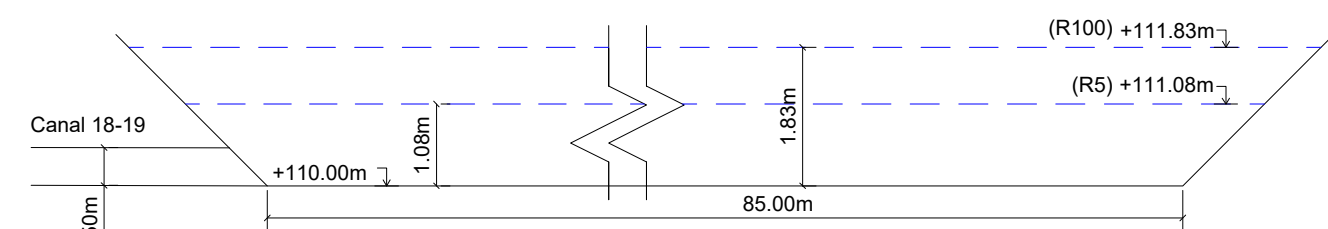
PROYECTO IV				
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO				INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°: 05a	PLANO DE SUBCUENCAS			
	Fecha 23/01/2025	Escala 1:2000	REV 02	



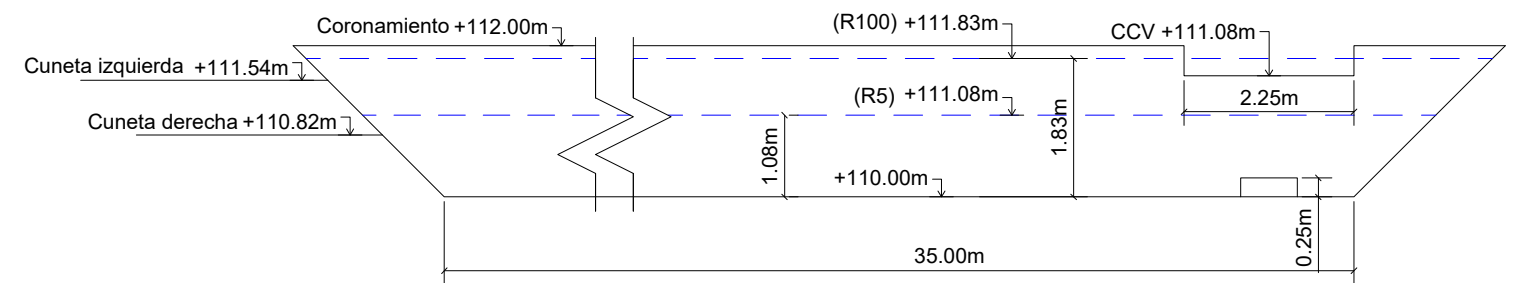
PLANTA RESERVORIO
Escala: 1:500



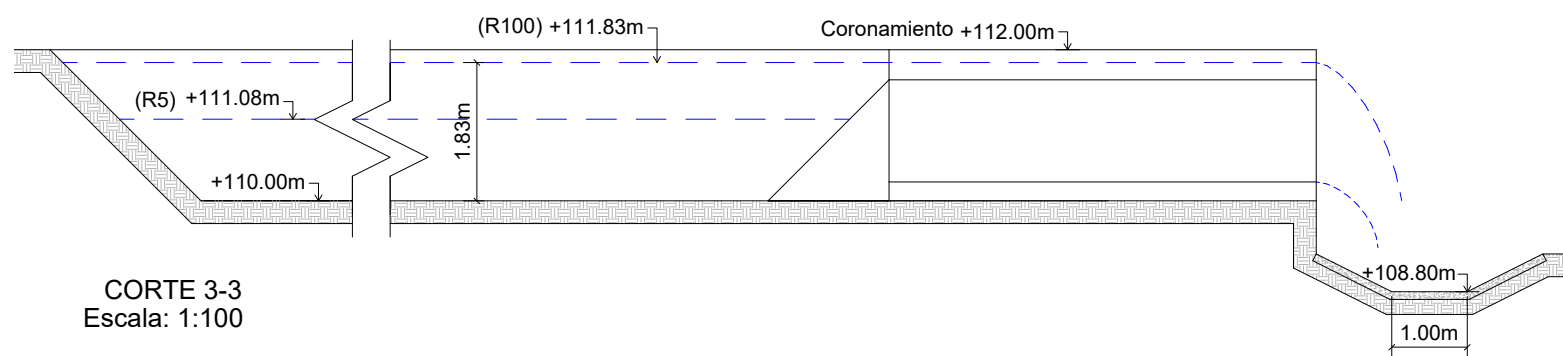
DETALLE OBRAS DE DESCARGA
Escala: 1:125



CORTE 1-1
Escala: 1:100



CORTE 2-2
Escala: 1:100

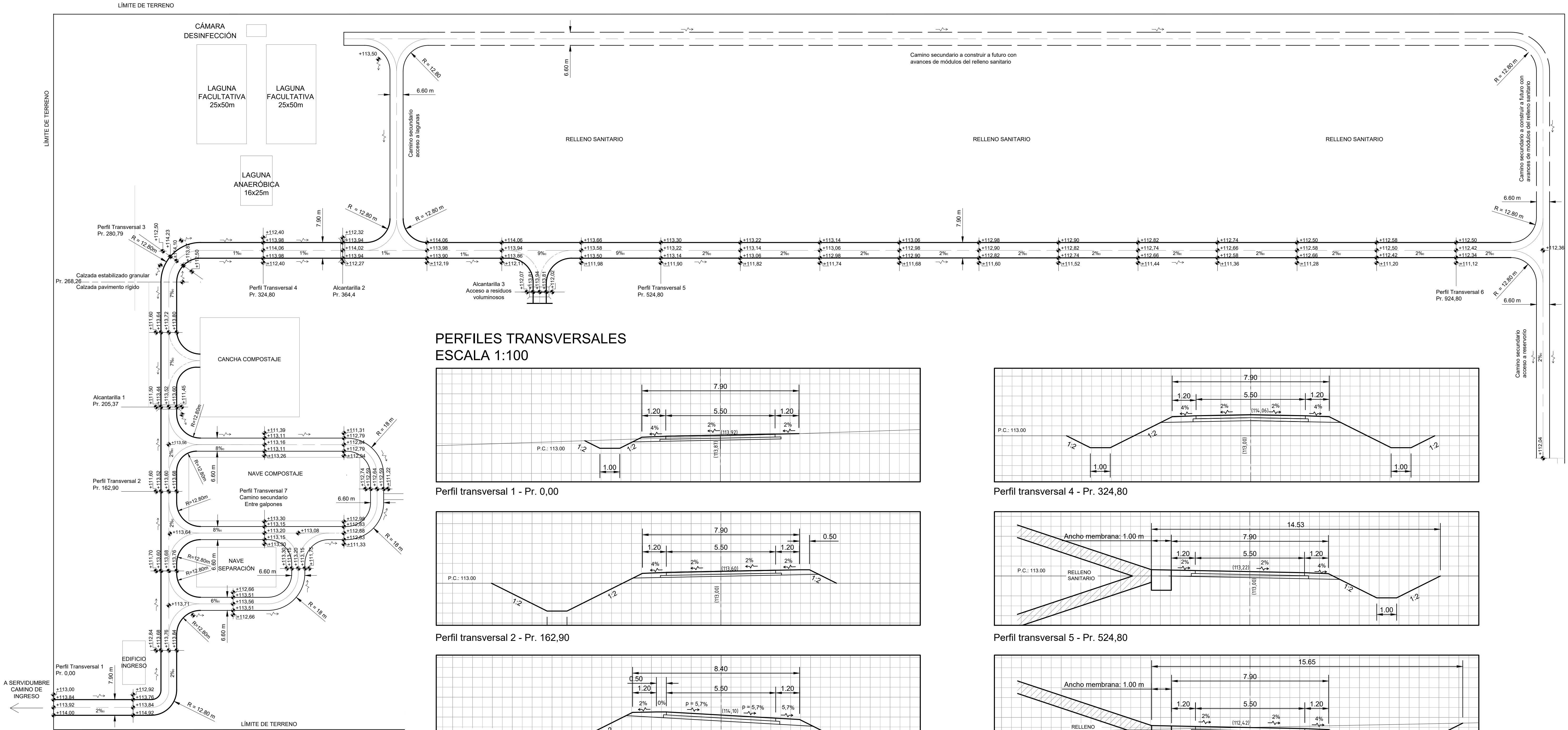
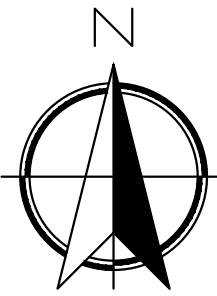


CORTE 3-3
Escala: 1:100

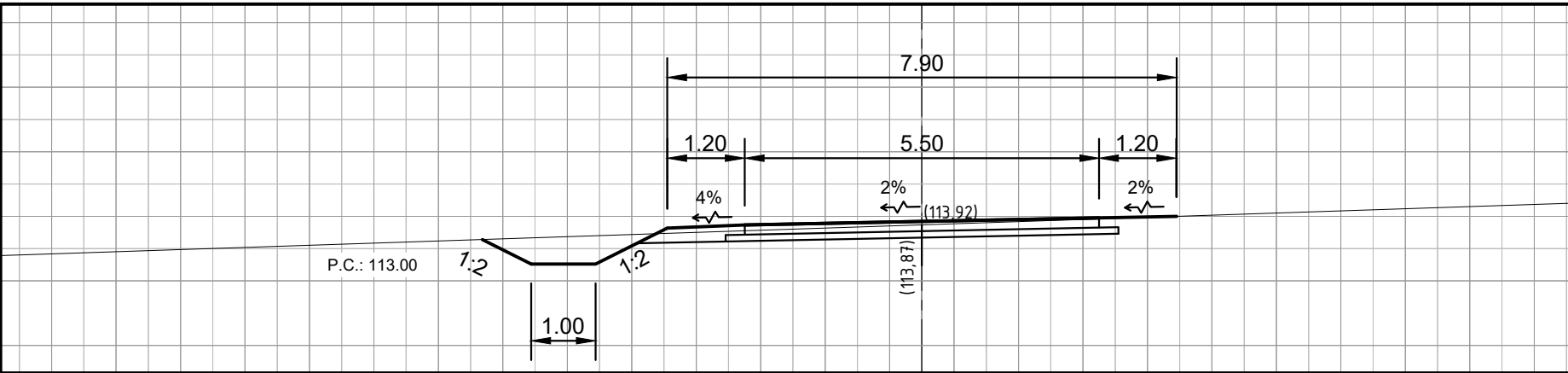
NOTAS:
Medidas en metros

PROYECTO IV				
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO				INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°:	RESERVORIO Y OBRAS DE DESCARGA			
05b	Fecha	Escala	REV 02	
	23/01/2025	indicadas		

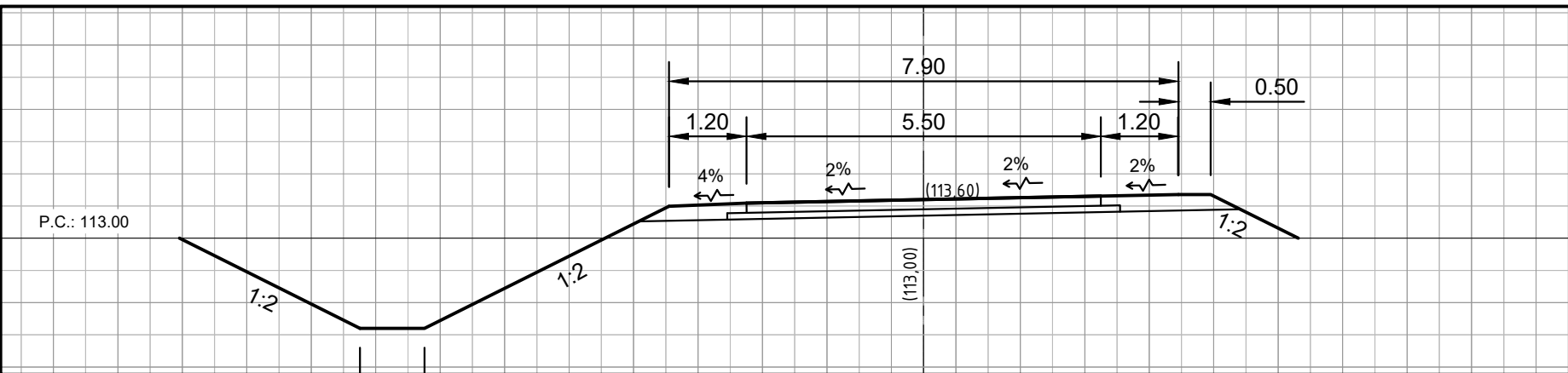
COTAS SEGÚN CALZADAS ACOTADAS
ESCALA 1:1000



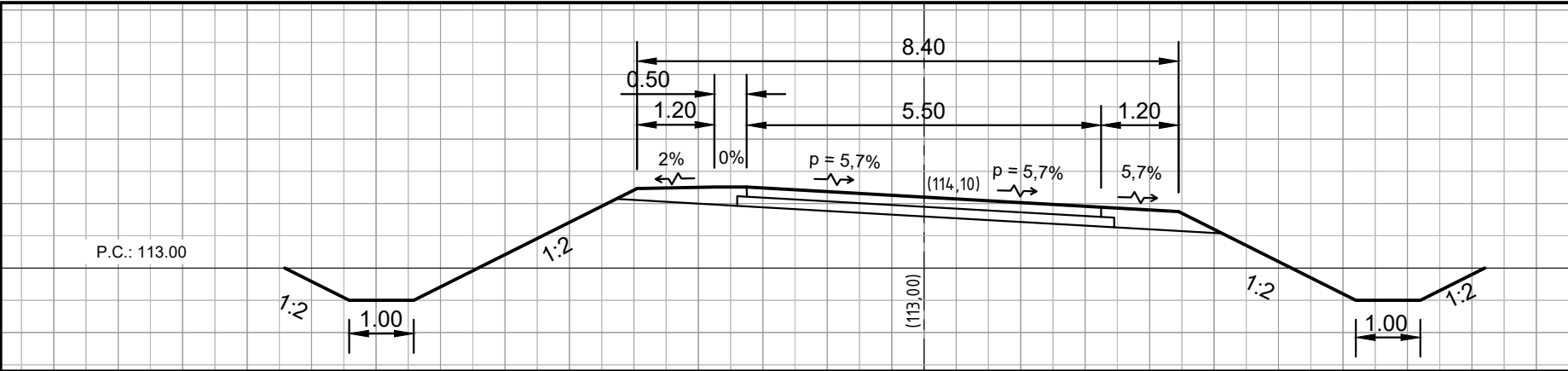
PERFILES TRANSVERSALES
ESCALA 1:100



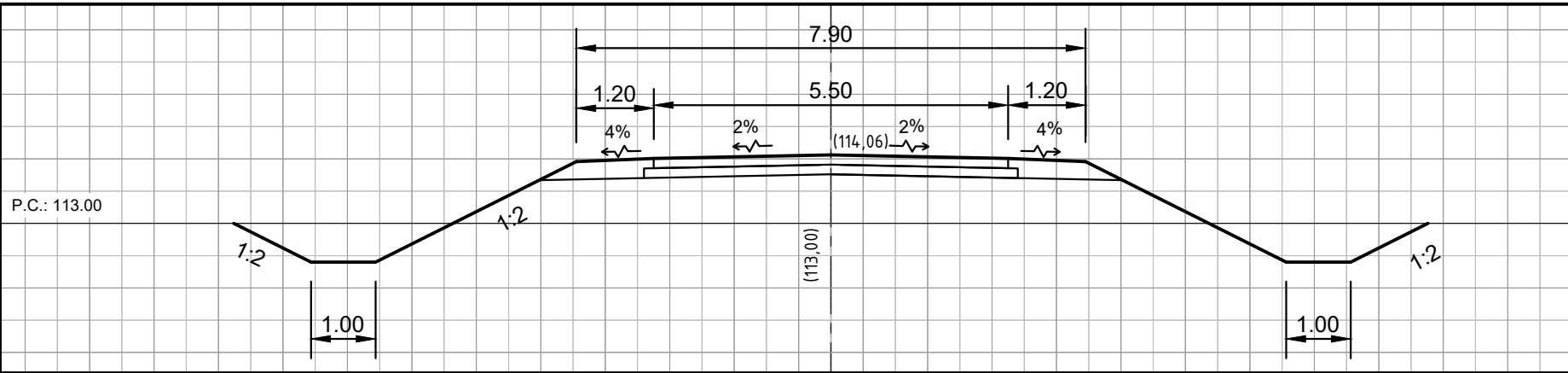
Perfil transversal 1 - Pr. 0,00



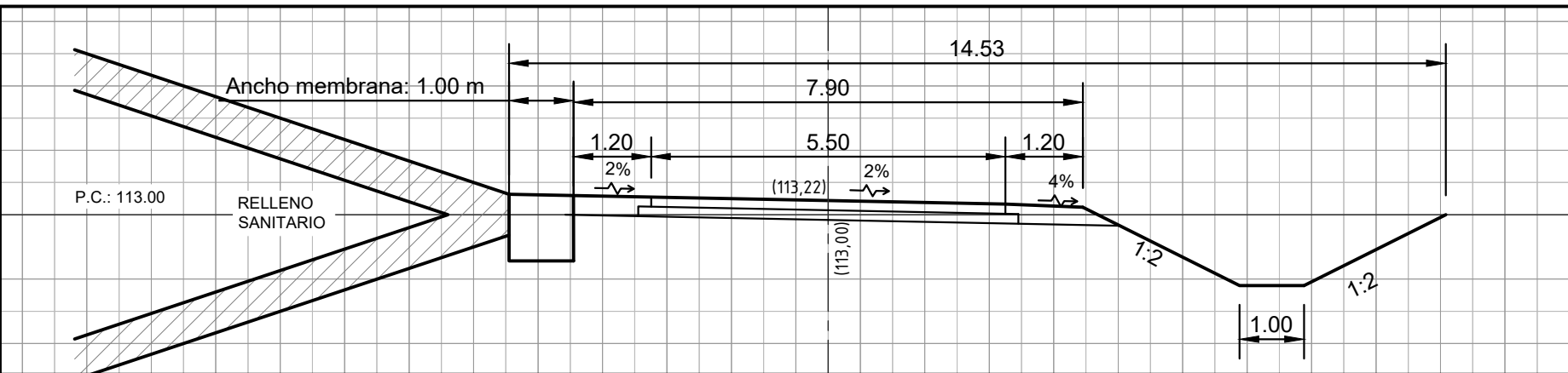
Perfil transversal 2 - Pr. 162,90



Perfil transversal 3 - Pr. 280,79



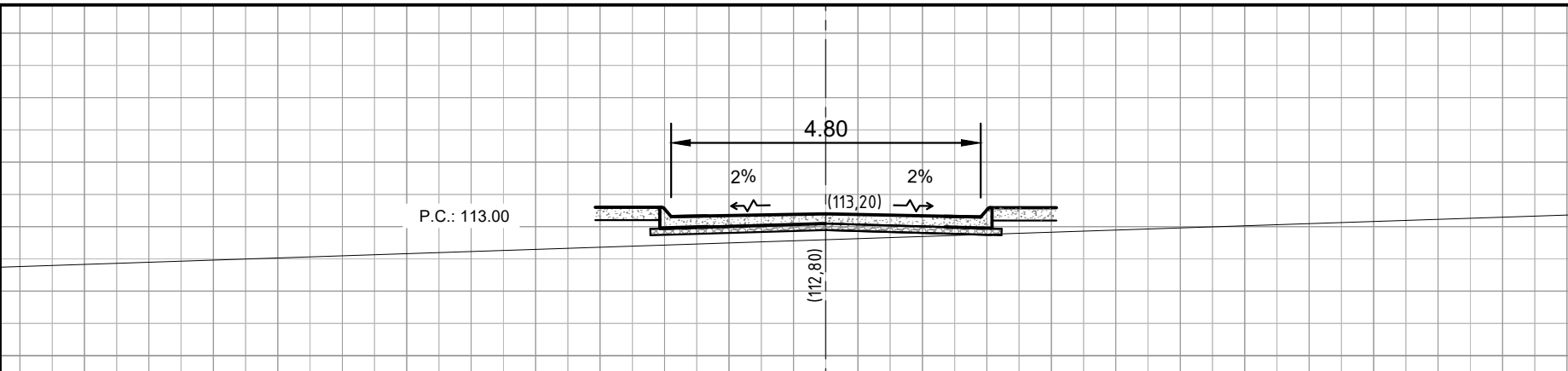
Perfil transversal 4 - Pr. 324,80



Perfil transversal 5 - Pr. 524,80

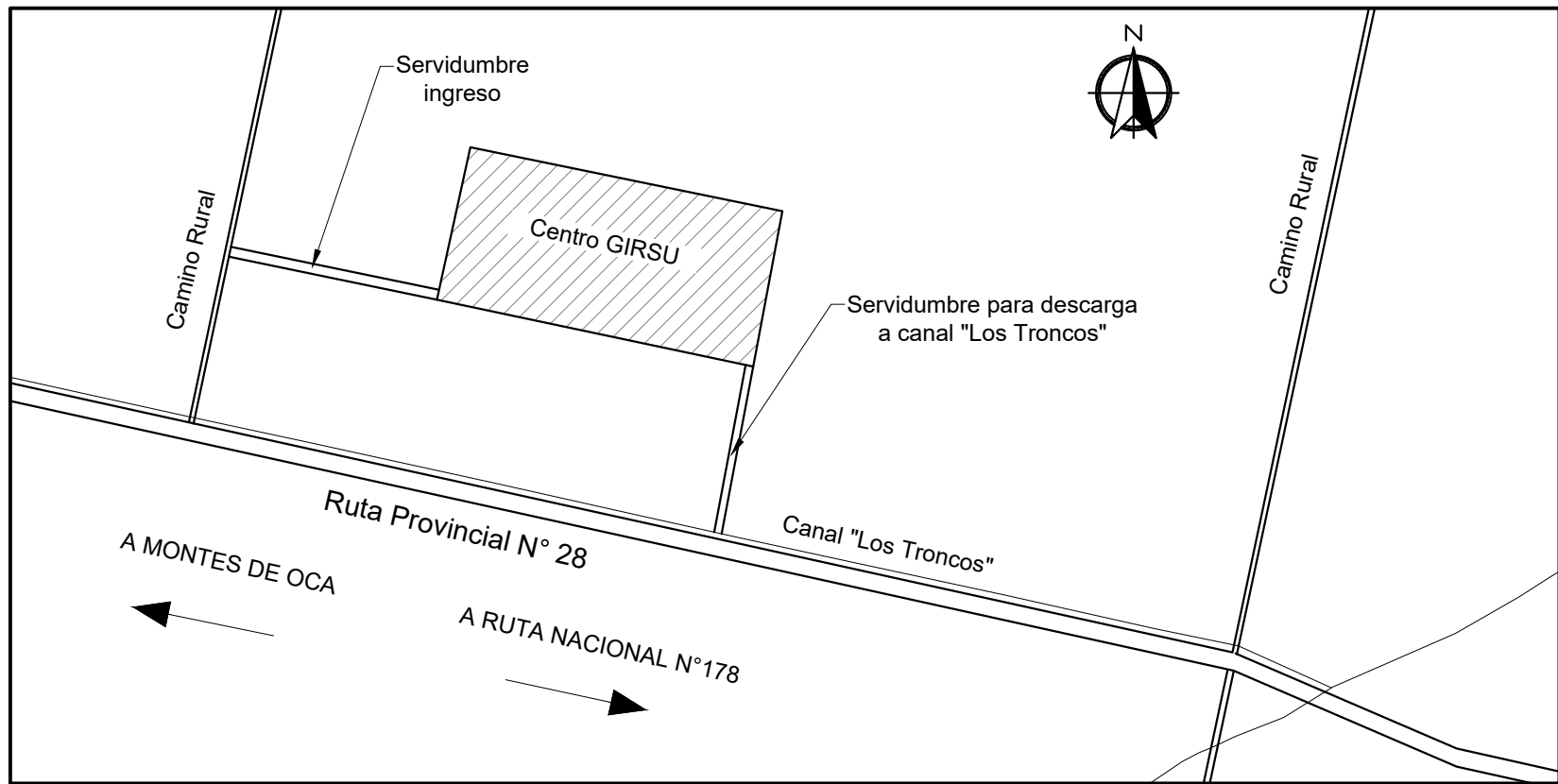


Perfil transversal 6 - Pr. 924,80



Perfil transversal 7 - Camino secundario entre galpones

CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PREDIO

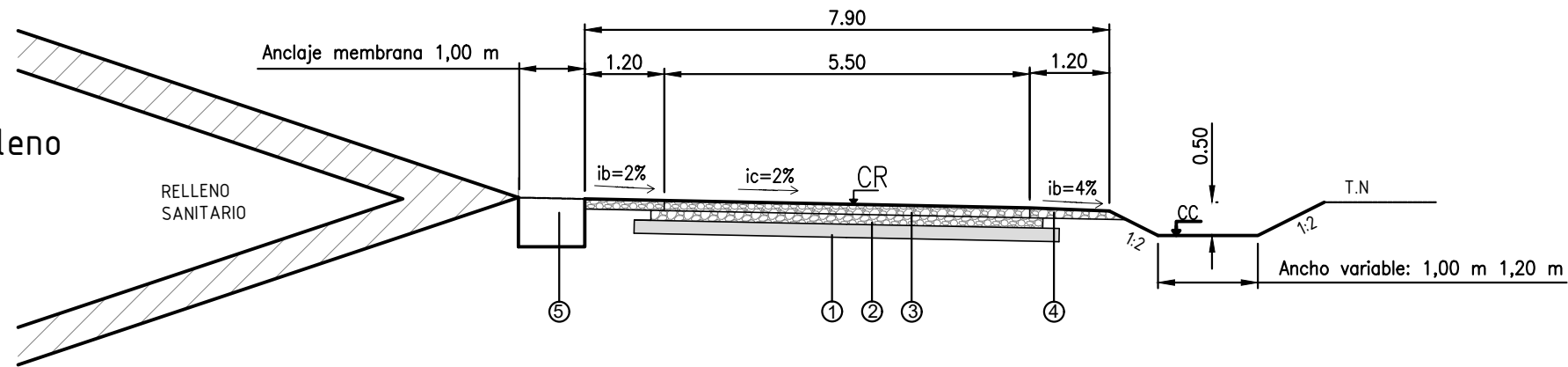


REFERENCIAS:

- Camino Principales
- Camino Secundarios
- +113,76 Cotas de calzada
- 2‰ Pendiente de rasante
- Escurrimiento por cunetas
- Inicio de cuneta
- Alcantarilla
- R Radio de giro

PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES:
Plano N°:			CALZADAS ACOTADAS Y PERFILES TRANSVERSALES
06			GALAZZO, Agustín
Fecha			MARIÑO, Tomás
23/01/2025			ORDOÑEZ, Rafael
Escala			REV 02
Indicadas			

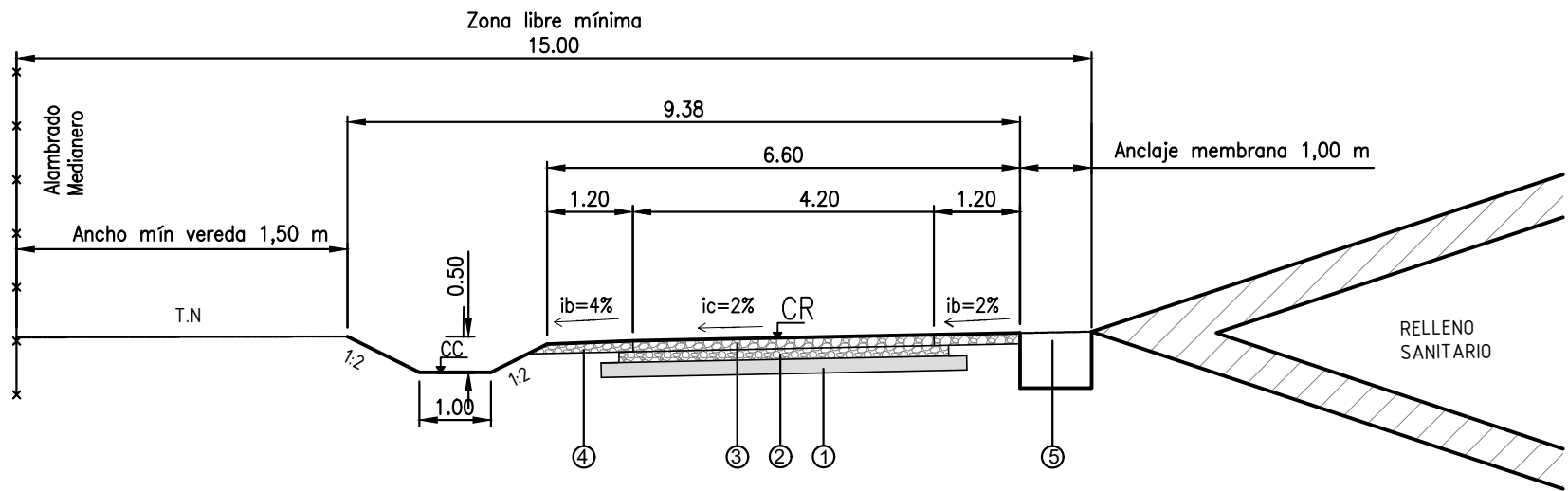
Camino principal por relleno



PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① Subrasante suelo del lugar compactada. e=20 cm
- ② Subbase estabilizado granular. e=15 cm.
- ③ Base/Capa de rodamiento de estabilizado granular. e=15cm.
- ④ Banquina de estabilizado granular cementado. e=15 cm.
- ⑤ Relleno anclaje membrana suelo del lugar

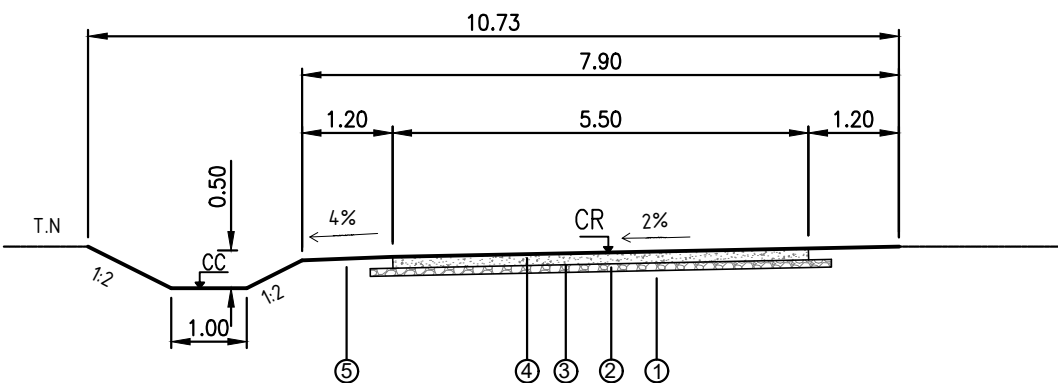
Camino secundario por relleno



PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① Subrasante suelo del lugar compactada. e=20 cm
- ② Subbase estabilizado granular. e=15 cm.
- ③ Base/Capa de rodamiento de estabilizado granular. e=15cm.
- ④ Banquina de estabilizado granular cementado. e=15 cm.
- ⑤ Relleno anclaje membrana suelo del lugar

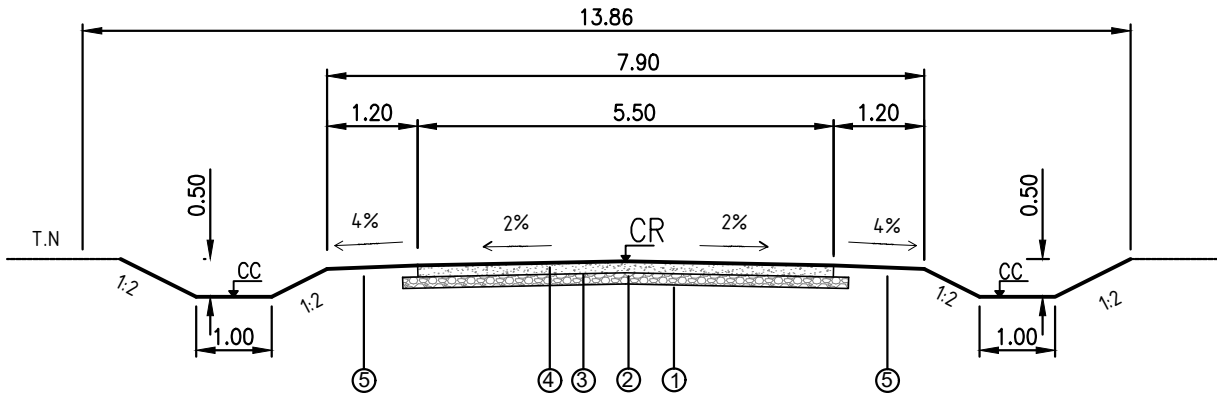
Camino principal por instalaciones



PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① Subrasante suelo del lugar compactada en 20cm
- ② Base de estabilizado granular e=10cm
- ③ Membrana antiadherente film de polietileno de 250 micrones
- ④ Losa de hormigón tipo H-30 e=15cm.
- ⑤ Banquina de estabilizado granular. e=15 cm.

