

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 – Consorcio Microrregión 5D – Villa  
Cañas, Santa Isabel, Christophersen, María  
Teresa, Teodelina. Provincia de Santa Fe,  
Argentina**

**ESTUDIANTES**

Donatti, Juan Bautista (D-4068/1)  
Genoud, Camila (G-5442/9)  
Vampiro, Ana (V-2901/7)

**DIRECTORES:**

Navarro, Raúl  
Forestieri, Claudia

**ASESORES:**

De La Fuente, Sebastián

**TITULAR DE CÁTEDRA: ING. RUBÉN LÓPEZ**

*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 fin cuatrimestre de 2023

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Presentación general del proyecto y objetivo.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Marco de referencia.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Ley 13.055 de la Provincia de Santa Fe .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Formación del Consorcio 5D.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Recopilación de antecedentes.....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Glosario .....</b>	<b>11</b>
4.1.1. Residuos Sólidos Urbanos (RSU): .....	11
4.1.2. Residuos Sólidos Domiciliarios:.....	11
4.1.3. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU): .....	11
<b>4.2. Análisis del horizonte y población de diseño .....</b>	<b>12</b>
4.2.1. ¿Por qué es importante planificar a futuro? .....	12
4.2.2. Población a abastecer. Actual y futura.....	13
4.2.3. Datos de partida.....	14
4.2.4. Método de proyección.....	15
<b>4.3. Generación de residuos: situación actual y proyección futura .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4. Visita a la municipalidad de Villa Cañas.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5. Análisis de alternativas de localización del centro GIRSU .....</b>	<b>25</b>
4.5.1. ¿Cómo se determina la ubicación del relleno sanitario? .....	25
4.5.2. Ubicación del sitio .....	27
4.5.3. Hidrología superficial y cercanía con cursos de agua superficiales.....	27
4.5.4. Profundidad de la napa freática.....	28
4.5.5. Vientos predominantes.....	30
4.5.6. Vías de acceso .....	31
4.5.7. Disponibilidad del terreno.....	32
4.5.8. Elección del terreno .....	33
<b>4.6. Parámetros de diseño para el predimensionamiento de los módulos del relleno. ....</b>	<b>33</b>
<b>5. Memoria descriptiva.....</b>	<b>39</b>

<b>5.1. Modelado del terreno .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2. Layout propuesto y elementos constitutivos del proyecto .....</b>	<b>39</b>
5.2.1. Relleno sanitario: diseño del módulo de RSU .....	42
5.2.2. Galpón para compost y cancha de compostaje para acopio de material compostado .....	48
5.2.3. Galpón para centro de reciclaje .....	53
5.2.3.1. <i>Dimensionamiento galpón para planta de reciclaje.....</i>	<i>55</i>
5.2.3.1.1. Descripción de la propuesta estructural .....	55
5.2.4. Instalaciones complementarias: S.U.M., Oficinas administrativas, Baños y vestuarios, cabina de ingreso, balanza.....	57
5.2.4.1. <i>Dimensionamiento y cálculo edificio de oficinas, vestuarios y SUM .....</i>	<i>59</i>
5.2.5. Camino de acceso y caminos complementarios .....	59
5.2.6. Desagües. Análisis hidráulico del predio.....	62
<b>6. Evaluación de impacto ambiental .....</b>	<b>64</b>
6.1. Incidencia del GIRSU en las ODS.....	65
6.2. Incidencia del GIRSU en el cambio climático.....	66
<b>7. Análisis de costo de operación y mantenimiento del GIRSU.....</b>	<b>68</b>
<b>8. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO I. Memoria de cálculo estructura metálica .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO II. Memoria de cálculo edificio de oficinas, vestuarios y SUM .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO III. Memoria de cálculo desagües pluviales.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO IV. Memoria de cálculo reservorio. ....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO V. Especificaciones técnicas para la ejecución del camino principal y secundario. ....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXO VI. Cómputo .....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO VII. Ley N°13055 Provincia de Santa Fe. ....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO VIII. Formación del consorcio para gestión de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en la Microrregión 5D. ....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO IX. Renuncias al consorcio GIRSU de la Microrregión 5D de Carmen y Chapuy .....</b>	<b>177</b>

<b>ANEXO X.</b>	<b><i>Ordenanza municipal Villa Cañas N°1150/17 .....</i></b>	<b><i>178</i></b>
<b>ANEXO XI.</b>	<b><i>Estudio de suelos.....</i></b>	<b><i>180</i></b>
<b>ANEXO XII.</b>	<b><i>Planos .....</i></b>	<b><i>194</i></b>

## 1. Introducción

Actualmente, la gestión de los residuos representa uno de los grandes problemas que atraviesan la mayoría de las localidades en nuestro país. En el caso puntual de Villa Cañas, localidad de la provincia de Santa Fe, a 180 kilómetros de la ciudad de Rosario, se tiene un gran interés en mejorar la situación actual. El objetivo del presente trabajo es proyectar y dimensionar los distintos elementos componentes de un Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (de ahora en más, denominado como GIRSU) para el consorcio de la denominada Microrregión 5D conformada por las localidades de Villa Cañas, Teodelina, Christophersen, Santa Isabel y María Teresa.

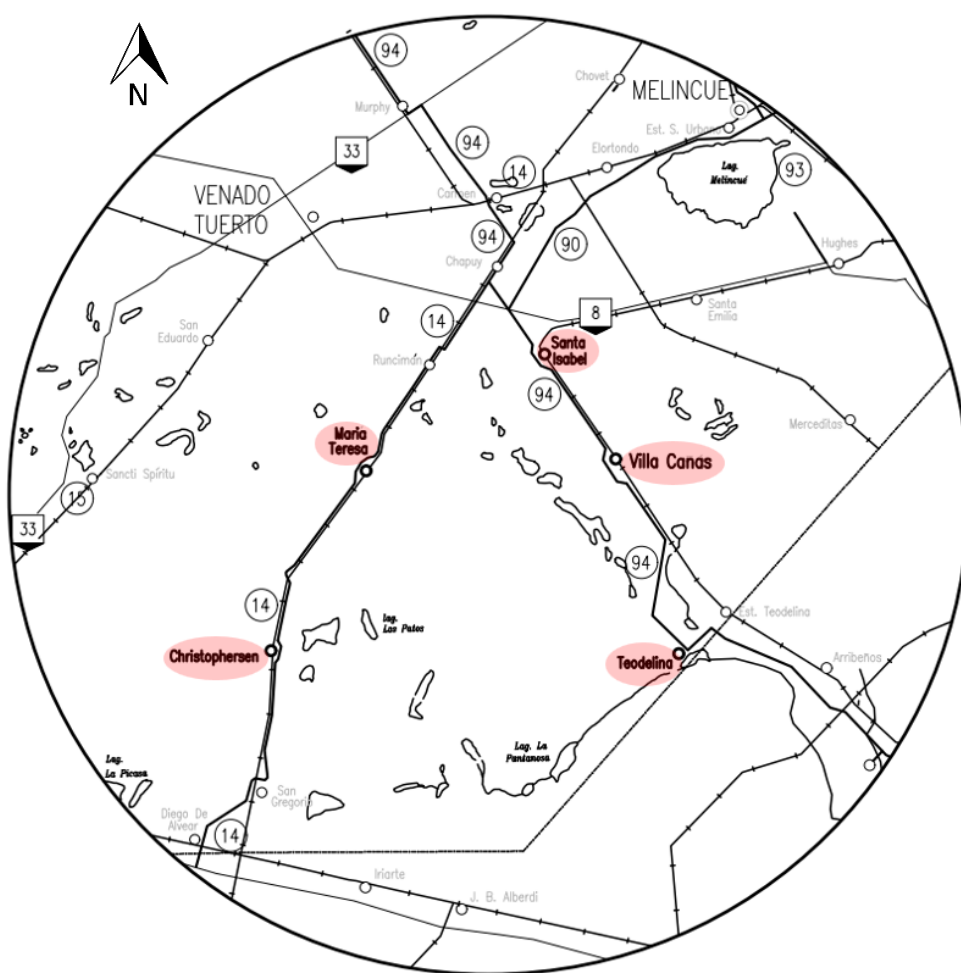


Ilustración 1: Localidades adheridas al Consorcio de la Microrregión 5D.

Puede resultar llamativo que aún no se haya tomado la conciencia necesaria respecto al manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Este suceso, en parte, puede atribuirse a que es un problema relativamente reciente, una consecuencia del proceso de urbanización y el progreso tecnológico.

La acumulación descontrolada de residuos en basurales a cielo abierto, sin regulación alguna, ha generado un problema que abarca no solamente aspectos ambientales, sino que también sanitarios, sociales y económicos. Este contexto exige una respuesta integral y sostenible.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) emerge como pilar fundamental para transformar esta realidad, contemplando, además, el ineludible cierre de los basurales a cielo abierto. Para poder lograr este propósito, se propone trabajar en conjunto con las localidades que conforman el Consorcio 5D, siendo las mismas, Santa Isabel, Teodelina, Christophersen, María Teresa y Villa Cañas como se muestran en la ilustración anterior.

No estamos abordando una cuestión trivial, sino una transformación profunda que implica no solo la inversión significativa en infraestructura y equipamiento, sino también la modificación de hábitos arraigados y pautas culturales. Para que nuestra gestión de RSU alcance el éxito deseado, necesitamos implementar estrategias innovadoras que promuevan la transparencia y fomenten la participación activa de todas las partes involucradas, desde la toma de decisiones hasta el seguimiento y monitoreo continuo. Mediante este proyecto se busca brindar una solución a cuestiones ambientales, sociales y económicas.

Enmarcados en el paradigma de la Economía Circular, perseguimos una reducción del volumen de residuos generados mediante el fomento del reciclaje y la separación de materiales que aún albergan potencial para ser reintegrados a la cadena de producción. Este enfoque no solo alivia la presión ambiental, sino que también dignifica la labor de los recuperadores informales, cuya presencia en los basurales a cielo abierto actualmente se desarrolla en condiciones extremadamente precarias.

El viaje hacia un futuro más limpio y sostenible comienza aquí, en este informe. Los invitamos a acompañarnos en la exploración de las soluciones necesarias para transformar nuestro entorno, nuestra salud y nuestro bienestar.

## 2. Presentación general del proyecto y objetivo.

El presente proyecto consiste en la creación de un centro GIRSU que permita abordar en forma integral y colaborativa uno de los principales desafíos urbanos actuales – La gestión de los residuos sólidos urbanos<sup>1</sup>. Abarcando no solo el manejo adecuado de los desechos sino también haciendo hincapié en la arista cultural y social que presenta esta problemática, fomentando la educación y la capacitación de modo que la infraestructura que se presenta a continuación sea el eslabón final en una cadena mucho más larga que es la gestión integral de residuos.

El eje central del proyecto se encuentra entonces en torno al manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos. Este es el principal objetivo del centro GIRSU proyectado. El mismo incorpora una serie de instalaciones y procesos para maximizar la eficiencia y minimizar el impacto ambiental.

Aunque se detallan con mayor profundidad cada uno de los componentes del Centro GIRSU a lo largo del informe, se ofrece aquí una concisa descripción del funcionamiento general del proyecto para una correcta comprensión del mismo. Se destaca cómo cada una de las partes se relaciona y complementa con las demás para alcanzar el objetivo previamente mencionado.

---

<sup>1</sup> Este término y demás terminología específica del tema se desarrolla para mejor comprensión del presente informe en el inciso **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

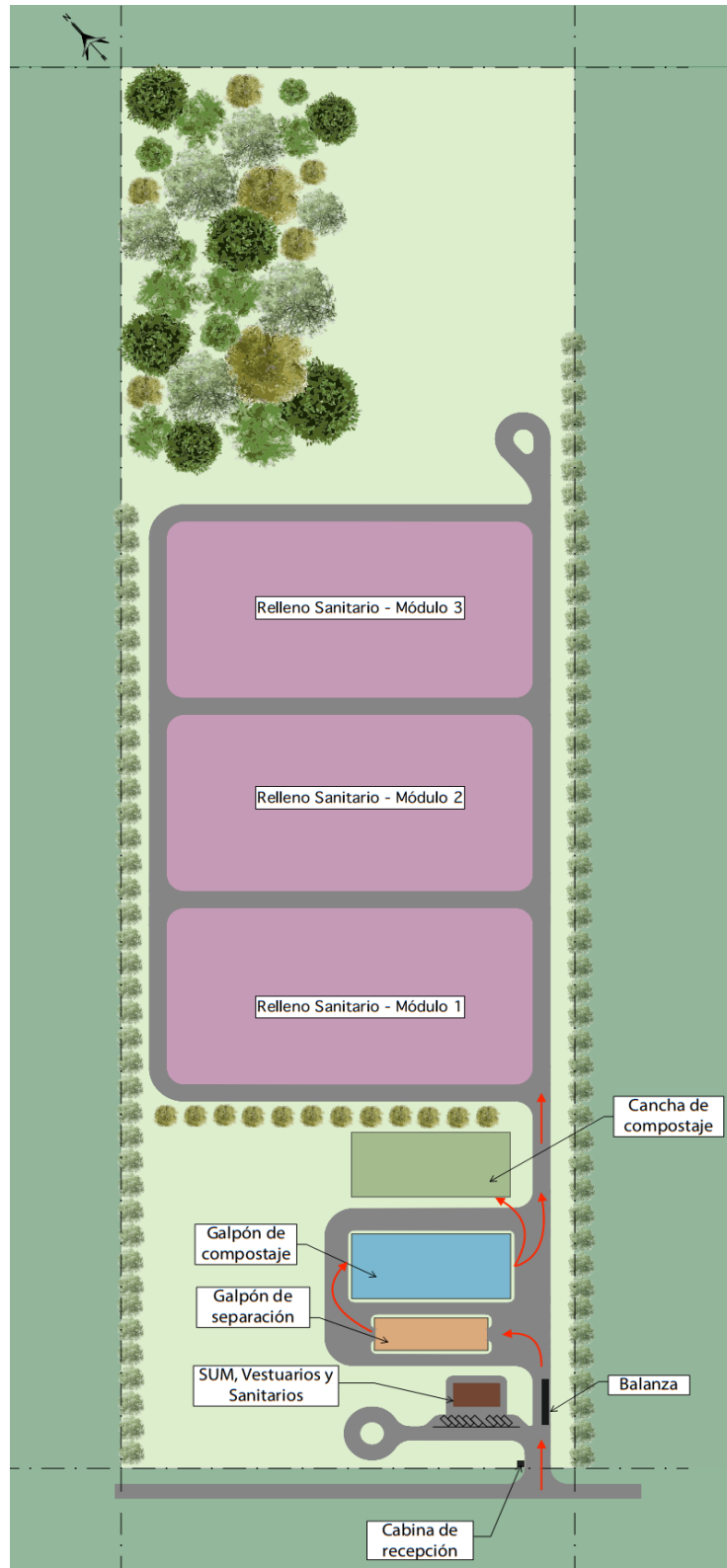


Ilustración 2: Layout general y componentes principales del proyecto

A partir del propio Layout, que se observa en la *Ilustración 2: Layout general y componentes principales del proyecto*, se logra inferir el trayecto que recorren los residuos que ingresan al predio. Lo primero que sucede con los mismos es que el camión de recolección que los ingresa al predio es pesado de manera de lograr así un control continuo tanto sobre la operación del GIRSU como para obtener información relevante en cuanto a la generación de residuos que pueda servir después para la impulsión de políticas públicas, por ejemplo. Una vez ingresado el camión el mismo se dirige al galpón de reciclaje. Allí los residuos son separados y se diferencian aquellas fracciones que son reciclables o compostables de lo que no. Aquel material susceptible de ser reciclado es acopiado en carros dentro del propio galpón para luego ser trasladado a la industria o lugar al que corresponda. La fracción orgánica que puede ser compostada es llevada en forma automática a través de una cinta transportadora al galpón de compostaje, donde comienza su proceso de descomposición que luego finaliza en la cancha de compostaje al aire libre. La tercera corriente de residuos que emerge del galpón de reciclaje son aquellos residuos que no pueden ser ni reciclados ni compostados y tienen como destino la disposición final. El relleno sanitario es la infraestructura preparada para la recepción y disposición final de manera segura y controlada de los mismos.

Como complemento de estas instalaciones se proyecta además un sector administrativo que funciona a su vez como salón de usos múltiples pensado para llevar adelante campañas de capacitación y concientización.

En resumen, las diversas partes que componen el Centro GIRSU, desde la balanza para pesaje de camiones hasta el relleno sanitario, se entrelazan de manera sinérgica para formar un sistema integral de gestión de residuos sólidos urbanos. Cada componente desempeña un papel fundamental en el ciclo de vida de los desechos, desde la entrada hasta la disposición final, contribuyendo así a la eficiencia operativa y al impacto ambiental sostenible.

El presente proyecto además no sólo se limita a la gestión técnica de residuos, sino que aspira a ser un faro de mejores prácticas y conciencia ambiental. Busca establecer un estándar ejemplar en la gestión de residuos sólidos urbanos.

### 3. Marco de referencia

Al tratarse de un proyecto que abarca temáticas referidas a la recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos, se presenta a continuación la Ley Provincial 13.055 y una breve introducción a la formación del Consorcio 5D, ambos constituyen un marco legal que contempla estos tópicos, con el objetivo de optimizar la interpretación del siguiente informe al lector.

### 3.1. Ley 13.055 de la Provincia de Santa Fe

La Ley 13.055 es una ley provincial vigente, de alcance general, que fue sancionada en el año 2009. Conocida como la “Ley de Basura Cero”, establece 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.