Camino principal con dos cunetas

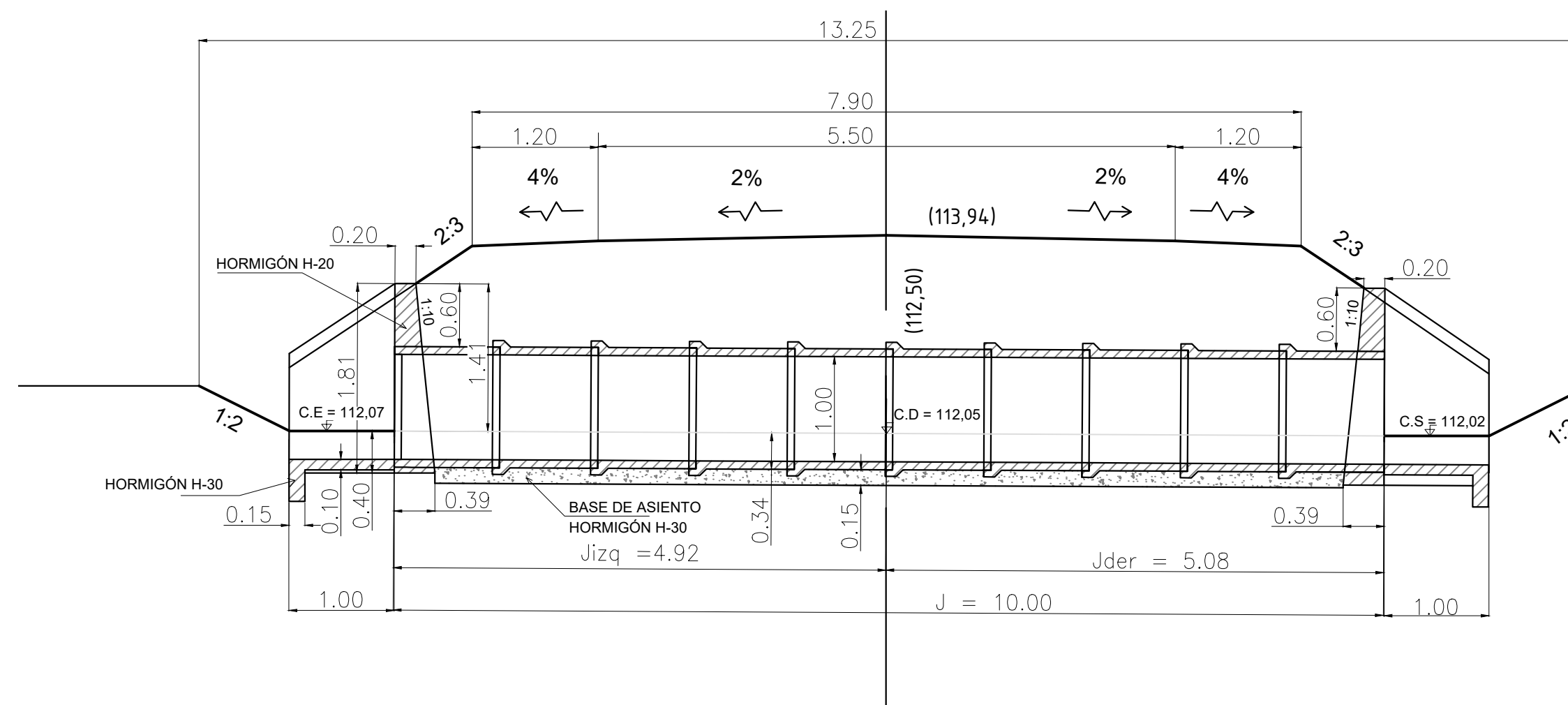
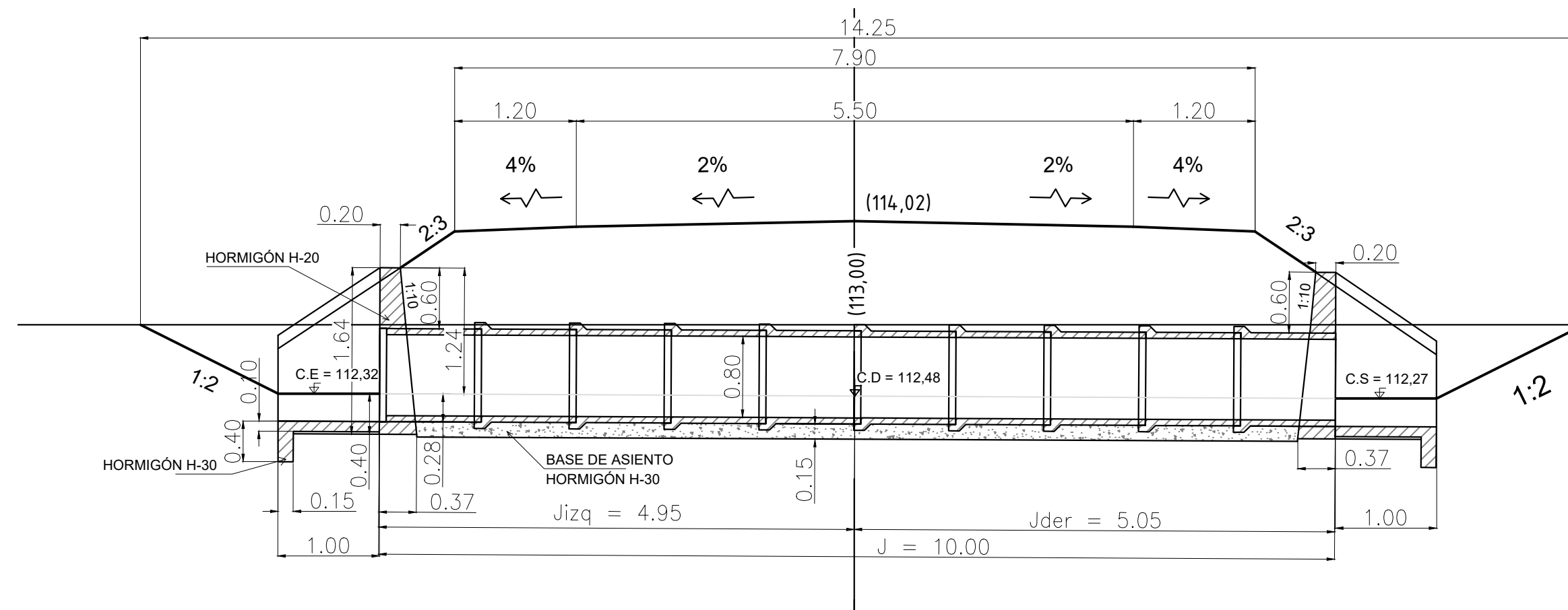
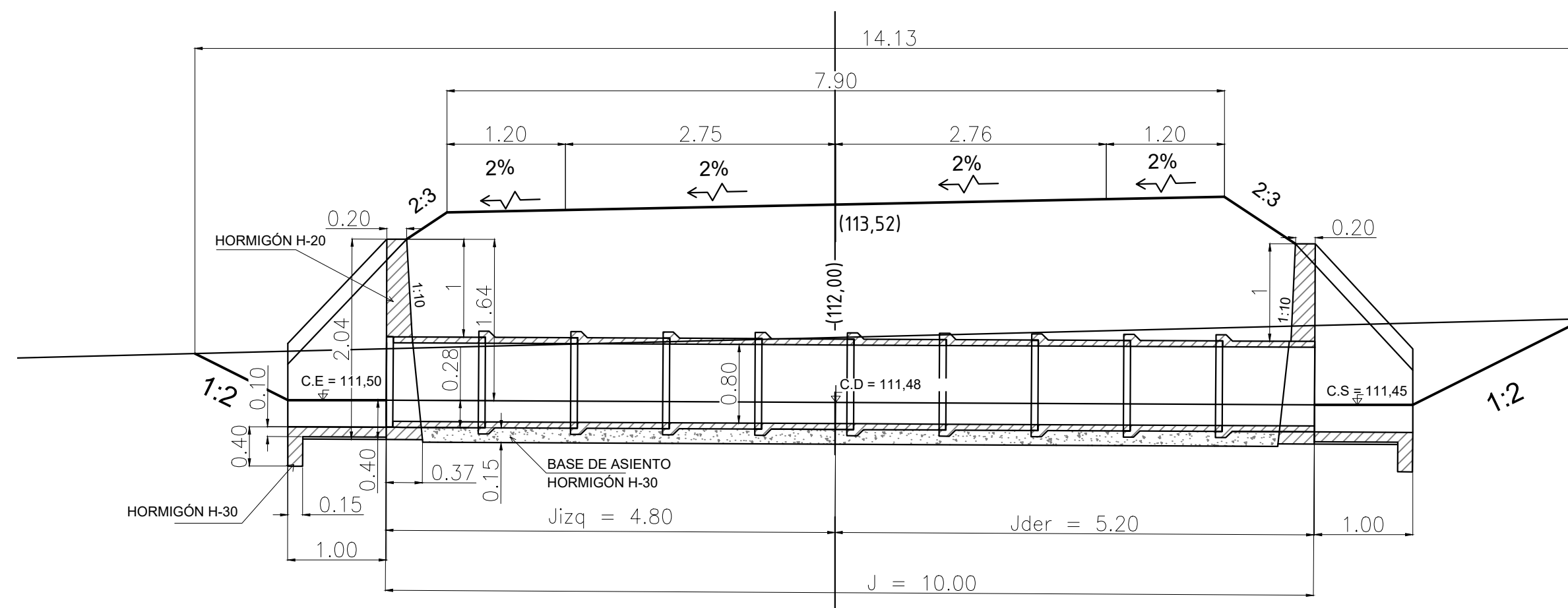


PAQUETE ESTRUCTURAL

- ① Subrasante suelo del lugar compactada en 20cm
- ② Base de estabilizado granular e=10cm
- ③ Membrana antiadherente film de polietileno de 250 micrones
- ④ Losa de hormigón tipo H-30 e=15cm.
- ⑤ Banquina de estabilizado granular. e=15 cm.

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

PROYECTO IV			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDOÑEZ, Rafael
Plano N°:	PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTOS		
06-b	Fecha	Escala	
	23/01/2024	1:100	
		REV 02	



NOTAS:
Medidas en metros

REFERENCIAS:
C.D. : Cota de desagüe
C.E. : Cota de entrada
C.S. : Cota de salida
J: Longitud alcantarilla

PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
GIRSU DEPARTAMENTO BELGRANO			INTEGRANTES: CARLACHIANI, Angelo GALAZZO, Agustín MARIÑO, Tomás ORDÓÑEZ, Rafael
Plano N°: 06-c	ALCANTARILLAS		
Fecha 27/01/2025	Escala 1:50	REV 02	

14. ANEXOS

ANEXO 01 - LEY PROVINCIAL 13.055/2009

ANEXO 02 - ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 03 - PLANIMETRÍA RP N°28 Y PLANO DE MENSURA

ANEXO 04 - ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

ANEXO 05 - LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS

ANEXO 06 - DISEÑO VIAL

ANEXO 07 - ESTRUCTURA METÁLICA

ANEXO 08 - CÁLCULO HIDRÁULICO

ANEXO 09 - PLANOS TIPO

ANEXOS

ANEXO 01 - LEY PROVINCIAL
N° 13.055/2009

LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA SANCIONA CON FUERZA DE
L E Y :

Capítulo I
Definiciones, Metas y Objetivos

ARTÍCULO 1º.- La Provincia reconoce la importancia de adoptar el concepto de "Basura Cero" como principio fundamental para la gestión de los residuos sólidos urbanos en su territorio.

ARTÍCULO 2º.- Se establece como "Basura Cero", el principio de reducción progresiva de la disposición final de los residuos sólidos urbanos, con plazos y metas concretas, por medio de la adopción de un conjunto de medidas orientadas a la reducción en la generación de residuos, la separación selectiva, la recuperación y el reciclado.

ARTÍCULO 3º.- Se establecerá en la reglamentación un cronograma de reducción progresiva de la cantidad de residuos depositados en rellenos sanitarios, tomando como base el total de los residuos dispuestos en el año 2008.

La prohibición de la disposición final en relleno sanitario de materiales tanto reciclables como aprovechables debe cumplirse para el año 2030.

La reducción de un quince (15 %) del peso de los residuos sólidos urbanos dispuestos en rellenos sanitarios sentando como base el total de los residuos dispuestos en el año 2008 es la meta mínima para el año 2016. Asimismo, deberá reducirse en un doce (12%) en forma bianual a partir del año 2018.

ARTÍCULO 4º.- Se denominan Residuos Sólidos Urbanos (RSU) a aquellos elementos, objetos o sustancias que, como subproducto de los procesos de consumo domiciliario y del desarrollo de las actividades humanas, son desechados, con un contenido líquido insuficiente como para fluir libremente cuyo destino natural debería ser su adecuada disposición final, salvo que pudiera ser utilizado como insumo para otro proceso.

ARTÍCULO 5º.- Se denomina Gestión Integral de RSU al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un

proceso de acciones para el manejo de residuos sólidos urbanos, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. La gestión integral de residuos sólidos urbanos comprende las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final.

ARTÍCULO 6º.- La aplicación e interpretación de la presente ley deberá basarse en los siguientes principios:

- a) Sustentabilidad y Equidad intergeneracional: los responsables de la gestión de RSU deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.
- b) Principio de congruencia: Las Municipalidades y Comunas adecuarán a los principios y normas fijadas en la presente ley su normativa referida a RSU.
- c) Principio de regionalización: Se priorizará la posibilidad de obtener soluciones regionales a partir del tratamiento y la gestión mancomunada de los RSU en las distintas jurisdicciones implicadas.

ARTÍCULO 7º.- Son objetivos generales de la presente ley:

- a) dar prioridad a las actuaciones tendientes a prevenir y reducir la cantidad de residuos generados y su peligrosidad.
- b) disminuir los riesgos para la salud pública y el ambiente mediante la utilización de metodologías y tecnologías de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.
- c) incluir en el proceso a los recuperadores urbanos, favoreciendo la seguridad y eficacia de las actividades de gestión de los residuos.
- d) asegurar la información a los ciudadanos sobre la acción pública en materia de gestión de los residuos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas.

Son objetivos específicos de la presente ley:

- a) promover la reducción del volumen y la cantidad total de residuos sólidos urbanos que se producen.
- b) promover una toma de conciencia por parte de la población, respecto de los problemas ambientales y de higiene urbana que los residuos sólidos generan, y sus posibles soluciones, como así también el desarrollo de programas de educación ambiental formal, no formal e informal.
- c) promover el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.
- d) disminuir los efectos negativos que los residuos sólidos urbanos puedan producir al ambiente, mediante la incorporación de nuevos procesos y

tecnologías limpias.

- e) promover la articulación con emprendimientos similares en ejecución o a ejecutarse en otras jurisdicciones.
- f) promover la participación de micro emprendedores en forma individual o asociada, cooperativas y empresas pequeñas y medianas y organizaciones no gubernamentales en los distintos aspectos de la gestión de los residuos sólidos urbanos.
- g) proteger y racionalizar el uso de los recursos naturales a largo y mediano plazo.
- h) incentivar e intervenir para propender a la modificación de las actividades productivas y de consumo que generen residuos difíciles o costosos de tratar, reciclar y reutilizar.
- i) fomentar el consumo responsable, concientizando a los usuarios sobre aquellos objetos o productos que, estando en el mercado, sus materiales constructivos, envoltorios o presentaciones, generen residuos voluminosos, costosos y difíciles de disponer.
- j) promover a la industria y al mercado de insumos o productos obtenidos del reciclado.
- k) fomentar el uso de objetos o productos en cuya fabricación se utilice material reciclado o que permita la reutilización o reciclado posterior.
- l) promover la participación de cooperativas y organizaciones no gubernamentales en la recolección y reciclado de los residuos, siempre y cuando esto no entre en competencia con el trabajo de los recuperadores urbanos.
- m) implementar gradualmente un sistema mediante el cual los productores de elementos de difícil o imposible reciclaje se harán cargo del reciclaje o la disposición final de los mismos.

ARTÍCULO 8º.- Constituye un objetivo prioritario para la Provincia la erradicación definitiva de los basurales a cielo abierto, donde las localidades realicen la disposición final de residuos proveniente de la recolección domiciliaria, poda y otros residuos como restos de construcción, electrodomésticos, cubiertas y cualquier otro que determine la autoridad de aplicación, por lo que su clausura, remediación y reemplazo por una disposición final adecuada según lo establecido por la reglamentación, deberán cumplimentar el siguiente cronograma:

- 1. Poblaciones con más de 35.000 habitantes, a partir del 1º de enero de 2012.
- 2. Poblaciones con menos de 35.000 habitantes, según lo establezca la

reglamentación, en función de cantidad de habitantes, pertenecer a GAUs, distancias a Rellenos Sanitarios, distancias a otras localidades para formar consorcios, etc. Aquellas localidades que se encuentren a menos de 10 km. de rellenos sanitarios o centros de disposición final adecuada, deberán cumplir con la erradicación del basural a cielo abierto y realizar el vertido de sus residuos provenientes de la recolección domiciliaria, poda y otros residuos como restos de construcción, electrodomésticos, cubiertas y cualquier otro que determine la autoridad de aplicación, en un sitio de disposición final adecuada antes del 1º de enero de 2013.

- 3. Basurales que se encuentren a distancias menores a las especificadas en el artículo 38 de la presente ley, a partir del 1º de enero de 2011. La autoridad de aplicación podrá evaluar y aceptar o rechazar un cronograma de erradicación, para localidades que no alcancen esta fecha con fundadas razones.

ARTÍCULO 9º.- El proyecto de obra para la construcción del relleno controlado o sanitario deberá incluir un Plan de Abandono y Remediación, el cual contendrá normas para futuros monitoreos y destino posible que se le pueda dar al sitio remediado, tales como: agricultura, parques u otros.

ARTÍCULO 10.- La autoridad de aplicación, previa Evaluación de Impacto Ambiental respectivo, otorgará el Certificado de Aptitud Ambiental para la instalación de rellenos controlados o sanitarios, públicos o privados.

Capítulo II

Educación y Difusión

ARTÍCULO 11.- La autoridad de aplicación, elaborará un programa especial de educación y concientización de la población que promoverá:

- a) la reducción de la generación de basura y la utilización de productos más duraderos o reutilizables.
- b) la separación en origen, reutilización y el reciclaje de productos susceptibles de serlo.
- c) la separación y el compostaje o biodigestión de residuos orgánicos.
- d) la promoción de medidas tendientes al reemplazo gradual de envases descartables por reutilizables.

Este programa deberá estar incluido en el desarrollo curricular anual de las

escuelas estatales y privadas en todos sus niveles, implementándose:

- a) capacitación especial a los docentes.
- b) participación eventual o periódica de especialistas en ecología.
- c) participación de los alumnos en la difusión y concientización familiar y social.

ARTÍCULO 12. - La autoridad de aplicación desarrollará campañas de difusión, las que deberán ser sostenidas en el tiempo, a fin de alentar los cambios de hábitos en los habitantes de la ciudad y destacar los beneficios de la separación en origen, de la recolección diferenciada de los residuos sólidos urbanos, del reciclado y la reutilización de los mismos.

Capítulo III

Autoridad de Aplicación

ARTÍCULO 13.- Será autoridad de aplicación de la presente ley el Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente.

Las funciones de la autoridad de aplicación serán:

- a) fiscalizar las obligaciones de todas y cada una de las personas físicas y jurídicas que tengan intervención en el Sistema creado por esta ley.
- b) controlar la calidad de los procesos y los sitios donde se desarrollen y sus adecuaciones a la presente ley y a la legislación ambiental vigente.
- c) participar en la elaboración y la aplicación de programas de educación y difusión para la población en general destinados a su adaptación al nuevo Sistema creado por la presente ley.
- d) promover la participación de las industrias y los comercios para la mejor gestión del nuevo sistema.
- e) realizar relevamientos y encuestas que resulten útiles para la más eficiente aplicación del nuevo Sistema Provincial de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

Capítulo IV

Jurisdicción

ARTÍCULO 14.- Las Municipalidades y Comunas son responsables de la

gestión integral de los RSU, producidos en su jurisdicción, debiendo establecer normas complementarias necesarias para el cumplimiento efectivo de la presente ley, estableciendo sistemas de gestión de residuos adaptados a las características y particularidades de su jurisdicción, minimizando los posibles impactos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.

ARTÍCULO 15.- Las Municipalidades y Comunas podrán constituirse en Consorcios Regionales, organismos públicos supramunicipales, que los representen para la gestión integral y regional de sus RSU. Estos Consorcios deberán ser aprobados por ordenanza local y por resolución de la autoridad de aplicación, la que deberá llevar un registro de los mismos.

ARTÍCULO 16.- El Consorcio Regional podrá presentar proyectos ante la autoridad de aplicación, para su aprobación y financiación. Estos proyectos deberán posibilitar la implementación de estrategias regionales, para alguna o la totalidad de las etapas de la gestión integral de los RSU. Deberán adecuarse a las normas de saneamiento urbano previstas en la legislación provincial, al marco de la Estrategia Provincial para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y la legislación nacional vigente.

Capítulo V

Creación del Programa Reducción de la Producción de RSU

ARTÍCULO 17.- Créase en la órbita del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de asistencia a los Municipios y Comunas, que reúnan los requisitos previstos en la presente ley y su respectiva reglamentación, para el tratamiento y disposición final de manera regional asociativa.

ARTÍCULO 18.- El Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos tendrá las siguientes funciones:

- a) promover la difusión pública de los temas relacionados con el tratamiento y disposición final de los RSU, en defensa del medio ambiente y la salud de la población;
- b) promover e incentivar la investigación científica y tecnológica sobre el tema;
- c) propiciar la suscripción de convenios entre Municipios y Comunas a los efectos de la presente ley;

- d) fomentar la presentación de proyectos por parte de Municipios y Comunas, independientes o en forma regional y asociativa;
- e) evaluar y aprobar los proyectos presentados por los Municipios y Comunas;
- f) llevar un registro actualizado de los convenios regionales y de los proyectos presentados, los que podrán ser consultados por otras Municipalidades y Comunas o particulares interesados;
- g) viabilizar la aplicación de los recursos en el marco de la estrategia provincial para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, que serán de carácter no reintegrable, para las Municipalidades y Comunas que se hayan asociado en forma regional y colectiva bajo la figura de persona jurídica, y que presenten proyectos que respondan a las exigencias de la presente ley y su reglamentación;
- h) establecer los requisitos, procedimientos, plazos y criterios de elegibilidad para aplicar a las solicitudes de inclusión que los interesados formulen pretendiendo obtener los beneficios del presente régimen;
- i) otorgar prioridad a proyectos preexistentes de Gestión Integral de RSU, y aquellos que contemplen emprendimientos sociales y productivos asociados, los cuáles podrán ser beneficiados adicionalmente con el financiamiento de hasta el cincuenta por ciento (50%) de sus costos operativos durante un plazo de hasta dos (2) años;
- j) promover, preferentemente, a través de organismos reconocidos y especializados en el tema, la realización de los estudios y actividades vinculadas a la definición de la aptitud de un sitio para el emplazamiento de un centro de disposición final de residuos domiciliarios;
- k) declarar de interés general la afectación de las áreas seleccionadas por la autoridad de aplicación, para el emplazamiento de centros de disposición final de residuos sólidos domiciliarios, sobre la base de la definición previa de su adecuación para ese propósito;
- l) incluir las correspondientes previsiones respecto de la consideración del área dentro de la planificación territorial de los municipios, los usos del suelo y las proyecciones de expansión urbana por un lapso que incluya, como mínimo, el período de posclausura de las instalaciones, para el propio sitio de emplazamiento del centro de disposición final, su entorno de amortiguación y otras zonas circundantes.

ARTÍCULO 19.- La autoridad de aplicación conformará un Programa que promoverá y asistirá técnicamente la adopción de estrategias y técnicas de producción y distribución orientadas a:

- a. elaborar productos o utilizar envases que, por sus características de

diseño, fabricación, comercialización o utilización, minimicen la generación de residuos y faciliten su reutilización, reciclado, valorización o permitan la disposición final segura para la salud y el ambiente;

- b. reducir la utilización de recursos y energía, así como la generación de desechos, en la producción de bienes;
- c. eliminar o reducir el uso de tóxicos en los procesos productivos, así como su presencia en los objetos de consumo;
- d. desarrollar productos más duraderos;
- e. disminuir el uso de productos y envases descartables;
- f. incorporar materiales reciclados en los procesos de producción.

Podrá establecer líneas de créditos o subsidios en función del cumplimiento de estos objetivos; así como establecer tasas a los productores o distribuidores de productos que con su uso se conviertan en residuos, siempre que los mismos sean derivados a los sistemas públicos de gestión de residuos; las mismas deberán guardar proporcionalidad con la capacidad económica del productor o distribuidor, y con el costo atribuible a la gestión de los residuos generados.

Los recursos obtenidos tendrán como fin el sostenimiento de este Programa y de los sistemas públicos de gestión de residuos, sin perjuicio de otras formas de financiamiento.

Asimismo, procurará analizar e impulsar legislación y políticas más amplias y exigentes, que apunten a que los productores asuman responsabilidades por los impactos ambientales de sus productos durante todo el ciclo de vida de los mismos; en especial si se dan avances en la legislación y en las políticas sobre el tema a nivel nacional o provincial. En particular procurará analizar y hacer recomendaciones sobre proyectos nacionales y provinciales acerca de envases y embalajes u otras categorías de productos, que estén orientados por los principios de Extensión de la Responsabilidad del Productor.

Capítulo VI

Generación y Disposición Inicial

ARTÍCULO 20.- Se denomina generador a toda persona física o jurídica que produzca RSU. El generador tiene la obligación de realizar el acopio inicial y la disposición inicial de los residuos de acuerdo a las normas complementarias que cada jurisdicción establezca.

ARTÍCULO 21.- Cada jurisdicción deberá clasificar a los generadores según la

cantidad y calidad de RSU, para la elaboración de programas y establecimiento de parámetros y normas específicas.

ARTÍCULO 22.- Se entiende por disposición inicial a la acción realizada por el generador por la cual los residuos sólidos urbanos son colocados en la vía pública o en los lugares establecidos por la reglamentación de la presente. La disposición de los residuos a ser recolectados será diferenciada en las fracciones y horarios que establezca la reglamentación de la presente.

Capítulo VII

Recolección Diferenciada y Transporte

ARTÍCULO 23.- Se entiende por recolección diferenciada a la actividad consistente en recoger y transportar a los sitios habilitados aquellos RSU dispuestos en la vía pública o en lugares establecidos a tal fin, mediante métodos que prevengan y minimicen los impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.

ARTÍCULO 24.- El transporte deberá efectuarse en vehículos habilitados, y debidamente acondicionados de manera de garantizar una adecuada contención de los residuos y evitar su dispersión en el ambiente.

ARTÍCULO 25.- La recolección de los RSU compuestos en su mayoría por materia orgánica o húmedos debe realizarse con vehículos de caja cerrada que cuenten con tecnologías que impidan derrame de líquidos, ni la caída de los mismos fuera del vehículo durante su transporte.

ARTÍCULO 26.- La recolección de los RSU inorgánicos o secos debe realizarse con vehículos adecuados que aseguren la carga transportada e impidan la caída de la misma fuera del vehículo durante su transporte.

ARTÍCULO 27.- La autoridad de aplicación deberá prever la incorporación e inclusión de los trabajadores informales en la gestión integral de RSU, asegurando su calidad de vida y condiciones de trabajo.

Capítulo VIII

Tratamiento Centralizado, Transferencia y Disposición Final

ARTÍCULO 28.- Se considera Centro de Tratamiento de Residuos Recuperables a aquellos edificios e instalaciones que sean habilitados a tales efectos por la autoridad competente en los cuales dichos residuos, provenientes de la recolección diferenciada, son recepcionados, acumulados, manipulados, clasificados, seleccionados, acondicionados y almacenados temporariamente, para luego ser utilizados en el mercado secundario como insumo para nuevos procesos productivos.

ARTÍCULO 29.- Los residuos sólidos urbanos que en los Centros de Tratamiento de Residuos Recuperables se consideren no pasibles de ser reciclados o reutilizados, deben ser derivados a los sitios de disposición final debidamente habilitados por la autoridad de aplicación.

ARTÍCULO 30. - Denomínase Estación de Transferencia, a aquellas instalaciones que son habilitadas para tal fin por autoridad de aplicación, y en las cuales los residuos son almacenados transitoriamente y acondicionados para su transporte.

ARTÍCULO 31.- Denomínase Centros Disposición Final a los fines de la presente, a aquellos lugares especialmente acondicionados y habilitados por la autoridad de aplicación para el tratamiento y la disposición permanente de los RSU por métodos ambientalmente reconocidos y de acuerdo a normas certificadas por organismos competentes.

ARTÍCULO 32.- El tratamiento de los residuos sólidos urbanos debe comprender el aprovechamiento de los mismos, contemplando lo establecido en el artículo 29, ya sea por:

- a) separación y concentración selectiva de los materiales incluidos en los residuos por cualquiera de los métodos o técnicas usuales.
- b) transformación, consistente en la conversión por métodos químicos (hidrogenación, oxidación húmeda o hidrólisis) o bioquímicos (compostaje, digestión anaerobia y degradación biológica) de determinados productos de los residuos en otros aprovechables.
- c) recuperación, mediante la reobtención, en su forma original, de materiales incluidos en los residuos para volverlos a utilizar.

La reglamentación de la presente ley puede optar por cualquiera de las modalidades de tratamiento científicamente conocidas, pudiendo realizar la

variedad de procesos que cada uno ofrece o bien la combinación de ellos, siempre y cuando se evite el efecto contaminante y se obtenga un aprovechamiento de los componentes de los residuos mejorando la calidad de vida de la población.

ARTÍCULO 33.- Queda prohibida la eliminación de residuos sólidos urbanos y compatibles por el método de incineración, en cualquiera de sus formas, con o sin recuperación de energía, así como la contratación de empresas incineradoras de residuos localizadas en otras jurisdicciones.

ARTÍCULO 34.- Los residuos sólidos urbanos que no puedan ser tratados por las tecnologías disponibles deben ser destinados a un sitio de disposición final debidamente habilitado por la autoridad competente. La autoridad de aplicación podrá impulsar la declaración de interés público de los sitios identificados como aptos para tal función, a fines de garantizar la utilización de los mismos.

ARTÍCULO 35.- Los predios afectados para los fines determinados en el artículo 31 de la presente ley deberán cumplir con los requisitos que establezca la reglamentación y contemplar las estrategias regionales para la gestión de residuos establecidas en el Capítulo IV y en el inciso c) del artículo 6° de la presente ley.

ARTÍCULO 36.- El predio destinado al tratamiento o disposición final de residuos sólidos urbanos, o centro de transferencia, deberá estar situado en el área que cuente . con la conformidad de la autoridad municipal o comunal, y la aprobación del estudio de impacto ambiental.

ARTÍCULO 37.- El predio donde se efectúe el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos deberá situarse a más de cuatrocientos metros (400 m) de rutas nacionales o provinciales pavimentadas. La autoridad de aplicación autorizará distancias menores basándose en fundamentos técnicos.

ARTÍCULO 38.- El predio donde se efectúe la disposición final de los residuos sólidos urbanos, o donde se instale el centro de transferencia, deberá situarse a más de tres mil metros (3.000 m) de aeródromos o pistas de aterrizaje de aviones.

ARTÍCULO 39.- El predio donde se efectúe la disposición final de los Residuos

Sólidos Urbanos, cuente o no con provisión de agua, deberá contar con un espacio perimetral interno que actúe como control de propagación horizontal de fuego. Este espacio deberá tener como mínimo quince metros (15 m) de ancho y estar sujeto a ampliación según la magnitud del sitio de disposición final.

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 rellenadas.
- 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.

ARTÍCULO 41.- La autoridad de aplicación de la presente ley podrá exigir la disposición final de los residuos sólidos asimilables a urbanos en celdas diferenciadas.

Capítulo IX

Promoción de Compra de Productos Reciclados y Reusados

ARTÍCULO 42.- En cualquiera de las modalidades de contratación estatal, que se efectúen por cualquier forma, las reparticiones u organismos oficiales, deben dar prioridad a aquellos productos de los que se certifique que en su producción se utilizaron insumos reutilizados o reciclados; así como de aquellos que minimicen la utilización de envases y embalajes. Se deben evitar en lo posible productos que incluyan en su composición sustancias tóxicas o que su producción genere desechos altamente tóxicos o en grandes cantidades; o bien priorizar aquellos que minimicen estos factores.

ARTÍCULO 43 - Son competencias de la autoridad de aplicación:

- a) establecer los objetivos y políticas en materia de gestión de residuos sólidos urbanos, en concordancia con los artículos 6° y 7° de la presente Ley.
- b) formular los planes y programas referidos a la gestión integral de residuos sólidos urbanos privilegiando las formas de tratamiento que impliquen la reducción, reciclado y reutilización de los mismos incorporando las de tecnologías más adecuadas desde el punto de vista ambiental.
- c) promover el cambio cultural instando a los generadores a modificar su accionar en la materia.

- d) evaluar en forma periódica el cumplimiento de los objetivos, políticas y propuestas de esta ley.
- e) generar un sistema de información al público, permanente, que permita conocer los avances de los programas y de fácil acceso a la comunidad.
- f) formular planes y programas referidos a la integración de los circuitos informales en la gestión integral de residuos sólidos urbanos.
- g) garantizar que los residuos sean recolectados y transportados a los sitios habilitados mediante métodos que prevengan y minimicen los impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.
- h) establecer las metas anuales de reducción de residuos a ser depositados en los centros de disposición final en base a las metas globales establecidas en el artículo 3° de la presente ley.

Capítulo X

De las Infracciones

ARTÍCULO 44.- En el juzgamiento de las infracciones a la presente ley, resolverá en primera instancia, el Director de la autoridad de aplicación. Su disposición podrá ser recurrida conforme a las normas del procedimiento administrativo general, previo depósito del importe de la multa cuando hubiere sido ésta la sanción aplicada.

ARTÍCULO 45.- Las sanciones administrativas que podrá determinar la autoridad de aplicación de la presente ley son las establecidas en los incisos a), b), c), d) y e) del artículo 27 de la Ley 11.717.

ARTÍCULO 46.- Para la graduación de la multa deberá considerarse lo establecido en el artículo 28 de la Ley 11717.

ARTÍCULO 47.- Sin perjuicio de las sanciones punitivas establecidas en el artículo 46 de la presente ley, el infractor tiene la obligación de reparar el daño y pasivo ambiental producido, según lo disponga la reglamentación.

La autoridad de aplicación deberá iniciar las acciones legales pertinentes contra el infractor, con el objeto de demandar los gastos por la reparación del daño y pasivo ambiental producido, como así también los perjuicios ocasionados hacia personas, en los casos que correspondan.

ARTÍCULO 48.- Invítase a las Municipalidades y Comunas a adherir a la presente.

ARTÍCULO 49.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DE LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE, A LOS VEINTISEIS DÍAS DEL MES DE NOVIEMBRE DEL AÑO DOS MIL NUEVE.

Firmado: Eduardo Alfredo Di Pollina - Presidente Cámara de Diputados
Norberto Betique - Presidente Provisional Cámara de Senadores
Lisandro Rudy Enrico - Secretario Parlamentario Cámara de Diputados
Diego A. Giuliano - Secretario Legislativo Cámara de Senadores

SANTA FE, "Cuna de la Constitución Nacional", 23 DIC 2009

De conformidad a lo prescripto en el Artículo 57 de la Constitución Provincial, téngasela como ley del Estado, insértese en el Registro General de Leyes con el sello oficial y publíquese en el Boletín Oficial.

Firmado: Antonio Juan Bonfatti - Ministro de Gobierno y Reforma del Estado.

ANEXO 02 - ESTUDIO DE SUELOS

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA FUNDACIÓN DE NUEVAS INSTALACIONES

UBICACIÓN DE LA OBRA:

Calle 10N 1717 – Las Parejas
Provincia de Santa Fe – República Argentina

COMITENTE:

CAIMÁN SRL
Calle 10N 1717 – Las Parejas
Provincia de Santa Fe – República Argentina

SUMARIO DE ESTE INFORME:

- I. Objetivos del Informe. Simbología
- II. Descripción de la Metodología de Trabajo
- III. Croquis de Ubicación de las Perforaciones
- IV. Clasificación de los Suelos
- V. Perfil Estratigráfico
- VI. Cuadro de Cotas y Tensiones Admisibles
- VII. Análisis de la Capacidad Portante
- VIII. Análisis de Probables Asentamientos
- IX. Capacidad Portante de Pilotes
- X. Tabla de pilotes
- XI. Ensayos de Laboratorio
- XII. Conclusiones

I. - OBJETIVOS DEL INFORME

- Analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que determinan las características de su comportamiento geotécnico.
- Determinar los parámetros de diseño necesarios para el cálculo de las fundaciones.
- Estudiar distintos sistemas de fundación y recomendar las alternativas más convenientes.
- Establecer un cuadro de cotas y tensiones admisibles.

SIMBOLOGÍA UTILIZADA.

θ	Cota de Referencia
$\oplus$ B.P.	Boca de Pozo.
N	Nº de golpes del Ensayo de Penetración Terzaghi.
ω	Humedad Natural.
γ	Densidad aparente húmeda.
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
#200	Tamiz de malla nº 200 (74 micrones)
ϕ	Ángulo de fricción interna.
C	Cohesión.
mv	Módulo edométrico.
∇	Nivel de napa freática
M.A.	Muestra alterada.
T.N.	Terreno Natural.
S.U.C.S.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
H.R.B.	Highway Research Board
V	Coeficiente de Seguridad
σ_{adm}	Tensión admisible
Df	Cota de fundación
$E=1/mv$	Módulo de Young.
ϵ	Deformación unitaria.
G	Peso específico del suelo.
e	Relación de vacíos.
n	Porosidad

II. - RESEÑA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- DE CAMPO:

Los trabajos de campo fueron llevados a cabo a fines del mes de Octubre de 2023.

Se realizaron dos perforaciones: una de 16,00 m y otra de 12,00 m de profundidad respecto a boca de pozo. En las mismas se efectuó el Ensayo de Penetración Normalizado de Terzaghi (SPT) según Norma IRAM 10517/70, con toma-muestra de puntas intercambiables, a cada metro de profundidad aproximadamente. Con este procedimiento se toman muestras de cada estrato, y se acondicionan para mantener sus características inalteradas hasta la posterior realización de los ensayos de laboratorio.

Un técnico especializado en mecánica de suelos realizó en campaña un reconocimiento de las características generales del suelo en cada uno de los estratos detectados.

Respecto a hechos existentes en el predio se localizó la ubicación de los sondeos. Así mismo se determinaron las cotas de bocas de pozo mediante nivel óptico en referencia a una cota fija de fácil accesibilidad.

Recopilación de antecedentes técnicos de la zona en la cual se emplazará la obra.

Determinación de la ubicación del agua subterránea, de encontrarse en la profundidad sondeada.

B.- DE LABORATORIO

A partir de las muestras tomadas en campaña, se las extrae con sumo cuidado y se confeccionan probetas para la realización de los siguientes ensayos:

Determinación de humedad según IRAM 10.519.

Determinación de densidad natural, densidad de suelo seco según ASTM D 2937.

Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.

Determinación de límite plástico e índice de plasticidad según IRAM 10.502.

Clasificación de suelos por S.U.C.S. (Casagrande) según AASHTO M145-66 - IRAM 10.509.

Ensayos granulométricos sobre tamices según IRAM 10.507.

Ensayos triaxiales escalonados rápidos según IRAM 10.529/74.

III. - CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES



Cota de referencia: Punto Fijo: Eje de calzada sobre Ruta = 0,00 m.

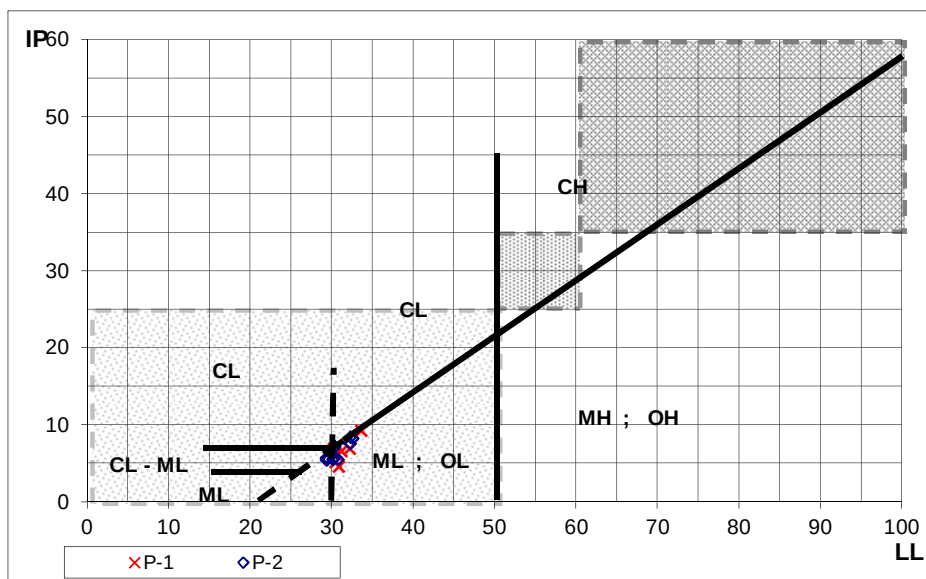
P-1 = +0,34 m

P-2 = +0,11 m

IV.- CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S. - Casagrande)

DIVISION PRINCIPAL			SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS	
SUELOS DE GRANO GRUESO 50% o más es retenido por el tamiz nº 200.	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz nº 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% pasa por el tamiz nº 200 GW, GP, SW, SP. Más del 12% pasa por el tamiz nº 200 GM, GC, SM, SC. Entre el 5 y el 12 % se utilizan símbolos dobles (ej SM-SW)
			GP	Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocos finos o sin finos.	
		GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.	
	ARENAS más del 50 % de la fracción gruesa pasa el tamiz nº 4.	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o sin finos.	
			SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.	
		ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena y arcilla.	
SUELOS DE GRANO FINO 50% o más pasa por el tamiz nº 200.	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido de 50 % o inferior.	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.	Con límite líquido, límite plástico se clasifica en la Carta de Casagrande.	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido superior a 50%.	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o limos plásticos.		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.		
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media.		
		Suelos Altamente orgánicos			PT

CARTA DE CASAGRANDE.



Calificación del Potencial de Expansión según W.E.S. (Waterways Experimental Station - U.S. Army Corps of Engineers)

BAJO	LL<50 ; IP<25
MEDIO	50>LL<60 y 25>IP>35
ALTO	LL>60 ; IP>35

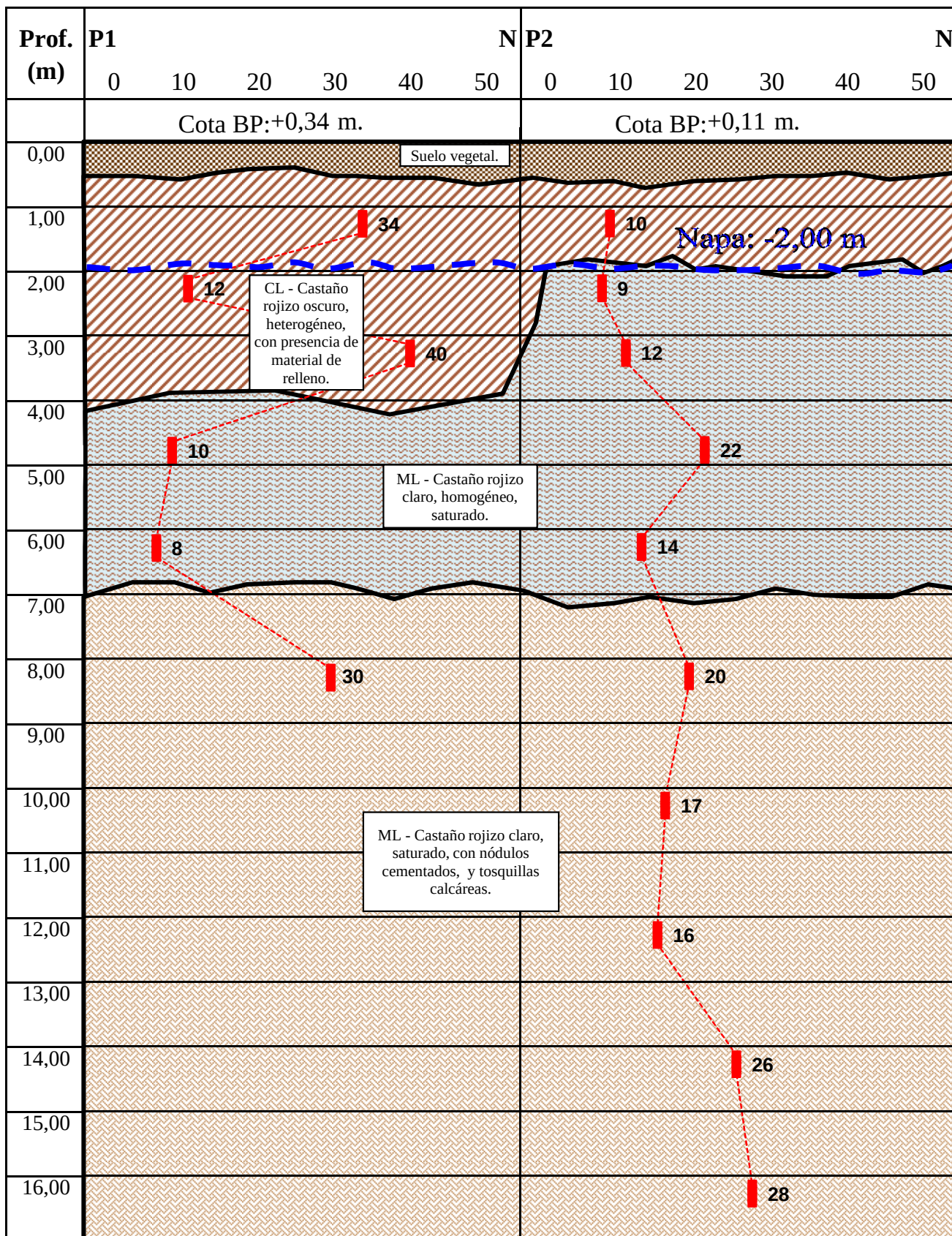
ENSAYO NORMALIZADO DE PENETRACION DE TERZAGHI (S.P.T.)

Durante la ejecución de las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración que consiste en la hincada del sacamuestras a través de 45 cm del suelo, mediante una masa de 70 kg de peso y 70 cm de caída libre. El número de golpes necesario para penetrar los últimos 30 cm es el resultado del ensayo, y el mismo permite valorar la consistencia de los suelos en la siguiente forma:

Número de golpes	Consistencia
0 a 2	muy blanda
2 a 4	blanda
4 a 8	Medianamente compacta
8 a 15	compacta
15 a 30	muy compacta
más de 30	dura

V.- PERFIL ESTRATIGRAFICO

Se representa aquí el perfil tentativo de la estratigrafía del suelo, basado en el reconocimiento y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio. Además, se indican los resultados de las sucesivas realizaciones del Ensayo normalizado de penetración de Terzaghi (SPT).



VI.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

Con los valores obtenidos del ensayo de Terzaghi (S.P.T.), los datos recopilados en las tareas de campaña y las determinaciones de laboratorio, se ha calculado la capacidad portante del suelo en los distintos niveles y se ha confeccionado el siguiente cuadro de cotas y tensiones admisibles, para cargas estáticas.

En la determinación de estos valores se consideró:

- un coeficiente de seguridad a la rotura del suelo igual a: 3
- un asentamiento máximo de: 2,5 cm.

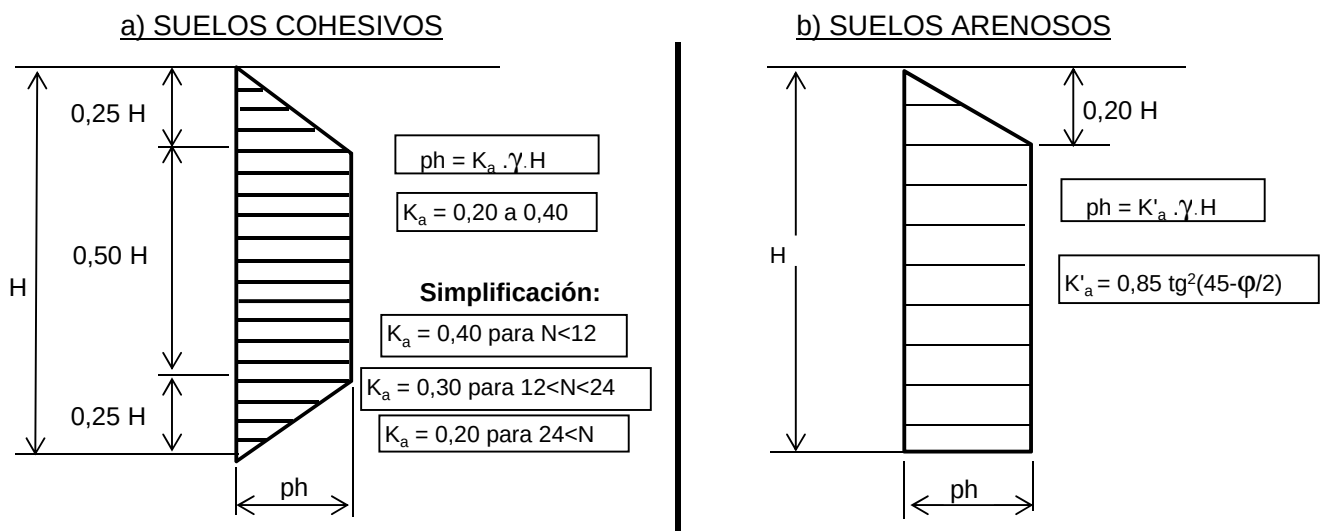
Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm ²	Coeficiente de Balasto (K30) Kg/cm ³	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm ²
0,60	-0,60	-----	2,00	1,00
1,00	-1,00	-----	2,50	1,20
1,50	-1,50	1,30	2,30	-----
2,00	-2,00	1,40	3,50	-----
3,00	-3,00	1,90	4,70	-----
4,50	-4,50	1,50	3,70	-----

Observaciones:

- La napa freática fue detectada a una profundidad de 2,00 m, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de Octubre de 2023.

DIAGRAMAS DE EMPUJES EN PARAMENTOS VERTICALES

- Estos diagramas corresponden a las hipótesis de: una rotura plana, para un macizo homogéneo, con superficie libre horizontal, limitado por una pantalla vertical lisa.



VII.- DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

A partir de los resultados de los ensayos triaxiales y teniendo presente que la napa de agua subterránea no afecta las cotas de fundación, podemos aplicar a estos valores la fórmula general de capacidad de carga para suelos cohesivos, donde los coeficientes N_c , N_q y N_g son los indicados por Terzaghi.

$$\sigma_{adm} = q / A = \{ C N_c + (\gamma-1) D N_q + (\gamma-1) R_m N_\gamma \} / v, \quad v = 3$$

Para bases aisladas Lado = 2,00 m. $R_m = A/4 =$ 0,500 m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	Pi Mi	C [kg/cm2]	φ °	γ [t/m3]	Nc	Nq	Ng	q [t/m2]
-2,50	2,00	P2 M2	0,40	12	1,87	9,4	2,9	1,0	16,36
-3,50	3,00	P2 M3	0,42	14	1,90	10,5	3,6	1,2	21,89

Para zapatas continuas Ancho = 2,00 m. $R_m = A/2 = 1,00$ m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	Pi Mi	C [kg/cm2]	φ °	γ [t/m3]	Nc	Nq	Ng	q [t/m2]
-1,00	0,70	Valor Ponde- rado	0,40	12	1,87	9,4	2,9	1,0	14,32

VIII.- ANÁLISIS DE LOS POSIBLES ASENTAMIENTOS INICIALES

Formula general: $S = DH \cdot (st - sc) \cdot k \cdot mv$

Nomenclatura:

S: Asentamiento, en centímetros.

q: Densidad del suelo, en kg/cm³.

DH: Espesor del manto considerado, en centímetros.

Df: Cota de fundación.

sc: Tensión de confinamiento, en Kg/cm².

k: Factor de fundación de la profundidad.

st: Tensión aconsejada, en Kg/cm².

mv: Módulo edométrico, en cm^2/kg .

Estimación de asentamientos para una base aislada de lado:

2,00 m

Para cota de fundación: -1,50 m. De T.N.

Tensión de trabajo estimada: 1,30 Kg/cm²

Nº	Df cm	γ kg/cm3	sc Kg/cm2	(st-sc) kg/cm2	ΔH cm	k	mv cm2/kg	S cm
1	150	0,0019	0,278	1,023	40	0,95	0,009	0,350
2	190	0,0019	0,352	0,949	40	0,75	0,009	0,256
3	230	0,0009	0,196	1,105	40	0,35	0,009	0,139
4	270	0,0009	0,230	1,071	40	0,15	0,008	0,051
5	310	0,0009	0,264	1,387	40	0,10	0,008	0,044
				ASENTAMIENTO en cm.				0,841

IX.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE

Cálculo de la capacidad portante de pilotes ejecutados in situ, según el método del ingeniero Zaven Davidian publicado en su obra "Pilotes y cimentaciones sobre pilotes".

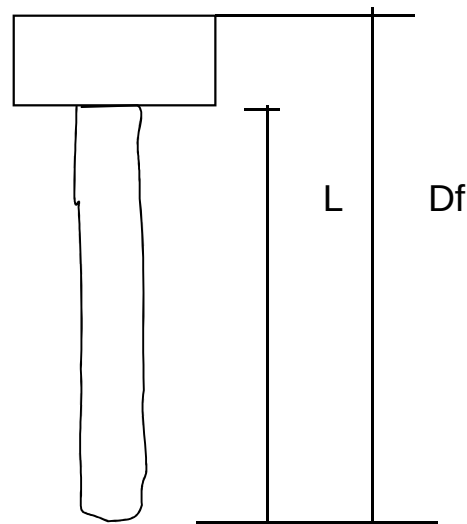
CARACTERÍSTICAS DEL PILOTE Y EL SUELO:

Diámetro (ϕ): 0,40 m	napa de agua (CN): -2,00 m	Sin Bulbo (ϕ): 0,00 m
Longitud (L): 7,50 m	γ_s : 1,85 kg/dm ³	
Cota Punta (Df): 8,50 m	cabezal: 1,00 m	

ESTRATO 1: de 1,00 m a 2,80 m
 ϕ_1 : 12 C1: 0,40 kg/cm²
 Longitud 1: 1,80 m

ESTRATO 2: de 2,80 m a 7,00 m
 ϕ_2 : 12 C2: 0,38 kg/cm²
 Longitud 2: 4,20 m

ESTRATO 3: de 7,00 m a 8,50 m
 ϕ_3 : 16 C3: 0,47 kg/cm²
 Longitud 3: 1,50 m



COEFICIENTES:

Factores de fricción:	ϕ_1 : 12 ϕ_2 : 12 ϕ_3 : 16	S32: 0,24 S32: 0,24 S32: 0,40 Nc: 11,8 ϕ / L : 0,05	S5: 1,76 S5: 1,76 S5: 2,16 Nq: 4,2 sc . dc : 1,58
Factores de capacidad carga:	ϕ_3 : 16		
Factor de forma y profundidad:	Df / ϕ : 21,25		

RESISTENCIA DE PUNTA:

$q = \gamma_s \cdot Df - 1,00 \cdot (Df - CN) : 9,23 \text{ t/m}^2$
 $qp = (c' \cdot Nc + q \cdot Nq) \cdot sc \cdot dc / V = 49,48 \text{ t/m}^2$
 $Vp = 3$

RESISTENCIA POR FRICCIÓN LATERAL:

$qf = (1/2 \cdot \gamma_s \cdot Df \cdot S32 + c' \cdot S5) / V$
 $qf_1 = 2,89 \text{ t/m}^2$
 $qf_2 = 2,88 \text{ t/m}^2$
 $qf_3 = 4,59 \text{ t/m}^2$
 $Vp = 2,5$

EJEMPLO DE APLICACIÓN:

Diám. de pta. (ϕ): 0,40 m	Bulbo Punta ϕ = 0,00 m	Reducción L3 a = 1,50 m
Longitud (L): 7,50 m	Area apoyo = 0,1257 m ²	Perímetro fuste = 1,257 m ²
Cota Punta (Df): 8,50 m	Volumen pilote= 0,9425 m ³	Vol adic bulbo= 0,0000 m ³

Capacidad por punta:	qp * Area = 6,22 ton	
Capacidad por fricción E1:	qf1 * Perímetro * L1 = 6,54 ton	
Capacidad por fricción E2:	qf2 * Perímetro * L2 = 15,17 ton	
Capacidad por fricción E3:	qf3 * Perímetro * L3 = 8,65 ton	
Descuento Peso Propio pilote:	Vol * Pe(H°) = -2,26 ton	

CAPACIDAD PORTANTE TOTAL = 34,32 toneladas

X.-VALORES CARACTERÍSTICOS PARA EL CÁLCULO DE PILOTES

En el siguiente cuadro se brindan los parámetros medios de resistencia de punta, resistencia por fricción, cohesión, ángulo de fricción interna, densidad y coeficiente de balasto horizontal necesarios para el cálculo de la capacidad portante de pilotes ejecutados in situ.

PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTES						
PROFUNDIDAD (m)	Capacidad de Punta (kg/cm ²)	Capacidad por fricción lateral (kg/cm ²)	Coef. de Balasto Horizontal (kg/cm ³)	Cohesión (kg/cm ²)	Fricción (°)	Densidad (kg/dm ³)
0,00 m a 2,80 m	----	0,29	75/B(cm)	0,40	12	1,85
2,80 m a 7,00 m	----	0,29	65/B(cm)	0,38	12	1,85
7,00 m a 13,00 m	1,50 - 6,00 (*)	0,40 - 0,55 (*)	160/B(cm)	0,47	16	1,85
13,00 m a 16,00 m	7,00 - 8,80 (*)	0,64 - 0,75 (*)	175/B(cm) - 190/B(cm)	0,67	20	1,85

B = Diámetro del Pilote

(*) Para profundidades intermedias se considera válida una interpolación lineal

Nota Importante: Para considerar la tensión de punta en un estrato, la punta del pilote debe ingresar por lo menos dos diámetros en dicho estrato.

La tabla presedente es valida en pilotes que verifiquen relaciones $L/D > 10$

XI.- ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD NATURAL

HUMEDAD NATURAL

LIMITES DE ATTERBERG

GRANULOMETRIA SOBRE #200

COHESIÓN

ÁNGULO DE FRICCIÓN

MÓDULO EDOMÉTRICO

SONDEO 1

FECHA: Octubre de 2023.

COTA DE LA NAPA FREATICA: -2,00 m

COTA DE BOCA DE POZO: +0,34 m

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	Nº de golpes S.P.T.					Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ₃	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Límites y granulometrías															C [kg/cm ²]	φ^o	mv [cm ² /kg]
				0	10	20	30	40							50	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100						
B.P.	0.00	+0,34							Suelo vegetal / Piso y contrapiso.																							
1	1,50	-1,16	34						ML	Castaño rojizo oscuro, heterogéneo, con presencia de material de relleno.	1,92	19,60	30,89	26,34	29,35																	
2	2,50	-2,16	12						ML		1,90	29,64	33,62	24,35	36,54																	
3	3,50	-3,16	40						ML		1,86	30,95	32,24	25,35	45,51																	
4	5,00	-4,66	10						ML	Castaño rojizo claro, homogéneo, saturado.	1,93	28,22	31,20	24,61	79,41																	
5	6,50	-6,16	8						ML		1,96	28,43	30,24	23,34	76,35														0,38	12	0,010	
6	8,50	-8,16	30						ML	Castaño rojizo claro, saturado, con nódulos cementados, y tosquillas calcáreas.	1,91	28,43	30,53	24,35	70,62																	
7	10,50	-10,16	18						ML-CL		1,92	26,94	28,62	22,26	80,14																	
8	12,50	-12,16	16						ML		1,92	24,19	29,53	23,32	77,86														0,47	16	0,008	

SONDEO 2

FECHA: Octubre de 2023.

COTA DE LA NAPA FREATICA: -2,00 m
COTA DE BOCA DE POZO: +0,11 m

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	N° de golpes S.P.T.					Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Límites y granulometrías	C [kg/cm ²]	ϕ°	mv [cm ² /kg]
				10	20	30	40	50										
B.P.	0.00	+0,11	◆						Suelo vegetal / Piso y contrapiso.		●	■	▲	×				
1	1,50	-1,39	10	◆					ML Castaño rojizo oscuro, heterogéneo, con presencia de material de relleno.	1,86	21,22	32,62	24,35	40,11	◆ ▲ ■ ×			
2	2,50	-2,39	9	◆	■	■	■	■	ML Castaño rojizo claro, homogéneo, saturado.	1,87	29,12	30,82	25,35	69,62	◆ ▲ ■ ×	0,40	12	0,009
3	3,50	-3,39	12	◆					ML	1,90	29,31	32,32	23,90	69,62	◆ ▲ ■ ×	0,42	14	0,008
4	5,00	-4,89	22	◆					CL	1,92	29,42	34,62	23,62	77,01	◆ ▲ ■ ×			
5	6,50	-6,39	14	◆					ML	1,93	26,43	32,26	24,65	76,35	◆ ▲ ■ ×	0,46	16	0,008
6	8,50	-8,39	20	◆					ML Castaño rojizo claro, saturado, con nódulos cementados, y tosquillas calcáreas.	1,90	35,42	30,29	24,51	70,35	◆ ▲ ■ ×			
7	10,50	-10,39	17	◆					ML-CL	1,91	25,46	28,35	22,18	78,42	◆ ▲ ■ ×			
8	12,50	-12,39	16	◆					ML	1,95	27,47	30,41	23,26	80,40	◆ ▲ ■ ×	0,46	16	0,009
9	14,50	-14,39	26	◆					ML	1,94	24,96	29,38	24,00	81,24	◆ ▲ ■ ×			
10	16,50	-16,39	28	◆					ML	1,92	28,92	29,35	23,61	73,62	◆ ▲ ■ ×			

XII.- CONCLUSIONES

A) Características generales del suelo:

A partir de haber reconocido, ensayado y clasificado en laboratorio las muestras obtenidas en campo, se puede realizar una descripción de las características generales de los suelos.

Se detecta la siguiente configuración estratigráfica:

- Un primer estrato de suelo heterogéneo, con presencia de material de relleno, en general limoso ML, de coloración castaño rojizo oscuro, de consistencia muy variable entre compacta y dura, que se extiende hasta una profundidad variable de entre los 2,00 m y los 4,00 m.
- Le sigue un estrato de suelo limoso ML y en menor medida como limoso arcillosos ML-CL, de color castaño rojizo claro, saturado, de consistencia variable entre compacta y muy compacta, que alcanza una profundidad cercana a los 7,00 m.
- A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como limo ML y en menor medida como limoso arcillosos ML-CL, es de coloración castaño claro, con nódulos cementados y presencia de tosquillas calcáreas, de consistencia muy compacta.

El nivel de aguas subterráneas fue detectado a una profundidad de 2,00 m, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de Octubre de 2023.

B) Recomendaciones:

Teniendo presente las características de los suelos encontrados y la tipología de las estructuras a fundar, se consideran aplicables las siguientes recomendaciones:

Debido a la heterogeneidad y baja consistencia relativa detectada en los primeros metros sondeados la opción más recomendada es el empleo de una fundación profunda o indirecta mediante pilotes. En el punto IX se da el ejemplo de cálculo de la capacidad portante de un pilote preexcavado y hormigonado in situ, de diámetro 0,40 m, con la punta apoyada a -8,50 m desde boca de pozo promedio y una longitud de fuste de 7,50 m, que arroja una capacidad portante del orden de 34 toneladas. ***En el punto X se expone una tabla con los parámetros necesarios para el diseño de pilotes de otro diámetro o cota de punta.***

Para el colado del Hormigón dentro de los pilotes se deberá emplear la técnica de flujo inverso, utilizando un caño buzo por el interior de la armadura hasta el fondo de la excavación, procediendo al llenado con hormigón desde el fondo del pilote, que desaloja por diferencia de densidad el agua y el lodo del interior de la excavación, limpiando el hormigón en su ascenso las paredes de la excavación y la armadura. La precaución necesaria es cuidar que la boca del caño siempre se encuentre sumergida un metro dentro

de la masa de hormigón, y que el mismo tenga el asentamiento necesario para poder deslizarse con facilidad (asentamiento 17 a 20 cm con el empleo de súper-fluidificantes). El empleo de cualquier otra metodología de llenado, no asegurará el contacto del hormigón con el suelo natural en la pared del pilote, en cuyo caso no se podrá considerar la colaboración de la resistencia por fricción lateral del pilote en la magnitud propuesta.

Los suelos encontrados presentan sensibilidad al agua desde el punto de vista de su comportamiento mecánico. Es decir, son susceptibles de reducir sus parámetros resistentes y variar su volumen ante variaciones de su contenido de humedad. Por lo tanto, se recomienda diseñar y ejecutar las obras de desagües cuidando que el agua no afecte el suelo de fundación, en especial para el caso de fundaciones superficiales realizar una vereda perimetral en los muros exteriores para evitar la infiltración concentrada del agua de lluvia. En este sentido, es necesario notar, además, que en el transcurso del tiempo, las fundaciones superficiales sufren con el deterioro de las instalaciones de conducción de agua (provisión, desagües) que al cumplir su vida útil, presentan problemas de pérdidas de estanqueidad, lo que provoca que el suelo a poca profundidad pierda consistencia y por ende pueden fallar.

Al momento de la apertura de excavaciones y/o perforaciones se recomienda una especial atención por parte del director de obra a fin de observar cualquier anomalía que eventualmente pudiera presentarse y pudiera afectar las fundaciones, y que no hubiera sido detectada en los sondeos puntuales del presente informe.

Ante las solicitudes originadas por el efecto de viento calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse en un 20%.

Rosario, 19 de Octubre de 2023.