Los objetivos generales de la ley son los siguientes:

- Dar prioridad a las actuaciones tendientes a prevenir y reducir la cantidad de residuos generados y su peligrosidad.
- 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.
- Incluir en el proceso a los recuperadores urbanos, favoreciendo la seguridad y eficacia de las actividades de gestión de los residuos.
- 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.
- Por otro lado, entre los objetivos específicos de la misma se incluyen:
- Promover la reducción del volumen y la cantidad total de residuos sólidos urbanos que se producen.
- 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 el desarrollo de programas de educación ambiental.
- Promover el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.
- Proteger y racionalizar el uso de los recursos naturales a largo y mediano plazo.
- Incentivar e intervenir para propender a la modificación de las actividades productivas y de consumo que generan residuos difíciles o costosos de tratar, reciclar y reutilizar.
- Promover a la industria y al mercado de insumos o productos obtenidos del reciclado.
- Fomentar el uso de objetos o productos en cuya fabricación se utilice material reciclado o que permita la reutilización o reciclado posterior.
- 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.
- 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.

Es importante destacar los artículos 15 y 16 de la ley que dicen lo siguiente:

“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.”

### 3.2. Formación del Consorcio 5D

Lo mencionado anteriormente refleja el motivo de la formación del Consorcio Para la gestión de residuos sólidos urbanos de la Microrregión 5D, que originalmente incluía a las localidades de Villa Cañas, María Teresa, Santa Isabel, Teodelina, Christophersen, Chapuy y Carmen. Sin embargo, posteriormente, en el mes de marzo de 2018, las localidades de Chapuy y Carmen decidieron renunciar al Consorcio 5D. Por lo que finalmente el día 17 de junio de 2018 se labra el acta que acepta la renuncia de estas dos localidades y que aprueba el estatuto del Consorcio para la gestión integral de residuos sólidos (GIRSU) Microrregión 5D.

En el mismo se exhiben los objetos del consorcio como los siguientes:

- El consorcio regional GIRSU Microrregión 5D tendría por objeto la gestión integral de residuos sólidos urbanos conforme a los artículos 6º inc. C, 14º, 15º, 16º, 18º inc. G. y concordantes de la Ley 13.055.A dichos fines podrá:
  - Constituir un organismo permanente que funcione como ámbito de planificación, estudio, promoción y gestión a escala regional
  - Aportar a la solución consensuada y corresponsable de las problemáticas de la Microrregión
  - Impulsar la compatibilización normativa entre los distintos municipios y comunas que lo integran
  - Implementar sistemas de información compartidos entre las partes que conforman la Microrregión
  - Elaborar y coordinar la gestión de programas y proyectos a nivel regional
  - Plantear una perspectiva de desarrollo territorial, equilibrado e integrado en la Microrregión

## 4. Recopilación de antecedentes

### 4.1. Glosario

A modo de colaborar con la lectura y comprensión del presente informe para el lector, se aclaran a continuación algunos conceptos que pueden llegar a no ser familiares para todas las personas que accedan al mismo. Para ello se citan algunos artículos de la Ley 13.055 previamente descrita, entre otras fuentes, donde se definen los siguientes términos:

#### 4.1.1. Residuos Sólidos Urbanos (RSU):

ARTÍCULO 4.- 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. (Fuente: Ley 13.055)

#### 4.1.2. Residuos Sólidos Domiciliarios:

Proceden de las distintas actividades de la vida de la comunidad. Se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes más o menos normalizados (bolsas, contenedores, etc.) previstos al efecto. (Fuente: PDF Capítulo 1 Concepto y clasificación de los Residuos Urbanos y Asimilables)

#### 4.1.3. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU):

ARTÍCULO 5.- 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.

Elementos del sistema GIRSU:

*4.1.3.1 Recolección:* 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.

*4.1.3.2. Tratamiento:* 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:

- Separación y concentración selectiva de los materiales incluidos en los residuos por cualquiera de los métodos o técnicas usuales.
- 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.
- Recuperación, mediante la re-obtención, 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.

*4.1.3.3. Transferencia:* ARTÍCULO 30. - Denomínese 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.

*4.1.3.4. Relleno Sanitario (Disposición final):* Denomínese 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.

## 4.2. Análisis del horizonte y población de diseño

### 4.2.1. ¿Por qué es importante planificar a futuro?

La planificación y proyección de un relleno sanitario como obra de infraestructura es un proceso crítico que requiere una visión a largo plazo. No basta con simplemente considerar la población y la generación de residuos actuales; es igualmente importante tener en cuenta la población y la generación de residuos futuras en un horizonte de diseño adecuado. Esto se debe a varias razones fundamentales que tienen un impacto significativo en la gestión de residuos y la sostenibilidad ambiental.

En primer lugar, la proyección a futuro es crucial para garantizar que el relleno sanitario tenga la capacidad adecuada para gestionar los residuos generados en el futuro. Los rellenos sanitarios son costosos de construir y operar, y su vida útil puede ser limitada si no se tiene en cuenta el crecimiento poblacional y el aumento de la generación de residuos. Es necesario anticipar este crecimiento para evitar la saturación prematura del relleno y la necesidad de construir nuevos sitios, lo que puede ser costoso y perjudicial para el medio ambiente.

En segundo lugar, la planificación a largo plazo permite una gestión más eficiente de los recursos y una mayor sostenibilidad. Al proyectar un relleno sanitario con un horizonte de diseño adecuado, es posible implementar tecnologías y prácticas de gestión avanzadas que pueden optimizar la recuperación de recursos y reducir los impactos ambientales negativos. Esto incluye la implementación de políticas de reducción de impacto ambiental y generación de residuos que tienen una posibilidad mucho mayor de éxito si son impulsadas en forma paulatina y progresiva.

En tercer lugar, la planificación a largo plazo también es fundamental para cumplir con las regulaciones ambientales y de salud pública. Las autoridades suelen exigir que los rellenos sanitarios cumplan con estándares estrictos en términos de seguridad, control de olores, manejo de lixiviados y protección del agua subterránea. La planificación a largo plazo permite adaptar la infraestructura y los procedimientos para cumplir con estas normativas en la medida que tanto las mismas como las condiciones de operación del relleno vayan evolucionando.

En cuanto al horizonte de diseño recomendado, generalmente se sugiere planificar para un período relativamente extenso, del orden de los 20 a 25 años. Sin embargo, este plazo puede variar según la región, las tasas de crecimiento poblacional y la disponibilidad de terrenos adecuados y las características generales de la región donde se va a emplazar la obra en términos de generación y manejo de los residuos. Es esencial realizar estudios de factibilidad y evaluaciones de impacto ambiental exhaustivas para determinar el horizonte de diseño más apropiado en cada caso.

En resumen, la planificación a largo plazo al proyectar un relleno sanitario como obra de infraestructura es esencial para garantizar la gestión sostenible de residuos, la protección del medio ambiente y el cumplimiento de las regulaciones. Un horizonte de diseño adecuado, que generalmente abarca al menos 20 a 30 años en el futuro, permite anticipar el crecimiento poblacional y la generación de residuos, lo que a su vez contribuye a una gestión más eficiente y sostenible de los residuos sólidos.

#### 4.2.2. Población a abastecer. Actual y futura.

Ya se mencionó en el presente informe la Ley 13.055 la cual reivindica en sus artículos N°15 y 16 la importancia de afrontar la problemática del tratamiento y disposición final de RSU en forma conjunta a partir de la agrupación regional en consorcios.

En este caso el proyecto abordado se presenta como la infraestructura o medida “emblema” del Consorcio de la Microrregión 5D. Los detalles en cuanto a la formación y evolución del consorcio ya fueron mencionados quedando así las siguientes localidades como partes del mismo:

- Christophersen.
- María Teresa.
- Santa Isabel.
- Teodelina.
- Villa Cañas.

Por lo tanto, es a partir de la información de dichas localidades que se procede a proyectar el relleno sanitario siendo una de las primeras cuestiones a analizar la población actual y futura.

Para esto, como en cualquier proyección que se busque realizar es necesario partir de una serie de datos que sirvan como base para analizar la evolución que tuvieron los parámetros en un pasado para así poder predecir con mayor o menor grado de certeza la forma en la que se comportarán en el futuro.

La población futura es sin lugar a dudas uno de los parámetros de determinación más incierta, debido a la complejidad de los factores que determinan el crecimiento de las poblaciones, factores que por otra parte son variables en el tiempo y el espacio.

La estimación de la población futura se basa en el análisis de los datos estadísticos de población y en el conocimiento de los hechos que afectan sus variaciones. Por lo general, en este proceso, se asume que las tendencias de crecimiento del pasado se mantendrán en el futuro, modificadas por los factores observables en el momento de la estimación.

De esta situación se deduce que resulta una práctica recomendable realizar un seguimiento constante de las variables proyectadas y así determinar cuál su variación real de manera de poder contrastarla con los resultados teóricos obtenidos y así poder ir modificando el modelo para que se adapte lo mejor posible a la situación real.

#### 4.2.3. Datos de partida

Como se mencionó en el párrafo anterior para poder realizar una proyección lo más adecuada posible, es necesario contar con datos fehacientes. En este caso, se tomaron como punto de partida los datos de los censos nacionales de población brindados por el INDEC de los años 2001, 2010 y 2022. A esta información se le suma un dato muy valioso que es la población estimada para el año 2023 del “Consortio GIRSU Microrregión 5D”.

Esta serie de datos se muestran a continuación y son de fundamental importancia para lograr evaluar la población a abastecer por la obra en el horizonte de diseño planteado.

Tabla 1: Habitantes y generación de residuos (Consortio GRSU 5D).

Consortio GRSU Microrregión 5 D. Generación de residuos

Localidades	Habitantes	Habitantes	RSU prom diario
	Censo 2010	Estimación 2023	
Carmen	2.160	2290	1,5
Chapuy	643	681	0,4
Santa Isabel	5.101	5408	3,4
Villa Cañas	9.736	10322	6,6
Ma. Teresa	4.167	4418	2,8
Christophersen	817	866	0,6
Teodelina	6.381	6766	4,3
<b>TOTAL HABITANTES=-</b>		<b>30750,5</b>	
<b>Promedio RSU por día [t/día]=-</b>			<b>19,6</b>

Tabla 2: Censos de Población, Hogares y Viviendas provincia de Santa Fe (IPEC)

Departamento	Población				Variación Intercensal		Total de viviendas	
	2001	2010	2022	2022 (Proyectada)	2001-2010	2010-2022	2010	2022
<b>Total</b>	<b>3.000.701</b>	<b>3.194.537</b>	<b>3.556.522</b>	<b>3.589.999</b>	<b>6,5%</b>	<b>11,3%</b>	<b>1.145.270</b>	<b>1.460.580</b>
Belgrano	41.449	44.788	48.955	52.679	8,1%	9,3%	16.110	22.736
Caseros	79.096	82.100	88.276	90.314	3,8%	7,5%	32.568	39.010
Castellanos	162.165	178.092	193.675	211.047	9,8%	8,7%	62.531	76.620
Constitución	83.045	86.910	94.068	98.106	4,7%	8,2%	30.428	36.879
Garay	19.913	20.890	24.931	23.766	4,9%	19,3%	7.409	10.047
General López	182.113	191.024	205.389	215.245	4,9%	7,5%	74.412	88.972
General Obligado	166.436	176.410	198.212	203.388	6,0%	12,4%	51.514	69.607
Iriondo	65.486	66.675	74.924	72.787	1,8%	12,4%	26.086	32.386
La Capital	489.505	525.093	573.448	592.604	7,3%	9,2%	183.062	226.163
Las Colonias	95.202	104.946	117.080	125.772	10,2%	11,6%	40.253	49.011
9 de Julio	28.273	29.832	31.435	34.195	5,5%	5,4%	10.574	12.284
<b>Rosario</b>	<b>1.121.441</b>	<b>1.193.605</b>	<b>1.342.619</b>	<b>1.304.168</b>	<b>6,4%</b>	<b>12,5%</b>	<b>434.977</b>	<b>572.022</b>
San Cristóbal	64.935	68.878	72.716	78.599	6,1%	5,6%	25.286	29.754
San Javier	29.912	30.959	34.030	34.547	3,5%	9,9%	10.636	12.604
San Jerónimo	77.253	80.840	84.920	91.445	4,6%	5,0%	30.169	36.584
San Justo	40.379	40.904	47.240	44.447	1,3%	15,5%	15.305	19.176
<b>San Lorenzo</b>	<b>142.097</b>	<b>157.255</b>	<b>197.327</b>	<b>189.674</b>	<b>10,7%</b>	<b>25,5%</b>	<b>52.244</b>	<b>77.100</b>
San Martín	60.698	63.842	70.029	71.918	5,2%	9,7%	24.592	28.101
Vera	51.303	51.494	57.248	55.298	0,4%	11,2%	17.114	21.524

4.2.4. Método de proyección

Lo cierto es que a la hora de realizar proyecciones existen una gran variedad de métodos, cada uno con sus respectivas hipótesis y datos necesarios. En el presente trabajo se trabajará, con el método de proyección que se conoce como: “Método de las tasas medias anuales decrecientes”. Este método se basa en la suposición de que las tasas de crecimiento anual de la variable en cuestión disminuirán con el tiempo.

Para realizar la proyección se definen entonces una serie de años:

$P_a$ : Población existente a la fecha de ejecución del proyecto (2023)

$P_0$ : Población prevista para el año de inauguración de la obra (2024)

$P_{n1}$ : Población al final del primer subperíodo de  $n1$  años (2034)

$P_{n2}$ : Población al final del período de diseño o al final del segundo subperíodo de  $n2$  años (2044)

A continuación, se detallan los pasos, así como los datos necesarios para aplicar este método:

1. Recopilación de datos históricos:

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. Cálculo de las tasas de crecimiento anual:

En base a los datos de los 3 últimos censos se determina la variación intercensal de ambos periodos con la siguiente expresión:

$$i_{1-2} = \left[ \frac{P_2}{P_1} \right]^{\frac{1}{N_{1-2}} - 1}$$

$$i_{2-3} = \left[ \frac{P_3}{P_2} \right]^{\frac{1}{N_{2-3}} - 1}$$

Donde:

$i_{1-2}$ : 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.

3. Definición de las tasas para la proyección de la población:

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:

$$P_0 = P_a * (1 + i_1)^{n_0}$$

$$P_{n_1} = P_0 * (1 + i_1)^{n_1}$$

Donde:

$n_0$ : cantidad de años entre el de ejecución del proyecto y el año de habilitación de la obra.

$n_1$ : cantidad de años del primer subperíodo de diseño.

Para el segundo subperíodo de diseño se deben realizar una comparativa entre el promedio de las tasas históricas y la tasa del primer subperíodo de diseño. Entonces, la tasa para el segundo subperíodo de diseño se define como:

$$i_2 = \max \left( i_1 ; \frac{i_{1-2} + i_{2-3}}{2} \right)$$

Y como consecuencia la población al final del periodo de diseño se obtiene como:

$$P_{n_2} = P_{n_1} * (1 + i_2)^{n_2}$$

Donde:

$n_2$ : cantidad de años entre el fin del periodo de diseño y el primer subperíodo de diseño.

De esta forma, siguiendo estos pasos y con la información de la situación actual se proyecta la población a futuro planteando 2 subperíodos de diseño. Toda esta información resultante de la aplicación del método se presenta a continuación.

Tabla 3: Proyección de la población

POBLACIÓN				
METODO DE LAS TASAS MEDIAS ANUALES DECRECIENTES				
REGIÓN	Habitantes 2023	Habitantes 2024	Habitantes 2034	Habitantes 2044
	<b>Pa</b>	<b>P0</b>	<b>Pn1</b>	<b>Pn2</b>
CONSORCIO 5D	27780	27949	29690	31424

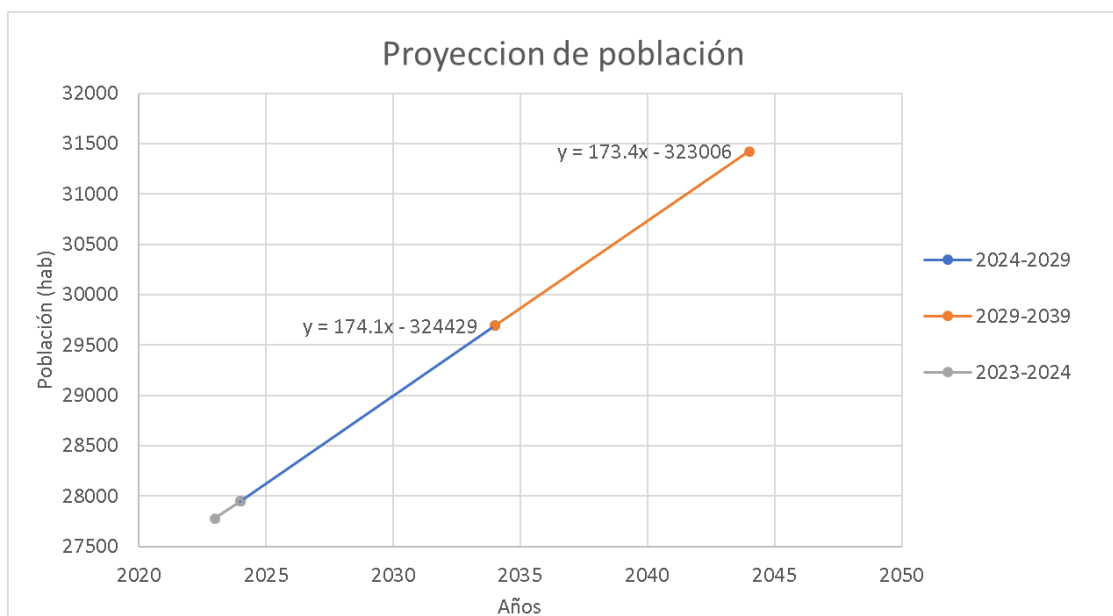
Tasas de variación		
Años del Periodo 1	N 1-2	9
Años del Periodo 2	N 2-3	12
tasa media anual Periodo 1	i 1-2	0.53%
tasa media anual Periodo 2	i 2-3	0.61%
proyeccion 1 subperiodo	i 1	0.61%
proyeccion 2 subperiodo	i 2	0.57%

VARIACION INTERCENSAL		
REGION	Periodo 1	Periodo 2
	2001-2010	2010-2022
CONSORCIO 5D	4.89%	7.52%

Todo esto da como resultados la siguiente proyección de la población del consorcio año tras año hasta el 2044, año en el que finaliza el horizonte de diseño.