**ANEXO 03 - PLANIMETRÍA
RP N°28 Y PLANO DE
MENSURA**

PROVINCIA DE SANTA FE
DPTO. : BELGRANO
D.T.O. : LAS ROSAS
LUGAR : COLONIA LOS TRONCOS

PLANO N°
110841
PART I.I. N° 178355/0
ALTER. 431060
AV. MEJ. 1976

OBJETO : MENSURAS

PROPIETARIOS :
TITULO A : ORLANDO MIGUEL FORCHINO
TITULO B : GLENDA MARIA FORCHINO de RACCA

INMUEBLE : TITULO A : Parte lote 5 Colonia Los Troncos, Fracc. 8 - Pl. 36457/37
TITULO B : Parte lote 5 Colonia Los Troncos, Fracc. 9 - Pl. 36457/37

DOMINIO : Adjudic. I-a) T° 135 - F° 228 y 229 - N° 181.635 - Año 1982 -
Adjudic. II-a) T° 135 - F° 230 y 231 - N° 181.636 - Año 1982 -

BALANCE DE SUPERFICIES

TITULO A : SUP. S/T Fracc. 8	20° 11' 54", 5162
SUP. lote 8A Pl. 59054/69 vend. a la D.P.V.	0° 25' 06", 60
SUP. ocupada por ruta indicado en Plano Polig. ABCDA	0° 25' 06", 57
TOTAL	0° 50' 13", 17
SUP. remanente	19° 61' 41", 3462
SUP. S/M lote 8B	19° 61' 42", 39
DIF. SUP. en más	+ 1", 05
TITULO B : SUP. S/T Fracc. 9	20° 11' 54", 5062
SUP. lote 9A Pl. 59054/69 vend. a la D.P.V.	0° 25' 05", 10
SUP. ocupada por ruta indicado en Plano Polig. CDFEC	0° 25' 05", 07
TOTAL	0° 50' 10", 17
SUP. remanente	19° 61' 44", 3362
SUP. S/M lote 9B	19° 61' 42", 75
DIF. SUP. en menos	- 1", 58

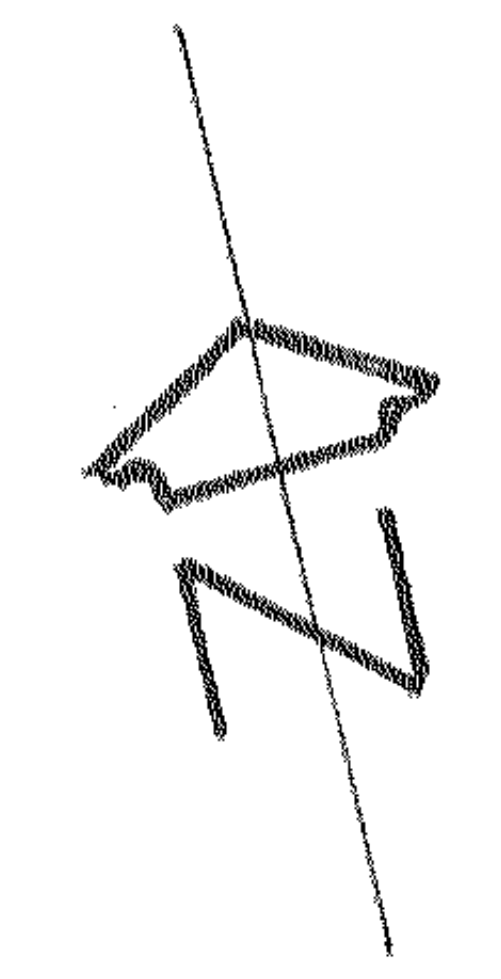
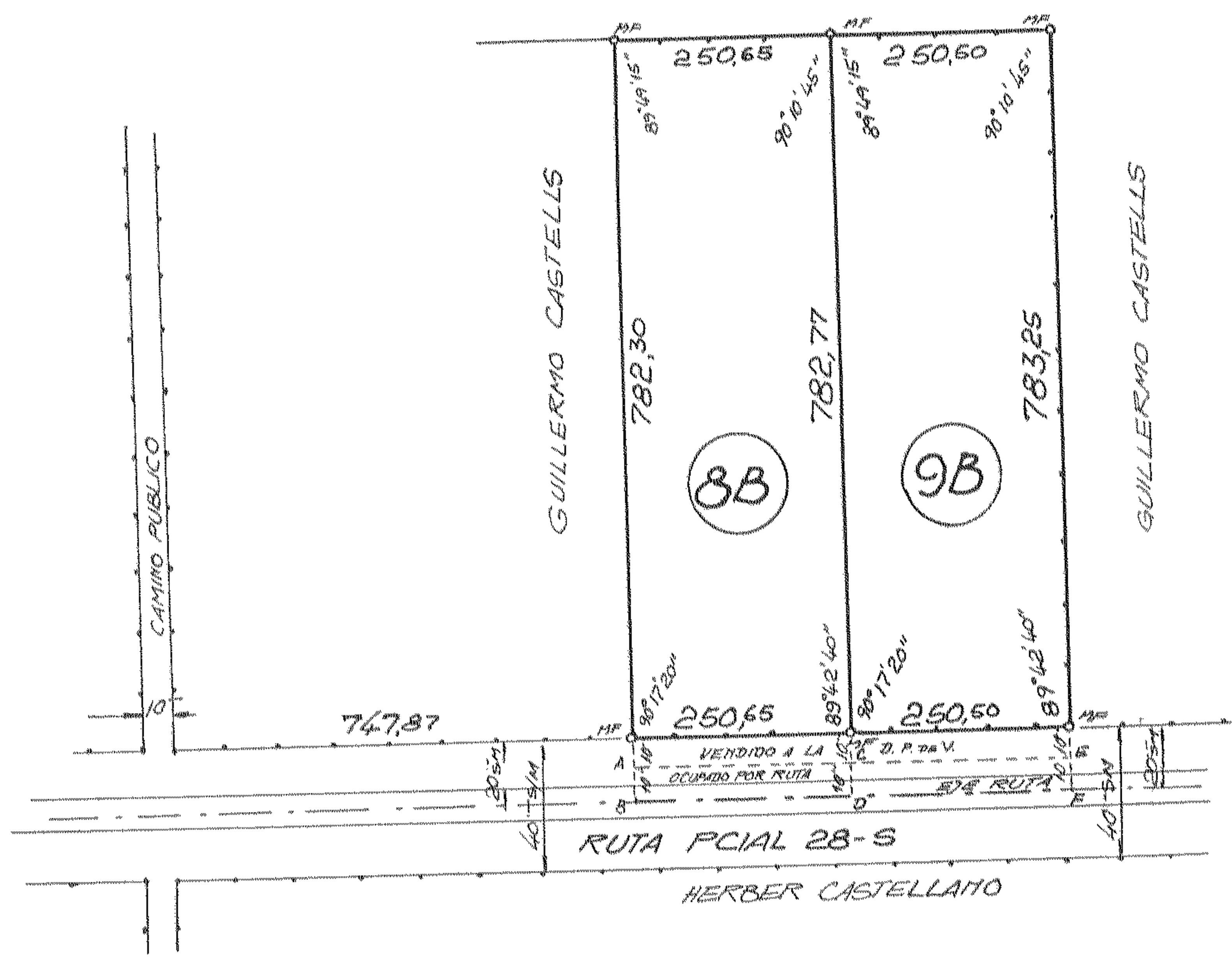

ING. CIVIL LEANDRO CAMPANINI
INSC. C. DE I. N° 1248 - SAN LORENZO 1179
LAS ROSAS

OBSERVACIONES
MEDIDAS EN METROS.-
LA INSCRIPCION DEL DOMINIO ES PROVISORIA, VENCE EL 11-2-83.-
LA DIFERENCIA DE LAS SUPERFICIES SEG. TITULO y SEG. METIS. CORRESPONDE
AL ENSANCHE CAMINO

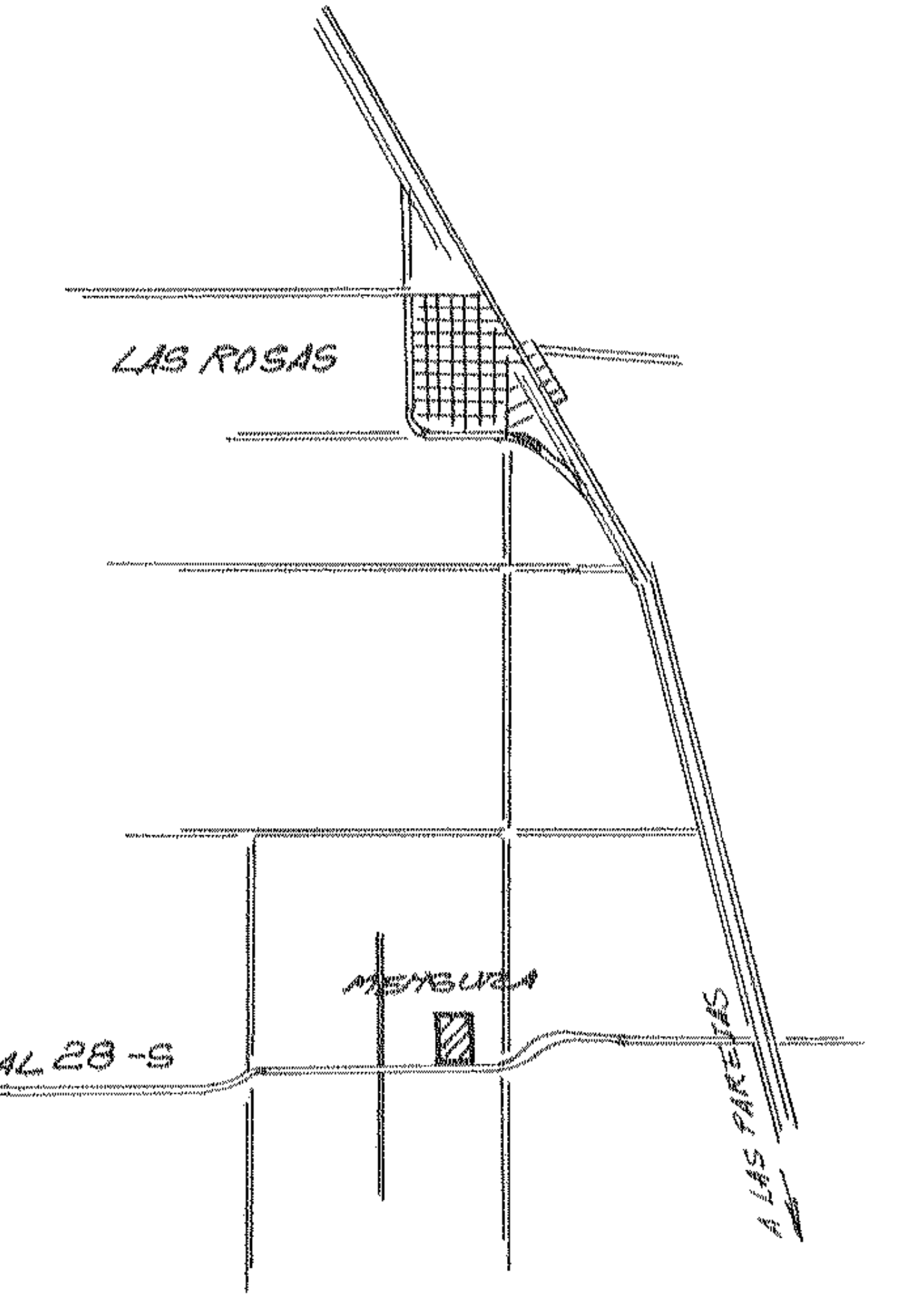
NOMENCLATURA CATASTRAL

24 OCT 1982
110841

JUAN ESTEBAN VUCOVICH y OTROS

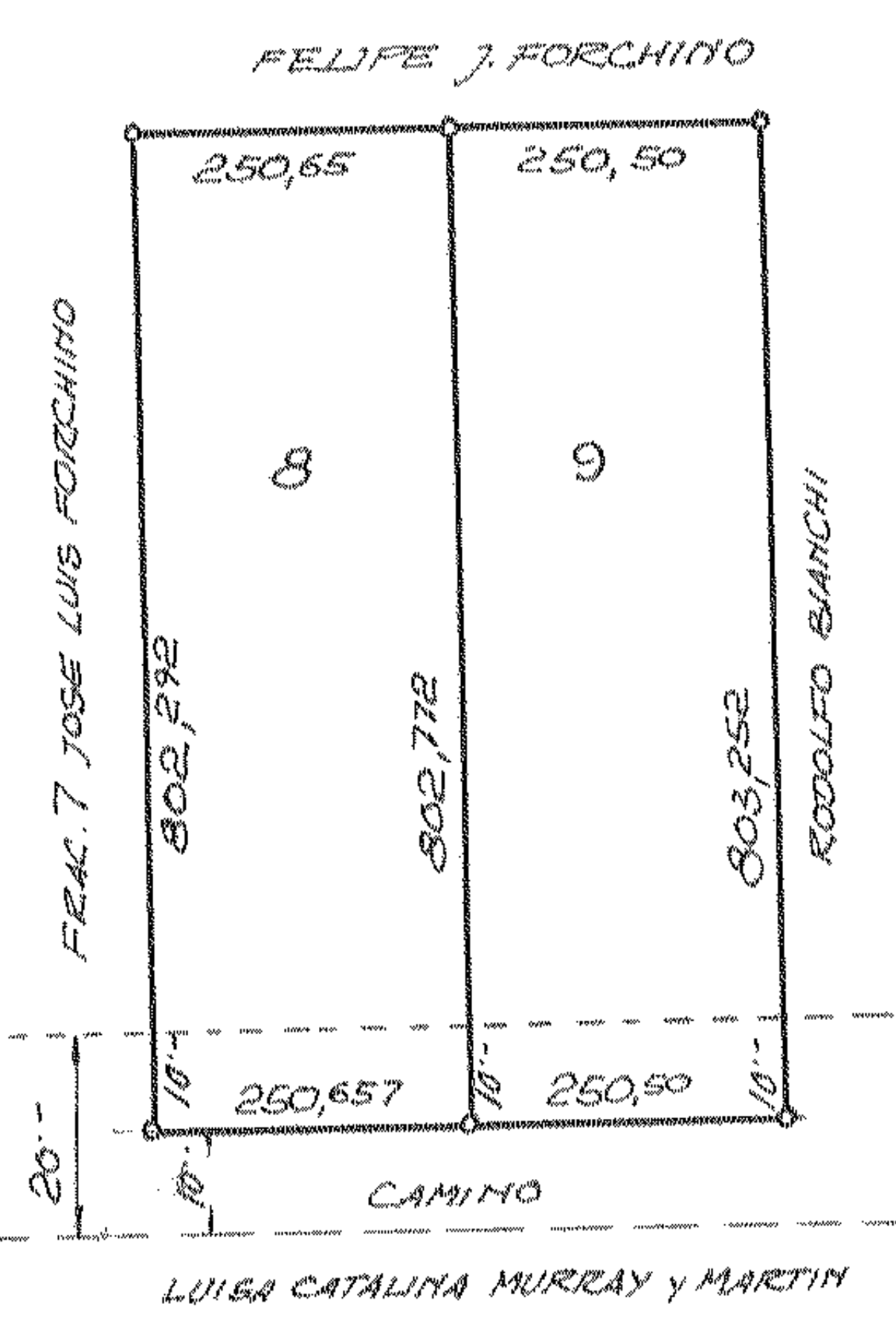


DETALLE UBICACION EGC. 1:200000



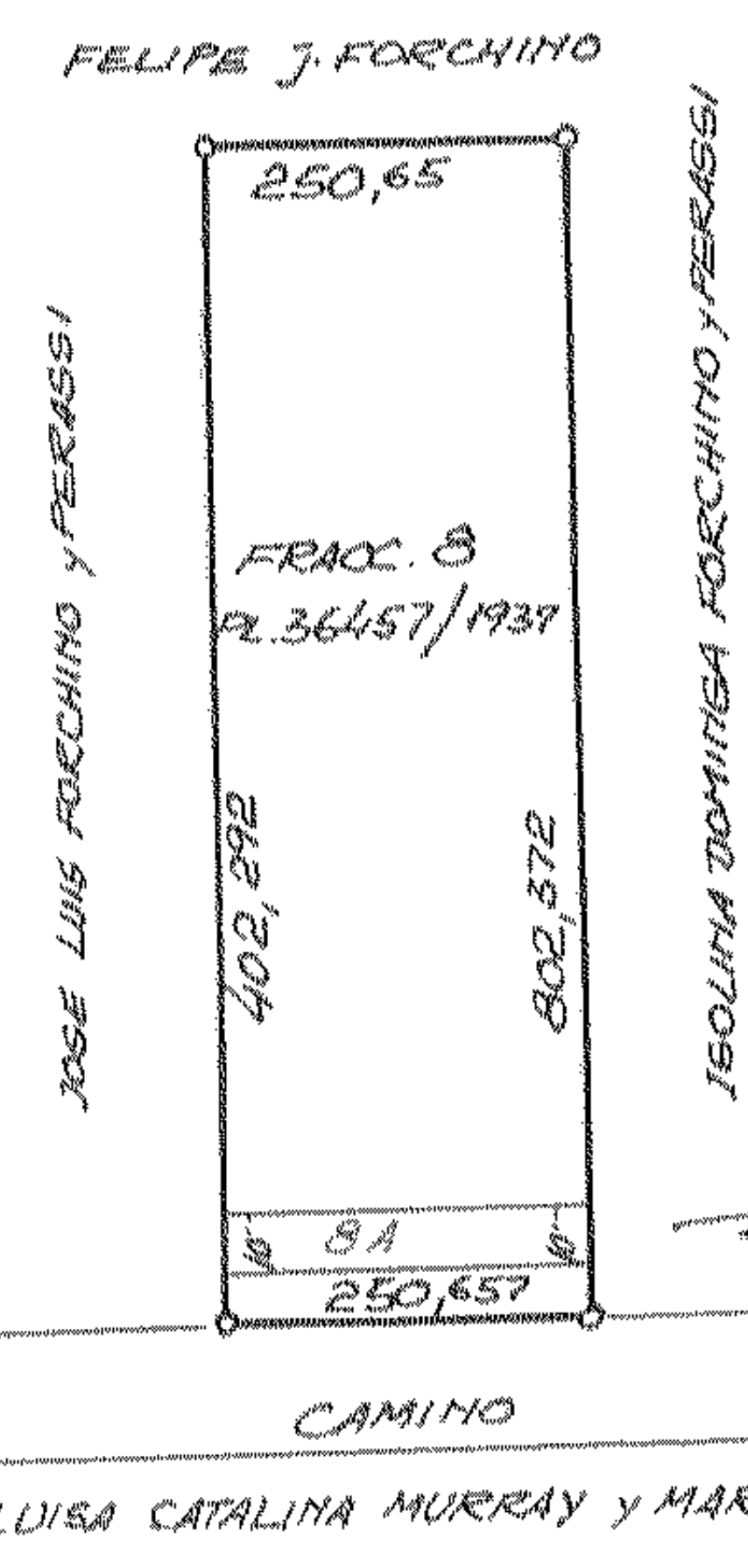
ESCALAS
MENSURA 1:7500
CAMINO 1:2000

CROQUIS UBICACION LOTES
SEG. PL. 36457/37

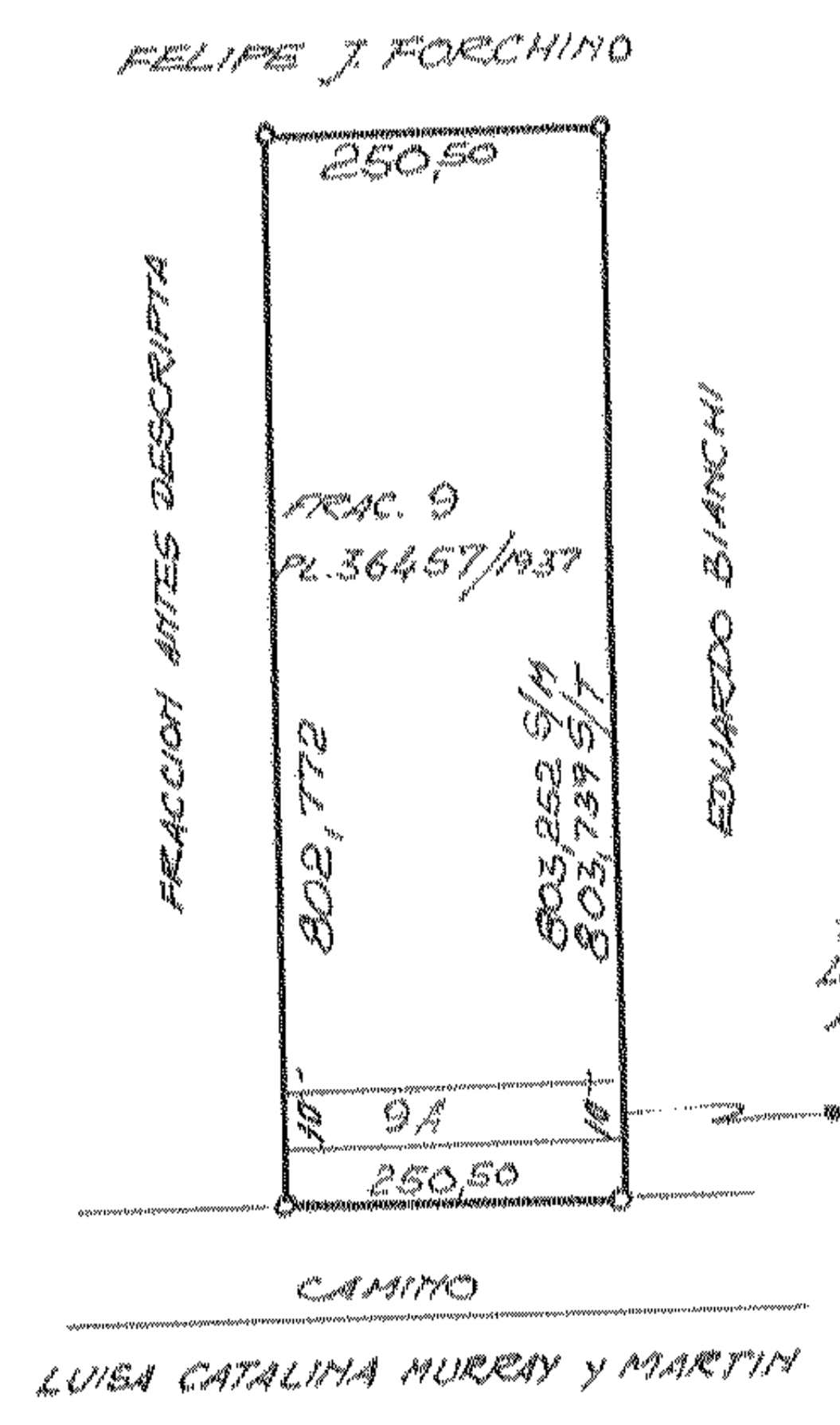


CROQUIS SEG. TITULO

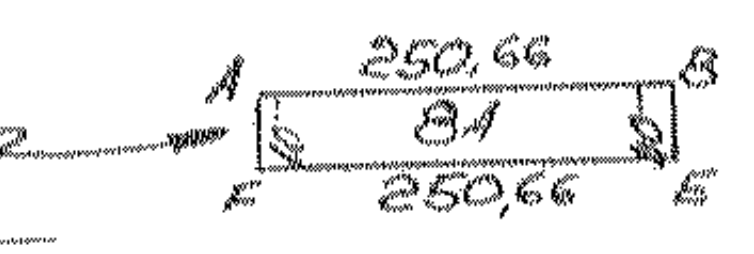
TITULO A



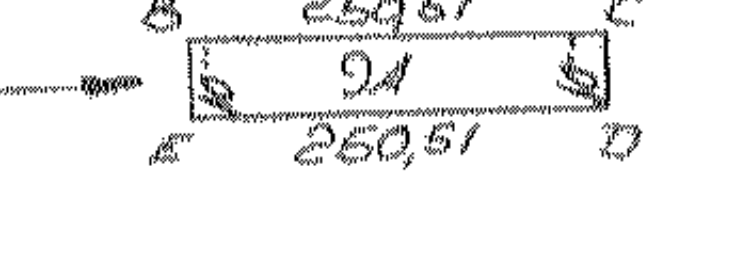
TITULO B



DETALLE VENTA T° 123-F° 473 A LA:
DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
LOTE 8A PL. 59054/69 - AFECTADA
A RUTA 28-S - SUP. 0° 25' 06", 60



DETALLE VENTA T° 123-F° 473 A LA:
DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
LOTE 9A PL. 59054/69 - AFECTADA
A RUTA 28-S - SUP. 0° 25' 05", 10



5 copias selladas



PROVINCIA DE SANTA FE

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS

OBRA: RUTA PROVINCIAL N° 28-s

TRAMO: RUTA NAC. N° 178 - MONTES DE OCA

SECCION: KM 7+000 - KM 15+400

ALTEO Y PROTECCION DE TALUDES

FECHA: ENERO 2018

DIRECTOR GRAL: Ing. Osvaldo Constandi

PLAN: N° 9985/1

ESCALA: PLANIM: 1:2500
ALTIM: 1:100

PROYECTISTA: Ing. Carlos Cian

OPERADOR: Téc. Hugo Salinas

DIBUJO: Téc. Darío Muga

PLANIALTIMETRIA KM 8 KM 11

REFERENCIA NUMERICA			
1	Alambrado existente a conservar	7	Alc. Tipo A2 a const. L=3x5.00m AC=13.30m, H=c/Platea s/P. Tipo
2	Alcantarilla existente a conservar	8	Alc. Tipo A2 a const. L=5.00m AC=13.30m, H= c/Platea s/P. Tipo
3	Demolición y retiro de alcantarilla existente	9	Cordon protector de pavimento a construir s/Plano Tipo N° 417/3
4	Alc. de caño c/cabezales de H° A° a construir, 2D=1.00m - caño clase I	10	Demolición parcial y reconstrucción de platea a nueva cota de desagüe.
5	Alc. de caño c/cabezales de H° A° a construir, 3D=1.00m - caño clase I	11	
6	Obra de protección talud del canal	12	

SIMBOLOGIA PLANIMETRICA			
	Punto tipo		Lineas eléctricas
	Alcantarilla - Tronquera		Lineas de alambrado
	Columna de H° - Poste de madera		Ferrocarril
	Fanja - Poste o Fanja		Gasoducto - Est. de Gas
	Transformador		Molino - Tanque australiano

PC+ 104

PROGRESIVAS	TIPOLOGIA ALTIMETRICA
COTAS DE PUNTOS FUJOS	
COTAS DE TERRENO NATURAL	IZQUIERDO DERECHO
COTAS DE OBRA BASICA	
COTAS DE DESAGUE	IZQUIERDO DERECHO
COTAS DE RASANTE	
COTAS DE DESAGUE	

DATOS DE ESTUDIO
DATOS DE PROYECTO

ANEXO 04 - ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN

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_o : 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_{n1} : 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 :

$$P_f = P_{n1} \times (1 + i_1)^{n_2}$$

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

$$P_f = P_{n1} \times (1 + i_2)^{n_2}$$

Siendo:

- P_f : población al final del período de diseño o al final del segundo subperíodo de n_2 años (P_{n2})
- 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 05 - LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS

Para el dimensionamiento de las lagunas de estabilización son necesarios los siguientes datos:

- I. Caudal de lixiviados.
- II. DBO₅ del efluente.
- III. Temperatura media mínima en invierno y verano.

El caudal de lixiviados es función de la precipitación media anual y se determinó en el ítem correspondiente. El valor diario de generación de líquidos será de:

$$Q_{\text{época lluviosa}} = 24,77 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{época no lluviosa}} = 5,07 \text{ m}^3/\text{día}$$

El valor de la DBO₅ es función de las condiciones ambientales y de las características de los residuos. Por lo tanto, se adoptan los mismos valores que se utilizaron en el proyecto del centro GIRSU de Villa Gobernador Gálvez.

$$DBO_{5 \text{ época lluviosa}} = 6400 \text{ mg/L}$$

$$DBO_{5 \text{ época no lluviosa}} = 4100 \text{ mg/L}$$

Los valores de temperatura media mínimos se obtiene de la página web Weather Spark

Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	30°C	28°C	27°C	23°C	19°C	16°C	16°C	19°C	21°C	24°C	27°C	29°C
Temp.	24°C	23°C	21°C	17°C	14°C	11°C	10°C	12°C	14°C	18°C	21°C	23°C
Mínima	19°C	18°C	16°C	13°C	9°C	6°C	5°C	7°C	9°C	12°C	15°C	18°C

Tabla 1. Temperatura media anual. Fuente: <https://es.weatherspark.com>

$$T^{\circ}_{\text{mínima época lluviosa}} = 18^{\circ}\text{C}$$

$$T^{\circ}_{\text{mínima época no lluviosa}} = 10^{\circ}\text{C}$$

→ **Laguna Anaeróbica**

El dimensionamiento se realiza a partir de una carga volumétrica, que es función de la temperatura mínima en cada época en estudio. Cuanto mayor sea la temperatura, mayor será la eficiencia del tratamiento dado que aumenta la actividad biológica. En consecuencia,

la carga volumétrica resulta mayor y menor será el volumen necesario. Diferentes bibliografías sugieren los siguientes valores de carga orgánica según la temperatura:

Temperatura [°C]	Carga orgánica volumétrica $\lambda_v [g\ DBO/m^3\ día]$	Eficiencia [%]
<10	100	40
10 - 20	20T - 100	2 T + 20
>20	300	60

Tabla 2. Carga Orgánica Volumétrica

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:

$$Vol. necesario [m^3] = \frac{Carga\ orgánica\ efluente}{Carga\ volumétrica\ admisible}$$

Se proponen dimensiones en planta y de profundidad para la laguna, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones habituales:

- La profundidad de las lagunas anaeróbicas debe encontrarse entre los 3 y 6 metros para favorecer los procesos anaerobios de tratamiento;
- La relación entre el largo y el ancho debe estar entre 1,5 y 2;
- La pendiente de los taludes es 2:1.

Por último, debe controlarse que el tiempo de residencia hidráulico sea superior a un día, de forma tal de garantizar la eficiencia del proceso.

En la Tabla 3- Dimensionamiento Laguna Anaeróbica se presentan los resultados obtenidos.

LAGUNA ANAERÓBICA		
	Invierno	Verano
Caudal [m3/día] p/4 módulos	14	76
DBO5 [mg/L]	6400	4100
Carga orgánica del efluente [kgDBO5 / día]	91	313
Carga volumétrica [DBO/m3 día]	120	280
Volumen necesario de la laguna [m3]	759	1118
Profundidad de la laguna [m]	3	

LAGUNA ANAERÓBICA		
Ancho [m]	14	
Largo [m]	21	
Área en planta [m ²]	294	
Pendiente talud	2	1
Cantidad de lagunas [u]	3	
Volumen de una laguna [m ³]	396	
Volumen total [m ³]	1188	
Eficiencia (fn de la T°) [%]	42	58
TRH mín [días]	16	

Tabla 3. Dimensionamiento Laguna Anaeróbica

→ **Laguna Facultativa.**

A diferencia de la laguna anaeróbica, en este tipo de lagunas predominan los procesos aeróbicos, por lo que debe favorecerse la difusión de oxígeno en la masa líquida. Esto se logra, disminuyendo el tirante y aumentando la superficie de la laguna.

Para el diseño se utiliza una carga superficial que también es función de la temperatura:

$$Carga\ superficial\ \lambda_s\ [kg\ DBO/Ha\ día] = 20\ T - 120\ (Mara,\ 1976)$$

Con este dato y la carga orgánica que ingresa al sistema es posible determinar la superficie necesaria de la laguna mediante la siguiente fórmula:

$$Superficie\ necesaria\ [m^2] = \frac{Carga\ orgánica\ efluente}{Carga\ superficial\ admisible}$$

Cabe aclarar que la carga orgánica es menor que la que ingresa al sistema inicialmente debido a que el líquido atravesó primero la laguna anaeróbica, por lo que la carga orgánica se ve disminuída en un porcentaje según sea la eficiencia del sistema.

Se proponen dimensiones en planta y de profundidad para la laguna, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones habituales:

- La profundidad de las lagunas facultativas debe ser entre 1,5 y 2,5 metros;
- La relación entre el largo y el ancho debe estar entre 2 y 3;
- La pendiente de los taludes es 2:1.

Por último, debe controlarse que el tiempo de residencia hidráulico sea superior a un día, de forma tal de garantizar la eficiencia del proceso. En la Tabla 4 - Dimensionamiento Laguna Facultativa se presentan los resultados obtenidos.

LAGUNA FACULTATIVA		
	Invierno	Verano
Caudal [m ³ /día] p/4 módulos	14	76
DBO5 [mg/L]	3712	1722
Carga orgánica del efluente [kgDBO5 / día]	53	132
Carga superficial (fn de la T°) [kg DBO/Ha día]	100,00	260,00
Superficie necesaria [m ²]	5280	
Profundidad de la laguna [m]	1,5	
Ancho [m]	30	
Largo [m]	60	
Superficie adoptada [m ²]	1800	
Cantidad de lagunas [u]	3	
Superficie total [m ²]	5400	
Eficiencia [%]	70	
TRH mín [días]	30	

Tabla 4. Dimensionamiento Laguna Facultativa

En conclusión, se dimensionan una laguna anaeróbica y dos lagunas facultativas, y en la siguiente tabla se presenta un resumen de las dimensiones:

	Anaeróbica	Facultativa
Superficie [m ²]	400	2500
Ancho [m]	16	25
Largo [m]	25	50
Profundidad [m]	3	1,5
Cantidad [u]	1	2
TRH [días]	35	138
Eficiencia [%]	40	70

Tabla 5. Resumen dimensiones Lagunas

ANEXO 06 - DISEÑO VIAL

6.1. Diseño de caminos principales

Se determinan los anchos de carriles y banquetas de acuerdo lo establece el Plano Tipo OB-2 de Vialidad Nacional.

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 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			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN NO MONTABLE 1 LADO	AUMENTAR EN 0,3 m			NINGUNA			AUMENTAR EN 0,3 m		
2 LADOS	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 SEMIRREMOLQUES

CONDICIÓN "C" SUFICIENTES VEHÍCULOS SEMIRREMOLQUES WB12 O WB15 COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO

Tabla 1. Anchos proyectados para caminos principales. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

Para los caminos principales se adopta un ancho de carril de 5,5 metros y banquetas estabilizadas de 1,2 metros, resultando un ancho de coronamiento de 7,9 metros.

A continuación, se utiliza la tabla de **características de diseño geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV)**, en la cuál, para una condición de camino secundario de categoría V, con un Tránsito Medio Diario Anual de <150 vehículos por hora nos indica que los taludes del terraplén con una altura menor a 1,5 m deben ejecutarse sin baranda y con una pendiente de 1:2

CARACTERISTICAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CAMINOS RURALES																																																																																																																																																																																																					
CATEGORIA DEL CAMINO	CARACTERISTICAS BASICAS		TOPOGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO	PERALTE MAXIMO	RADIO MINIMO		PENDIENTES MAXIMAS Y LONGITUDES CORRESPONDIENTES EN RECTA HASTA 500 m SOBRE EL NIVEL DEL MAR				DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD		ANCHO DE CORONAMIENTO				TALUDES DEL TERRAPLEN SEGUN SU ALTURA (m)			ANCHO DE OBRAS DE ARTE ENTRE CALZADAS		CRUCES		VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA	VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHIC

NOTAS:

1) EL VOLUMEN DE TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL (T.M.D.A.) DEBERA CORRESPONDER AL TRANSITO PROBABLE A LOS 25 AÑOS. LOS VOLUMENES LIMITES, SUPERIOR E INFERIOR DE CATEGORIA I Y II, DEBERAN OBTENERSE EN ESTAS PLANILLAS, SON SOLO VALORES APROXIMADOS. LOS VOLUMENES LIMITES MAS AJUSTADOS, SE DEBERAN OBTENER DE LAS TABLAS Nos. 15 Y 16.

2) PODRAN ADOPTARSE VELOCIDADES DE DISEÑO MAYORES, CUANDO NO SIGNIFIQUEN AUMENTOS APRECIABLES EN EL COSTO DE LA OBRA.

3) EN ZONAS PROXIMAS A LAS URBANAS, O EN ZONAS DE FRECUENTE FORMACION DE HIELO EN LA CALZADA, SE ADOPTARA UN PERALTE MAXIMO DEL 6 %.

4) 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. PARA ALTURAS MAYORES Y PORCENTAJES DE CAMIONES SE UTILIZARAN LOS VALORES DE LOS GRAFICOS Nos. 5 Y 6.

5) 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.

6) 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 %.

7) EN CASO DE LLEVAR BANQUINA DE SEGURIDAD, EL ANCHO DE LAS BANQUINAS SE AUMENTARA EN 0.50 m.

8) ANCHO DESEABLE > 11.00 m, EN ZONA LLANA U ONDULADA.

9) EN ZONAS ONDULADAS CON GRAN PORCENTAJE DE EXCAVACION EN RICA, LOS TALUDES DEL TERRAPLEN SERAN LOS QUE CORRESPONDAN A CAMBIOS DE ZONA MONTAÑOSA DE LA MISMA CATEGORIA.

10) EN ZONAS MONTAÑOSAS SIN APRECIABLE PORCENTAJE DE EXCAVACION EN RICA, LOS TALUDES DEL TERRAPLEN SERAN LOS QUE CORRESPONDAN A CAMBIOS DE ZONA ONDULADA DE LA MISMA CATEGORIA.

11) SI POR LA NATURALEZA DE LOS SUELOS, ALGUNOS DE LOS TALUDES FIJADOS EN LA PLANILLA NO PUEDERA MANTENERSE, PODRAN ACEPTARSE TALUDES MAS TENDIDOS.

12) EN CASO DE EXCEPCION Y POR CAUSAS FUNDADAS PODRAN PROTECTARSE TALUDES MAS EMPINADOS, SIEMPRE QUE LA NATURALEZA DE LOS SUELOS LO PERMITA.

13) PARA CAMINOS DE CATEGORIA I Y ESPECIAL SE PROTECTARA ESTRUCTURA UNICA PARA CANTERO CENTRAL DE HASTA 16.00 m DE ANCHO.

14) EL TIPO DE CRUCE CON CUIÑO Y FERROCARRIL QUE FIGURA EN LA PLANILLA ES EL ACONSEJABLE PARA CONDICIONES MEDIAS.

15) NO OBSTANTE ES RECOMENDABLE QUE SIRVA DE UN ESTUDIO ECONOMICO DE LOS CASOS PARTICULARES.

Tabla 2. Pendiente taludes del terraplén. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

En cuanto a su terminación superficial, se propone realizar un estabilizado granular que permita la operación del Centro los días de lluvia. De esta manera, se define la pendiente transversal mínima de la calzada y de las banquetas mediante las siguientes tablas

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 3. 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 4. Pendientes transversales mínimas de banquetas. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

Por último, se definen el ancho de solera mínimo de cuneta y la pendiente de los contrataludes

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 5. 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 6. Pendiente contrataludes. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

6.2. Diseño de caminos secundarios

Para los caminos secundarios se realiza el mismo análisis pero con la diferencia que en este caso en sin posibilidad de adelantamiento con vehículo detenido.

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 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	9,3	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			NINGUNA		
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN NO MONTABLE 1 LADO	AUMENTAR EN 0,3 m			NINGUNA			AUMENTAR EN 0,3 m		
2 LADOS	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 SEMIRREMOLQUES

CONDICIÓN "C" SUFICIENTES VEHÍCULOS SEMIRREMOLQUES WB12 O WB15 COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO

Tabla 7. Anchos proyectados para los distintos caminos. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad

Se adopta un ancho de carril de 4,2 metros y banquetas estabilizadas de 1,2 metros, resultando un ancho de coronamiento de 6,6 metros. Se decide realizar un estabilizado granular para los caminos secundarios que brindan acceso a todas las instalaciones del complejo y se deja sin tratamiento al camino que rodea al relleno sanitario.

A continuación, se dejan adjuntados los siguientes planos tipo:

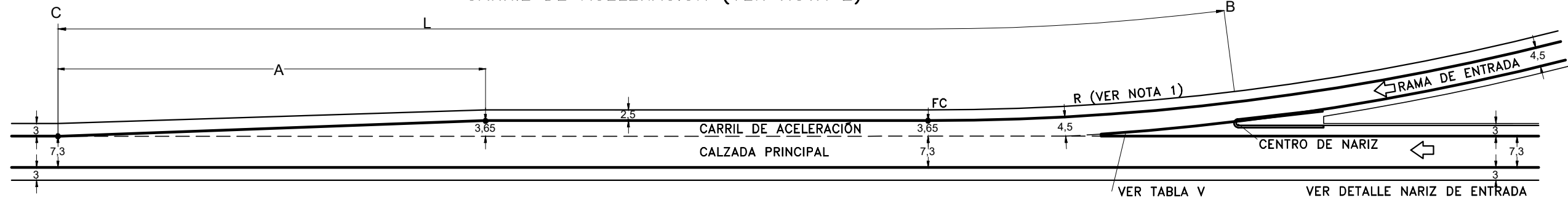
- **Plano tipo OB-2** de Dirección Nacional de Vialidad
- **Plano tipo A-82 y H-2993** de Dirección Nacional de Vialidad

NOTAS:

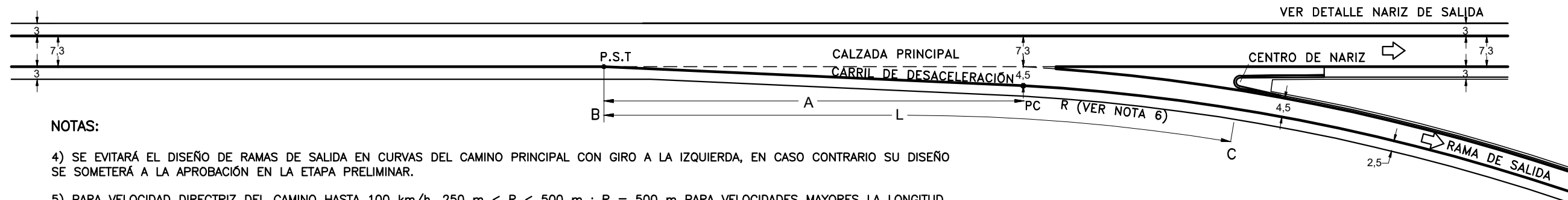
- 1) $R = 300$ m PARA VELOCIDAD DIRECTRIZ DE HASTA 80 km/h, $R = 600$ m PARA VELOCIDADES MAYORES.
- 2) CUANDO EL CAMINO ESTA EN CURVA CON GIRO A LA DERECHA EN EL SENTIDO DEL TRÁNSITO, EL PROYECTISTA DEBERÁ SELECCIONAR EL RADIO DE ENTRADA AL CARRIL DE ACCELERACIÓN CON UNA CONVERGENCIA SIMILAR A LA DADA POR EL ESQUEMA MOSTRADO.
- 3) CUANDO EL CAMINO ESTA EN CURVA CON GIRO A LA IZQUIERDA EN EL SENTIDO DEL TRÁNSITO, LA SECCIÓN DE ENTRADA AL CARRIL DE ACCELERACIÓN DEBERÁ SER EN TANGENTE.

PLANO TIPO OB - 2 (Lamina 14)
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD (DNV)

CARRIL DE ACCELERACIÓN (VER NOTA 2)



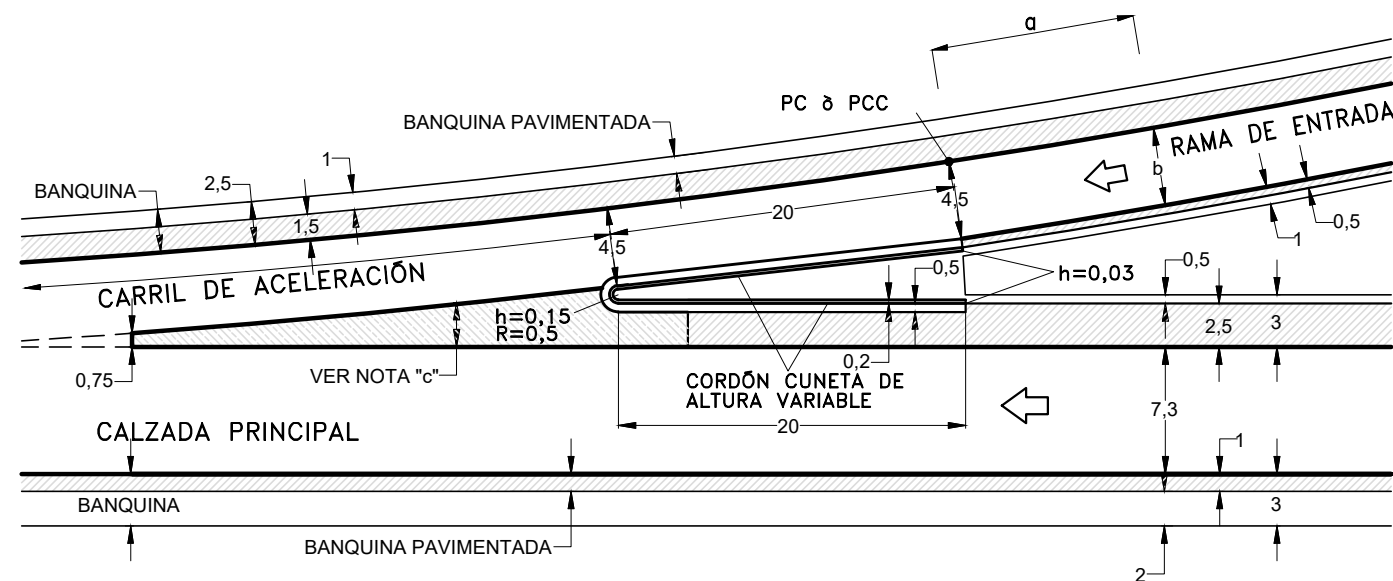
CARRIL DE DESACELERACIÓN (VER NOTA 6)



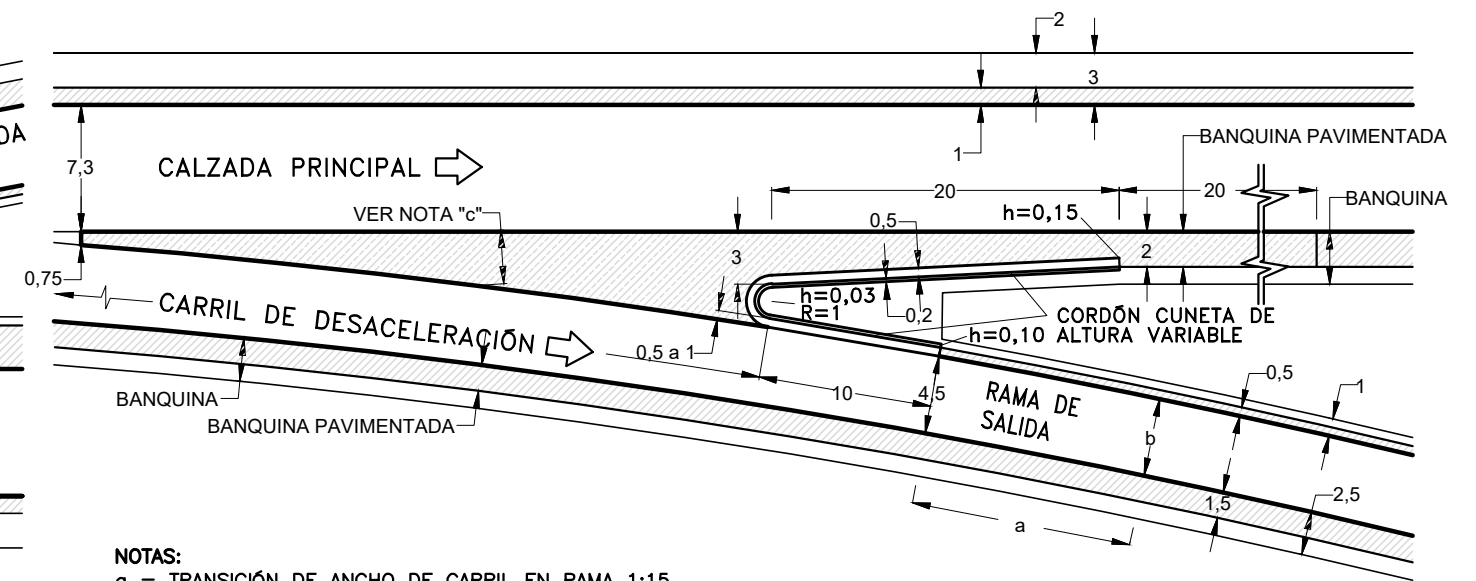
NOTAS:

- 4) SE EVITARÁ EL DISEÑO DE RAMAS DE SALIDA EN CURVAS DEL CAMINO PRINCIPAL CON GIRO A LA IZQUIERDA, EN CASO CONTRARIO SU DISEÑO SE SOMETERÁ A LA APROBACIÓN EN LA ETAPA PRELIMINAR.
- 5) PARA VELOCIDAD DIRECTRIZ DEL CAMINO HASTA 100 km/h, $250 \text{ m} < R < 500 \text{ m}$; $R = 500$ m PARA VELOCIDADES MAYORES LA LONGITUD MÍNIMA DEL ARCO DE CURVA SE FIJARÁ DE ACUERDO CON LA TABLA IV.
- 6) CUANDO EL CAMINO ES EN CURVA CON GIRO A LA DERECHA EN EL SENTIDO DEL TRÁNSITO, DEBERÁ SELECCIONARSE UN RADIO PARA EL CARRIL DE DESACELERACIÓN CON UNA DIVERGENCIA CON RESPECTO A LA RUTA, SIMILAR A LA INDICADA EN EL ESQUEMA.

DETALLE DE NARIZ DE ENTRADA



DETALLE DE NARIZ DE SALIDA



NOTAS:

- a = TRANSICIÓN DE ANCHO DE CARRIL EN RAMA 1:15
- b = ANCHO DE CARRIL EN RAMA SEGÚN TABLA I, CASO 1
- 2 ó 3
- c = PAQUETE ESTRUCTURAL SIMILAR AL DE LA RAMA; SUPERFICIE CONTRASTANTE

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	9,3	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			NINGUNA		
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN NO MONTABLE 1 LADO	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 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 1,5 1,5 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
60	5 a 6% ASCENDENTE 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 1,8 2,0 2,0 0,55
90	1,6 1,7 1,8 2,0 2,2 2,2 0,5
100	1,8 1,9 2,0 2,2 2,4 2,4 0,5
110	2,0 2,0 2,2 2,4 2,7 2,9 0,5
60	5 a 6% DESCENDENTE 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,5
70	0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,5
80	0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,5
90	0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,5
100	0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,5
110	0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,5

NOTA: LA PENDIENTE ES EL PROMEDIO ENTRE LAS CORRESPONDIENTES A LOS PUNTOS B Y C

TABLA II Aceelración :
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	260	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)								
MÍNIMA DESEABLE	20	25	30	35	40	45		50
RADIO (m)	25	30	40	45	55	65		75

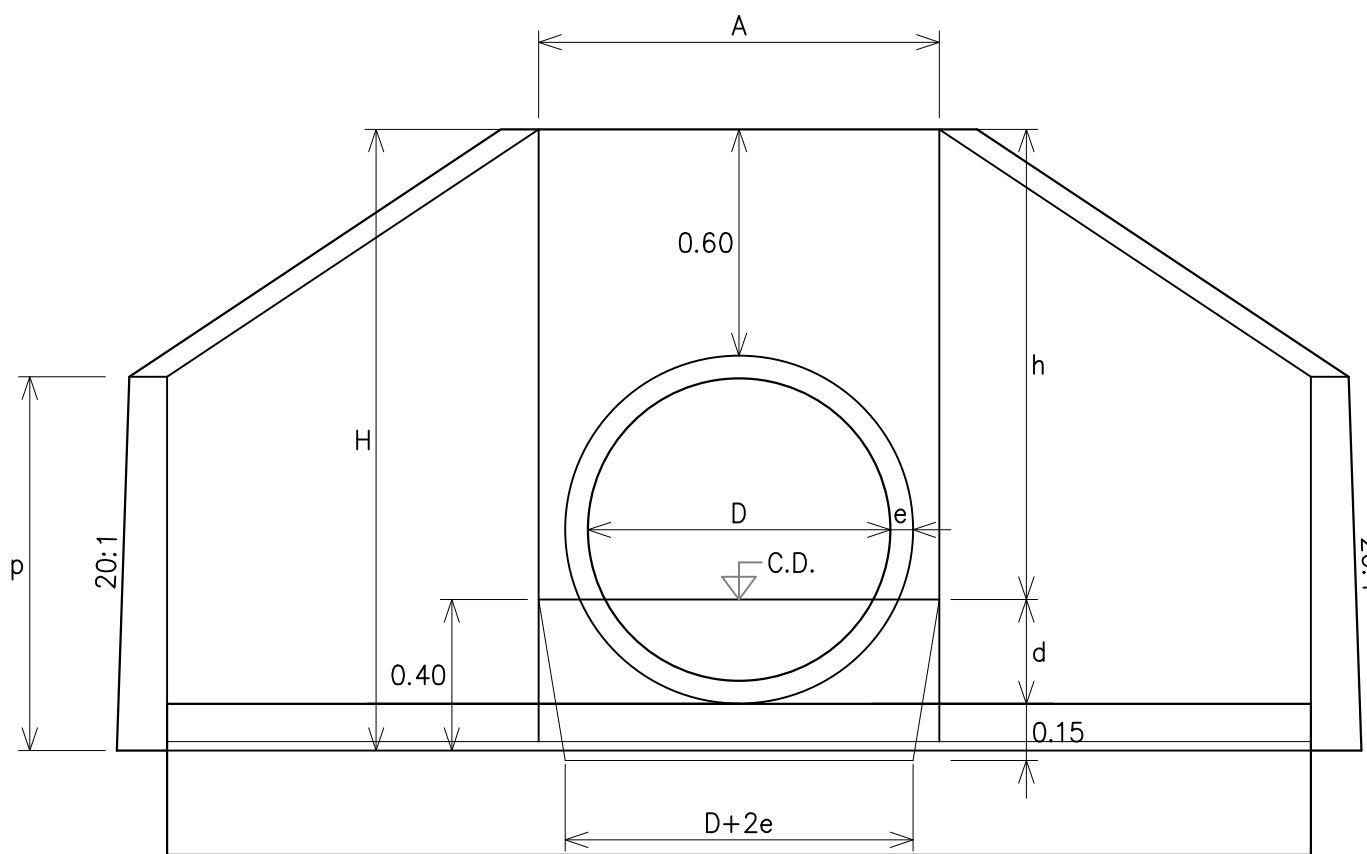
TABLA V :
DIFERENCIA ALGEBRAICA EN EL QUIEBRE DE LA PENDIENTE TRANSVERSAL VELOCIDAD DE DISEÑO A LA SALIDA O ENTRADA %

VELOCIDAD DE DISEÑO A LA SALIDA O ENTRADA %
30 Y 35 km/*h
40 y 45 km/h
>50 km/h

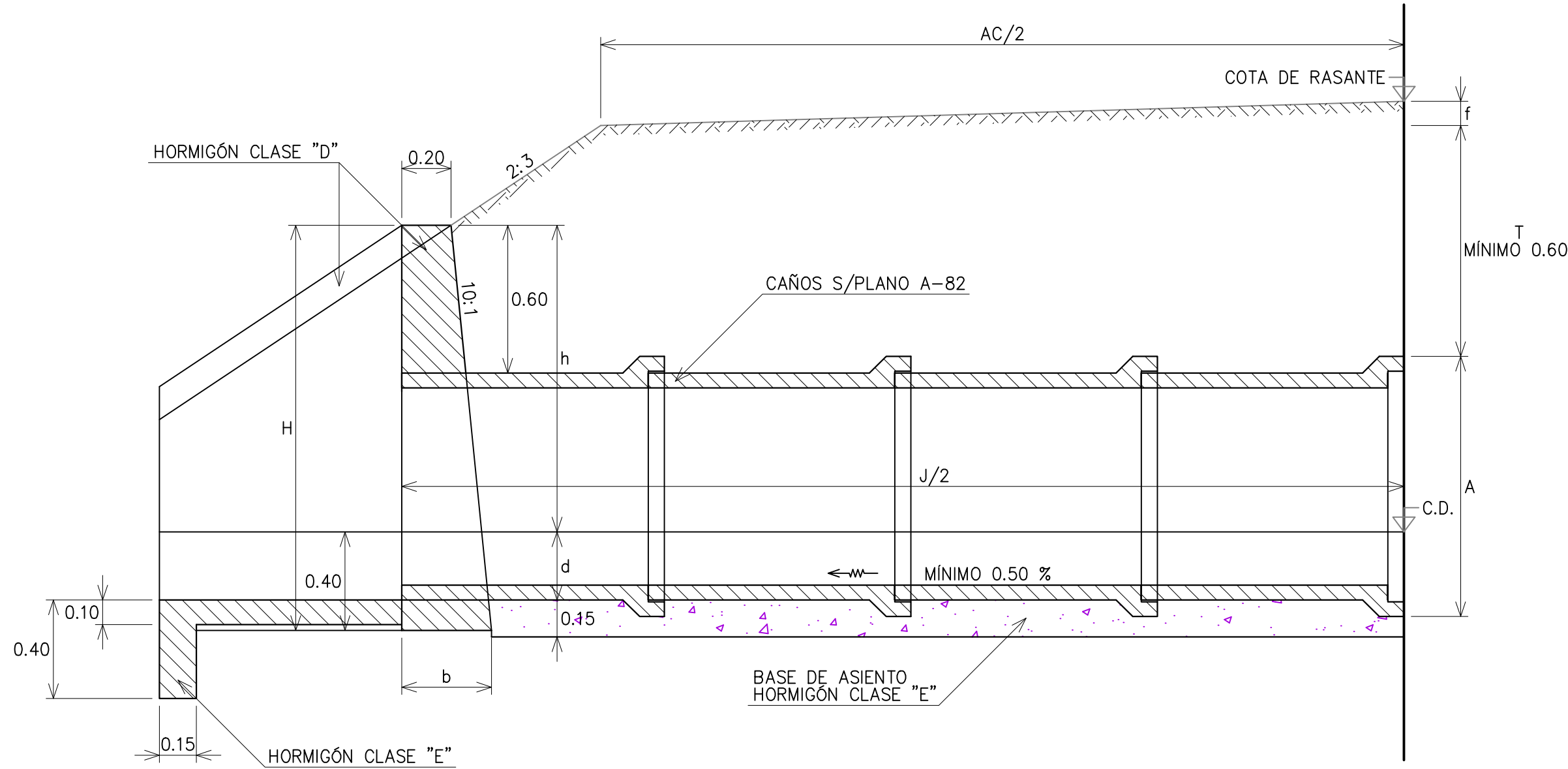
ALCANTARILLA DE CAÑOS SEGUN PLANO H-2993

ESCALA 1:20

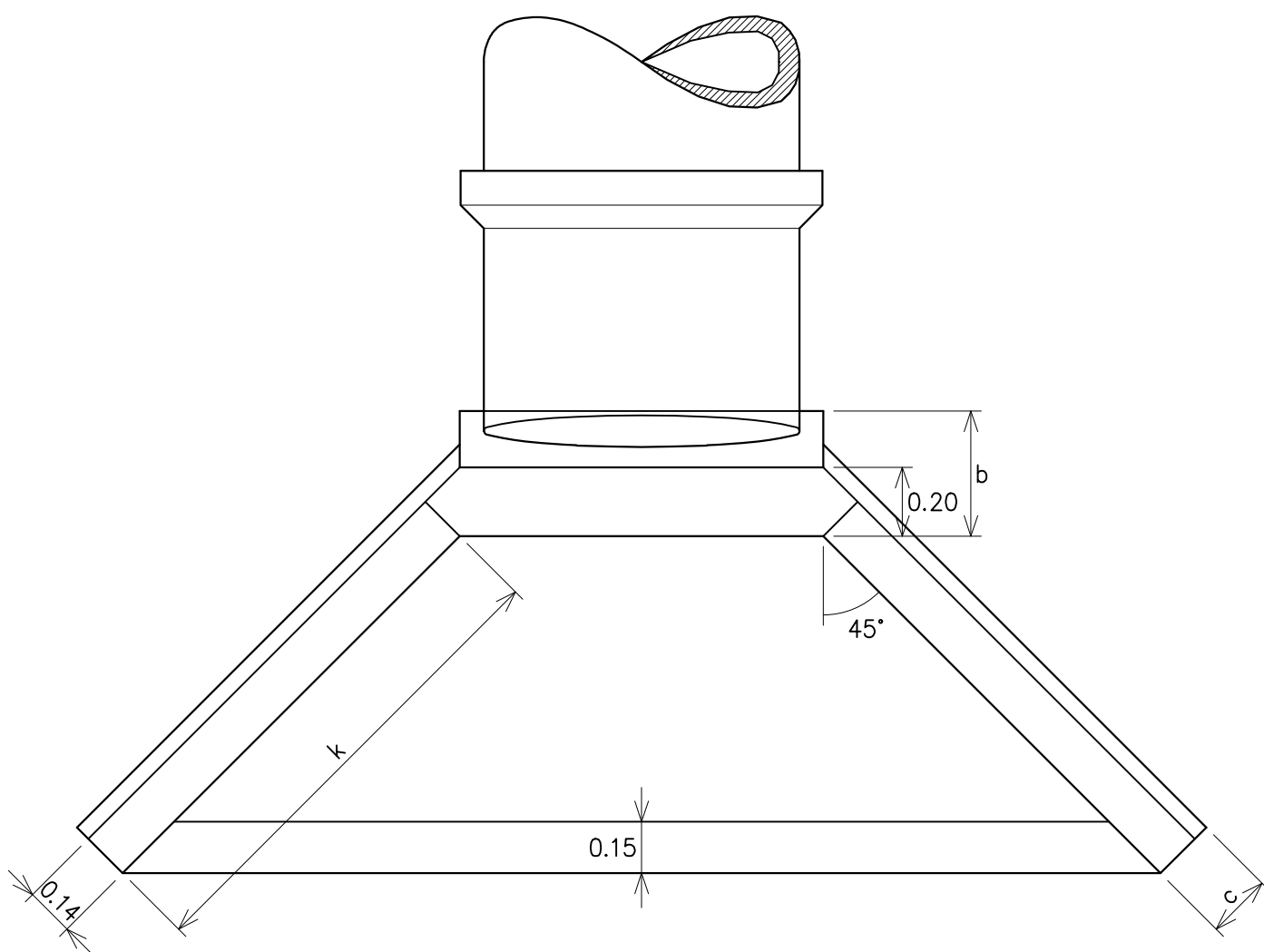
VISTA EMBOCADURA



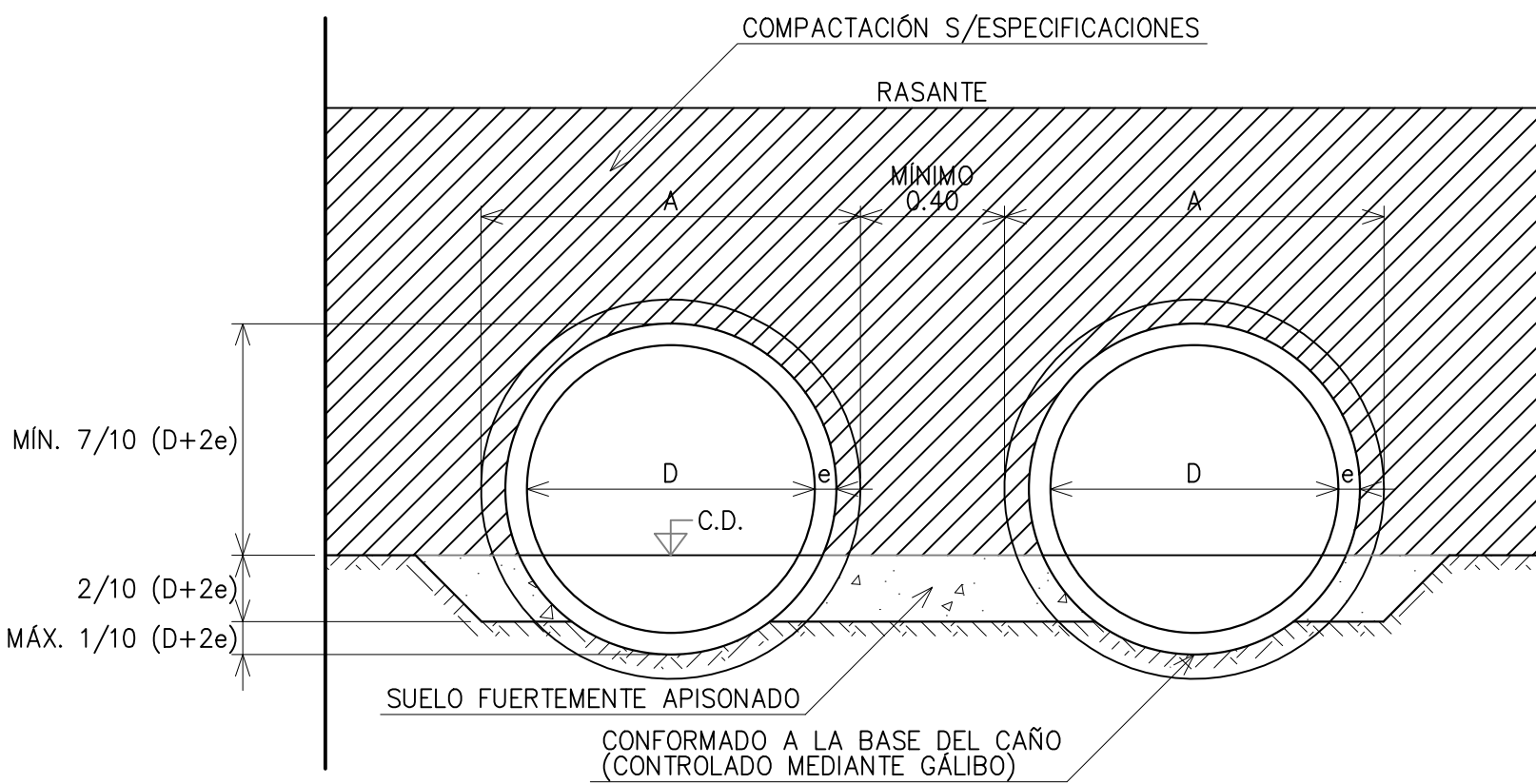
SEMI-CORTE LONGITUDINAL



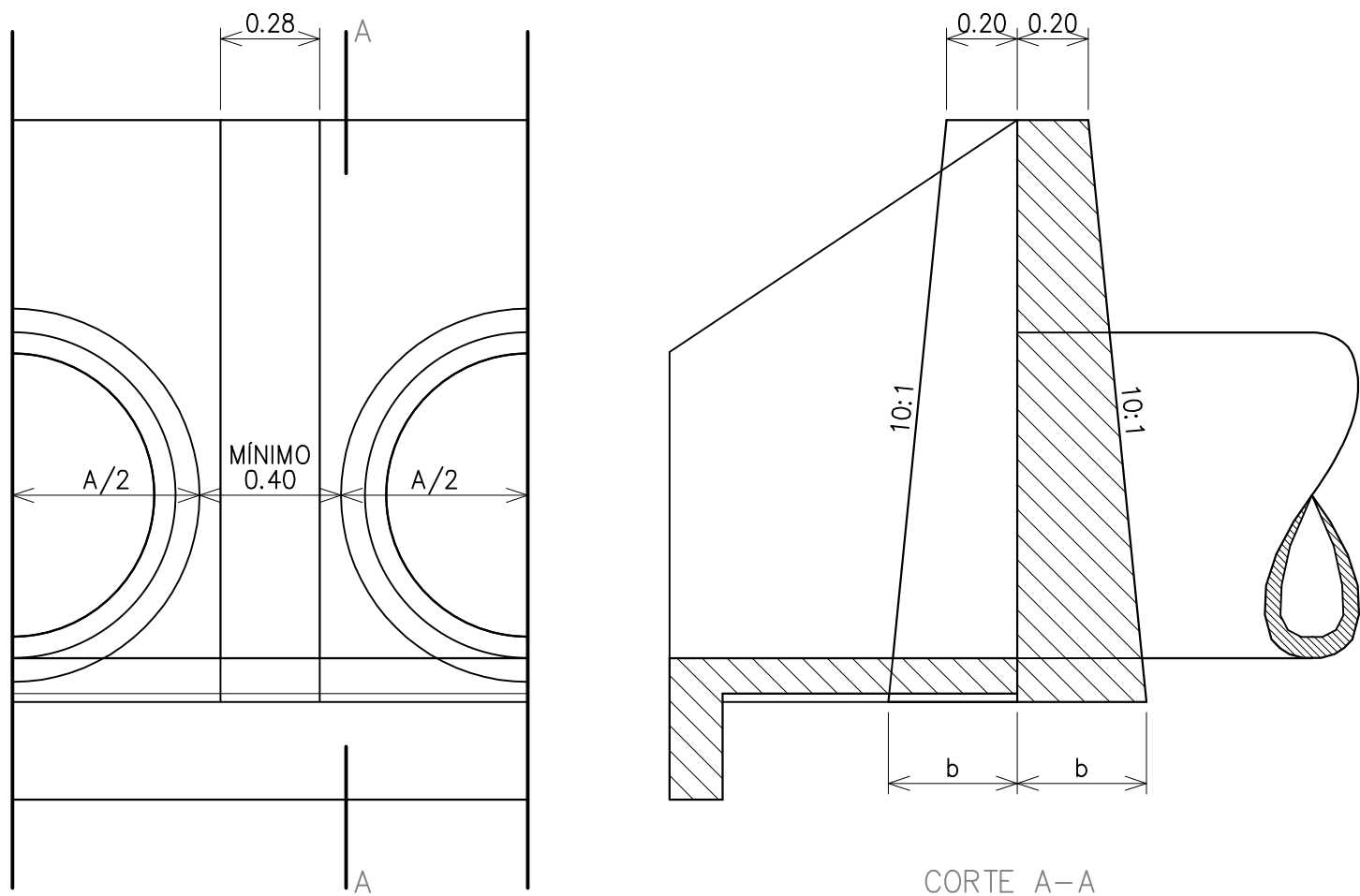
PLANTA EMBOCADURA



COLOCACIÓN DE CAÑOS SIN ASIENTO DE HORMIGÓN



CONTRAFUERTE PARA LUCES MÚLTIPLES



DATOS A FIJAR EN EL PROYECTO

D=....m; J=....m
INDICAR CON O SIN BASE DE ASIENTO
n=.... (N° DE LUCES)