Tabla 4: Resultados de la proyección de población.

Proyección de población	
AÑO	POBLACIÓN (hab)
2024	27949
2025	28124
2026	28298
2027	28472
2028	28646
2029	28820
2030	28994
2031	29169
2032	29343
2033	29517
2034	29691
2035	29863
2036	30037
2037	30210
2038	30384
2039	30557
2040	30730
2041	30904
2042	31077
2043	31251
2044	31424

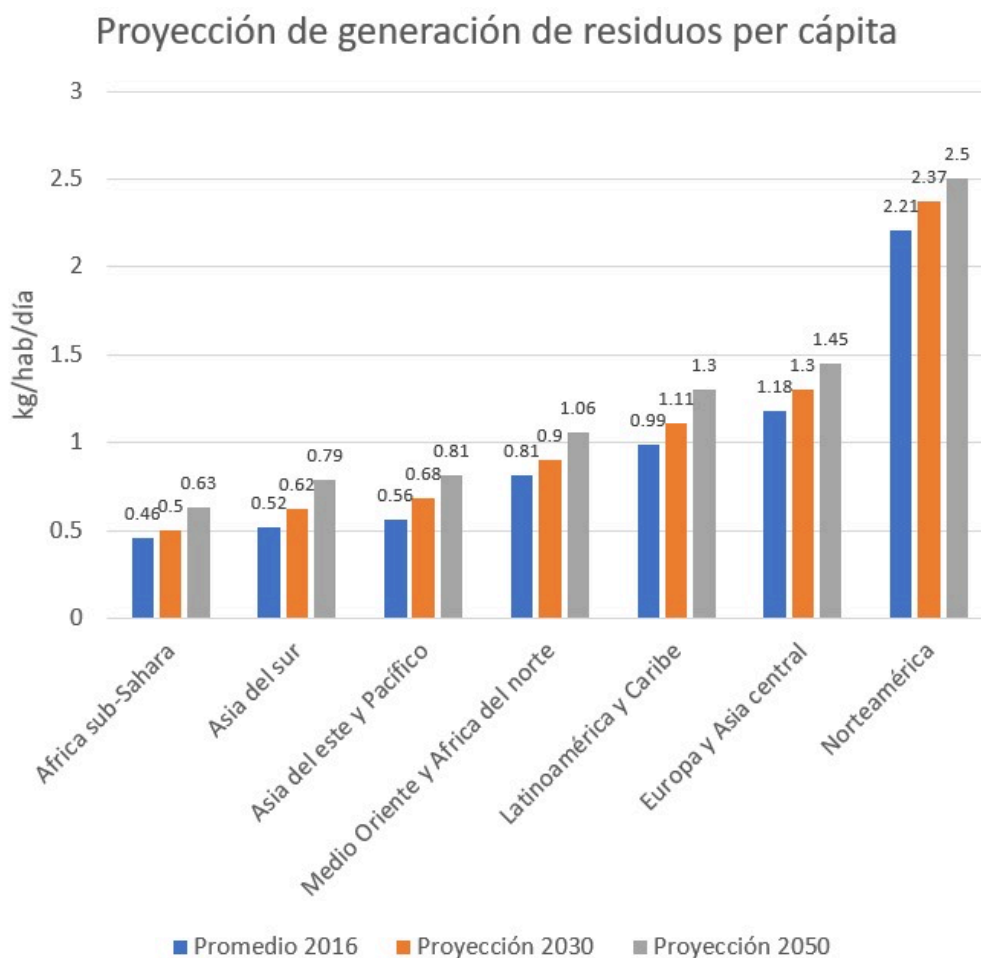


Gráfica 1: Proyección de la población.

### 4.3. Generación de residuos: situación actual y proyección futura

En el título anterior del presente informe se analizó cómo la vida útil de una obra de infraestructura como un relleno sanitario se ve reducida si la analizamos a la luz del crecimiento demográfico de la población servida por la misma. Si bien este planteo es correcto, no debemos olvidarnos que la población es solo uno de los factores que hacen a la vida útil del relleno sanitario. En pocas palabras, el relleno recibirá residuos y si bien es lógico pensar que mientras más personas abastezca mayor será la cantidad de residuos que el mismo reciba no debemos olvidarnos de la generación per cápita. Si queremos conocer la cantidad de toneladas de residuos que son operadas diariamente en el relleno sanitario proyectado, analizar la evolución en lo que respecta a la generación de residuos es tan importante como la evolución de la propia población.

Para este análisis nos basamos en información brindada por el Banco Mundial (BM) a través de un informe titulado "What a waste 2.0". El mismo consiste en un extenso análisis de la gestión de RSU y el camino que se espera transite la economía mundial con todos sus matices, en torno a esta temática. Para el presente proyecto resulta de particular interés las proyecciones que se hacen en cuanto a la cantidad de residuos generados por personas en una economía como la nuestra. Y hacemos esta distinción debido a que la generación de RSU per cápita mantiene una relación directa con el nivel de desarrollo económico de un país. Esto es debido al mayor consumo y consecuentemente el mayor nivel de residuos en aquellas zonas con un desarrollo económico y poder adquisitivo mayor. Con esto en mente se utilizan los valores que brinda el BM para economías de Latinoamérica y el Caribe. Dichos valores se presentan a continuación.



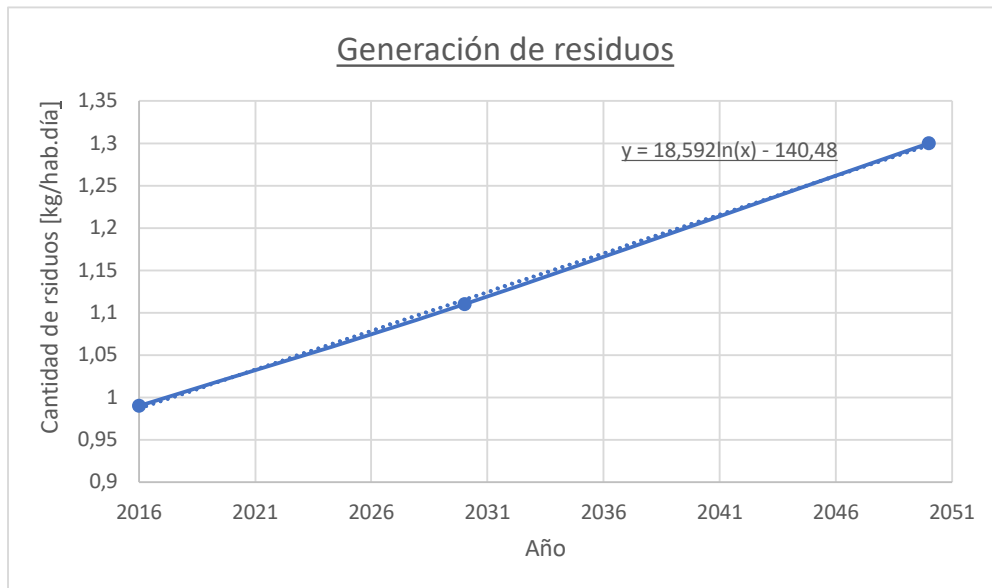
Gráfica 2: Proyección de la generación de RSU (Banco Mundial).

El mismo informe muestra también el método con el cual se proyectan dichas evoluciones y si bien los aspectos técnicos exceden del presente informe se destaca que la evolución presenta una naturaleza logarítmica indicando una desaceleración en un futuro lo cual resulta coherente por lo menos desde el punto de vista intuitivo ya que hay tan solo una cierta cantidad que una persona puede consumir independientemente del nivel de desarrollo económico que posea el lugar en donde se desarrolla.

Es entonces a partir de toda esta información que se realiza una proyección a futuro de la cantidad de RSU que se prevé se generarán a lo largo de la vida útil de la obra proyectada. Se presenta a continuación la evolución año a año de los RSU per cápita.

Tabla 5: Proyección de la generación de RSU.

CALCULO DE CANT. RSU	
Año	kg/hab.día
2024	1.06
2025	1.07
2026	1.08
2027	1.09
2028	1.09
2029	1.10
2030	1.11
2031	1.12
2032	1.13
2033	1.14
2034	1.15
2035	1.16
2036	1.17
2037	1.18
2038	1.19
2039	1.20
2040	1.20
2041	1.21
2042	1.22
2043	1.23
2044	1.24



Gráfica 3: Proyección de la generación de RSU.

#### 4.4. Visita a la municipalidad de Villa Cañas

El día viernes 8 de septiembre del 2023 realizamos la visita a la localidad de Villa Cañas, con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información posible que sea de utilidad para nuestro proyecto, así como también hablar con las autoridades del lugar y con los vecinos de la zona. Otro objetivo muy importante fue visitar los terrenos disponibles para la localización del GIRSU para poder observarlos y analizar todas las características de los mismos.

De esa manera nos recibieron el intendente de Villa Cañas, Norberto Raúl Gizzi, junto con Clara Rodríguez, Ingeniera agrónoma de la Municipalidad. En esa reunión se les explicó el objetivo del proyecto, y como él mismo iba a ser una solución para las localidades que componen la Región 5D. El intendente ha hecho énfasis en pretender que el proyecto tenga enfoque únicamente en la localidad de Villa Cañas, dando a entender que las diferencias de las gestiones políticas entre las distintas localidades podrían generar inconvenientes. Sin embargo, nosotros hemos tomado la decisión de mantener el proyecto con alcance a nivel regional debido a que nos parece lo más adecuado, no solo porque la envergadura de este proyecto lo merece, sino porque en el marco de este proyecto académico se tiene como objetivo principal solucionar problemas a nivel integral para la mayor cantidad de gente posible.

A continuación, visitamos el vertedero a cielo abierto en actual funcionamiento junto con el intendente y la ingeniera, que nos explicaron cuáles fueron las partes que ya están ocupadas, y qué porción del terreno quedaba disponible para su utilización, haciendo énfasis en que en poco tiempo se iba a necesitar de este proyecto para solucionar esta problemática.

Luego realizamos las visitas a ambos de los terrenos que potencialmente podrían utilizarse para emplazar el proyecto, lo cual ha sido de mucha utilidad para la toma de decisión sobre la elección del mismo.

Una vez terminadas las visitas procedimos a realizar la nivelación del terreno seleccionado. Se realizó una nivelación de puntos que distan 50 metros de sí mismos, intentando abarcar la mayor cantidad del terreno posible para un mayor entendimiento del mismo.

Se puede ver la forma en la que se realizó el trabajo de nivelación en el siguiente croquis:

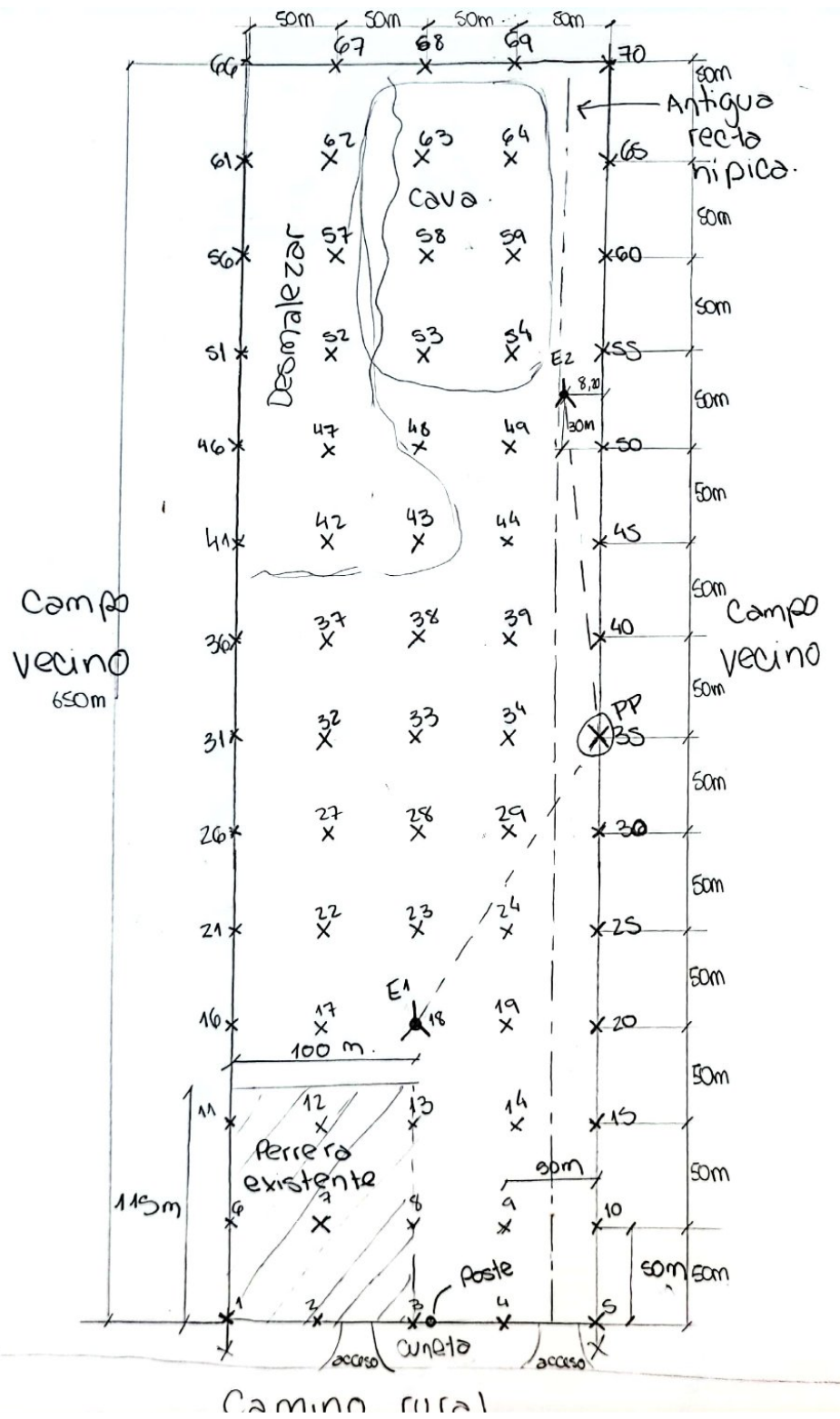


Ilustración 3: Croquis de relevamiento de campo, producción propia.

Tabla 6: Elevaciones de los puntos relevados – Elaboración propia.

Punto	Elevación (m)	Punto	Elevación (m)
1	9.38	36	9.71
2	9.88	37	9.74
3	9.93	38	9.87
4	9.98	39	9.93
5	10.64	40	10.28
6	9.97	41	9.75
7	10.01	42	9.69
8	10.07	43	9.68
9	9.97	44	9.77
10	10.27	45	10.19
11	9.85	46	9.80
12	10.20	47	9.85
13	10.41	48	9.73
14	9.91	49	9.72
15	10.38	50	10.17
16	9.82	51	9.67
17	9.70	52	9.70
18	10.00	53	9.98
19	9.80	54	10.05
20	9.88	55	10.50
21	9.71	56	9.67
22	9.75	57	9.70
23	9.81	58	10.03
24	9.93	59	10.27
25	10.00	60	10.84
26	9.70	61	9.85
27	9.72	62	9.98
28	9.73	63	10.29
29	10.02	64	10.31
30	10.12	65	10.77
31	9.74	66	10.00
32	9.76	67	10.20
33	9.74	68	10.60
34	9.87	69	10.92
35	11.00	70	11.00

Gracias a la visita y a la nivelación realizada pudimos ubicar la perrera municipal existente, así como también un sector con la arboleda en el fondo del terreno, un camino con una compactación mucho mayor al resto del terreno, y una zona de niveles más bajos, que luego pudimos confirmar que se debe a una cava realizada para la

obtención de tierra para un proyecto de una cancha de hockey de la ciudad. Todos estos datos son imprescindibles para luego poder ubicar todos los elementos del proyecto en el terreno.

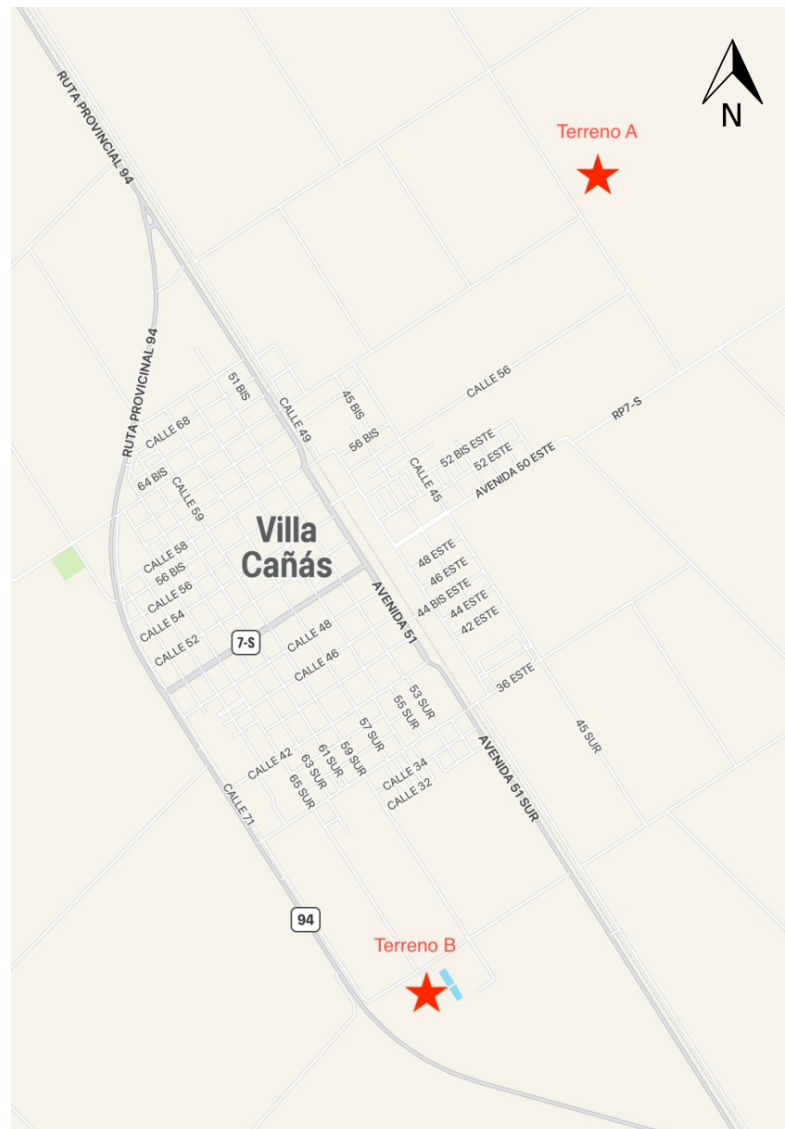
#### 4.5. Análisis de alternativas de localización del centro GIRSU

##### 4.5.1. ¿Cómo se determina la ubicación del relleno sanitario?

Una de las etapas claves en un proyecto de esta índole es sin lugar a dudas la selección de la ubicación donde se instalará el centro GIRSU. Para ello existen una serie de aristas a tener en cuenta. Es necesario realizar un análisis de las diversas variables que influyen a la hora de prevenir el impacto negativo al ambiente y a la salud pública. Hay que analizar cuestiones como la permeabilidad, nivel freático, drenaje superficial, tipo de suelo, topografía, uso de suelo, material de cobertura, aceptación social, facilidad de acceso, distancia de recorrido, incidencia de vientos, cercanía a zonas urbanas y el costo de terreno., la integración en el sistema de recolección de la comuna/ciudad/consorcio.

Ahora bien, la realidad es que, si bien todas estas cuestiones son necesarias de analizar, la mayoría de las veces existe un número acotado de posibles localizaciones para implantar una obra de este tipo. La recolección y el posterior tratamiento de los residuos son tareas cuya responsabilidad recae sobre el municipio y, por lo tanto, muchas veces son los propios terrenos fiscales los cuales se analizan realizando una comparativa entre ellos. Con esto se busca resaltar que, si bien todas las cuestiones técnicas deben ser debidamente consideradas, la disponibilidad del terreno o la eventual posibilidad de compra es uno de los factores más limitantes a la hora de definir la localización del relleno sanitario.

Desde el municipio de Villa Cañas se plantearon dos posibles terrenos para la implantación de la obra ubicados en zonas opuestas de la ciudad cada uno con sus propias características. A modo de facilitar la descripción de cada uno de los terrenos nos referiremos a los mismos como TERRENO A y TERRENO B como se muestra en la siguiente ilustración.



*Ilustración 4: Terrenos disponibles para la implantación de la obra.*

Ubicados espacialmente donde se encuentra cada uno de los terrenos, se procede a analizar comparativamente cada lote en función de los siguientes criterios.

- Ubicación del sitio.
- Hidrología superficial y cercanía con cursos de aguas superficiales.
- Profundidad de la napa freática.
- Vientos predominantes.
- Vías de acceso.

- Disponibilidad del Terreno.

#### 4.5.2. Ubicación del sitio

En cuanto a la cercanía con el núcleo urbano de Villa Cañas, se puede observar claramente que ninguno de los dos posibles terrenos se encuentra dentro del mismo. No obstante, vale destacar que el “Terreno A” se encuentra algo más alejado de la zona urbana más cercana siendo la distancia entre ellos de 2.00km mientras que el “Terreno B”, la distancia se reduce a 1.20km aproximadamente.

Desde el punto de vista de la distancia a la mancha urbana el Terreno A presenta entonces una leve ventaja sobre la otra posible ubicación, sin embargo, es necesario destacar la presencia del actual basural a cielo abierto en un lote vecino al Terreno B lo cual indica que en términos de aceptación social no habría problemas en la construcción del relleno sanitario en la zona. En el caso del Terreno A, él mismo se encuentra rodeado por campos dedicados a la actividad agrícola.

Como conclusión, en lo que respecta a la compatibilidad con los usos de suelos circundantes ambos terrenos presentan una muy buena ubicación en tanto que no se espera que existan problemas sociales de rechazo al proyecto, puesto que se encuentran lo suficientemente alejado de la urbanización no solo en la actualidad, sino que tampoco se espera que en un futura la mancha urbana crezca hacia esas zonas. A partir de una reunión con la Secretaría de urbanismo y obras de la municipalidad se mencionó que se espera que la mancha urbana se expande hacia el este y sureste de la región.

#### 4.5.3. Hidrología superficial y cercanía con cursos de agua superficiales

Una cuestión importante en cualquier obra civil y en los rellenos sanitarios en particular es el agua. Muchos problemas que surgen en la operación de los rellenos tienen su origen en la mala gestión de aguas residuales, lo cual puede generar desde un incremento de los líquidos lixiviados producidos por el relleno, hasta la contaminación de un curso de agua. Como consecuencia de esto se tiene como premisa que los rellenos sanitarios no se ubiquen en zonas bajas e inundables, y lo más alejados posible de cursos de agua superficiales.

Con esto en mente, al analizar las dos ubicaciones posibles vemos una clara disparidad en lo que respecta a ambos terrenos. Observando las cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) la altura promedio del Terreno A es de 102 metros sobre el nivel del mar mientras que el Terreno B se encuentra a 97 metros S.N.M. En consecuencia, resulta lógico pensar que el Terreno B al ser considerablemente más bajo, presente una inundabilidad mayor. Esto se ve ratificado cuando se analizan las cuencas hidrológicas de la región.

El Terreno A se encuentra prácticamente en la cabecera de la cuenca, deduciéndose entonces que a nivel cuenca, existirá un buen desagüe del agua de lluvia que escurrirá hacia los puntos más bajos de la cuenca.

Para el Terreno B el escenario es totalmente contrario, el mismo se encuentra en la zona más baja de la cuenca e incluso delimitado por un canal por el cual desagota la misma. Por ende, se trata de un terreno que recibirá el aporte del agua de lluvia de toda una región resultando en un mayor riesgo de inundación.

A su vez, al estar al lado de un canal de agua superficial será necesario un cuidado mucho mayor para evitar cualquier tipo de infiltración o contingencia operativa que resultase en la contaminación del canal.

Para resumir, si lo analizamos desde un punto de vista hidráulico o hidrológico, el Terreno A debido a las características topográficas del entorno, presenta mayores bondades sobre el Terreno B.

#### 4.5.4. Profundidad de la napa freática

Otra cuestión importante que se traduce en mayores “rendimientos” tanto económicos como espaciales del relleno sanitario es la posición de la napa freática. Por cuestiones normativas, para evitar la contaminación de los acuíferos subterráneos, no solo se debe garantizar un cierto nivel de impermeabilidad sobre la base del relleno, sino que también se debe respetar una cierta “revancha” por encima de la napa y así tomar mayores recaudos para evitar una posible contaminación. Se encuentra prohibido acercarse en más de 1.50mts a la napa freática cuando se realiza la excavación para la ejecución del relleno sanitario. Consecuentemente, mientras más profunda se encuentre la napa más profunda podrá ser la excavación y por lo tanto se tendrá un mejor aprovechamiento del espacio disponible en el sentido de que “entrarán” más  $m^3$  de residuos por cada  $m^2$  de terreno que se utilice.

Para analizar esta cuestión se tienen varios estudios de suelos, que, si bien no corresponden a ninguno de los terrenos analizados, sirven para tener una referencia de la situación de cada una de las zonas. Para donde fueron realizados los estudios con las perforaciones pertinentes se presenta la siguiente ilustración.

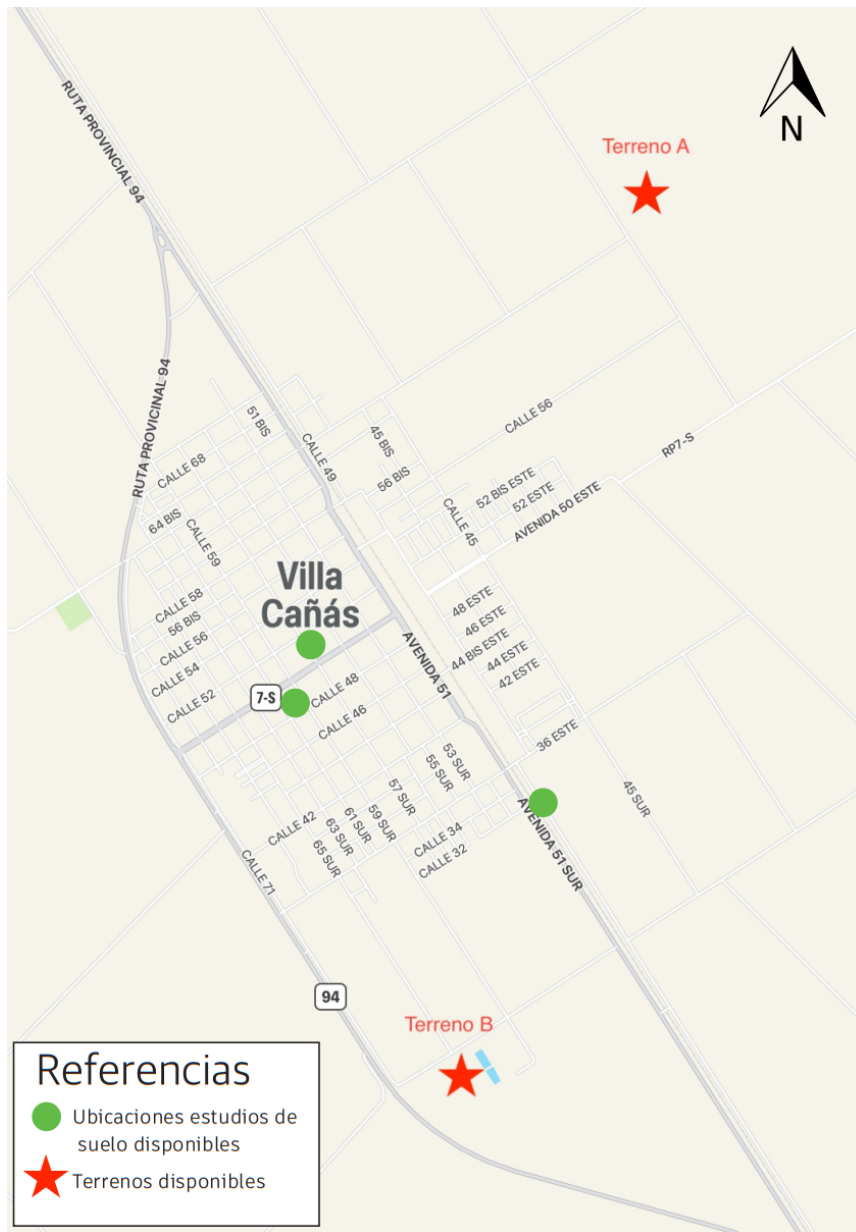


Ilustración 5: Estudios de suelos disponibles.

De un análisis conjunto de estos tres estudios con los que contamos, podemos deducir que mientras más bajo sea el terreno en cuestión y mientras más se acerca al canal de agua superficial mencionado previamente, más cerca de la superficie se encontrará la napa. De esta manera se considera que la cota a la que se encuentra la napa freática en el Terreno A (-4.50m) es inferior a la del Terreno B (-3.50m) teniendo entonces el primero nuevamente un cierto margen de ventaja sobre el segundo.

#### 4.5.5. Vientos predominantes

Si bien es cierto que un relleno sanitario bien ejecutado y con la operación adecuada no debería de generar malos olores lo cierto es que otro tema que no se debe dejar de abordar es la dirección de los vientos. En términos generales, se busca ubicar los rellenos sanitarios de tal manera que los vientos predominantes soplen en dirección contraria a la mancha urbana evitando así que estos malos olores que se mencionaron previamente puedan alcanzar a la población.

Para abordar este aspecto, se analiza la rosa de los vientos de la localidad de Villa Cañas la cual se presenta a través de la siguiente ilustración.

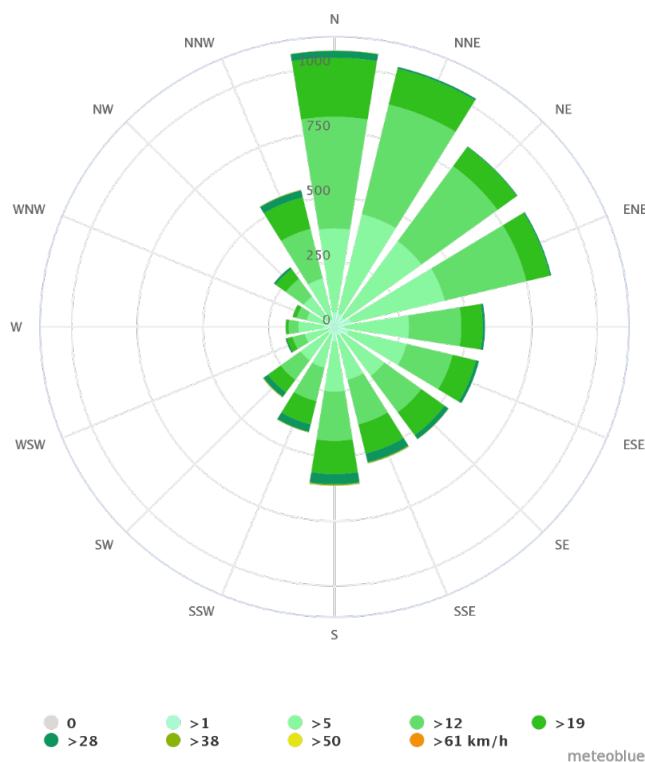


Ilustración 6: Rosa de los vientos de Villa Cañas. Fuente: meteoblue

Más allá de las velocidades alcanzadas por algunas ráfagas en la región, la información valiosa que nos otorga este esquema es la dirección predominante de los vientos. Se observa que los vientos soplan fundamentalmente desde el Norte y Noreste. En consecuencia, resultaría favorable emplazar el relleno en algún terreno al sur de la localidad de Villa Cañas viéndose entonces favorecido el Terreno B.

Aunque estas son consideraciones importantes en la planificación para evitar posibles inconvenientes, es fundamental recordar que son precauciones que se toman ante un uso incorrecto u operación inadecuada del

relleno sanitario. Desde una perspectiva técnica, un relleno sanitario bien gestionado no debería generar ningún tipo de olor.

#### 4.5.6. Vías de acceso

Las condiciones de tránsito en las vías de acceso al relleno sanitario tienen un impacto significativo en el costo global del sistema, ya que pueden causar retrasos en los viajes y dañar los vehículos. Por lo tanto, es crucial que el sitio esté ubicado preferiblemente a una corta distancia de la mancha urbana y esté bien comunicado por carretera, o en su defecto, cuente con un camino de acceso corto que, aunque no esté pavimentado, sea transitable durante todo el año.

Ambos terrenos bajo análisis presentan condiciones similares en este aspecto. Aunque para acceder al terreno A es necesario recorrer un tramo de tierra más extenso, es importante destacar que este tramo se puede considerar como una etapa del proyecto que requerirá su estabilización. Sin embargo, el terreno A ofrece una mejor accesibilidad para la mayoría de las localidades del consorcio, incluyendo María Teresa, Christophersen y Santa Isabel. Esto tiene el beneficio adicional de evitar que los camiones de estas localidades tengan que ingresar a la ciudad de Villa Cañas, lo que contribuye a reducir la congestión y los posibles problemas de tráfico en dicha área. En resumen, el terreno A parece ser la opción más factible en términos de accesibilidad y conveniencia para el proyecto.

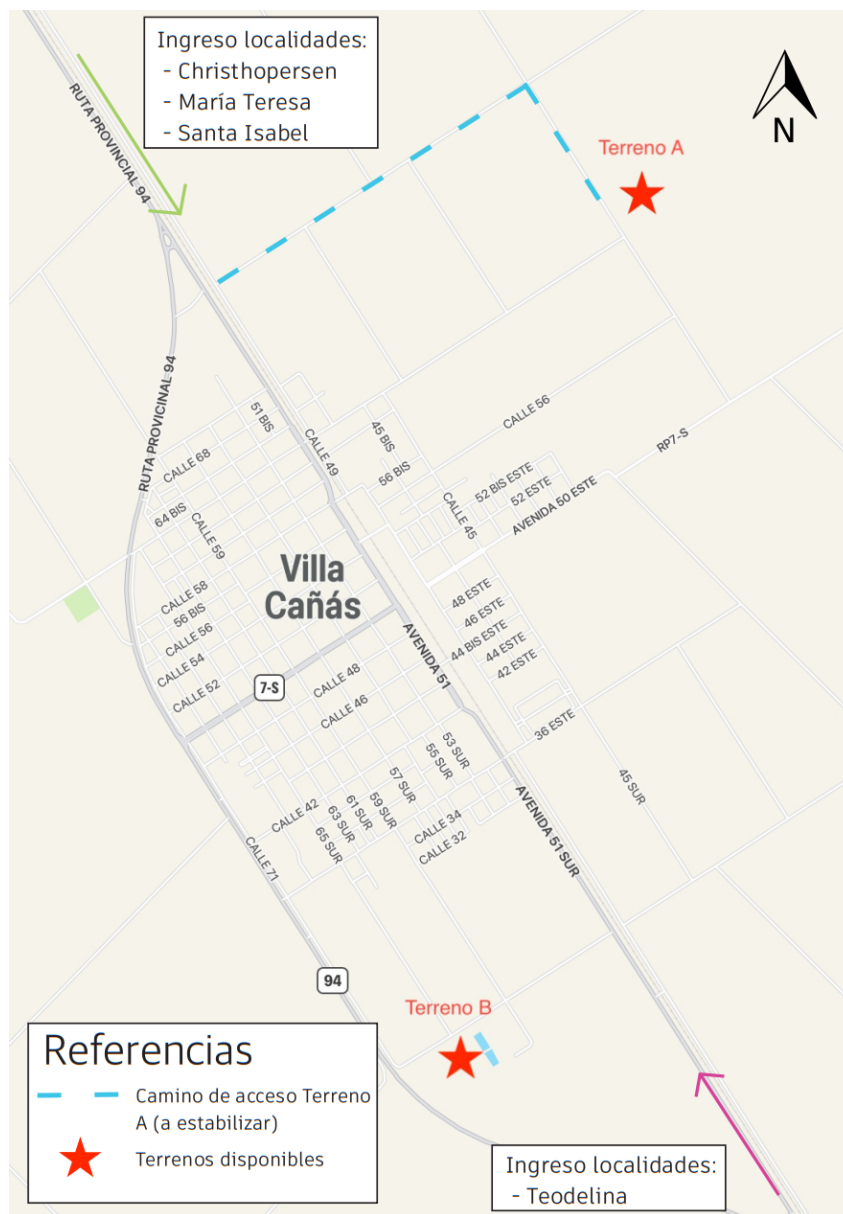


Ilustración 7: Accesibilidad de localidades vecinas

#### 4.5.7. Disponibilidad del terreno

Si bien todo el análisis precedente resulta de gran utilidad para determinar algo tan importante como lo es la ubicación del relleno lo cierto es que la economía es en la mayoría de las veces el factor más determinante a la hora de tomar decisiones. En este caso se presentan situaciones contrapuestas en lo que respecta a cada uno de los terrenos en cuestión. Por un lado, el Terreno A se trata de un terreno fiscal que ya se encuentra bajo la propiedad del propio municipio de Villa Cañas. Pero por el otro, el Terreno B pertenece a la cooperativa del agua de la región y actualmente si bien no es utilizado por la misma, es arrendado para su explotación agrícola.