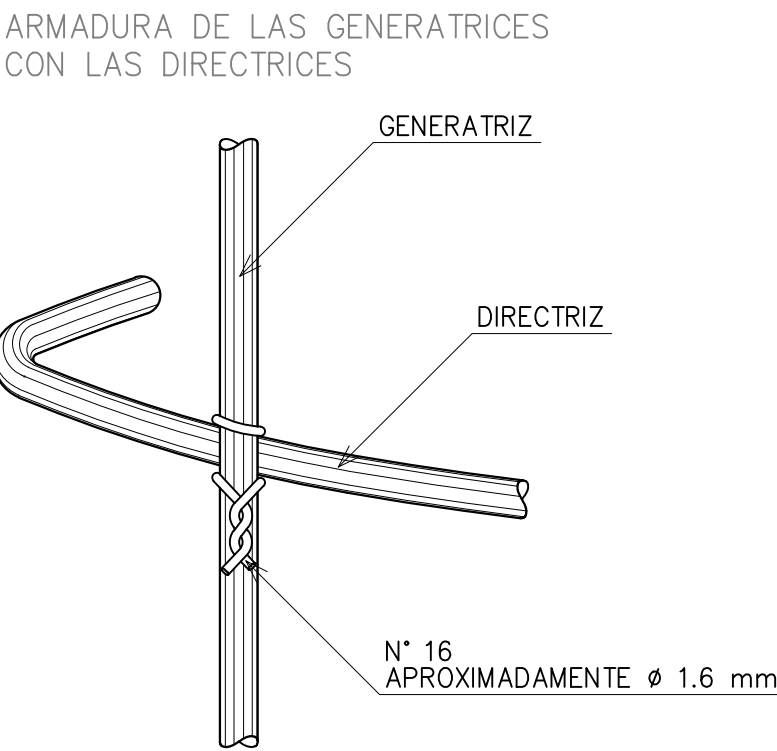
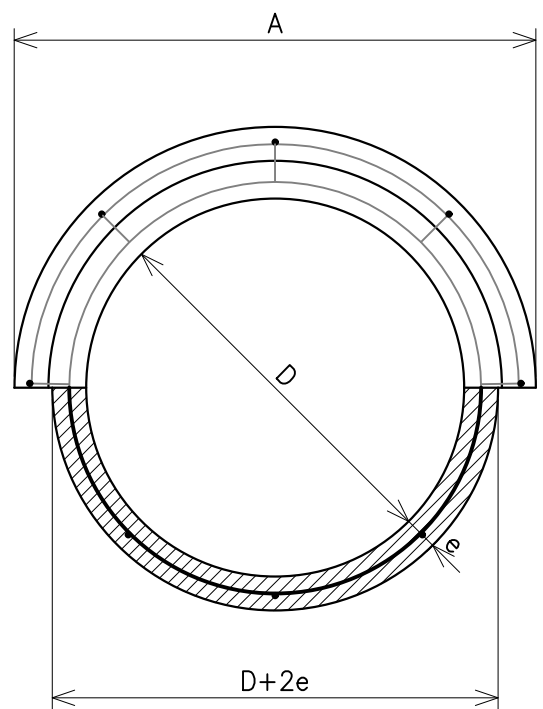
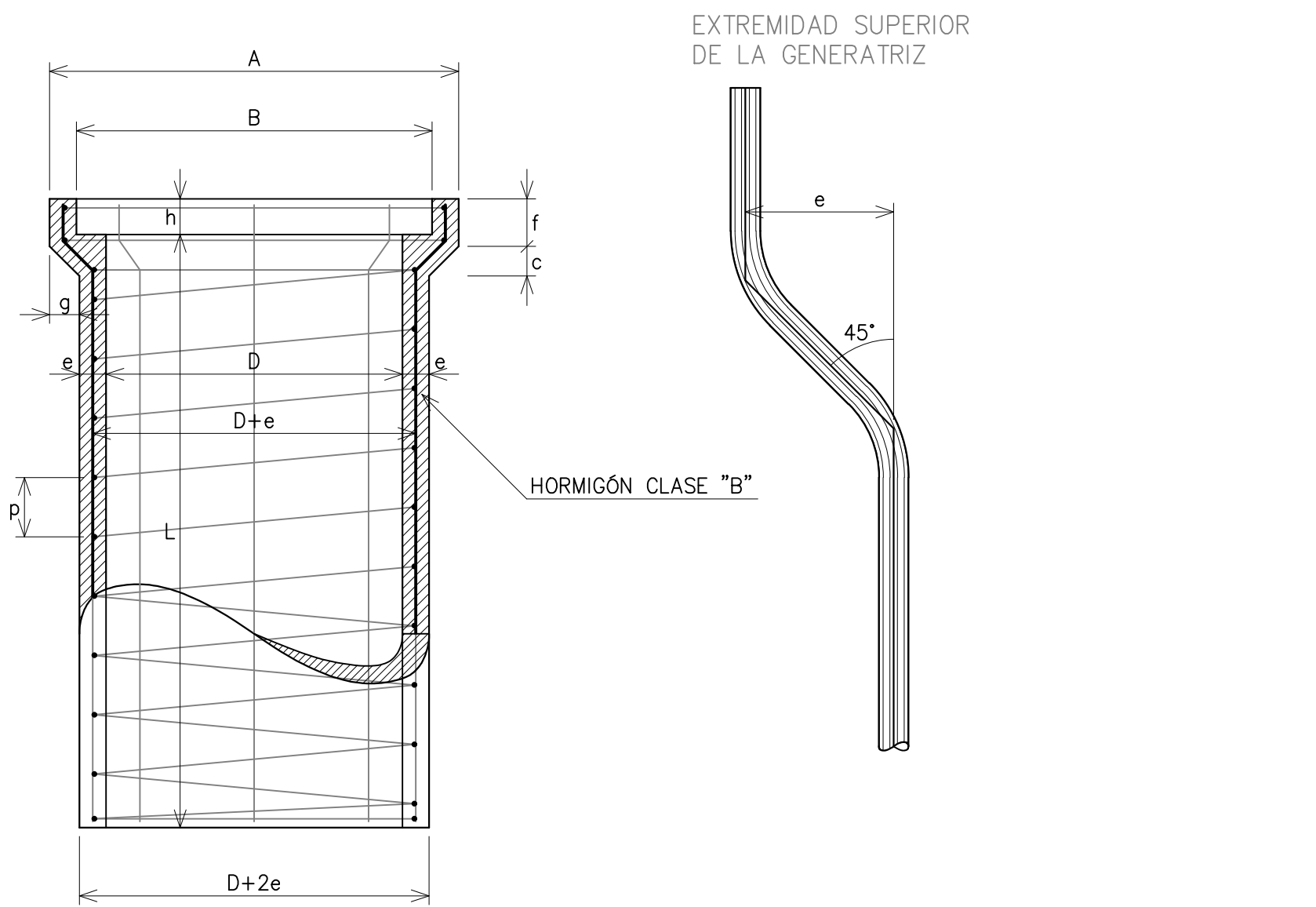
D (m)	b (m)	k (m)	p (m)	A (m)	H (m)	c (m)	h (m)	d (m)
0.60	0.35	1.24	0.90	0.81	1.490	0.185	1.090	0.210
0.80	0.37	1.39	0.98	1.06	1.644	0.189	1.244	0.276
1.00	0.39	1.58	1.06	1.32	1.805	0.193	1.405	0.345

NOTAS

LOS CAÑOS PODRÁN SER ASENTADOS SOBRE UNA BASE DE HORMIGÓN CLASE "E", SEGÚN DETALLE, CONFORMADO A LA BASE DEL CAÑO.
LAS JUNTAS SERÁN TOMADAS CON MORTERO ASFÁLTICO 1:3.

CAÑOS DE HORMIGÓN SEGÚN PLANO A-82

ESCALA 1:10



DÍAMETRO D (m)	ESPES. PARED e (m)	LARGO ÚTIL L (m)	ARMADURAS			PESO TOTAL ARMAD. (kg)	DIMENSIONES						VOLUM. DE HORM. (m³)
			LONG.	ESPIRALES	DIAM. EXTER. p (m)		A (m)	B (m)	c (m)	f (m)	g (m)	h (m)	
0.40	0.040	1.00	7x8	6	0.10	0.452	7.580	0.570	0.490	0.045	0.080	0.045	0.0608
0.50	0.045	1.00	8x8	6	0.10	0.557	8.590	0.690	0.600	0.050	0.080	0.050	0.0847
0.60	0.050	1.00	9x8	8	0.11	0.668	14.820	0.810	0.710	0.055	0.085	0.055	0.1123
0.80	0.060	1.00	12x8	10	0.11	0.875	27.763	1.055	0.935	0.068	0.100	0.068	0.1780
1.00	0.075	1.00	14x8	12	0.11	1.092	46.722	1.320	1.170	0.080	0.115	0.085	0.2780

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN
HORMIGÓN: 1:1.5:3 POR VOLUMEN, CON UN MÍNIMO DE 400 kg DE CEMENTO PORTLAND POR m³.
PEDREGULLO: DE 5 A 15 mm PARA CAÑOS DE 0.40 A 0.60 m DE DIÁMETRO.
DE 5 A 20 mm PARA CAÑOS DE 0.80 A 1.00 m DE DIÁMETRO.

ESTUDIO Y PROYECTO		ES COPIA DEL PLANO A-82 DE LA D.N.V. ADAPTADO EN TAMAÑO	
		DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD	
ESCALAS	FECHA	A -82 / H-2993	
SIN ESCALA MEDIDAS EN METROS ORIGINAL A1		ALCANTARILLA DE CAÑOS DE HORMIGÓN - CAÑOS DE HORMIGÓN	

ANEXO 07 - ESTRUCTURA METÁLICA

Cálculo de cargas de viento W																								
Factores de viento																								
UBICACIÓN	Santa Fe			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°) < 10° Tabla 5 Según Exposición C Edificio cerrado																				
CATEGORÍA	II																							
EXPOSICIÓN	C																							
VELOCIDAD BÁSICA	V		50 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																					
PRESIÓN DE VIENTO EN LA ESTRUCTURA				→			PRESIÓN DINÁMICA EXTERNA (pared a barlovento)			→			PRESIÓN DINÁMICA INTERNA											
P= qz.(G.Cp) - qi.(GCpi)							qz=qh=0,613.Kzt.Kd.V2.I.Kz			1,17			[kN/m2]			qi=0,613.Kzt.Kd.V2.I.Kz=			1,17			[kN/m2]		
GCpi		0,18 -0,18		Hacia la superficie interna Desde la superficie interna		z [m]		Kz=kh		qh [kN/m2]														
						[0-6m]		0,90		1,17														

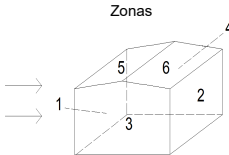
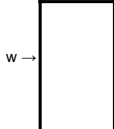
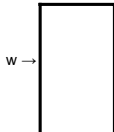
SISTEMA PRINCIPAL RESISTENTE AL VIENTO (SPRFV)														
Viento A (normal a la cumbrera)														
L	48,00 m					L=20m			+Gcpi		-Gcpi			
B	20,00 m													
h	6,00 m													
L/B	2,40													
h/L	0,13													
Lado	z	q [kN/m2]	Cp	qz.(G.Cp)	qi.(GCpi)	Pint (presión) [kN/m2]	Pint (succión) [kN/m2]							
1	6,00	1,17	0,80	0,80	0,21	0,59	1,01	Pared a barlovento						
2	6,00		-0,30	-0,30		-0,51	-0,09	Pared a sotavento						
3	6,00		-0,70	-0,70		-0,91	-0,49	Pared lateral						
4	6,00		-0,70	-0,70		-0,91	-0,49	Pared lateral						
5	0 a h/2		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69	Cubierta						
5	h/2 a h		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69	Cubierta						
6	h a 2h		-0,50	-0,50		-0,71	-0,29	Cubierta						
6	>2h		-0,30	-0,30		-0,51	-0,09	Cubierta						
Viento B (paralelo a la cumbrera)														
L	20,00 m					L=20m			+Gcpi		-Gcpi			
B	48,00 m													
h	6,00 m													
L/B	0,42													
h/L	0,30													
Lado	z	q [kN/m2]	Cp	qz.(G.Cp)	qi.(GCpi)	P pres int [kN/m2]	P succ int [kN/m2]							
1	6,00	1,17	-0,70	-0,70	0,21	-0,91	-0,49	Pared lateral						
2	6,00		-0,70	-0,70		-0,91	-0,49	Pared lateral						
3	6,00		0,80	0,80		0,59	1,01	Pared a barlovento						
4	6,00		-0,50	-0,50		-0,71	-0,29	Pared a sotavento						
5 y 6	0 a h/2		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69	Cubierta						
5 y 6	h/2 a h		-0,90	-0,90		-1,11	-0,69	Cubierta						
5 y 6	h a 2h		-0,50	-0,50		-0,71	-0,29	Cubierta						
5 y 6	>2h		-0,30	-0,30		-0,51	-0,09	Cubierta						

Tabla 1. Cálculo cargas de viento									
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

COMPONENTES Y REVESTIMIENTOS

CORREAS

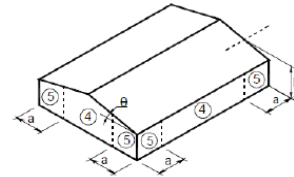
Dimensiones generales	
h	6,00 m
qh	1,17KN/m2
Luz correas cubierta	6,00 m
Luz correas pared lateral	6,00 m
Luz correas pared frente	5,00 m
Separación correas cub.	1,25 m
Separación correas laterales	1,25 m

A ef (pared frente)	Luz*sep correas =	6,3 m2
	Luz*(Luz/3) =	8,3 m2

A ef (pared lateral)	Luz*sep correas =	7,5 m2
	Luz*(Luz/3) =	12,0 m2

A ef (cubierta)	Luz*sep correas =	7,5 m2
	Luz*(Luz/3) =	12,0 m2

Zonas



Correas de Paredes frontales

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,765	-0,855	1,11	-1,21
5	0,765	-0,97	1,11	-1,35

Correas de Paredes laterales

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,765	-0,81	1,11	-1,16
5	0,765	-0,91	1,11	-1,28

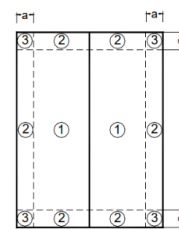
Correas de cubierta

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
1	0,2	-0,9	0,45	-1,27
2	0,2	-1,1	0,45	-1,50
3	0,2	-1,1	0,45	-1,50

CHAPAS

Dimensiones generales	
h	6,00 m
qh	1,17KN/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



Chapas de Paredes frontal

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,9	-0,99	1,27	-1,37
5	0,9	-1,26	1,27	-1,69

Chapas de Paredes lateral

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
4	0,9	-0,99	1,27	-1,37
5	0,9	-1,26	1,27	-1,69

Chapas de Cubierta

Zona	GCp +	GCp -	P + [kN/m2]	P - [kN/m2]
1	0,3	-1	0,56	-1,38
2	0,3	-1,8	0,56	-2,32
3	0,3	-2,8	0,56	-3,49

Tabla 2. Cálculo componentes y revestimientos

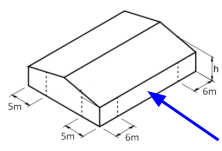
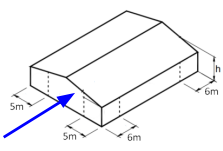
RESUMEN DE CARGAS											
Viento normal a la cumbre					Viento paralelo a la cumbre						
h	6,00 m	m			h	6,00 m	m				
L	48,00 m	m			L	20,00 m	m				
B	20,00 m	m			B	48,00 m	m				
L/B	2,4	< 1			L/B	0,42					
h/L	0,125	< 0,5			h/L	0,125	< 0,5				
Gcpi (presión)	0,18				Gcpi (presión)	0,18					
Gcpi (succion)	-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)		
			0,59	1,01				0,59	1,01		
Barlovento	0,80	1,17	-0,91	-0,49	Barlovento	0,80	1,17	-0,91	-0,49		
Laterales	-0,70		-0,51	-0,09	Laterales	-0,70		-0,71	-0,29		
Sotavento	-0,30				Sotavento	-0,50					
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)		
			-1,11	-0,69				-1,11	-0,69		
(0-h)	-0,90	1,17	-0,71	-0,29	(0-h)	-0,90	1,17	-0,71	-0,29		
(h-2h)	-0,50		-0,51	-0,09	(h-2h)	-0,50		-0,51	-0,09		
(> 2h)	-0,30				(> 2h)	-0,30					

Tabla 3. Resumen de cargas

Cálculo de cargas Lr (CIRSOC 101 Cap 4)		
CALCULO DE SOBRECARGA MINIMAS PARA CUBIERTAS Lr		
Sobrecarga Pórtico		
Luz	20	m
Sep. entre pórticos	6	m
Área tributaria	120	m2
R1	0,6	
Pendiente	10	%
F	1,2	
R2	1	
Sobrecarga Lr=0.96 R1 R2	0,58	kN/m2
Sobrecarga Correas		
Luz	6	m
Sep. entre correas	1,25	m
Área tributaria	7,5	m2
R1	1	
Pendiente	0	%
F	0	
R2	1	
Sobrecarga Lr=0.96 R1 R2	0,96	kN/m2

Características geométricas		
Longitud mayor	48 m	m
Longitud menor	20 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	20	m
Separación entre pórticos	6	m
Luz correas laterales/techo	6	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

Tabla 3. Resumen de cargas

Cálculo de cargas Lr (CIRSOC 101 Cap 4)		
CALCULO DE SOBRECARGA MINIMAS PARA CUBIERTAS Lr		
Sobrecarga Pórtico		
Luz	20	m
Sep. entre pórticos	6	m
Área tributaria	120	m2
R1	0,6	
Pendiente	10	%
F	1,2	
R2	1	
Sobrecarga Lr=0.96 R1 R2	0,58	kN/m2
Sobrecarga Correas		
Luz	6	m
Sep. entre correas	1,25	m
Área tributaria	7,5	m2
R1	1	
Pendiente	0	%
F	0	
R2	1	
Sobrecarga Lr=0.96 R1 R2	0,96	kN/m2

Características geométricas		
Longitud mayor	48 m	m
Longitud menor	20 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	20	m
Separación entre pórticos	6	m
Luz correas laterales/techo	6	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

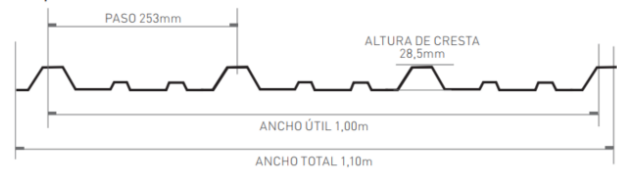
CHAPAS DE CUBIERTA

Características

Chapa trapezoidal T 101

Espesor (e)	0,89 mm
Separación entre correas de techo (L)	1,25 m
Paso de la chapa	0,253 m
Peso propio de la chapa (qd)	0,067KN/m
Pendiente de cubierta (Θ)	5,71° 10,0%
a = 10% menor dimension horizontal	2,00 m

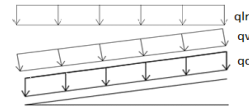
Trapezoidal T-101



Cargas admisibles de presión :

	TABLA	INTERPOLACIÓN
Luz [m]	1,2	1,4
Flexión [KN/m ²]	4,73	3,46
Flecha [mm]	7,74	4,85

Valores extraídos de catálogos



$$qD' = qD \cdot \cos(\Theta)$$

$$qLr' = qLr \cdot \cos(\Theta)^{\wedge}$$

Cargas admisibles de succión :

Luz [m]	1,2	1,4
Flexión [KN/m ²]	-4,35	-3,21
Flecha [mm]	-8,71	-5,45

DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHAPAS DE CUBIERTA

ZONA 1

Presión interna	
qD	0,061KN/m ²
qD'	0,060KN/m ²
qLr	0,960KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²
qW	0,563KN/m ²

Succión interna	
qD'	0,060KN/m ²
qW	-1,383KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	0,623KN/m ²
qs2 = qD' + qLr'	1,011KN/m ²
qs3 = qD' + 0,7*(qLr' + qW)	1,120KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	-1,323KN/m ² Verifica

Verifica

ZONA 2

Presión interna	
qD	0,061KN/m ²
qD'	0,060KN/m ²
qLr	0,960KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²
qW	0,563KN/m ²

Succión interna	
qD'	0,060KN/m ²
qW	-2,321KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	0,623KN/m ²
qs2 = qD' + qLr'	1,011KN/m ²
qs3 = qD' + 0,7*(qLr' + qW)	1,120KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	-2,261KN/m ² Verifica

Verifica

ZONA 3

Presión interna	
qD	0,061KN/m ²
qD'	0,060KN/m ²
qLr	0,960KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²
qW	0,563KN/m ²

Succión interna	
qD'	0,060KN/m ²
qW	-3,494KN/m ²
qLr'	0,950KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	0,623KN/m ²
qs2 = qD' + qLr'	1,011KN/m ²
qs3 = qD' + 0,7*(qLr' + qW)	1,120KN/m ²

Combinaciones en Servicio	
qs1 = qD' + qW	-3,433KN/m ² Verifica

Verifica

DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHAPAS DE PARED

ZONA 4

Cargas de Presión	
qW =	1,266KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qW	1,266KN/m ²

Cargas de Succión	
qW	-1,372KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qW	-1,372KN/m ²

Verifica

Verifica

ZONA 5

Cargas de Presión	
qW1 =	1,266KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qW1	1,266KN/m ²

Cargas de Succión	
qW	-1,688KN/m ²
Combinaciones de cargas de Servicio	
qs1 = qW	-1,688KN/m ²

Verifica

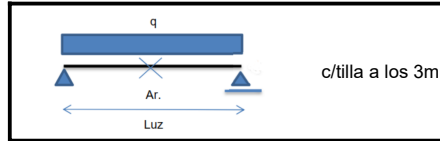
Verifica

Tabla 5. Cálculo de chapas

Cálculo correas de techo Zona 1

CORREAS DE TECHO

Zona 1



Chapa

Peso propio D [kn/m²] 0,061

Ángulo faldón Θ

[grados] 5,711

Perfil C propuesto

Parámetros	ht	bt	dt	t=ri
[mm]	180	80	30	2,5
A		9,59 cm ²		
Peso de la correa		0,075 kN/m		
Jx		489,46 cm ⁴		
Jy		91,02 cm ⁴		
Sx		54,38 cm ³		
Iy=Jy/2		45,51 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	6,00	m
Angulo	5,711	°

Cargas

Permanente D	0,15	kN/m
CV 0,96kN/m ² Lr	1,19	kN/m
W succión Wn	-1,58	kN/m
W presión Wp	1	kN/m

Flecha

$f = (5/384) (q \times Luz^4) / (E \times J)$	
fadm (Carga de Viento)= Luz/180	3,33 cm
fadm (D+CV)= Luz/150	4,00 cm

ELS	Lr	q+	1,19	kN/m	=> f	2,05	cm	Verifica
	Wn	q-	-1,58	kN/m	=> f	-2,73	cm	Verifica
	D+Lr	q+	1,34	kN/m	=> f	2,31	cm	Verifica
	D+Wn	q-	-1,43	kN/m	=> f	-2,47	cm	Verifica
	D+Wp	q-	0,71	kN/m	=> f	1,22	cm	Verifica

ELU	Presion	q1+ [Kn/m]	1,61	$(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)$
		q2+ [Kn/m]	2,53	$(1.2D + 1.6Lr + 0.8Wp)$
		Qu+[Kn/m]	2,53	
		Qu-[Kn/m]	-2,24	$(0.9D + 1.5Wn)$

Mu = (q*I²)/8

Mu+ [Knm]	11,37
Mu- [Knm]	-10,07

$$F_e = \frac{Cb \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

cb	1,14
Lb [m]	6,00
Fe [Kn/cm ²]	9,42
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm ²]	9,42
ϕ	0,9
R (165 < d < 216mm)=	0,65

Alas no rigidizadas

$$\begin{aligned} \text{Para } F_e \geq 2,78F_y &\rightarrow F_e = F_y \\ \text{Para } 2,78F_y > F_e > 0,56F_y &\rightarrow F_e = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right) \\ \text{Para } F_e \leq 0,56F_y &\rightarrow F_e = F_e \end{aligned}$$

Arriostrado en el chapeado

Md= ϕ S Fy	Md+=	11,50	kNm	→	Mu+/Md+	0,99	Verifica
-----------------	------	-------	-----	---	---------	------	----------

Chapeado en succion

Md= ϕ S Fc R	Md+=	-3,00	kNm	→	Mu-/Md-	3,36	No verifica
-------------------	------	-------	-----	---	---------	------	-------------

(Necesita tillas)

Arriostrado con tilla a los 3m

cb	1,29
Lb [m]	3,00
Fe [Kn/cm ²]	37,66
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm ²]	21,59
ϕ	0,9

Alas no rigidizadas

Arriostrado al medio

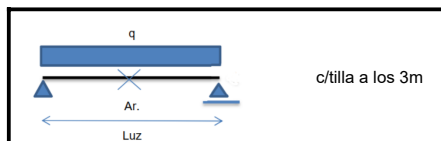
Md= ϕ S Fc	Md=-	-10,56	kNm	→	Mu-/Md-	0,95	Verifica
-----------------	------	--------	-----	---	---------	------	----------

Tabla 6. Cálculo correas de techo Z1

Cálculo correas de techo Zona 3 (con tilla)

CORREAS DE TECHO

Zona 3



Chapa

Peso propio D [kn/m2] 0,061

Ángulo faldón Θ

[grados] 5,711

Perfil C propuesto

Parámetros	ht	bt	dt	t=ri
mm	180	80	30	2,5
A		9,59 cm2		
Peso de la correa		0,075 kN/m		
Jx		489,46 cm4		
Jy		91,02 cm4		
Sx		54,38 cm3		
Iy=Jy/2		45,51 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	(Hay mas densificación acá)
Luz	6,00	m	
Angulo	5,711	°	

Cargas

Permanente D	0,14	kN/m
CV 0,96kN/m2 Lr	0,95	kN/m
W succión Wn	-1,50	kN/m
W presión Wp	0,45	kN/m

Flecha

$$f = (5/384) (q \times Luz^4) / (E \times J)$$

fadm (Carga de Viento)= Luz/180	3,33	cm
fadm (D+CV)= Luz/150	4,00	cm

Servicio	Lr	q+	0,95	kN/m	=> f	1,64	cm	Verifica
	Wn	q-	-1,50	kN/m	=> f	-2,59	cm	Verifica
	D+Lr	q+	1,09	kN/m	=> f	1,87	cm	Verifica
	D+Wn	q-	-1,37	kN/m	=> f	-2,35	cm	Verifica
	D+Wp	q-	0,58	kN/m	=> f	1,00	cm	Verifica

Ultima	Presion	q1+ [Kn/m]	1,31	(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)
		q2+ [Kn/m]	2,04	(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)
	Succion	Qu+[Kn/m]	2,04	
		Qu-[Kn/m]	-2,13	(0.9*D + 1.5*Wn)

Mu=q*I^2/8

Mu+ [Knm]	9,18
Mu- [Knm]	-9,58

$$F_e = \frac{Cb \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

cb	1,14
Lb [m]	6,00
Fe [Kn/cm2]	9,42
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm2]	8,01
φ	0,9
R (165 < d < 216mm)=	0,65

Lb = 2d 2*distancia entre pasador

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+=	11,50	kNm	Verificación	Mu+/Md+	0,80	Verifica
------------	------	-------	-----	--------------	---------	------	----------

Chapeado en succion

Md= φ S Fy R	Md+=	-2,55	kNm	Verificación	Mu-/Md-	3,76	No verifica
--------------	------	-------	-----	--------------	---------	------	-------------

(Necesita tillas)

Arriostrado con tilla a los 3m

cb	1,29
Lb [m]	3,00
Fe [Kn/cm2]	37,66
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm2]	21,59
φ	0,9

Alas no rigidizadas

Arriostrado al medio

Md= φ S Fc	Md=-	-10,56	kNm	Verificación	Mu-/Md-	0,91	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

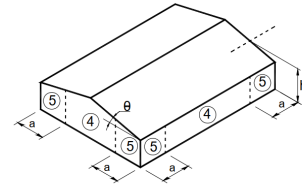
Peso propio D [kn/m2]	0,061
-----------------------	-------

Perfil C propuesto

Parámetros	ht	bt	dt	t=ri
mm	180	80	30	3,2
A		12,13	cm2	
Peso de la correa		0,095	kN/m	
Jx		611,9	cm4	
Jy		112,4	cm4	
Sx		67,99	cm3	
Iy=iy/2		45,51	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	5,00	m

Area efectiva [m2]

A1= S.correas*I	6,25
A2=I*I/3	8,33

Cargas

Permanente D	0,00	kN/m
CV 0,96kN/m2 Lr	0,00	kN/m
W succión Wn	-1,69	kN/m
W presión Wp	1,38	kN/m

Flecha

f = (5/384) (q x Luz4) / (E x J)	
fadm (Carga de Viento)= Luz/18	2,78 cm
fadm (D+CV)= Luz/150	3,33 cm

Servicio	Lr	q+	0,00	kN/m	=> f	0,00	cm	Verifica
	W	q-	-1,69	kN/m	=> f	-1,12	cm	Verifica
	D+Lr	q+	0,00	kN/m	=> f	0,00	cm	Verifica
	D+Wn	q-	-1,69	kN/m	=> f	-1,12	cm	Verifica
	D+Wp	q-	1,38	kN/m	=> f	0,92	cm	Verifica

Ultima	Presión	q1+ [Kn/m]	2,08	(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)
		q2+ [Kn/m]	1,11	(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)
	Succion	Qu+[Kn/m]	2,08	
		Qu-[Kn/m]	-2,53	(0.9*D + 1.5*Wn)