Esto se traduce en la obtención de una clara ventaja económica al emplazar la obra sobre el terreno con el cual ya se dispone.

#### 4.5.8. Elección del terreno

Una vez presentada y analizada desde un punto de vista técnico la factibilidad de ambos terrenos resulta necesario tomar una decisión en función de la prioridad que se le dé a cada uno de los aspectos analizados y en base a ella definir dónde será finalmente proyectada y posteriormente ejecutada y operada la obra civil.

Aunque el Terreno B destaca por sus vientos predominantes y su proximidad a un basural a cielo abierto en funcionamiento, consideramos que estos criterios no son los más relevantes. El Terreno A presenta ventajas significativas, como las mejores vías de acceso, un menor nivel de la napa freática, características topográficas e hidrológicas superiores, y además, su disponibilidad al ser un terreno fiscal. Por ello se termina optando por ubicar el relleno sanitario en el Terreno A, ubicado al norte de la localidad de Villa Cañás.

#### 4.6. Parámetros de diseño para el predimensionamiento de los módulos del relleno.

Ya habiendo definido ambas proyecciones tanto de población como de generación per cápita de residuos, se puede entonces determinar cuál será la cantidad de residuos que recibirá la obra de infraestructura durante toda su vida útil y de esta manera se podrá darle dimensiones a los diversos elementos que la componen. Entre dichos elementos, se destaca por sobre los demás el relleno sanitario debido a sus dimensiones. Si bien es cierto que son necesarias otras obras como el galpón de recepción y separación de residuos, la cancha de compostaje o los mismos caminos de circulación, es el relleno, debido a sus dimensiones, el que resulta determinante y podría eventualmente llevar a que un determinado terreno resulte inviable por falta de espacio físico.

El primer paso para determinar los requerimientos de superficie y definir la magnitud de los elementos es definir el volumen de residuos que gestionará la obra a lo largo de sus 20 años de vida útil. Para ello nos basamos en las tablas presentadas anteriormente en el informe donde se detallan año a año la población a abastecer y la generación de residuos per cápita diaria. Por ende, multiplicando estos dos datos se tiene la cantidad total de toneladas diarias de residuos que llegarán al relleno sanitario que se presenta a continuación.

Tabla 7: Cantidad de RSU diarios en el horizonte de diseño.

TAMAÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	
Año	Cantidad de RSU diarios ton/día
2024	29.57
2025	30.01
2026	30.46
2027	30.91
2028	31.36
2029	31.81
2030	32.27
2031	32.73
2032	33.19
2033	33.66
2034	34.13
2035	34.60
2036	35.08
2037	35.56
2038	36.04
2039	36.52
2040	37.01
2041	37.50
2042	37.99
2043	38.49
2044	38.99

Vemos que para el año 2044 correspondiente al último año del horizonte de diseño el centro GIRSU deberá tener capacidad para recibir alrededor de 40 toneladas por día. Para tener una comparativa con una obra de la misma naturaleza lo podemos comparar con el centro GIRSU que se ubica en Villa Gobernador Gálvez. Este último presenta un tamaño mucho mayor, teniendo un relleno con una capacidad para recibir alrededor de 350 toneladas diarias, prácticamente 10 veces más que el relleno que estamos proyectando, lo cual se condice con el hecho de que también abastece a 10 veces más población.

El siguiente paso consiste en ir acumulando o integrando mejor dicho los residuos año tras año de manera de determinar así el total acumulado durante 20 años. Trabajando de esta manera, con un cálculo gráfico auxiliar se obtiene que en total tendremos 249.514 toneladas de residuos. Si lográramos definir la densidad de los residuos, podríamos entonces determinar el volumen de los mismos.

La realidad es que la densidad en la disposición final dependerá de las condiciones bajo las cuales se opere el relleno, de los equipos que se utilicen para “acomodar” y compactar los residuos. A su vez, estas cuestiones

tendrán incidencia en la forma (pendientes de taludes y altura) del relleno lo cual es necesario definir para determinar la superficie disponible necesaria para la implantación del relleno sanitario.

Para el caso del Centro GIRSU de la Microrregión 5D, considerando la maquinaria de la que dispone la municipalidad de Villa Cañas, se considera que él se operará el relleno con una retro pala sobre oruga lo cual nos lleva a pendientes de taludes del orden de 3:1 pudiéndose alcanzar alturas totales de hasta 15 metros. Más adelante se adjunta un esquema que representa esta situación, Ilustración 8: Perfil transversal tipo del relleno sanitario. Ahora bien, la pila de residuos no se desarrolla solo en altura, sino que también penetra en profundidad. Aquellos rellenos sanitarios que alcanzan mayores profundidades presentan una serie de ventajas frente aquellos cuya excavación resulta más superficial, entre las mismas se pueden mencionar:

- Mayor capacidad de almacenamiento: Un relleno sanitario más profundo tiene una mayor capacidad para albergar residuos sólidos, lo que significa que puede recibir desechos durante un período de tiempo más prolongado sin necesidad de expansión o creación de nuevos sitios de disposición.
- Reducción de la huella superficial: Al enfocarse en la profundidad, se reduce la necesidad de ocupar grandes áreas de terreno, lo que puede ser especialmente beneficioso en zonas donde el espacio es limitado o valioso, como zonas urbanas densamente pobladas.
- Aumento de la disponibilidad del suelo: al reducir y poder albergar más residuos sin necesidad de expandirnos en el terreno, posibilita su uso para realizar tareas de operatividad del relleno.

Si bien en principio aumentar la profundidad del relleno sanitario parece algo mandatorio prácticamente debido a los beneficios que trae aparejado, existen ciertas limitantes a cuán profundo se puede fundar el mismo.

No se debe dejar de prestar atención a los aspectos geológicos y geotécnicos. La geología del sitio puede presentar diversos desafíos, como la presencia de rocas duras o condiciones de cimentación poco adecuadas. Cuestiones que pueden dificultar la excavación y requerir técnicas de ingeniería especiales que no terminan justificando su costo.

Otra adversidad que se puede presentar se relaciona con la presencia del agua subterránea. Por normativa, la cota de fondo del relleno debe ubicarse por los menos 1.50mts por encima del nivel donde se encuentra la napa freática. Esta cuestión se presenta como una medida para evitar la contaminación de la misma a través de la infiltración que se pueda dar a través del terreno.

Para determinar la profundidad a la cual se podrá excavar en el terreno, es necesario contar con un estudio de suelo del terreno o de la zona, para así conocer sus características y plantear una solución lo más viable posible.

En el ANEXO XI del presente informe se adjunta el estudio de suelos completo. A los fines del predimensionamiento de la superficie necesaria para la implantación de la obra, se analizan en este apartado tanto la capacidad portante del suelo sobre el que va a estar fundada la “pila de residuos” y la profundidad a la cual se encuentra la napa freática.

El estudio de suelo que se utilizó para proyectar toda la obra civil se realizó en la Calle 52 esq. Calle 55 de la ciudad de Villa Cañás el 17 de abril de 2008. El mismo encontró la presencia de la napa freática a una profundidad de 3.50mts de profundidad respecto al nivel del terreno natural. Sin embargo es necesario resaltar la importancia de realizar un estudio de suelo en el propio terreno ya que puede variar respecto a la información obtenida para la realización de este trabajo.

El otro dato que resulta de utilidad en esta instancia es la capacidad portante del suelo. Esta capacidad portante o tensión admisible del suelo no es única en el terreno estudiado, sino que en profundidad se van encontrando diversos estratos con características diferentes. El estudio de suelos<sup>2</sup> analizado presenta estos resultados a partir de la siguiente tabla.

Tabla 8: Parámetros de resistencia del suelo.

Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0.00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Balasto (Kg/cm <sup>3</sup> )	Tensiones admisibles para zapatas continuas (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.60 a 0.90	-0.30 a -0.60	-----	0.90	0.70
1.50	-1.20	0.90	1.70	-----
2.00	-1.70	0.70	0.90	-----
3.00	-2.70	0.70	0.90	-----
4.50	-4.20	0.60	0.80	-----

En resumen, los resultados son los siguientes:

$$\text{Capacidad portante del suelo a } - 2.00\text{mts de profundidad} = 0.70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 7000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = q_{adm}$$

$$\text{Profundidad de la napa freática} = -3.50 \text{ mts}$$

<sup>2</sup> Estudio de suelos realizado por el Ing. Juan Carlos Rosado, fue proporcionado como documentación para estudio de este proyecto por la Municipalidad de Villa Cañás.

Como punto de partida, para determinar la profundidad de la excavación partimos de la mayor limitante que se presenta que es la napa freática. Al tener que tomar una revancha de por lo menos 1 metro y medio respecto de la misma la máxima profundidad de la excavación será de 2 metros.

Una vez definida la cota de fundación en -2.00mts es necesario definir la altura que tendrá el relleno sanitario logrando compatibilizar la altura alcanzable con el equipo utilizado con la capacidad portante del suelo. El relleno será operado con la ayuda de una retro pala lográndose una compactación de los residuos del orden de  $\delta = 700 \frac{kg}{m^3}$ . Por ende, la máxima altura que el suelo es capaz de soportar es la siguiente.

$$H_{max.relleno} = \frac{q_{adm} * \varphi}{\delta} = \frac{7000 \frac{kg}{m^2} * 0.90}{700 \frac{kg}{m^3}} = 9.00mts$$

Ya determinadas las “condiciones de borde” geométricas del relleno se plantea la geometría del mismo tratando de mantener una armonía con las dimensiones del terreno donde el mismo se implantará. La geometría propuesta se muestra en forma esquemática en la siguiente ilustración:

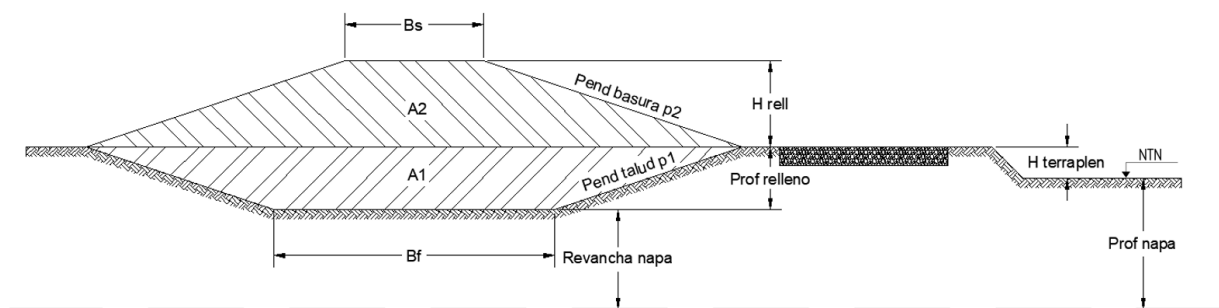


Ilustración 8: Perfil transversal tipo del relleno sanitario.

Los valores de cada una de estas dimensiones se presentan en la siguiente tabla con los consiguientes requerimientos de superficie para su implantación.

Tabla 9: Parámetros de diseño de la geometría del relleno

DISEÑO GEOMETRICO RELLENO SANITARIO			
Profundidad Napa	-3.5	m	
Altura terraplén (H terraplén)	0.5	m	
Revancha napa	2	m	
Base de fondo (Bf)	120	m	
Pendiente P1	3	:	1
Pendiente P2	3	:	1
Profundidad Relleno	2	m	
Altura del relleno (H rell)	7	m	
Base superior (Bs)	90	m	
Área A1	252	m <sup>2</sup>	
Área A2	882	m <sup>2</sup>	
Área total	1134	m <sup>2</sup>	
Longitud necesaria	315	m	
Base superficial	132	m	
Altura maxima del relleno	9	m	
Superficie necesai	4.158	has	

La superficie necesaria es de más de 4has que si bien resulta una superficie bastante grande si se lo compara con otras obras civiles como un edificio, por ejemplo, lo cierto es que se cuenta con un terreno de 11 hectáreas y considerando que el relleno corresponde a la mayor demanda de espacio podemos con total seguridad afirmar que el terreno será capaz de albergar la totalidad de las instalaciones e infraestructura necesaria para desarrollar un Centro GIRSU.

**Aclaración:** hay que tener en consideración que esta superficie necesaria fue calculada teniendo en cuenta que se llegará a disposición final el 100% de los residuos que ingresan en el predio, contemplando así estar del lado de la seguridad, debido a que se sabe que un 40% de los residuos son orgánicos y pasarán por un tratamiento de compostaje, además del porcentaje de residuos del total que pasarán por un proceso de reciclado, por lo cual no tendrán disposición final en el relleno.

En el siguiente apartado del informe, proponemos la modulación del relleno sanitario en tres módulos, cada uno subdividido en 6 celdas. Esta estrategia no solo reduce la inversión inicial requerida para la construcción del relleno, sino que también optimiza el drenaje de los líquidos lixiviados, logrando que los mismos recorran distancias menores.

## 5. Memoria descriptiva.

### 5.1. Modelado del terreno

Ya se mencionó anteriormente que en la visita al predio en Villa Cañas se realizó un relevamiento del terreno. La información obtenida en el mismo fue vertida a un modelo digital en el programa Civil 3D. Este modelo luego nos permite entonces obtener fácilmente y de manera automática curvas de nivel, escurrimiento superficial del agua de lluvia, perfiles transversales, altimetrías a lo largo de un eje, balance de movimientos de suelos y demás información.

Este modelo necesita como base de datos una nube de puntos a partir de la cual luego realiza una serie de triangulaciones para representar la superficie. El terreno representado se indica en el plano “P4-G8-MODELO-01”

### 5.2. Layout propuesto y elementos constitutivos del proyecto

A continuación, se presentará un predimensionamiento de las obras de infraestructura que componen un centro GIRSU; el galpón de reciclaje, el galpón de compostaje y el relleno sanitario donde se depositan los residuos que son rechazados en ambos galpones. Todas estas obras no se operan independientemente entre sí, sino que cada una compone un engranaje dentro de una “maquinaria” mayor cuya función principal es la gestión de los residuos sólidos urbanos. Es por esto que para lograr que la máquina funcione en correcta y eficientemente, resulta crítico el estudio del “Layout” del predio y con él, la proyección de los caminos tanto el acceso como la propia circulación interna. El mismo se presenta en el 0 en el plano “P4-G8-LAYOUT-01”.

Estas infraestructuras impactan significativamente en la eficiencia operativa, la seguridad ambiental y la gestión efectiva de los residuos sólidos urbanos como se describe a continuación.

- Eficiencia en la gestión de residuos: El diseño adecuado de caminos y Layout permite una organización adecuada de las diferentes áreas funcionales dentro del centro GIRSU. Esto facilita la logística de recolección, clasificación, reciclaje, compostaje y disposición final de los residuos, lo que a su vez mejora la eficiencia de las operaciones. Un esquema del trayecto que recorren los residuos al ingresar al GIRSU se presenta al comienzo del informe en la *Ilustración 2: Layout general y componentes principales del proyecto*
- Minimización de costos operativos: Un diseño adecuado puede reducir los costos operativos al minimizar distancias de transporte, optimizar flujos de trabajo y reducir tiempos de espera. Esto es fundamental en un centro GIRSU, donde la gestión eficiente de recursos es esencial.

- Seguridad y salud ocupacional: La planificación de caminos y el diseño del layout deben considerar la seguridad de los trabajadores y la prevención de riesgos laborales. Esto incluye la ubicación adecuada de áreas como vestuarios, oficinas y salones de usos múltiples, así como la implementación de señalización y medidas de seguridad.
- Minimización de impactos ambientales: Un layout adecuado puede ayudar a minimizar la contaminación ambiental y los olores, especialmente en las áreas de compostaje y relleno sanitario. Esto es esencial para la aceptación y sostenibilidad del centro GIRSU en la comunidad circundante.

Por todo esto, el estudio de diversas alternativas sobre la disposición y conexión de las diferentes áreas del centro GIRSU resulta fundamental sobre todo desde un punto de vista operativo teniendo en cuenta también los equipos que luego serán utilizados.

Para esto se analizaron varias posibilidades en cuanto a la organización de las diversas obras que componen un centro GIRSU. Como referencia principal se observó el esquema que presenta el centro GIRSU de Villa Gobernador Gálvez, el cual se muestra en la Ilustración 9: Esquema Centro GIRSU Corredor Sur Metropolitano. Villa Gobernador Gálvez. Esto se debe a la relativa similitud que presenta con el presente proyecto siendo las infraestructuras muy similares en naturaleza variando fundamentalmente la escala de cada uno de los proyectos.

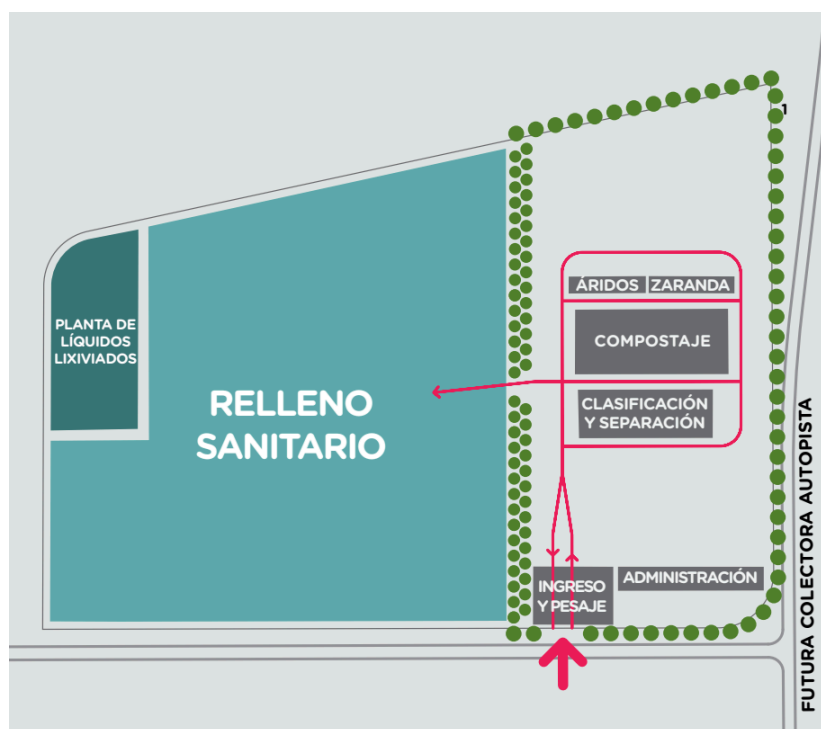


Ilustración 9: Esquema Centro GIRSU Corredor Sur Metropolitano. Villa Gobernador Gálvez

Las partes fundamentales del GIRSU del consorcio de la Microrregión 5D son las siguientes:

- Planta de separación y reciclaje de residuos
- Planta de compostaje
- Módulo de relleno sanitario
- Instalaciones auxiliares: Control de ingresos, balanza, oficinas administrativas y salón mejor de usos múltiples, cerco perimetral, iluminación.

Para ordenar el predio entonces se debe conocer la forma en la que opera un centro GIRSU de este tipo.

Lógicamente lo primero que uno debe disponer es el control de ingresos en conjunto con la balanza la cual permitirá llevar un control de los residuos que ingresan, y de esta manera ir contrastando con las proyecciones realizadas previo a la puesta en marcha de la obra. Esta medida de control permitirá ir ajustando dichas estimaciones en la medida que se vaya desarrollando la vida útil pudiendo ésta eventualmente alargarse o acortarse según sea el caso. Además, permitirá realizar un cobro por peso de residuos ingresados al GIRSU, hacer un seguimiento de los residuos generados por las localidades que harán uso del mismo, y evaluar alternativas de campañas de separación de los residuos en origen, de acuerdo a la información que se obtiene en esta primera etapa.

Posteriormente se plantea la implantación de las oficinas administrativas y demás obras civiles de arquitectura previéndose para las mismas una circulación adecuada, tanto peatonal como vehicular así también como un espacio de estacionamiento.

Posteriormente se disponen los galpones. Para determinar la forma en la que deben disponerse y conectarse los mismos es importante determinar cuál será la secuencia o el camino que van a recorrer los residuos que ingresan al centro GIRSU. En primera instancia como ya se mencionó los camiones ingresan y son debidamente pesados. Posteriormente estos camiones realizan la descarga en el galpón de separación y reciclaje donde los residuos son volcados sobre una tolva que luego los alimenta a una máquina que realiza la separación de la fracción orgánica como así también de aquello que se puede reciclar. Para que esta tarea se pueda desarrollar es entonces necesario un espacio de maniobras para que los camiones se puedan alinear debidamente con la mencionada tolva. Los plásticos y demás materiales reciclables son acopiados para luego ser vendidos o trasladados al sitio donde se realiza el aprovechamiento de los mismos. Por otro lado, la fracción orgánica sale del trómel y debe ser llevada hacia el galpón de compostaje. Esto se puede realizar por medio de una cinta transportadora que vincule ambos galpones o bien a través de vehículos, siendo la primera la forma más eficiente y automatizada y la que se plantea para este proyecto. Consecuentemente se busca que ambos galpones se encuentren no tan alejados

entre sí de manera de economizar en la instalación de la cinta que los vincula, pero si existiendo un espacio lo suficientemente amplio para la circulación de los camiones.

Ya se describió entonces qué es lo que sucede tanto con la fracción orgánica como con el material reciclable. Es necesario entonces describir qué sucede con los residuos “rechazados” en el galpón de separación y reciclaje. Los mismos deben disponerse en el relleno sanitario. Para ello se utilizan camiones para llevar los residuos desde el galpón hasta el relleno y luego equipos como una cargadora frontal para acomodarlos y compactarlos debidamente en la disposición final. Todo esto se articula en un Layout que no solo busca optimizar la operatividad sino también evitar tener que reubicar la perrera municipal presente en un sector del terreno.

Con fines académicos y con el objetivo de proyectar con dimensiones reales los galpones destinados a las actividades de clasificación, separación de residuos y compostaje, hemos optado por la incorporación de equipos suministrados por la empresa DEISA. La misma posee una larga experiencia en el diseño y ejecución de plantas de esta índole en nuestro país, contando con prototipos adecuados para distintas escalas de proyecto. En caso de que la obra se concrete con carácter de obra pública, será necesario llevar a cabo un proceso de licitación para la selección del proveedor de este tipo de maquinaria, garantizando así la transparencia y competencia necesarias.

#### 5.2.1. Relleno sanitario: diseño del módulo de RSU

El eje central del centro GRSU es el relleno sanitario. El mismo consiste en una obra de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos en el suelo materializada a partir de un proyecto de que incorpora equipamiento y metodologías específicas y otras técnicas para minimizar los riesgos ambientales y para la salud pública. El relleno sanitario representa la mayor demanda de espacio dentro del proyecto. Previamente, en este informe en el punto 4.6 Parámetros de diseño para el predimensionamiento de los módulos del relleno., se llevó a cabo el cálculo de la superficie necesaria para la disposición de residuos durante una vida útil de 20 años para el predio. Como resultado de este análisis, se determinó que se requerirán aproximadamente 4 hectáreas de terreno para satisfacer estas necesidades.

##### 5.2.1.1. Operación del relleno sanitario.

Para proyectar un relleno sanitario es necesario en primera instancia definir la forma en la que el mismo será operado. La operación de un relleno consiste en lo siguiente:

- **Recepción:** Se reciben los residuos que se dirigen a disposición final producto del rechazo de los galpones de reciclado y compostaje.

- **Extensión y nivelación:** Con la utilización de equipos se busca extender los residuos en el relleno sanitario y nivelarlos de manera de lograr capas delgadas de residuos para facilitar así la compactación de los mismos.
- **Compactación:** Se compactan los residuos previamente colocados en el relleno sanitario. Este paso busca reducir el volumen de los desechos y aumentar la densidad, optimizando el espacio disponible en el relleno sanitario. Se recomienda que la compactación se realice en capas de un espesor de 20cm.
- **Cobertura:** Después de la compactación, se aplica una capa de material de cobertura sobre los residuos. Este material puede ser tierra, arcilla o material reciclado, y su aplicación ayuda a controlar olores, prevenir la proliferación de vectores y minimizar la exposición de residuos a la intemperie. Es importante mantener controlada al mínimo la superficie expuesta de residuos a la atmósfera, intentando que se limite únicamente a las áreas necesarias para las tareas operativas.
- **Control de lixiviados:** Durante la operación del relleno sanitario si bien se busca realizar una cobertura es inevitable la generación de lixiviados los cuales deben ser debidamente extraídos. Para esto se instalan conductos y sistemas de drenaje para capturar y tratar estos subproductos.
- **Monitoreo y control:** Durante todas estas actividades, se lleva a cabo un registro detallado de la cantidad y tipo de residuos depositados, así como de cualquier anomalía o situación relevante. Además, se realiza un monitoreo continuo de parámetros ambientales para garantizar el cumplimiento de normativas.

La forma en la que se llevan adelante estas tareas puede diferir mucho de acuerdo a los equipos con los cuales se opera el relleno sanitario. A partir de la información brindada por la municipalidad de Villa Cañas, el relleno será operado con la utilización de una retroexcavadora. Siendo a su vez esta información determinante para la definición de parámetros geométricos del relleno sanitario como ser la pendiente de los taludes.

#### *5.2.1.2. Modulación del relleno sanitario.*

Si bien ya se determinó que para una vida útil de 20 años son necesarias 4.20 hectáreas destinadas al relleno sanitario, se proyecta la ejecución y operación del mismo en forma modular. Se plantean 3 módulos en total de aproximadamente 1.40 hectáreas cada uno.

La división en módulos se traduce en una serie de ventajas que mejoran la eficiencia operativa al mismo tiempo que permite la construcción por etapas disminuyendo entonces la inversión inicial y extendiendo las inversiones en el tiempo lo cual representa una importante reducción del costo financiero de la obra.

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

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

Como consecuencia de esto se planea la ejecución y operación de cada uno de los módulos siguiendo la secuencia que se presenta en el plano “P4-G8-MÓDULOS-01”.

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

Cada una de estas celdas tendrá una capacidad de entre 19,000 y 20,000 toneladas de residuos, lo que nos proporcionará una vida útil estimada de entre 13 y 15 meses para cada una. Esta proyección se fundamenta en el crecimiento proyectado de la población, y en la generación esperada de residuos sólidos urbanos. Es importante destacar que esta estimación incluye un margen de seguridad, teniendo en cuenta la posibilidad de recuperación de parte de los residuos y su potencial utilización en compostaje, lo que podría extender la vida útil del relleno. A continuación, se presenta una tabla resumen que detalla la duración estimada de cada una de las celdas, acompañada de un esquema que identifica cada una de ellas.

Como se puede observar a continuación, en la *Ilustración 10. Esquema en planta de desagüe de las celdas.*, las celdas centrales de los módulos están diseñadas de manera que la toma de la descarga de lixiviados hacia el camión atmosférico sobre los caminos dispuestos entre los módulos. Esto implica que ese espacio no podrá ser rellenado con residuos en el futuro. Sin embargo, esta limitación no es determinante, ya que en caso de necesidad de continuar utilizando el predio una vez alcanzada su vida útil, sería factible proyectar un nuevo módulo adicional contiguo al módulo N°3, aprovechando el espacio disponible dentro del terreno.

Tabla 10. Duración estimada de cada celda.

CELDAS MODULOS			
CELDA N°	Duración	volumen en uso	meses
1	meses 1 - 15	19474,71	15
2	meses 16 - 30	19824,0625	15
3	meses 31 - 45	20176,02679	15
4	meses 46 - 59	19155,54762	14
5	meses 60 - 73	19491,21726	14
6	meses 74 - 87	19830,79762	14
7	meses 88 - 101	20151,69	14
8	meses 102 - 115	20476,5	14
9	meses 116 - 128	19310,02083	13
10	meses 129 - 141	19597,89286	13
11	meses 142 - 154	19889,02381	13
12	meses 155 - 167	20181,02381	13
13	meses 168 - 180	20473,02	13
14	meses 181 - 192	19170,32	12
15	meses 193 - 204	19425,82	12
16	meses 205 - 216	19681,32	12
17	meses 217 - 228	19939,43	12
18	meses 229 - 240	20200,14	12

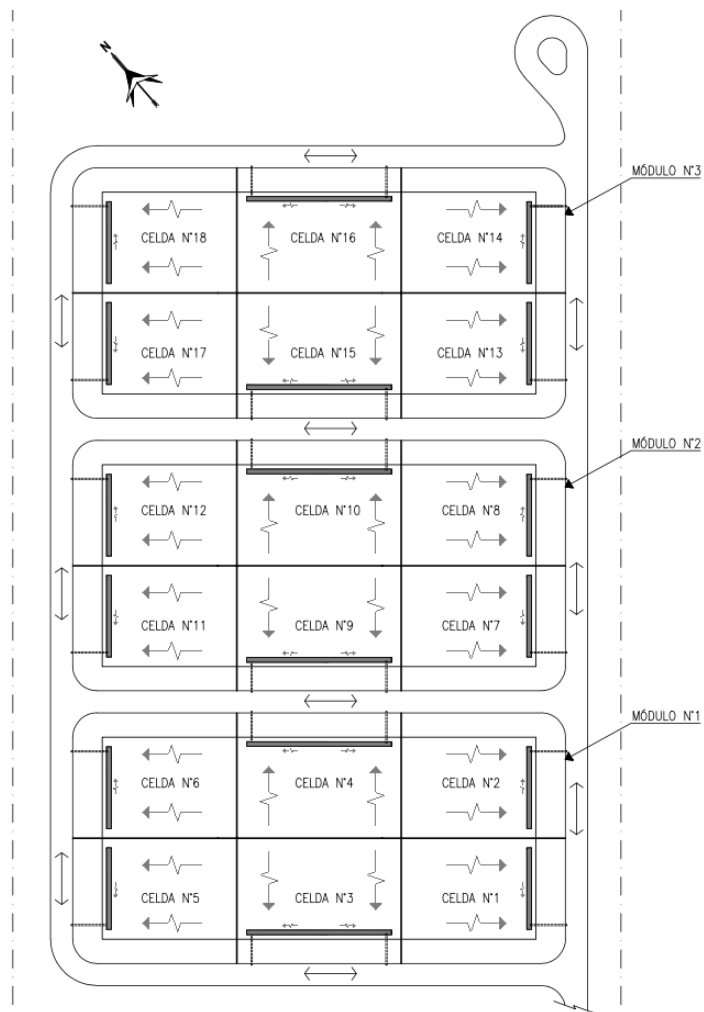


Ilustración 10. Esquema en planta de desagüe de las celdas.

Los residuos se distribuirán en capas delgadas, con un espesor aproximado de entre 20 y 30 cm, y se compactarán. La celda se cubre con una capa de tierra. Es recomendable, luego de cada jornada laboral, cubrir el relleno para evitar la presencia de insectos, roedores y otros vectores sanitarios, así como el fuego, los gases y malos olores, la humedad y la basura dispersa. De este modo, al terminar la jornada no debe quedar ningún desecho sólido expuesto y, menos aún, al final de la semana. En cuanto a la calidad del material de cobertura, se recomienda aprovechar la tierra que se encuentra más accesible.

Durante la operación de cada uno de las celdas, se realiza en forma continua un monitoreo de la evolución del mismo. Este control resulta fundamental para que la modulación del relleno sanitario se lleve adelante con éxito ya que previo a la saturación de cada celda se debe tener finalizada la construcción de la siguiente de manera de no interrumpir la recepción de residuos. Para esto no solo es necesario prever el tiempo en el que se logra la saturación sino también el tiempo que insume la construcción de cada una de ellas.

Cabe destacar que, si bien las oficinas, vestuarios y el SUM se planean ejecutar durante la primera etapa, no sucede lo mismo con los galpones de reciclaje y compostaje. Estas instalaciones resultan relativamente costosas sobre todo debido al equipamiento necesario para llevar adelante dichas tareas. Es por esto que previo a su ejecución se planea operar el relleno sanitario durante un determinado período de tiempo. Esto se prevé por dos razones:

- La primera es para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación más “primordial” del centro GIRSU como lo es el relleno sanitario. De este modo, se logran concentrar todos los esfuerzos en la operación correcta del mismo.
- La segunda razón tiene que ver con la recopilación de información. Durante este período se recopilará información que será de gran utilidad para realizar los ajustes necesarios tanto a la infraestructura como el equipamiento con el que deberán contar los galpones.

#### *5.2.1.3. Características del relleno sanitario.*

Para definir las características del relleno se toman las recomendaciones USEPA<sup>3</sup> así también como los requerimientos que prevé la Ley Provincial N° 13.055. Ambos indican recomendaciones en cuanto a las pendientes y materiales de las paredes y el fondo así también como la distancia mínima a la napa freática y demás que hacen al funcionamiento correcto de una obra de estas características.

Una cuestión importante a destacar de la Ley Provincial N°13.055 es la necesidad de impermeabilización del fondo y los taludes del relleno<sup>4</sup>. De acuerdo con la misma, una membrana de polietileno de por lo menos 0.80mm

---

<sup>3</sup> United States Environment Protection Agency

<sup>4</sup> Para evitar la infiltración y contaminación del suelo y de la napa freática

es solamente necesaria en aquellos rellenos donde se superan las 100 toneladas diarias de residuos. Es por esta razón y por su elevado costo que no se incluye dicha membrana en el proyecto del relleno sanitario. No obstante, la misma ley define una permeabilidad máxima de  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg para lo cual se define entonces que la base y las paredes del relleno sean de arcilla mezclada con bentonita en un espesor de 60cm.