Mu=q*I^2/8

Mu+ [Knm]	6,49
Mu- [Knm]	-7,91

Cb	1,14
Lb [m]	5,00
Fe [Kn/cm2]	10,84
Fc [Kn/cm2]	10,39
R (165 < d < 216mm)=	0,65

$$F_e = \frac{C_b \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

Para $F_e \geq 2,78F_y$

$$\rightarrow F_c = F_y$$

Para $2,78F_y > F_e > 0,56F_y$

$$\rightarrow F_c = \frac{10}{9} F_y \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e} \right)$$

Para $F_e \leq 0,56F_y$

$$\rightarrow F_c = F_e$$

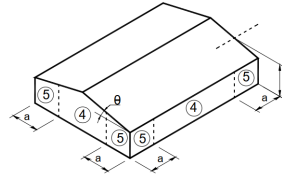
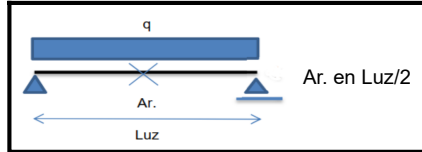
Arriostrado en el chapeado		Se verifica para cañas de presión, donde ala comprimida arriostrada al revestimiento			
Md= φ S Fy	Md+=	14,38	kNm	Verificación	Mu+/Md+ 0,45 Verifica
Chapeado en succion					
Md= φ S Fy R	Md+=	-9,35	kNm	Verificación	Mu-/Md- 0,85 Verifica

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] 0,061

Perfil C propuesto

Parámetros	ht	bt	dt	t=ri
mm	180	80	30	3,2
A		12,13	cm2	
Peso de la correa		0,095	kN/m	
Jx		611,9	cm4	
Jy		112,4	cm4	
Sx		67,99	cm3	
Iy=iy/2		45,51	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	6,00	m

Area efectiva [m2]

A1= S.correas*I	7,50
A2=I*I/3	12,00

Cargas

Permanente D	0,00	kN/m
CV 0,96kN/m2 Lr	0,00	kN/m
W succión Wn	-1,60	kN/m
W presión Wp	1,38	kN/m

Flecha

	f = (5/384) (q x Luz4) /	
fadm (Carga de Viento)= Luz/18	3,33	cm
fadm (D+CV)= Luz/150	4,00	cm

Servicio	Lr	q+	0,00	kN/m	=> f	0,00	cm	Verifica
	W	q-	-1,60	kN/m	=> f	-2,20	cm	Verifica
	D+Lr	q+	0,00	kN/m	=> f	0,00	cm	Verifica
	D+Wn	q-	-1,60	kN/m	=> f	-2,20	cm	Verifica
	D+Wp	q-	1,38	kN/m	=> f	1,91	cm	Verifica

Ultima	Presión	q1+ [Kn/m]	2,08	(1.2D + 0.5Lr + 1.5Wp)
		q2+ [Kn/m]	1,11	(1.2*D + 1.6*Lr + 0.8Wp)
	Succion	Qu+[Kn/m]	2,08	
		Qu-[Kn/m]	-2,39	(0.9*D + 1.5*Wn)

Mu=q*I^2/8

Mu+ [Knm]	9,35
Mu- [Knm]	-10,77

$$F_e = \frac{Cb \pi^2 E d I_{yc}}{S (L_b)^2}$$

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

Md= φ S Fy Md+= 14,38 kNm Verificación Mu+/Md+ 0,65 Verifica

Chapeado en succion

Md= φ S Fy R Md+= -9,35 kNm Verificación Mu-/Md- 1,15 No verifica

(Necesita tillas)

Arriostrado con tilla a los 3m

cb	1,29
Lb [m]	3,00
Fe [Kn/cm2]	34,09
2,78*Fy	53,58
0,56*Fy	13,16
Fc [Kn/cm2]	23,93
φ	0,9

Alas no rigidizadas

Arriostrado al medio

Md= φ S Fc Md=- -24,20 kNm Verificación Mu-/Md- 0,45 Verifica

Tabla 10. Cálculo correas de techo Z4 y Z5 lateral

DIMENSIONAMIENTO VIGA DINTEL

Cargas Horizontales		
WPres	0,586	KN/m2
WSucc	1,01	KN/m2
Ainfluencia	3,25	m
qWPres	1,91	KN/m
qWSucc	3,28	KN/m
qWUPres	2,86	KN/m (mayorada)
qWUSucc	4,92	KN/m (mayorada)

Cb	1,14	Siempre apoyado
----	------	-----------------

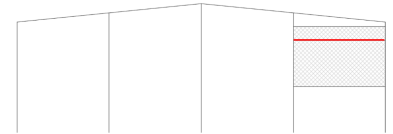
Reacciones sobre columnas		
Rhor	12,29	kN
Rvert	0,67	kN

ESTADOS DE CARGA DE SERVICIO	
f máx : L/160 [cm]	3,13
I mínima [cm ⁴]	427

DATOS ACERO F-24	
Fy [Mpa]	235
E [Mpa]	200000
G [Mpa]	77200

Factor de longitud efectiva: kx	1	
Longitud real: Lx =	500	cm
Longitud de pandeo: kx Lx	500	cm
Factor de longitud efectiva: ky	1	
Longitud real: Ly =	500	cm
Longitud de pandeo: ky Ly	500	cm
Esbeltez: λx =	57,27	
Esbeltez: λy =	161,29	
Esbeltez determinante: λ det =	161,29	< 200 Verifica

W 200x26,6	
d [mm]	207
bf [mm]	133
tf [mm]	8,4
hw [mm]	190
tw [mm]	5,8
bf/2tf	7,9
hw/tw	32,76
Ag [cm ²]	34,20
Peso [kg/m]	26,6
Ix [cm ⁴]	2611,0
Sx [cm ³]	252,3
rx [cm]	8,7
Zx [cm ³]	282,3
Iy [cm ⁴]	330,0
Sy [cm ³]	49,6
ry [cm]	3,1
Zy [cm ³]	76,3
J [cm ⁴]	7,7
Lp [cm]	131,4
Lr [cm]	374,2
X1 [kN/cm ²]	17696,4



La forma de pandeo se indica en línea de puntos	1a	2a	3a	4a	5a	6a
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	7,9	
Ap	11,09	Tabla B.5.1 (Caso 1)
Verifica?		Verifica
Pandeo Local Alma		
hw/tw	32,76	
Ap	109,69	Tabla B.5.1 (Caso 9)
Verifica?		Verifica
Plastificación		
Mp = Zx * Fy	6634,05	kNcm
1,5 My	1748,4	kNcm
Mn p =	6634,05	kNcm
Pandeo Lateral Torsional		
Lb	500	cm
Lp	131,4	cm
Lr	374,2	cm
Mcr =	40393,25	kNcm
Verificación de resistencia		
Mn = Min (Mcr, Mnp)	6634,05	kNcm
Φ	0,9	
Md =	5970,65	kNcm
Mu =	1535,98	kNcm
Mu / Md	0,26	Verifica

DIMENSIONAMIENTO (CARGAS VERTICALES)		
Pandeo Local Ala		
bf/2tf	7,9	
Ap	11,09	Tabla B.5.1 (Caso 1)
Verifica?		Verifica
Pandeo Local Alma		
hw/tw	32,76	
Ap	109,69	Tabla B.5.1 (Caso 9)
Verifica?		Verifica
Plastificación		
Mp = Zy * Fy	1793,05	kNcm
1,5 My	495	kNcm
Mn =	495	kNcm
Verificación de resistencia		
Φ	0,9	
Md =	445,50	kNcm
Mu =	12,47	kNcm
Mu / Md	0,0280	Verifica
DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN DISIMÉTRICA		
Mux	1535,98	
Mdx	5970,65	
Muy	12,47	
Mdy	445,50	
Mux/Mdx + Muy/Mdy	0,29	Verifica

TABLA RESUMEN	
Sección	W 200x26,6
Lx [cm]	500,0
Ly [cm]	500,0
Lb [cm]	500,0
Lp [cm]	131,4
Lr [cm]	374,2
Cb	1,14
Cargas horizontales	
Mux [kNcm]	1536,0
Mdx = 0,9 Mp [kNcm]	5970,6
Cargas verticales	
Muy [kNcm]	12,5
Mdy = 0,9 Mp [kNcm]	445,5
Flexión disimétrica	
Mux/Mdx + Muy/Mdy	0,29

Tabla 11. Cálculo viga dintel

Cálculo columnas pórtico							
ESTADOS DE CARGA NOMINALES							
Normal a la cumbrera	Wp Pint	Carga	Posición	kN/m2	kN/m	// al Pórtico de Presión	
		Cubierta (0-10m)	-1,11	-6,65			
		Cubierta (>10m)	-0,71	-4,26			
		Barlovento	0,59	3,52			
	Wp Sint	Sotavento	-0,51	-3,06			
		Cubierta (0-10m)	-0,69	-4,11			
		Cubierta (>10m)	-0,29	-1,72			
		Barlovento	1,01	6,05			
		Sotavento	-0,09	-0,53			
		Wn Pint	Cubierta*	-1,11	-6,65		
Laterales	-0,91		-5,45				
Wn Sint	Cubierta*		-0,69	-4,11			
	Laterales		-0,49	-2,92			
Paralelo a la cumbrera	qD chapas cubierta	0,061	0,36				
		qD correas cubierta		0,36			
		qD cubierta tot		0,72			
		qD chapas paredes	0,061	0,36			
	qD correas paredes		0,46				
		qD paredes tot		0,82			
	Lr cubierta	0,58	3,46				
	Lr cubirta "y"		3,42				
	Diagrama de cargas						
		W360x58					
W14x38							
d [mm]		358	Sx [cm3]	907,8	Lx max [cm]	600	
bf [mm]		172	rx [cm]	14,9	Ly max [cm]	600	
tf [mm]		13,1	Zx [cm3]	1014,8	DATOS ACERO F-24		
d'[mm]		308	Iy [cm4]	1113,0			
tw [mm]		7,9	Sy [cm3]	129,4	Fy [Mpa]	235	
h[mm]		332,0	ry [cm]	3,9	E [Mpa]	200000	
bf/2tf		6,56	Zy [cm3]	199,8	G [Mpa]	77200	
d'/tw	39,0	J [cm4] (It)	34,5	Desplazamiento lateral en Y (mm)			
Ag [cm2]	72,50	Lp [cm] (alma)	166,1				
Peso [kg/m]	58,0	Lr [cm] (alma)	454,5	10,212	37,5	Verifica	
Ix [cm4]	16143,0	X1 [mpa]	15196,1	Combinacion 12			
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)	60,566	4	23	2	99,996	-	
Carga máxima de tracción (Tu)	93,606	4	26	3	230,339	-	
Corte máximo (Vu)	85,252	1	26	2	185,266	88,516	
Momento flector máximo (Mu) kNm	244,103	4	30	5	-	93,506	
Perfil adoptado		W360x58					
Dimensionamiento							
PANDEO LOCAL							
VERIFICACIÓN ALA							
Ar=0,83*(E/Fy)^0.5	24,21	Tabla B.5.1 (Caso 1)					
bf/2tf	6,56	Verifica					
VERIFICACIÓN ALMA							
Pu/0,85Py	0,039						
Ar	166	Tabla B.5.1 (Caso 13)					
d'/tw=hw/tw	38,99	Verifica					
PANDEO GLOBAL EN X							
kx	2,00	-					
Lx	600,00	cm					
λx	80,43	-					
PANDEO GLOBAL EN Y							
ky	1,00	-					
Ly	600,00	cm					
λy	153,06	<200					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
λc	1,67	-					
Fcr	7,39	kN/cm2					
Ø	0,85	-					
Pd	455,36	kN					
Pu/Pd	0,13	<1					
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							
λy (eje de menor inercia)	153,06	<300					
Tn	1703,75	kN					
Ø	0,90	-					
Td	1533,38	kN					
Tu/Td	0,06	<1					
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN							
Plastificación							
Mp	23847,80	kNcm					
My	21333,30	kNcm					
1,5 My	31999,95	kNcm					
PANDEO LATERAL TORSIONAL							
Cb	1,00						
Lb	600,00	cm					
Lp	166,11	cm					
Lr	454,51	cm					
Lb>Lr → PLT elástico							
X1	15196,09	MPa					
Mcr	115363,10	kNcm					
Mn	31999,95	kNcm					
Ø	0,90	-					
Md	28799,96	kNcm					
Mu/Md	0,85	<1					
ACCIONES COMBINADAS CON COMPRESIÓN							
Pu/Pd	0,13	<0,2					
Mu (asociado al estado Pu max)	9999,6	kNcm					
Md	28799,96	kNcm					
Pu	60,57	kN					
Pd	455,36	kN					
Flexion disimétrica	0,44	<1					
ACCIONES COMBINADAS CON TRACCIÓN							
Tu (asociado al estado Mu max)	93,51						
Tu/Td	0,06	<0,2					
Mu	23033,9	kNcm					
Md	28799,96	kNcm					
Flexion disimétrica	0,77	<1					
Verificación CORTE							
Aw = d*tw	28,28	cm2					
h/tw	42,03						
2,45*(E/Fy)^0.5	13,23	≥ h/tw					
3,07*(E/Fy)^0.5	16,58	≥ h/tw					
Vn	1447,63	kN					
Vd = φ Vn	1302,86	kN					
Vmax	85,25	Verifica					
Tabla 13. Cálculo columna de pórtico							

ESFUERZOS COMBINADOS			
Estado de cargas	Nodo	Esfuerzo	
23	2 (C4)	Pu[kN]	60,57
		Mu[kNm]	100,00

ESFUERZOS COMBINADOS			
Estado de cargas	Nodo	Esfuerzo	
26	3 (C4)	Mu[kNm]	23033,90
		Tu[kN]	93,51

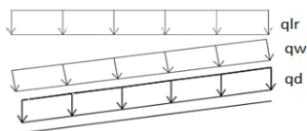
$$V_n = \frac{4,52 E A_w (10)^{-1}}{(h/t_w)^2}$$

ESFUERZOS COMBINADOS			
Estado de cargas	Nodo	Pu[kN]	Esfuerzo
23	2 (C4)	60,57	100,00
ESFUERZOS COMBINADOS			
Estado de cargas	Nodo	Mu[kNm]	Esfuerzo
26	3 (C4)	23033,90	93,51

$$V_n = \frac{4,52 E A_w (10)^{-1}}{(h/t_w)^2}$$

Cálculo viga Pórtico

ESTADOS DE CARGA NOMINALES	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

Carga		Posición	kN/m ²	kN/m	
Parelelo al plano de pórtico	WP Pint	Cubierta (0-10m)	-1,11	-6,65	// al Pórtico de Presión
		Cubierta (>10m)	-0,71	-4,26	
		Barlovento	0,59	3,52	
		Sotavento	-0,51	-3,06	
	WP Sint	Cubierta (0-10m)	-0,69	-4,11	// al pórtico de Succión
		Cubierta (>10m)	-0,29	-1,72	
		Barlovento	1,01	6,05	
		Sotavento	-0,09	-0,53	
Normal al plano de pórtico	WN Pint	Cubierta*	-1,11	-6,65	⊥ al pórtico de Presión
		Laterales	-0,91	-5,45	
	WN Sint	Cubierta*	-0,69	-4,11	⊥ al pórtico de Succión
		Laterales	-0,49	-2,92	
	qD chapas cubierta		0,061	0,36	
	qD correas cubierta			0,36	
	qD cubierta tot			0,72	
	qD chapas paredes		0,061	0,36	
	qD correas paredes			0,46	
	qD paredes tot			0,82	
	Lr cubierta		0,58	3,46	
	Lr cubirta "y"			3,42	

W360x58				
W14x38				
d [mm]	358	Sx [cm3]	907,8	
bf [mm]	172	rx [cm]	14,9	Lx max [cm] 2000
tf [mm]	13,1	Zx [cm3]	1014,8	Ly max [cm] 500
d'[mm]	308	ly [cm4]	1113,0	
tw [mm]	7,9	Sy [cm3]	129,4	DATOS ACERO F-24
h[mm]	332,0	ry [cm]	3,9	Fy [Mpa] 235
bf/2tf	6,56	Zy [cm3]	199,8	E [Mpa] 200000
d'/tw	39,0	J [cm4] (lt)	34,5	G [Mpa] 77200
Ag [cm2]	72,50	Lp [cm] (alma)	166,1	
Peso [kg/m]	58,0	Lr [cm] (alma)	454,5	Desplazamiento lateral en Y (mm)
Ix [cm4]	16143,0	X1 [mpa]	15196,1	84,714 111,1 Verifica

Dimensionamiento de Viga de Pórtico					Mu asociado	Tu asociado
Carga	Valor	N° de barra	Estado de cargas	Nodo	kNm	kN
Carga máxima de compresión (Pu)	44,808	3	23	3	115,655	-
Carga máxima de tracción (Tu)	94,067	2	30	3	133,885	-
Corte máximo (Vu)	87,839	2	26	2	230,339	62,333
Momento flector máximo (Mu) kNm	244,103	2	30	2	-	93,431

Tabla 14. Cargas viga de pórtico

Perfil adoptado		W360x58
Dimensionamiento		
PANDEO LOCAL		
VERIFICACIÓN ALA		
$\lambda_r = 0.83 \cdot (E/F_y)^{0.5}$	24,21	Tabla B.5.1 Caso 1
$b_f/2t_f$	6,56	VERIFICA
VERIFICACIÓN ALMA		
$P_u/0,85P_y$	0,029	
λ_r	166	Tabla B.5.1 Caso 13
$d'/t_w = h_w/t_w$	38,99	VERIFICA
PANDEO GLOBAL EN X		
k_x	0,50	-
L_x	2000,00	cm
λ_x	67,02	-
PANDEO GLOBAL EN Y		
k_y	1,00	-
L_y	500,00	cm
λ_y	127,55	<200
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
λ_c	1,39	-
F_{cr}	10,45	kN/cm ²
ϕ	0,85	-
P_d	643,80	kN
P_u/P_d	0,07	<1
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
λ_y (eje de menor inercia)	127,55	<300
T_n	1703,75	kN
ϕ	0,90	-
T_d	1533,38	kN
T_u/T_d	0,06	<1
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Plastificación		
M_p	23847,80	kNcm
M_y	21333,30	kNcm
$1,5 M_y$	31999,95	kNcm
PANDEO LATERAL TOSIONAL		
C_b	1,00	
L_b	2000,00	cm
L_p	166,11	cm
L_r	454,51	cm
$L_b > L_r \rightarrow$ PLT elástico		
X_1	15196,09	MPa
M_{cr}	34608,93	kNcm
M_n	31999,95	kNcm
ϕ	0,90	-
M_d	28799,96	kNcm
M_u/M_d	0,85	<1
ACCIONES COMBINADAS CON COMPRESIÓN		
P_u/P_d	0,07	<0,2
M_u (asociado al estado P_u max)	11565,5	kNcm
M_d	28799,96	kNcm
P_u	44,81	kN
P_d	643,80	kN
Fórmula	0,43	<1
ACCIONES COMBINADAS CON TRACCIÓN		
T_u (asociado al estado M_u max)	94,07	
T_u/T_d	0,06	<0,2
M_u	13388,5	kNcm
M_d	28799,96	kNcm
Fórmula	0,47	<1
ACCIONES COMBINADAS CON TRACCIÓN		
T_u (asociado al estado M_u max)	93,43	
T_u/T_d	0,06	<0,2
M_u	24410,3	kNcm
M_d	28799,96	kNcm
Fórmula	0,81	<1
Verificación CORTE		
$A_w = d \cdot t_w$	28,28	cm ²
h/t_w	42,03	
$2,45 \cdot (E/F_y)^{0.5}$	13,23	$\geq h/t_w$
$3,07 \cdot (E/F_y)^{0.5}$	16,58	$\geq h/t_w$
V_n	1447,63	kN
$V_d = \phi V_n$	1302,86	kN
V_{max}	87,84	Verifica

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

Tabla 15. Dimensionamiento y verificación viga de pórtico

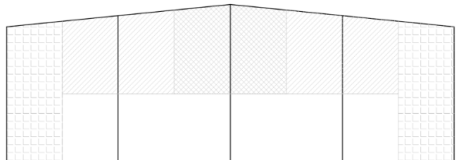
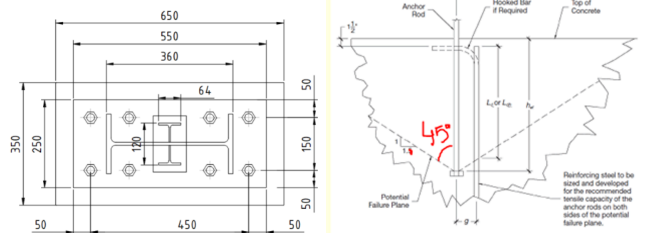
Cálculo Estructura de contraviento									
CARGAS VIENTO ZONA 4 (ELS)			CARGAS VIENTO ZONA 4 (ELU)			ESTADOS DE CARGA ÚLTIMOS			
Barlovento	1,266	kN/m2	Barlovento	1,899	kN/m2	C1: 1,5W (presión)			
Sotavento	-1,372	kN/m2	Sotavento	-2,057	kN/m2	C2: 1,5 W (succión)			
CARGAS VIENTO ZONA 5 (ELS)			CARGAS VIENTO ZONA 5 ultimas			CARGAS DE VIENTO ACTUANTES S/ PARANTE EXTERNO			
Barlovento	1,266	kN/m2	Barlovento	1,899	kN/m2	Ancho de influencia p. externo 2,5 m			
Sotavento	-1,688	kN/m2	Sotavento	-2,532	kN/m2	Barlovento 4,75 kN/m			
						Sotavento -6,33 kN/m			
Superficies del frontis			REACCION COLUMNA MEDIA			REACCION COLUMNA			
A1	15,31	m2	Estado	Valor	Unidad	Estado	Valor	Unidad	
A2	16,25	m2	C1	32,64	kN	C1	30,86	kN	
A3	17,19	m2	C2	-35,36	kN	C2	-33,43	kN	
Dimensionamiento de diagonal mas traccionada			Dimensionamiento del puntal mas comprimido			Sección L 102 x 102 x 6,4 Distancia Presillas [cm] 200 Espesor presilla [mm] 10 Lx [cm] 600 Ly [cm] 600 λx 131,95 λy 150,59 Pumax [kN] 116,125 Pd [kN] 166,12			
Tu	190,67	kN	Pu	116,125	kN				
Diametro adoptado	3,18	1 1/4 "	Características presillas						
Verificación a fluencia			Distancia entre presillas	1,50	m				
Φ	0,9	-	Espesor	10	mm				
Fy	235	MPa	Parámetros LPN individual						
Ag	15,88	cm2	Perfil	L 102 x 102 x 6,4					
Tn	373,29	KN	Ag	12,8	cm2				
Td	335,96	KN	b	101,6	mm				
Tu/Td	0,57	Verifica	t	7,9	mm				
Verificación a rotura			lv	47,85	cm4				
Φ	0,75	-	rv	1,93	cm				
Fu	370	MPa	lz	203,21	cm4				
Ae	11,91	cm2	rz	3,98	cm				
Tn	440,80	KN	v1	3,82	cm				
Td	330,60	KN	ex = ey	2,71	cm				
Tu/Td	0,58	Verifica	Parámetros de la seccion completa						
			Ag total	25,6	cm2				
			d	4,17	cm				
			Ix total	541,61	cm2				
			rx total	4,60	cm				
			ly total	406,42	cm4				
			ry total	3,98	cm				
			Pandeo local						
			b/t	10,7					
			λr (caso 6)	13,13	COMPACTA				
			Q	1					
			Pandeo global EJE Y						
			ky	1	-				
			Ly	600	cm				
			λy	150,59	-				
			Pandeo global EJE X						
			kx	1	-				
			Lx	600	cm				
			λxo	130,4	-				
			rib	4,60	cm				
			h	8,35	cm				
			a	150,00	cm				
			α	0,91	-				
			λ1	32,61	-				
			λm	131,95	-				
			λdet	150,59	-				
			λ < 200?		Verifica				
			Resistencia de diseño a la compresión						
			λc	1,64	-				
			√Q . λc =	1,64	-				
			Fcr	7,63	kN/cm2				
			φc	0,85	-				
			Pn	195,44	kN				
			Pd	166,12	kN				
			Verifica?		Verifica				
			Verificación de esbeltez local						
			kv	1	-				
			Lv	150,00	cm				
			λv	77,72	-				
			0.75 * λdet	112,94	-				
			Verifica?		Verifica				

Tabla 16. Cálculo estructura de contraviento

Tabla 16. Cálculo estructura de contraviento

Cálculo Placa base					
REACCIONES A LA BASE					
BASE 1		Tu concomitante	Pu concomitante	Vu concomitante	Mu concomitante
Tu max (kN)	92,415	92,415	0	40,62	134,01
Pu max (kN)	56,943	0,000	56,943	41,53	102,53
Vu max (kN)	90,62	92,18	0	90,62	202,72
Mu max (kNm)	202,72	92,18	0	90,62	202,72
BASE (COMPRESIÓN MÁXIMA)					
VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN BAJO LA PLACA					
ESTADO 1 - MÁXIMA COMPRESIÓN					
Pu	92,42	kN			
$Pd = 0.60 \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{(A_2/A_1)}$	2255,03	kN			
A1	1375,00	cm ²			
A2	2275,00	cm ²			
Pu/Pd	0,04	< 1			
Verifica					
BASE (TRACCIÓN MÁXIMA)					
VERIFICACIÓN DEL CORTE EN NARIZ DE CORTE					
El corte se absorbe por nariz de corte					
Vu	90,62	kN			
$f_p = 0.85 \cdot 0.60 \cdot f_c$	1,28	kN/cm ²			
Vu adm	97,92	kN			
Vu / Vuadm	0,93	< 1			
Verifica					
VERIFICACIÓN A FLEXIÓN EN NARIZ DE CORTE					
Mu	770,27	kNcm			
Md	1290,15	kNcm			
Mu / Md	0,597	< 1			
Verifica					
SOLICITACIÓN EN LOS PERNOS DE ANCLAJE					
Cant. pernos	8	unidades			
Sep. entre pernos	45	cm			
Tu perno	15,83	kN			
Td	80,74	kN			
Tu perno / Td	0,196	< 1			
Verifica					
VERIFICACIÓN PLACA BASE					
Pu	92,42	kN			
Dist. entre borde placa y perno	5	cm			
Presión en la placa	0,0672	kN/cm ²			
Long. en voladizo	9,6	cm			
Dist. de perno a borde del perfil	4,600	cm			
Mup	3,097	kNcm/cm			
Mut	7,586	kNcm/cm			
Md	43,250	kNcm			
Mut / Mdt	0,175	< 1			
Verifica					
MATERIALES					
Hormigón H-25					
f'c	2,5	kN/cm ²			
φc	0,6	-			
Acero F-24					
Fy	23,5	kN/cm ²			
Fu	37	kN/cm ²			
E	20000	kN/cm ²			
PROPIEDADES DEL PERFIL DE LA COLUMNA					
W360x58					
Perfil					
h	36	cm			
bf	17	cm			
DIMENSIONES DE BASE DE HORMIGÓN					
AF	65	cm			
BF	35	cm			
G	5	cm			
DIMENSIONES DE PLACA METÁLICA					
tp (e = 1 1/8")	2,86	cm			
A	55	cm			
B	25	cm			
L	5	cm			
D = A - 2 * L	45	cm			
H = B - 2 * L	15	cm			
NARIZ					
IPE 120					
Perfil					
Zx	61,0	cm			
AN = bf	6,4	cm			
BN = h	120	cm			
P	12	cm			
X = (P - G) / 2 + G	8,5	cm			
PERNOS					
Diámetro	7/8"	pulg			
	2,22	cm			



Cálculos auxiliares		
Separación armadura - perno	6	
Ld (7%*fy*øbulon)	70	Long de pernos
1,5øbulon	3,81	
L requerida	79,81	
Ladopt	80cm	fuste

Tabla 17. Cálculo placa base

Cálculo Fundaciones											
Datos de columna				W360x58							
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)	58,283	25,61	0	58,283	85,8	E12 (N4)	38,3	44,5	27,8	-97,0	
Ps max (kN)	-43,29	30,64	-43,29	0	74,01	E8 (N1)	38,3	44,5	-31,5	-139,2	
Vs max (kN)	50,27	50,27	0	47,37	110,409	E10 (N1)	38,3	44,5	40,3	-120,3	
Ms max (kNm)	110,409	50,27	0	47,37	110,409	E10 (N1)	38,3	44,5	40,3	-120,3	
Carga última											
Tu max (kN)	92,415	40,620	0,000	92,415	134,010	E30 (N1)	38,30	44,5	80,0	-114,9	
Pu max (kN)	-56,943	41,530	-56,943	0,000	102,530	E23 (N4)	38,30	44,5	10,9	-138,3	
Vu max (kN)	90,620	90,620	0,000	92,180	202,720	E26 (N1)	38,30	44,5	129,8	-165,0	
Mu max (kNm)	202,720	90,620	0,000	92,180	202,720	E26 (N1)	38,30	44,5	129,8	-165,0	
Propuesta cabezal											
Pilotes	2		[u]								
Φ	55		[cm]								
Geometría del cabezal											
S = 2,5*Φ	137,5		[cm]								
d>=	84		[cm]								
Altura del cabezal	h>=S/1,5	92	[cm]								
	hadopt =	95	[cm]								
d= h - 7cm	88		[cm]								
B1= Φ+10*2	75		[cm]								
A1= S+Φ+2*10	212,5		[cm]								
Aadopt=	215		[cm]								
Dimensiones del cabezal [cm]	215 x 75 x 95										
PP cabezal	38,3		[kN]								
PP pilote	44,5		[kN]								
Profundidad cabezal	-0,35										
Profundidad comienzo de pilote	-1,3										
Cargas sobre los pilotes											
Compresión Max	120,3	kN									
Tracción Max	40,3	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 - 2,8	1,5	29	0	10,33	10,33	0				
2	2,8-7,00	4,2	29	0	28,94	39,27	0				
3	7,00-13,00	1,8	45	285	19,03	58,30	67,71	126,01			
	v	7,5									
	prof punta	-8,8									
				VERIFICA TRACCIÓN		VERIFICA COMPRESIÓN					
Dimensionamiento de armadura pilote											
Nu [mN]	0,165										
Cuantía	1%										
Asección [cm2]	2376										
Ag necesario [cm2]	126										
Ast1 = 1% Ag nec [cm2]	1,26										
Ast2= 0,5% Ag sección [cm2]	11,88										
Ast [cm2]	11,88										
Ast adop											
Diámetro Φ [mm]	10										
Cantidad	16										
Estribos (min Φ6)											
Diámetro Φ [mm]	6										
SMAX(12Φb; 48Φe)	12										
Propuesta cabezal											
Dimensiones del cabezal [cm]	215 x 75 x 95										
Pilotes	2		[u]								
Φ	55		[cm]								
Largo pilote	7,5		m								
Nivel de fondo de pilote	-8,8		m								
Dimensionamiento viga arriostramiento											
Vu --> Pu (mN)	0,153										
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										

Jimenez Montoya

Tabla 18. Cálculo fundaciones

Tabla 18. Cálculo fundaciones

ANEXO 08 - CÁLCULO HIDRÁULICO

CÁLCULO HIDRÁULICO

1. Determinación curvas IDR

En la siguiente tabla, se muestran los valores de relación intensidad, duración y recurrencia, con los que se trabaja para la construcción de las curvas utilizadas.

INTENSIDAD (mm / hr)						
min \ Tr ->	Tr = 2	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 25	Tr = 50	Tr = 100
5	135,62	178,35	205,8	239,74	264,58	289,13
10	118,67	156,05	180,07	209,77	231,51	252,99
15	101,72	133,76	154,35	179,8	198,44	216,84
30	58,39	76,79	88,61	103,22	113,92	124,48
60	33,91	44,59	51,45	59,93	66,15	72,28
120	20,72	27,25	31,44	36,63	40,42	44,17
180	16,95	22,29	25,72	29,97	33,07	36,14
360	10,83	14,24	16,44	19,15	21,13	23,09
720	6,83	8,98	10,36	12,07	13,32	14,56
1440	3,92	5,16	5,95	6,94	7,66	8,37
2880	2,24	3	3,42	3,88	4,17	4,43
4320	1,63	2,18	2,52	2,91	3,17	3,42

Tabla 01: Relaciones IDR, para El Trébol, años 1990 a 2017. Fuente: Dirección Provincial de Vialidad.

Como se mencionó en el apartado [Cálculos hidrológicos](#) en el diseño del proyecto de obras se siguen las recomendaciones establecidas en el **ANEXO 1** de la **Resolución N° 736/16**, el dispositivo de regulación deberá diseñarse para amortiguar el escurrimiento producido por una tormenta de diseño de recurrencia 100 años, y deberá contar con estructuras de regulación para descargar los 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 con los datos de la tabla 01 y se calcula una línea de tendencia que 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.