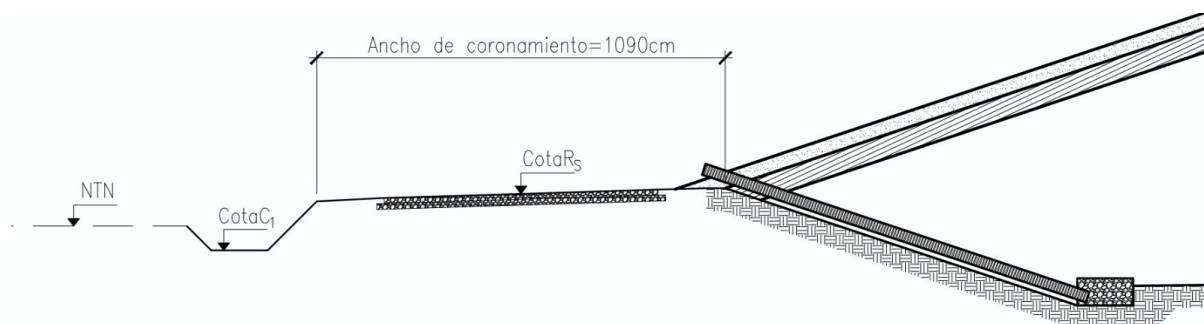
Para lograr la permeabilidad requerida se deben entonces realizar muestras con diversas dosificaciones de arcilla y bentonita y a partir de ensayos de laboratorio determinar la dosificación adecuada del material para ser utilizado en la construcción de cada uno de los módulos.

Otra de las consideraciones de diseño se relaciona con la captación y evacuación de los lixiviados. Para que los mismos escurran a través del relleno se definieron fuertes pendientes de fondo (del orden del 1%). Estas pendientes llevan a un canal de material granular revestido con geotextil (para minimizar la oclusión) que conduce el lixiviado hacia el punto de menor cota de cada uno de los módulos donde se prevé la colocación de una cañería que permita la extracción del mismo mediante la utilización de equipos de bombeo. Teniendo en cuenta la escala del relleno sanitario, en cuanto al tratamiento de líquidos lixiviados se propone como solución el transporte de los mismos mediante un camión cisterna a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ya existente, debido a que no estaría justificado realizar la construcción de una laguna de tratamiento para los mismos.

El relleno cuenta con dos capas superficiales diseñadas para lograr el cierre de cada módulo luego de finalizado su uso. Estas capas consisten en un recubrimiento de suelo compactado de 0.60m y una capa adicional de suelo vegetal de 0.40m. Su función principal es prevenir la propagación de olores y la infiltración de agua en los módulos, contribuyendo así a evitar la generación de lixiviados.

En forma perimetral se elevan terraplenes de 7 metros de altura que sirven para dar soporte a los caminos de acceso, prevenir el contacto de aguas de escurrimiento superficial con los residuos y delimitar cada uno de los módulos propuestos.

A continuación, se muestran algunos detalles de las características de los módulos



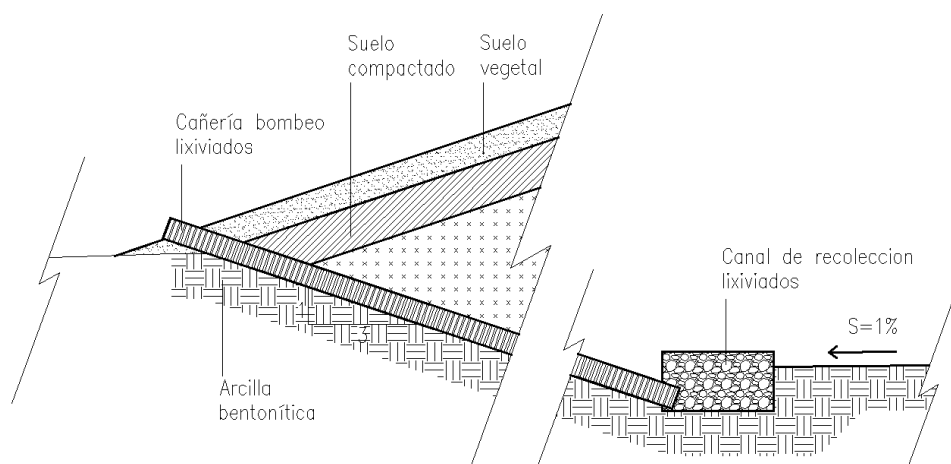


Ilustración 11: Detalles relleno sanitario.

En los planos “P4-G8-PERF-01” y “P4-G8-DET-01” se presenta la documentación completa en cuanto a las características del relleno sanitario

#### 5.2.2. Galpón para compost y cancha de compostaje para acopio de material compostado

Un Centro de GIRSU tiene como objetivo la gestión responsable y sostenible de los residuos sólidos urbanos. El compostaje es una parte esencial de este proceso, ya que permite la transformación de residuos orgánicos en compost de alta calidad, un valioso recurso para la agricultura y la mejora de la calidad del suelo. El galpón de compostaje es el lugar donde ocurre este proceso.

El compostaje es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso de compostaje involucra varias etapas como ser la recepción de la materia orgánica, la conformación, volteo y aireación de la masa y el posterior almacenaje del material compostado. Todo esto es necesario de considerar, en conjunto con los equipos a utilizar en todo este proceso para así dimensionar la infraestructura que pueda albergar la totalidad del proceso.

Sin entrar en detalles de los procesos fisicoquímicos que se desarrollan durante este proceso de degradación de la materia orgánica, a continuación, se realizan una serie de cálculos que permiten determinar las dimensiones para el galpón de compostaje. Dicho cálculo se desarrolla a continuación paso por paso siguiendo los

lineamientos brindados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en el “Manual de Compostaje del Agricultor”.

#### 1. Determinación de la fracción orgánica

Para el predimensionamiento del relleno sanitario se determinó el total de residuos que ingresan al centro GIRSU diariamente. No obstante, es necesario comprender que no todo lo que ingresa va hacia disposición final. Existe una fracción que puede ser reciclada y otra (la orgánica) que se utiliza para el compostaje. Toda esta distinción entre los diversos tipos de residuos se realiza en el galpón de separación.

Si se espera que para el último año del horizonte de diseño ingresen prácticamente 39 toneladas por día, suponiendo que la fracción orgánica representa el 40% del total de la carga que ingresa diariamente se tiene una carga orgánica de 15.6 toneladas por día. Si consideramos una densidad del orden de 550 kg/m<sup>3</sup> se obtiene un volumen del orden de 28m<sup>3</sup>/día.

#### 2. Tiempo de permanencia del compost

Si bien existen diversos relatos en torno al tiempo de permanencia de la masa, se considera razonable un tiempo del orden de los 40 días. Esto nos lleva a que el volumen total acumulado durante estos 40 días es de 1120m<sup>3</sup>.

#### 3. Volumen a almacenar.

En el párrafo anterior se mencionó el volumen total de materia orgánica necesario de almacenar suponiendo la peor condición correspondiente al último año del periodo de diseño en el cual se recibe la mayor cantidad de residuos diarios. No obstante, ese volumen no contempla todavía la reducción que experimenta la masa debido a la propia compactación y la pérdida de carbono en forma de CO<sub>2</sub>. Esta reducción no resulta menor ya que puede alcanzar valores de hasta el 50%. Siendo algo conservadores, considerando una reducción en volumen del 40% se tiene un volumen de 672 m<sup>3</sup>.

#### 4. Sección transversal de la pila de compost.

Ya habiendo definido el volumen de la masa, es necesario la forma que adoptará la misma. Es aquí donde entran en juego los equipos utilizados. A su vez las técnicas propias del compostaje definen ciertas dimensiones para la pila de manera de que el proceso se desarrolle de la forma más completa y rápida posible. A continuación, se muestra una ilustración correspondiente al “Manual de Compostaje del Agricultor”.

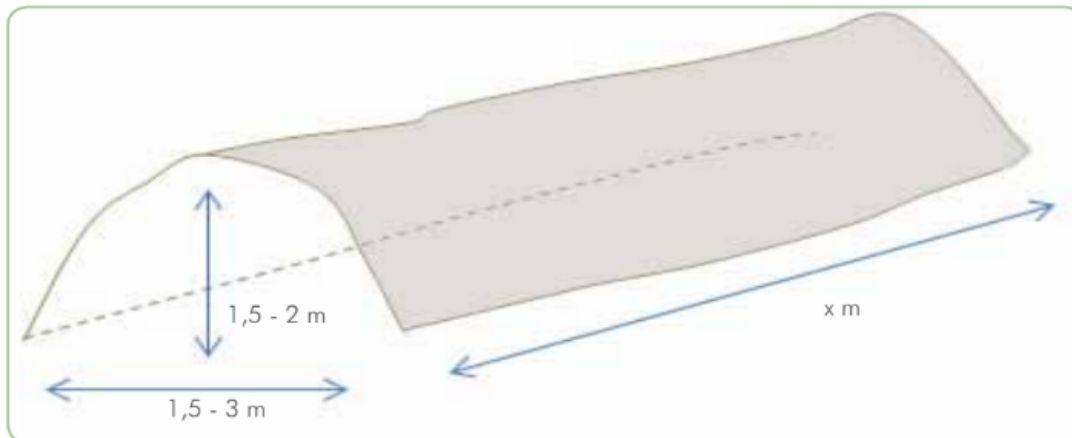


Ilustración 12: Sección transversal de la pila de compostaje (fuente: Manual de Compostaje del Agricultor de ONUAA).

Para el volteo de dicha pila se optó por un equipo Volteador BACKHUS A30. Este equipo presenta un rendimiento de volteo de 700 m<sup>3</sup>/h. Asumiendo que la pila debe voltearse 3 veces por semana, el equipo deberá trabajar entonces alrededor de tres horas por semana para alcanzar el volteo de 1260 m<sup>3</sup>. En términos de rendimiento entonces el equipo resulta más que suficiente. Otro aspecto a tener en cuenta tiene que ver con las dimensiones del equipo que determina entonces la sección transversal de la pila. En este caso la sección transversal es de 2.2 m<sup>2</sup> con una altura de pila de hasta 1.30m.



Ilustración 13: Imagen Volteador BACKHUS A30 (fuente: Folleto comercial de equipos de compostaje Eggersmann).

Working position

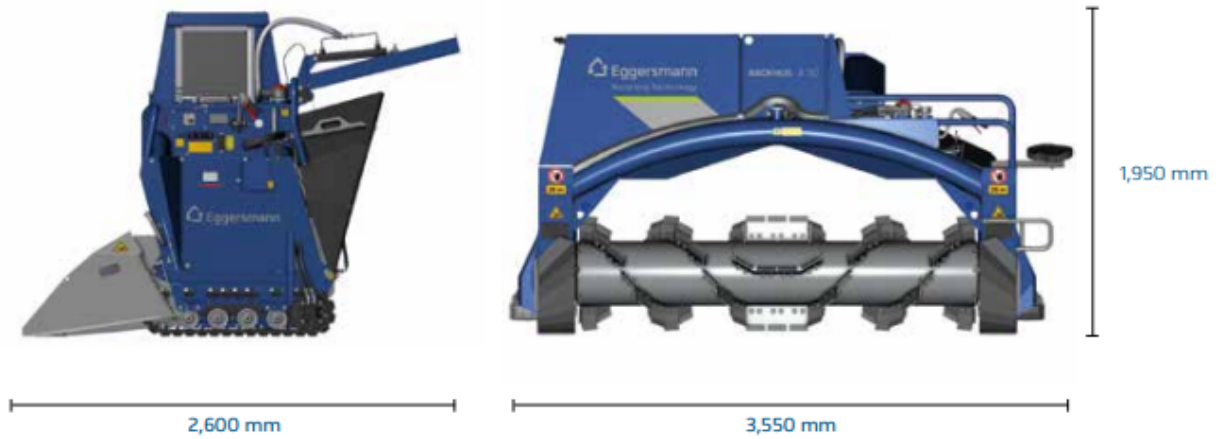


Ilustración 14: Medidas del Volteador BACKHUS A30 en su posición de trabajo. (fuente: Folleto comercial de equipos de compostaje Eggersmann).

### 5. Dimensiones del galpón

Con todos los datos calculados, son necesarios 310 metros de pila de compostaje. Resulta lógico pensar que no se hará una única y larga pila, sino que serán varias de modo de aprovechar en forma más eficiente el espacio. Al plantear esta distribución se tiene que considerar la operación del equipo, con los requeridos espacios para su circulación, maniobrabilidad y operación. Con el fin académico de lograr definir las dimensiones del galpón, se seleccionan los equipos provistos por un fabricante particular cuyas dimensiones mínimas operativas se presentan en el siguiente esquema:

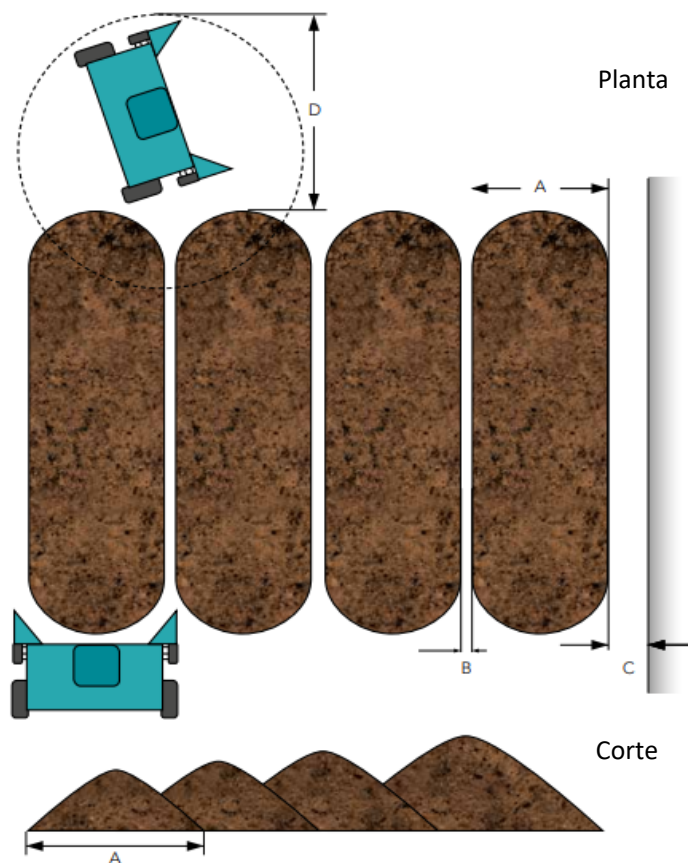


Ilustración 15: Dimensiones mínimas necesarias para la operación del equipo (fuente: Folleto comercial de equipos de compostaje Eggersmann).

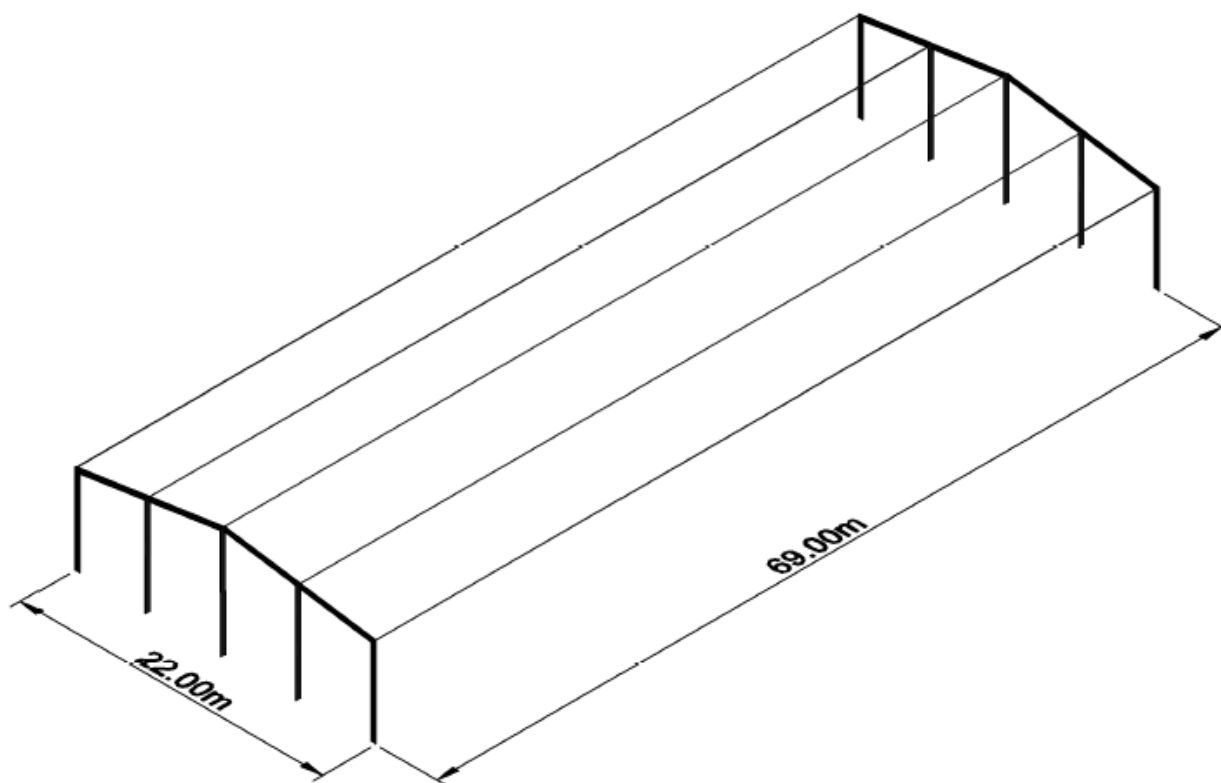
Tabla 11: Parámetros técnicos y de trabajo – Volteador BACKHUS A30 (fuente: folleto comercial de equipos de compostaje Eggersmann).

Datos técnicos y de trabajo- Volteador BACKHUS A30		
Ancho máximo de la hilera (A)	3	m
Altura máxima de la hilera (H)	1.3	m
Separación entre pilas (B)	0.5	m
Separación entre pila y pared del galpón ©	0.5	m
Radio de giro necesario del volteador (D)	6	m

Si se plantean un total de 6 pilas, la longitud de cada una de ellas resulta de 51 metros. Del esquema anterior se deduce que el ancho de cada una de las pilas es de 3.00 metros y la separación mínima entre ellas es de tan sólo 0.50 metros. Luego, al considerar el radio de giro para la operación del equipo y las distancias mínimas a los extremos del galpón se obtiene una estructura con las siguientes dimensiones mínimas: 65 metros x 21 metros

La forma del galpón puede lógicamente modificarse al plantearse un mayor o menor número de pilas las cuales resultarán de largos diferentes. En definitiva, lo que se necesita es alrededor de 1365 m<sup>2</sup>.