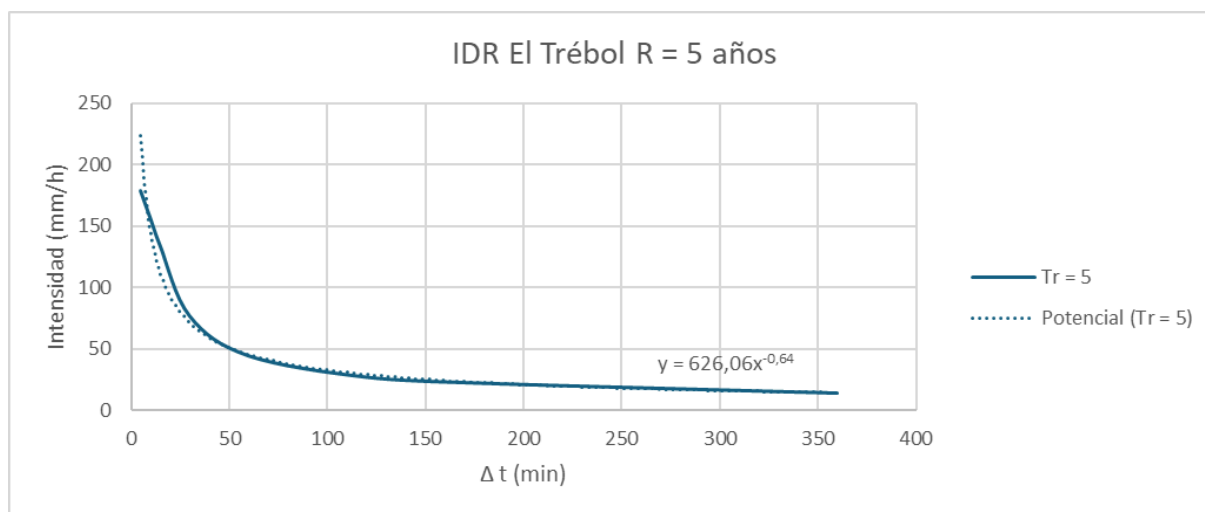


Figura 01: Curvas IDR para R=5 años. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros línea de tendencia: $a=626,06$; $b=-0,64$

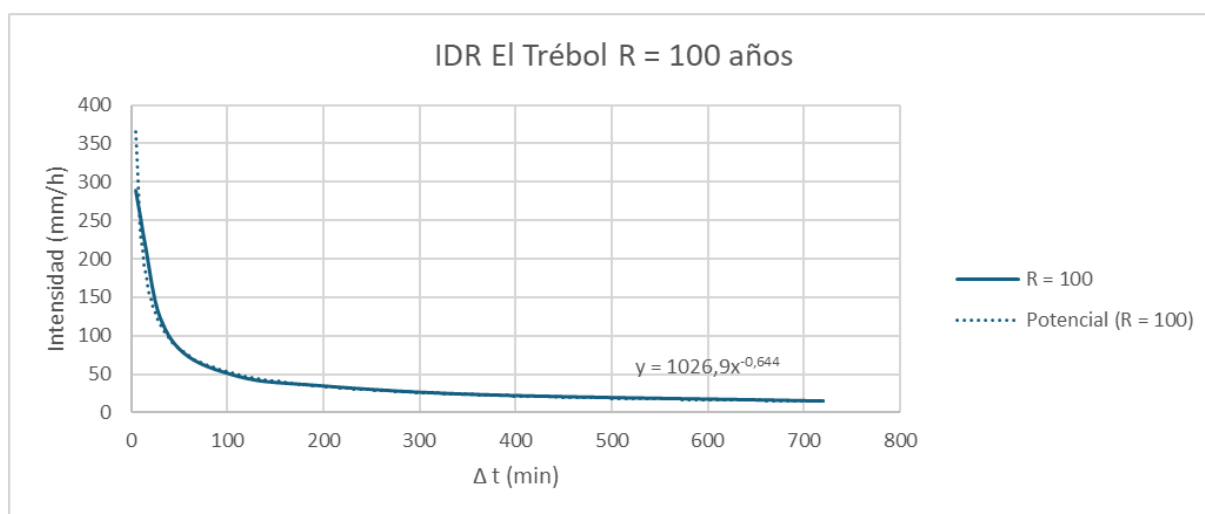


Figura 02: Curvas IDR para R=100 años. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros línea de tendencia: $a=1026,9$; $b=-0,644$

2. Cálculos hidrológicos

2.1 Situación pre proyecto para R= 5 años

Para determinar el caudal de diseño se deben determinar el área de la cuenca de aporte, es decir, la superficie total del terreno (en este caso no se consideran aportes externos al predio); la intensidad de la lluvia y el coeficiente de escorrentía. Para este último, se adopta el siguiente valor según tabla de Hidrología. Procesos y Métodos.UNR Editora.

Coefficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.

Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57

Figura 03: Determinación de coeficientes de escorrentía. Fuente: Hidrología. Procesos y Métodos. UNR Editora.

La longitud mantiforme viene dada por la mayor longitud, es decir la diagonal del terreno. Por otro lado, la velocidad de escurrimiento, se adopta $V = 0,10 \text{ m/s}$, para flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines. Valor de referencia brindado por el Decreto 4841/2012, Ley N° 13.246, Provincia de Santa Fe.

Finalmente, se obtiene:

Q Pre Proyecto: 5 años	
Área (Ha)	27,360
C	0,340
L mantiforme (m)	840
V Mantiforme (m/s)	0,1
Tc (min)	140,0
I (mm/h)	26,5
Q (m3/s)	0,685

Tabla 02: Cálculo caudal máximo para R=5 pre proyecto. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Situación pre proyecto para R= 100 años

En este caso, el cálculo es similar que para R=5 años, pero considerando que varía el valor de la intensidad, ya que corresponde a la curva de R=100 años, y el valor del coeficiente de escorrentía (C).

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.							
Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57

Figura 04: Determinación de coeficientes de escorrentía. Fuente: Hidrología. Procesos y Métodos.UNR Editora.

Q Pre Proyecto R: 100 años	
Área (Ha)	27,360
C	0,470
L mantiforme (m)	840
V Mantiforme (m/s)	0,1
Tc (min)	140,0
I (mm/h)	42,6
Q (m3/s)	1,522

Tabla 03: Cálculo caudal máximo para R=100 pre proyecto. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Situación post proyecto para R= 5 y 100 años

Como se mencionó en el informe al realizar el proyecto aumentará el caudal que llega a las obras de descargas. Para conocerlo, debemos determinar el caudal máximo de salida encauzado por las cunetas.

Se tuvieron las siguientes consideraciones para el proceso de cálculo:

- El diseño de las cunetas se realiza para una recurrencia de 5 años.
- El área utilizada en el Método Racional será la de todas las subcuencas que aportan a la misma.
- El flujo encauzado a través de la cuneta se supone que se realiza con una velocidad media de 0,6 m/s. Valor de referencia brindado por el Decreto 4841/2012, Provincia de Santa Fe.
- El coeficiente de escorrentía se obtiene a partir de una ponderación según el tipo de superficie y el área que ocupa, mediante la siguiente formulación:

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

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía ponderado

C_k: Coeficiente de escorrentía asociado a la *k* – ésima subárea *A_k*

A: Área de la cuenca

M: Número total de subáreas en las que se divide el área total *A*.

Se destaca que el análisis se realiza para la condición más desfavorable para las cunetas. Por lo tanto, se plantea que el relleno sanitario se encuentra lleno y cubierto con un suelo vegetal semipermeable y que la precipitación que cae sobre el mismo, posee un coeficiente de escurrimiento de 0,60.

Coeficiente C	C	Ocupación	Área
Verde	0,23	51%	139126
Relleno	0,6	42%	116195
Pavimento	0,8	7%	18279
Total	0,43	100%	273600

Tabla 04: Cálculo coeficiente de escorrentía post proyecto para R=5 años. Fuente: Elaboración propia.

Coeficiente C	C (100 años)	Ocupación	Área
Verde	0,36	51%	139126
Relleno	0,6	42%	116195
Pavimento	0,95	7%	18279
Total	0,50	100%	273600

Tabla 05: Cálculo coeficiente de escorrentía post proyecto para R=100 años. Fuente: Elaboración propia.

3. Diseño de obras de conducción interna

3.1 Cálculo de caudales requeridos por las cunetas y el canal

El caudal requerido por las cunetas y el canal se determinó para una recurrencia de diseño de 5 años haciendo uso del Método Racional Modificado. Se considera que siguen valiendo las consideraciones descritas en el ítem anterior (2.3 Situación post proyecto para R=5 y 100 años):

Se define para cada cuneta proyectada:

- Subcuencas de aporte
- Área de aporte de las subcuencas.
- Coeficiente de escorrentía ponderado.
- recorrido encauzado del agua (m)
- Velocidad de recorrido encauzado del agua. Se adopta $V = 0,60 \text{ m/s}$, para flujo circulante por cuneta. Valor de referencia brindado por el Decreto 4841/2012, Provincia de Santa Fe.
- Recorrido mantiforme del agua (m)
- Velocidad de recorrido mantiforme del agua. Se adopta $V = 0,10 \text{ m/s}$, para flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines. Valor de referencia brindado por el Decreto 4841/2012, Ley N° 13.246, Provincia de Santa Fe.

Para determinar el caudal en distintas cuencas de aporte, el tiempo de concentración utilizado para calcular el caudal de diseño se define como el máximo valor entre:

1. **El tiempo de concentración propio de la cuenca:** Este tiempo representa el tiempo que el agua de lluvia tarda en desplazarse desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de salida.

$$T_{c1} = T \text{ Mantiforme} + T \text{ Encauzado [Min]}$$

2. **La suma del tiempo de las subcuencas de aporte más el tiempo de flujo encauzado dentro de la cuenca principal:** Cuando existen subcuencas que aportan flujo a la cuenca principal, se debe considerar también el tiempo que el flujo de estas subcuencas tarda en recorrer sus propias cuencas antes de entrar en la cuenca principal. Luego, a este tiempo se le suma el tiempo que dicho flujo necesita para recorrer el tramo encauzado hasta el punto de salida de la cuenca principal.

$$T_{c2} = T \text{ subcuenca de aporte} + T \text{ Encauzado [Min]}$$

La intensidad de lluvia se calcula mediante los parámetros resultantes de la curva I-D-R correspondiente a R= 5 años:

$$I = a T_c^b$$

LÍNEA DE TENDENCIA R: 5 años		
R (años)	a	b
5	626,06	-0,64

Tabla 06: Parámetros curva IDR para R=5 años. Fuente: Elaboración propia.

Cuneta	Cuenca s de aporte	Área de aporte (m2)	C	LM (m)	VM (m/s)	LE (m)	VE (m/s)	Tc 1 (min)	Tc 2 (min)	Tc adopt. (min)	I (mm/hr)	Qreq (m3/s)
1-2	1	2064	0,43	25,8	0,10	54	0,6	6	6	6	203	0,05
14-16	2	11822	0,43	92	0,10	159	0,6	20	20	20	92	0,13
2-3	1+3	10258	0,43	49	0,10	129	0,6	12	9	12	128	0,15
4-3	4	6650	0,43	49	0,10	96	0,6	11	11	11	135	0,11
15-16	5+1+3+ 4	22960	0,43	31	0,10	127	0,6	9	15	15	111	0,30
5-7	6' + 6 + 7 + 8	36688	0,43	61	0,10	72	0,6	12	23	23	84	0,36
4-5 Izq	7	13671	0,43	110	0,10	110	0,6	21	21	21	89	0,14
4-5 Der	6	6604	0,43	61	0,10	104	0,6	13	13	13	121	0,09
6-5	8	9463	0,43	77	0,10	95	0,6	15	15	15	111	0,12
8-9	6'+6+7+ 8+9	63222	0,43	59	0,10	225	0,6	16	29	29	72	0,54
9-10	6'+6+7+ 8+9+10	92668	0,43	59	0,10	275	0,6	17	37	37	62	0,68

Cuneta	Cuenca s de aporte	Área de aporte (m ²)	C	LM (m)	VM (m/s)	LE (m)	VE (m/s)	Tc 1 (min)	Tc 2 (min)	Tc adopt. (min)	I (mm/hr)	Qreq (m ³ /s)
6-11	11	34195	0,43	59	0,10	588	0,6	26	26	26	78	0,31
11-13	11+12	39690	0,43	59	0,10	240	0,6	17	33	33	67	0,32
10-13	6'+6+7+ 8+9+10 +13	96628	0,43	60	0,10	114	0,6	13	40	40	59	0,67
16-17	2+5+14 +1+3+4	70255	0,43	115	0,10	200	0,6	25	26	26	79	0,65
17-18	2+5+14 +1+3+4 +15	105728	0,43	115	0,10	200	0,6	25	31	31	69	0,87
18-19	2+5+14 +1+3+4 +15+16	136718	0,43	115	0,10	128	0,6	23	35	35	65	1,05

Tabla 07: Caudales requeridos en cunetas R = 5 años. Fuente: Elaboración propia.

Donde:

LM: la longitud de recorrido mantiforme del agua.

VM: la velocidad de recorrido mantiforme del agua.

LE: la longitud de recorrido encauzado del agua.

VE: la velocidad de recorrido encauzado del agua.

En la tabla anterior se encuentran en color gris los caudales requeridos por las 3 obras de conducción interna.

3.2 Diseño y verificación de cunetas y canal

Para determinar las dimensiones de las cuneta y del canal se utiliza la formulación de Chezy-Manning. Para ello proponemos una base de fondo y un tirante y calculamos el caudal correspondiente. Posteriormente se verifica que dicho caudal sea mayor o igual al requerido por cada cuneta o el canal según el ítem anterior (3.1 Cálculo de caudales requeridos por las cunetas y el canal).

Se considera como pendiente longitudinal mínima 2‰, en algunos casos por cuestiones propias del terreno se debieron adoptar pendientes mayores.

Se presentan también los siguientes valores:

- A mojada: Área mojada [m^2]
- P mojado: Perímetro mojado. [m]
- R: Radio hidráulico. [m]
- CC AAr: Cota terreno natural aguas arriba. [m]
- CC AAb: Cota terreno natural aguas abajo. [m]
- S: pendiente longitudinal del tramo.
- V: Velocidad del flujo [m/s]

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
1-2	1	0,5	1	3,24	0,31	113,50	113,40	54	0,002	0,656	0,656	5%
14-16	1	0,5	1	3,24	0,31	113,50	111,20	159	0,014	1,832	1,832	7%
2-3	1	0,5	1	3,24	0,31	113,40	111,50	129	0,015	1,849	1,849	8%
4-3	1	0,5	1	3,24	0,31	112,50	111,50	96	0,010	1,555	1,555	7%
15-16	1	0,5	1	3,24	0,31	111,50	111,20	127	0,002	0,741	0,741	41%
5-7	1	0,5	1	3,24	0,31	112,20	112,05	72	0,002	0,695	0,695	52%
4-5 Izq	1	0,5	1	3,24	0,31	112,50	112,30	110	0,002	0,650	0,650	22%
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
4-5 Der	1	0,5	1	3,24	0,31	112,50	112,20	104	0,003	0,818	0,818	18%
6-5	1	0,5	1	3,24	0,31	113,50	112,30	95	0,013	1,712	1,712	7%
8-9	1	0,5	1	3,24	0,31	112,00	111,54	225	0,002	0,689	0,689	78%
9-10	1,2	0,5	1,1	3,44	0,32	111,54	111,00	275	0,002	0,691	0,760	90%
6-11	1	0,5	1	3,24	0,31	113,50	112,00	588	0,003	0,770	0,770	41%
11-13	1	0,5	1	3,24	0,31	112,00	111,54	240	0,002	0,667	0,667	47%
10-13	1,2	0,5	1,1	3,44	0,32	111,00	110,82	114	0,002	0,620	0,682	99%
16-17	1	0,5	1	3,24	0,31	111,20	110,62	200	0,003	0,820	0,820	80%
17-18	1,5	0,5	1,25	3,74	0,33	110,62	110,24	200	0,002	0,700	0,875	99%
18-19	2	0,5	1,5	4,24	0,35	110,24	110,00	128	0,002	0,722	1,084	96%

Tabla 08: Diseño de cunetas y canal R = 5 años. Fuente: Elaboración propia.

Caudales requeridos en cunetas R = 100años												
Cuneta	Cuencas de aporte	Área de aporte (m2)	C	L Mantiforme (m)	V Mantiforme (m/s)	L Encauzada (m)	V Encauzada (m/s)	Tc 1 (min)	Tc 2 (min)	Tc adopt. (min)	I (mm/hr)	Qreq (m3/s)
18-19	2+5+14+1 +3+4+15+ 16	13671 8	0,50	115	0,10	128	0,6	23	35	35	105	1,99
11-13	11+12	39690	0,50	59	0,10	240	0,6	17	33	33	109	0,60
10-13	6'+6+7+8 +9+10+13	96628	0,50	60	0,10	114	0,6	13	40	40	95	1,28

Tabla 09: Diseño de cunetas y canal R = 5 años. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Diseño de reservorio

Se tienen tres obras de conducción que descargan en el reservorio. Por lo tanto para determinar el volumen del reservorio se trazan los 3 hidrogramas. Al sumar los 3 hidrogramas se obtiene el hidrograma para la recurrencia de 100 años con la cual podremos determinar el volumen necesario a almacenar en el reservorio.

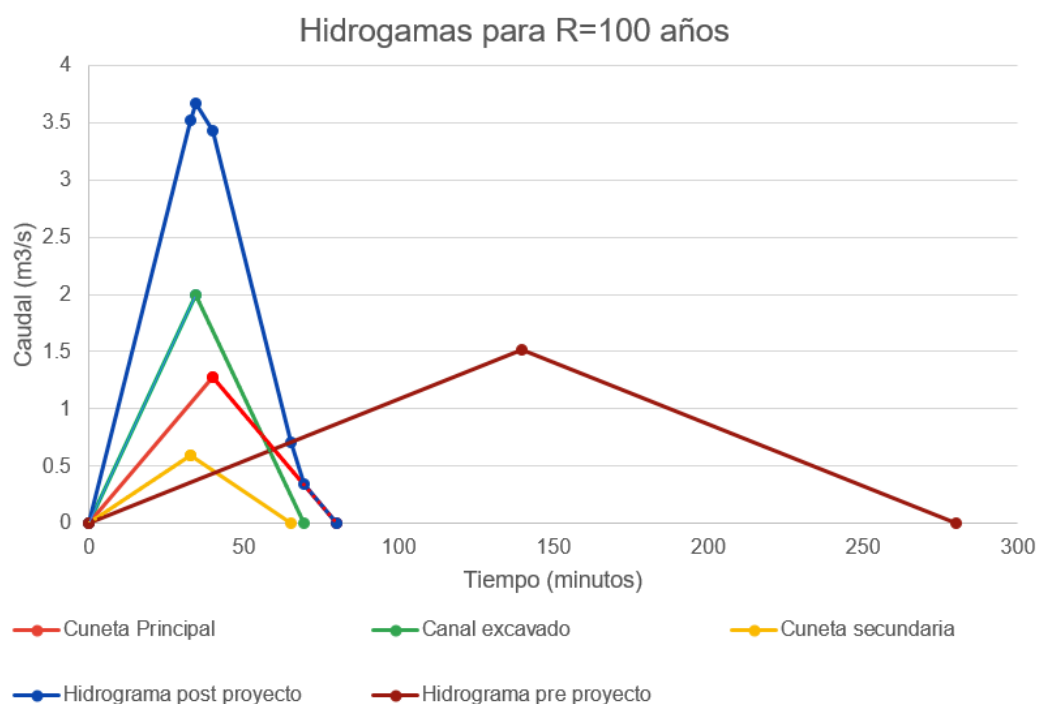


Figura 05: Hidrogramas para R=100 años. Fuente: Elaboración propia.

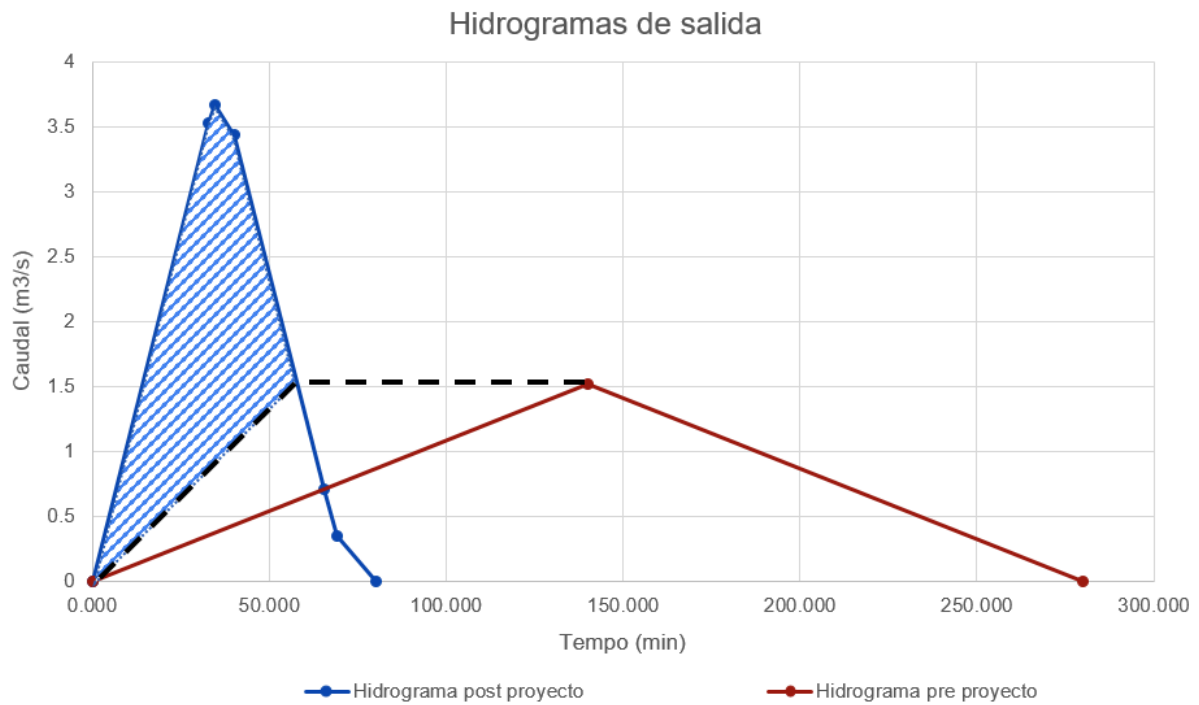


Figura 06: volumen del reservorio. Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DEL RESERVORIO	
Ancho base de fondo [m]	30
Largo base de fondo [m]	85
área de fondo [m ²]	2550
Profundidad del reservorio [m]	2
Ancho reservorio [m]	34
Largo reservorio [m]	89
Área reservorio [m ²]	3026
Vmax a almacenar	5569,22
Volumen para R=5 años	2892,46
Y5	1,08
Y100	1,83
Volumen para R=100 años	5064,60

Tabla 10: Geometría del reservorio. Fuente: elaboración propia.

4. Diseño de obras de descarga

4.1 Cálculo de obra de descarga para R=5 años

Para evacuar el caudal pre proyecto para una recurrencia de 5 años ($Q=0.685 \text{ m}^3/\text{s}$) se diseña un único orificio rectangular. Como simplificación, se calcula el área requerida por un orificio circular para evacuar dicho caudal mediante la fórmula de orificio de diámetro constante con descarga libre.

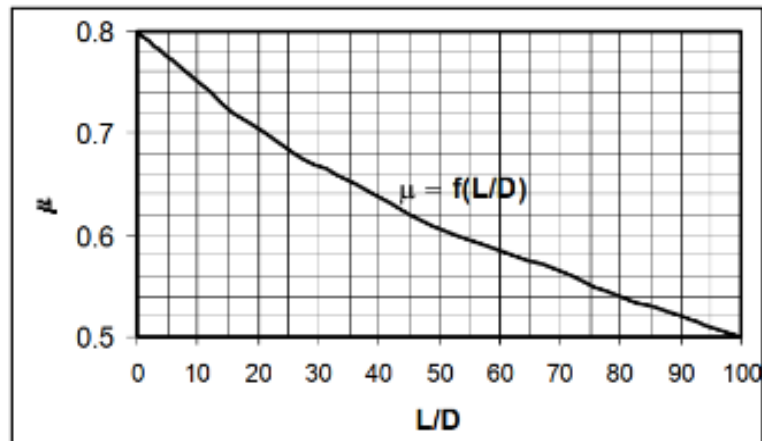


Figura 07: coeficiente de gasto. Fuente: Cátedra Obras hidráulicas.

Caudal R5 para orificio circular		
L	0,64	m
L/D	1,31	
μ	0,79	
Q	0,685	m ³ /s
D	0,49	m
A	0,19	m ²
g	9,81	m/s ²
H ₀	1,08	m/s ²
Qsalida	0,685	m ³ /s

Tabla 11: diseño de orificio circular R=5 años. Fuente: elaboración propia.

Para que un orificio circular descargue el caudal de salida, este debe ser de 0,49 m de diámetro. Se plantea una sección rectangular que tenga el área igual al del orificio circular.

Dimensiones del orificio rectangular		
A	0,19	m ²
altura	0,25	m
ancho	0,75	m

Tabla 12: diseño de orificio rectangular R=5 años. Fuente: elaboración propia.

Caudal R100 para orificio circular		
L	0,6416274516	m
L/D	1,310513586	
μ	0,79	
Q	0,685	m ³ /s
D	0,49	m
A	0,1882663486	m ²
g	9,81	m/s ²
H ₀	1,83	m
Q	0,892	m ³ /s

Tabla 13: caudal de orificio circular R=100 años. Fuente: elaboración propia.

Para el caudal de 100 años el orificio circular de diámetro 0,4896 m eroga un caudal de 0,892m³/s por lo tanto el vertedero deberá descargar: $Q_{100} - 0.892 \text{ m}^3/\text{s} = 0.630 \text{ m}^3/\text{s}$

Diseño de vertedero		
L	2,5	m
h + H _d	1,83	m
Q ₁₀₀ - 0,892m ³ /s	0,630	m ³ /s
C	4,03	
H _e = H _d	0,23	m
h	1,60	m

Tabla 14: Diseño de vertedero para R=100años. Fuente: elaboración propia.

Una vez dimensionadas las obras de descarga se procede al diseño del canal encargado de conducir el agua hacia el canal “Los Troncos”. La cota de fondo del orificio es de +110.00m, mientras que la cota de fondo del canal “Los Troncos” es de +106.65m. La

distancia entre ambos es de 430 m. Esto genera una pendiente mayor al 5‰. Como propuesta de diseño del canal decidimos que este tenga una pendiente igual al 5‰. Para ello se genera un desnivel entre el orificio y el fondo del canal como se muestra en la siguiente tabla:

Datos del terreno		
Cota de fondo del reservorio-1,2m	108,8	m
Cota de llegada a Ruta provincial	106,65	m
Distancia entre Reservorio y ruta	430	m
Pendiente	0,0050	

Tabla 15: Datos del terreno para el diseño del canal de descarga. Fuente: elaboración propia.

Una vez determinada la pendiente del canal, se procede a diseñarlo mediante la formulación de Chezy Manning para canales con el caudal pre proyecto para una recurrencia de 5 años.

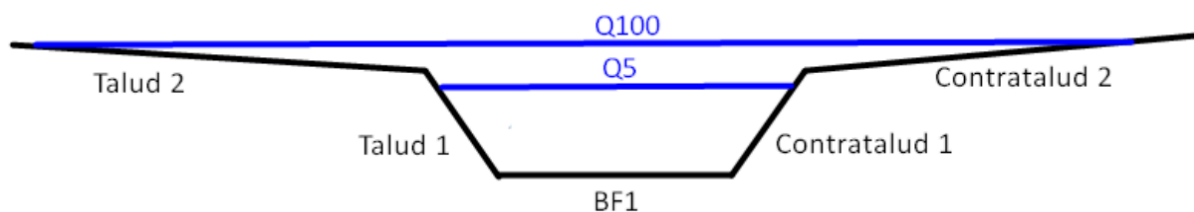


Figura 08: Geometría del canal de descarga. Fuente: elaboración propia.

Para R=5 años		
Q	0,685	m ³ /s
BF	1	m
Talud	1:2	
Contratalud	1:2	
η	0,03	
Altura	0,5	m
y	0,3991	m
v	0,95	m/s

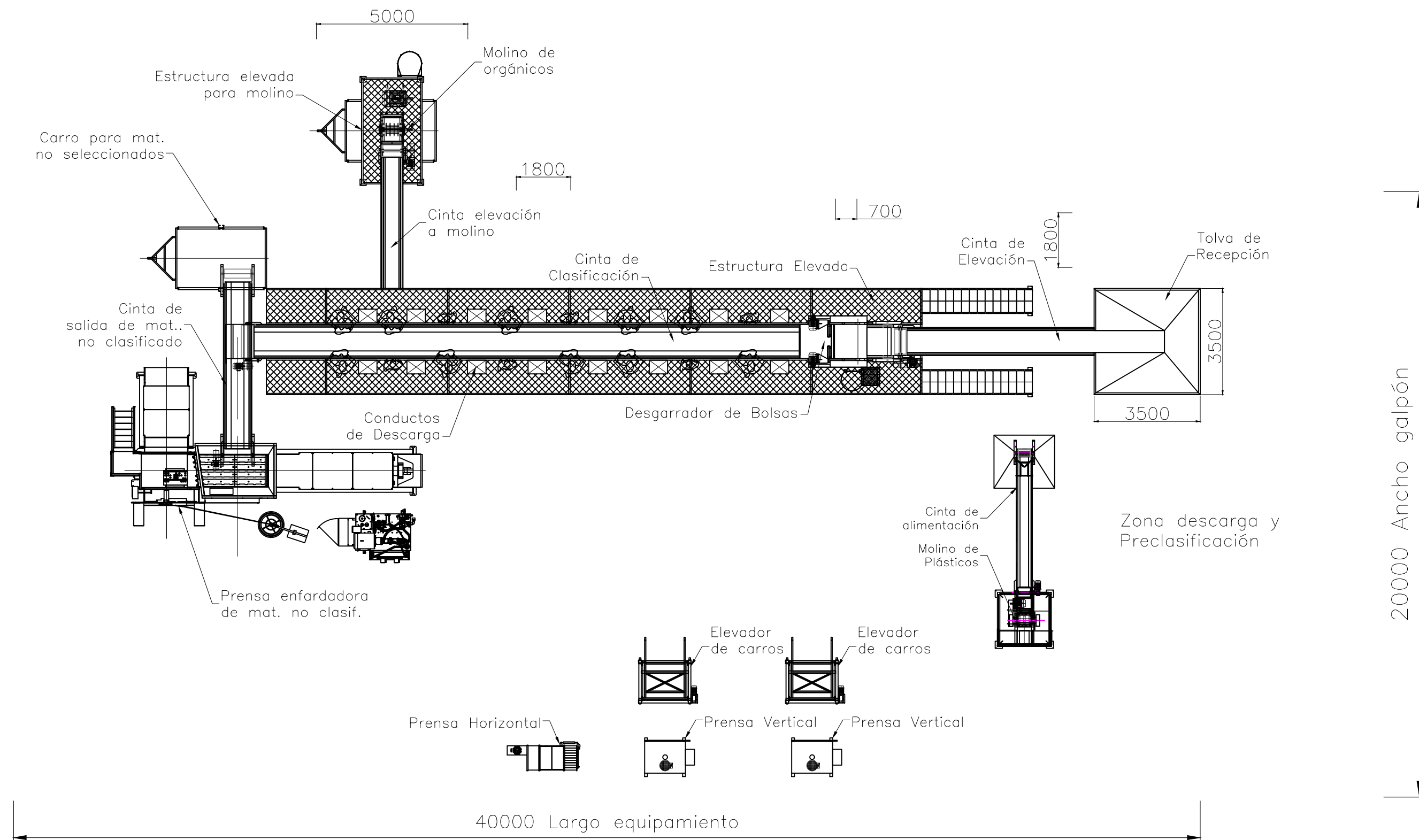
Tabla 16: Diseño del canal de descarga para R=5 años. Fuente: elaboración propia.

Finalmente se calcula también cual es el ancho de inundación para el caudal pre proyecto para una recurrencia de 100 años.

Para R=100 años		
Q	1,522	m ³ /s
BF1	1	m
Talud 1	1:2	
Contratalud 1	1:2	
Altura 1	0,5	m
Talud 2	40:1	
Contratalud 2	40:1	
y	0,6761	m
Ancho de inundación	15,59	m

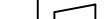
Tabla 17: Ancho de inundación del canal de descarga para R= 100 años. Fuente: elaboración propia.

ANEXO 09 - PLANOS COMPLEMENTARIOS



ESQUEMA PREELIMINAR – NO APTO PARA CONSTRUCCIÓN
 VERIFICAR MEDIDAS LUEGO DE LA CONFIRMACIÓN DEL PROYECTO
 NO CONSTRUIR FOSA NI TABIQUES SIN CONTAR CON LOS PLANOS
 DEFINITIVOS PROVISTOS POR NUESTRO DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
 La orientación y ubicación del equipamiento y los accesos
 esta supeditada al predio disponible para la instalación de la planta

VISTA EN PLANTA

DEISA DESARROLLO DE EQUIPOS INDUSTRIALES S.A. Alvear 128/(2300) Rafaela-Santa Fe Tel: 03492-426017 www.desarrollosindustriales.com deisa@desarrollosindustriales.com  Plano CAD: No modificar ni medir sobre plano. Prohibida la reproducción sin autorización escrita.	Título:		Dibujó:		TOURN B.	15-10-10
	PLANTA DE CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS		Revisó:			
			Aprobó:			
			Escala:		S/E	
			Rep.ISO-E		Plano:	Rev:
Cliente:					Planta Deisa 10-Nivel 03	