Debido a que dichas dimensiones son las mínimas necesarias, para facilitar la operación dentro del galpón y por cuestiones constructivas se proponen dimensiones más holgadas para el galpón. Las mismas se muestran en el esquema de la siguiente ilustración.



*Ilustración 16: Esquema galpón de compostaje*

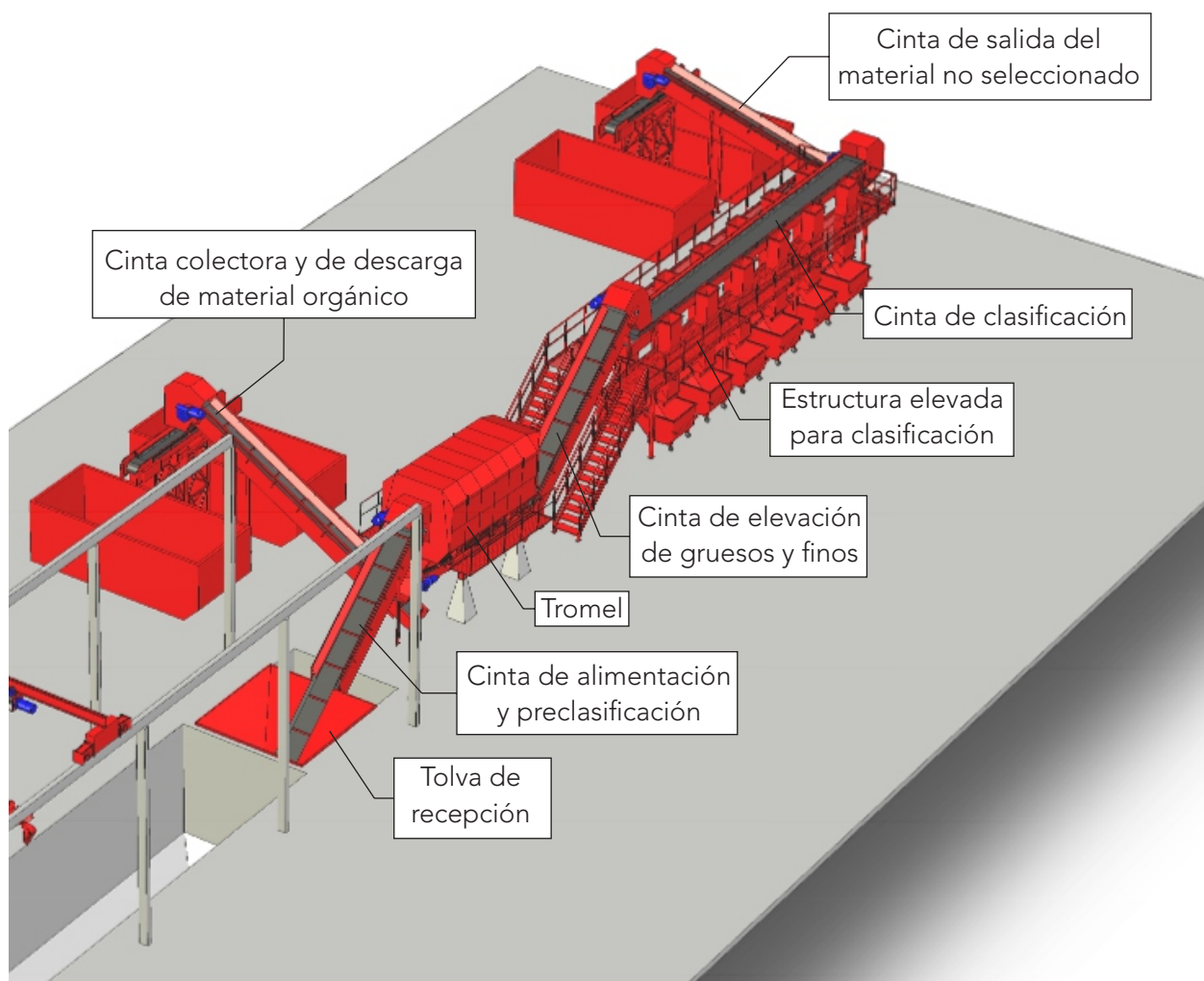
### 5.2.3. Galpón para centro de reciclaje

En forma similar a lo que sucede con el galpón de compostaje, se debe definir el volumen interno necesario del galpón a partir de las necesidades operativas de espacio, que surge a partir de los equipos utilizados para la separación y reciclaje de los residuos que ingresan al mismo. El galpón de reciclaje se define a partir de la manera en la que realizará la separación de los materiales. Lo cierto es que existen diversos grados de automatización de 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”. Para una planta

de estas características, se propone la utilización de un equipo semiautomatizado con capacidad para procesar 8 toneladas de residuos generales por hora. Las partes constitutivas del equipo son las siguientes:

- Tolva de recepción de residuos: Sobre esta tolva los camiones ya pesados descargarán los residuos provenientes de las diversas localidades.
- Cinta de alimentación y preclasificación: Esta cinta transportadora funciona al mismo tiempo con cinta inclinada de alimentación para el trómel con puestos de trabajo a lo largo de su longitud para realizar un proceso de preclasificación del material previo ingreso al trómel.
- Trómel preclasificador: El trómel realiza una clasificación del material según sus tamaños. Es el equipo que a su vez se encarga de la separación del material orgánico que se direcciona hacia el galpón de compostaje.
- Cinta colectora y de descarga de material orgánico: Esta cinta vincula ambos galpones metálicos del centro GIRSU y se encarga justamente de transportar y descargar la materia orgánica separada en el trómel.
- Cinta de elevación de gruesos y finos: Esta cinta vincula el material no orgánico que sale del trómel con la cinta de clasificación elevada.
- Cinta de clasificación: Nuevamente a la salida del trómel se dispone una segunda cinta donde mediante múltiples puestos de trabajo se realiza una postclasificación del material para lograr así el máximo aprovechamiento posible de los reciclables.
- Cinta de salida del material no seleccionado: Este material es que le resulta rechazado tanto por el trómel como por los puestos de clasificación y se lo traslada hacia la disposición final, es decir, al relleno sanitario.
- Estructura elevada para la preclasificación
- Estructura elevada para la clasificación.

Todo este equipamiento se presenta en axonometría en la siguiente ilustración.



*Ilustración 17: Axonometría del equipo a instalar en el galpón de reciclaje(producción propia).*

Todo este equipamiento necesita entonces un cierto espacio mínimo tanto para ser instalado como para luego ser operado con normalidad. Como consecuencia, se proyecta un galpón metálico de dimensiones interiores de 15.00 m x 50.00 m. Debido a consideraciones estructurales y de fundaciones del galpón, se opta por adoptar medidas más holgadas para el mismo, por lo cual se procede a realizar un galpón de 20m x 52.02m (En el ANEXO I se puede ver la verificación de los elementos estructurales que lo componen).

#### 5.2.3.1. Dimensionamiento galpón para planta de reciclaje

##### 5.2.3.1.1. Descripción de la propuesta estructural

Por necesidades operativas y funcionales se propone que las dimensiones del galpón para reciclaje sean las siguientes:

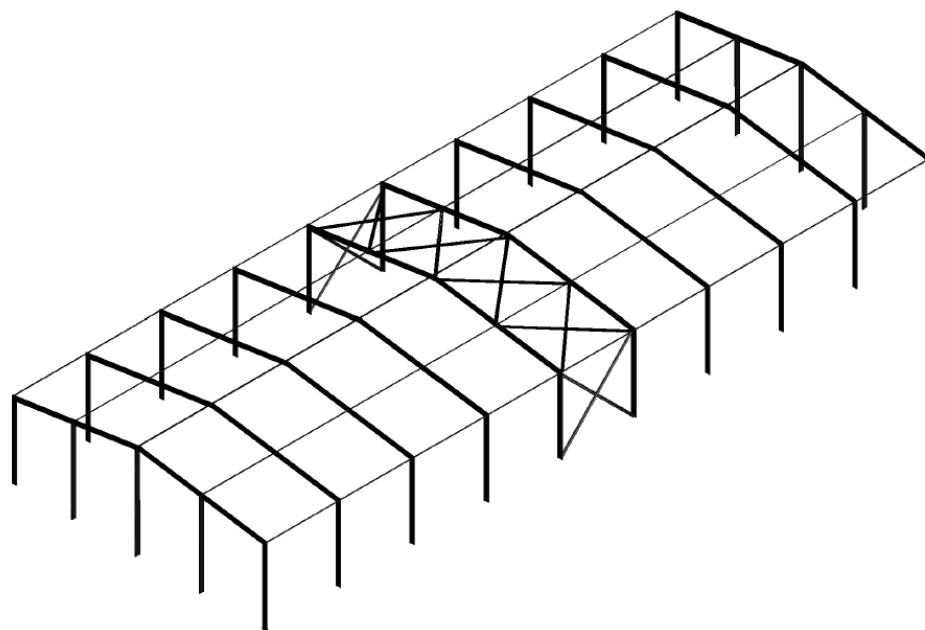
Tabla 12: Dimensiones características del galpón para planta de reciclaje

Características geométricas - Galpón planta de reciclaje		
Longitud mayor	52.02	m
Longitud menor	20	m
Pendiente de la cubierta	10	%
Angulo de la cubierta	6	°
Altura máxima	7.5	m
Altura media	6	m
Luz de pórticos	20	m
Separación entre pórticos	5.78	m
Luz correas laterales	5.78	m
Luz correas techo	5	m
Luz correas frontales	5	m
Separación entre correas de techo	1.25	m
Separación entre correas laterales	1.25	m
Separación entre correas frontales	1.5	m

Se dispone de un único portón de longitudes 5.00m x 4.50m para el ingreso del camión, y un vano en el lateral para permitir el paso de la cinta transportadora de finos hacia el galpón para compostaje del porcentaje orgánico de residuos. Para el diseño de los distintos elementos de esta nave no solo se han tenido en cuenta cuestiones operativas, sino también de diseño de estructuras metálicas (ángulos entre elementos para posibilidad de ejecución de uniones entre los mismos, separaciones entre elementos para cálculo de longitudes de arriostramiento coherentes, etcétera). El portón se sostiene 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.

Se disponen como planos de estabilidad en la dirección de menor luz 10 pórticos conformados con perfiles doble W dispuestos en su mayor inercia y espaciados cada 5.78 m. En la dirección de mayor luz, es decir paralela a la cumbrera, se tiene un sistema de contraviento formado por barras de sección circular. La carga de viento se transmite por los puntales de cubierta hacia los mismos, por los cuales la carga viaja hacia las fundaciones. Las últimas mencionadas se conforman de dos pilotes unidos por un cabezal, conectados al fuste de las columnas de los pórticos.

A continuación, se pueden ver unas imágenes con lo previamente descrito:



*Ilustración 18: Axonometría estructura metálica galpón de reciclaje.*

En el ANEXO I se presenta el desarrollo del análisis de cargas y el cálculo de solicitaciones y dimensionamiento de todos los elementos componentes del galpón.

#### 5.2.4. Instalaciones complementarias: S.U.M., Oficinas administrativas, Baños y vestuarios, cabina de ingreso, balanza

Se proyecta un espacio destinado para alojar a todos los operarios y funcionarios administrativos necesarios para llevar a cabo las operaciones diarias del GIRSU. Aquel espacio se compone de una Sala de Usos Múltiples (S.U.M.) para realizar reuniones y charlas informativas y de difusión y concientización. Además, aquí se incluyen los baños y los vestuarios tanto para los operarios como para los administrativos y las visitas. Las oficinas para los administrativos también se encuentran en este edificio. A continuación, se puede ver la planta de arquitectura de este espacio:

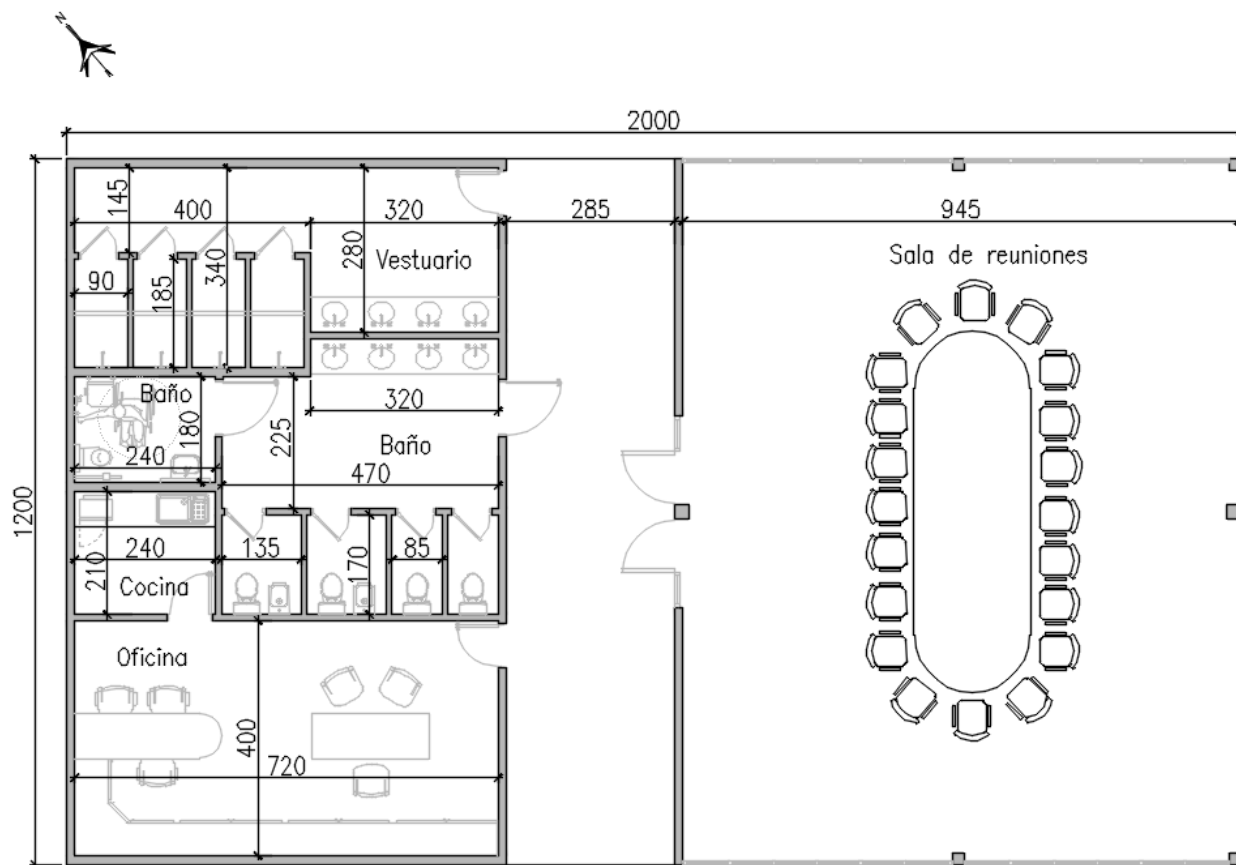


Ilustración 19: Planta de arquitectura

El plano de arquitectura con cotas y niveles en cortes y fachadas se presenta en el 0 como plano “P4-G8-ARQ-01” y “P4-G8-ARQ-02” respectivamente. En el ANEXO II se detalla el dimensionamiento y cálculo de la estructura de hormigón de este edificio.

Inmediatamente luego de entrar al establecimiento se encuentra la balanza electrónica para los camiones recolectores de basura: la misma se dimensionó en función de un vehículo de diseño, esta se puede observar en la Ilustración 2: Layout general y componentes principales del proyecto. En esta etapa hemos tenido en consideración la posibilidad de que un camión con batea de 8.60 metros de longitud debido a que, si bien en la actualidad estos camiones no se utilizan, los mismos podrían llegar a ser utilizados para el traslado de los residuos desde las localidades vecinas que conforman el consorcio hasta el centro GIRSU en un futuro, por lo tanto se decide optar por una “Báscula electrónica para pesaje de Camiones Moretti 7500” de 15 metros de longitud, de 20cm de altura, con capacidad de 60 toneladas, de Estructura metálica modular armada en fábrica y con tratamiento anticorrosivo, ideal para trabajar a la intemperie y en ambientes húmedos. Modelo aprobado por INTI. En el ANEXO V adjuntamos imagen de la balanza.

Es importante aclarar que, si bien se adjunta a continuación un modelo de balanza obtenido de un catálogo de una marca específica, que de ser necesario utilizar este trabajo para el marco de una licitación pública, no se nombrará ninguna de las marcas referidas en el trabajo para la realización del proyecto, ya que meramente se coloca para la resolución del proyecto a fines académicos.

#### 5.2.4.1. *Dimensionamiento y cálculo edificio de oficinas, vestuarios y SUM*

#### 5.2.5. Camino de acceso y caminos complementarios

A partir del Layout definido con anterioridad representado en el plano “P4-G8-LAYOUT-01”, quedan entonces determinadas las vías internas de circulación del predio. Algunos de ellos deben ser diseñados para la circulación de vehículos livianos particulares (automóviles, camionetas, motos), mientras que otros deberán soportar las solicitudes que le generan vehículos de gran porte.

Al igual que sucede con el proyecto vial de una ruta, por ejemplo, estos caminos deben diseñarse adecuadamente tanto geométricamente como en cuanto a su capacidad estructural. En este proyecto existen diversas tipologías proyectadas para diversas secciones en todo el predio. A grandes rasgos se pueden distinguir dos tipos de caminos distintos:

- Camino con estabilizado granular: Esta tipología es la que predomina en la mayor parte del predio.
- Camino con pavimento inter trabado: Esta tipología se utilizó para proyectar los espacios de circulación y estacionamiento de los vehículos livianos.

Se presenta a continuación un Layout en el que se señalizan los diferentes caminos del predio.

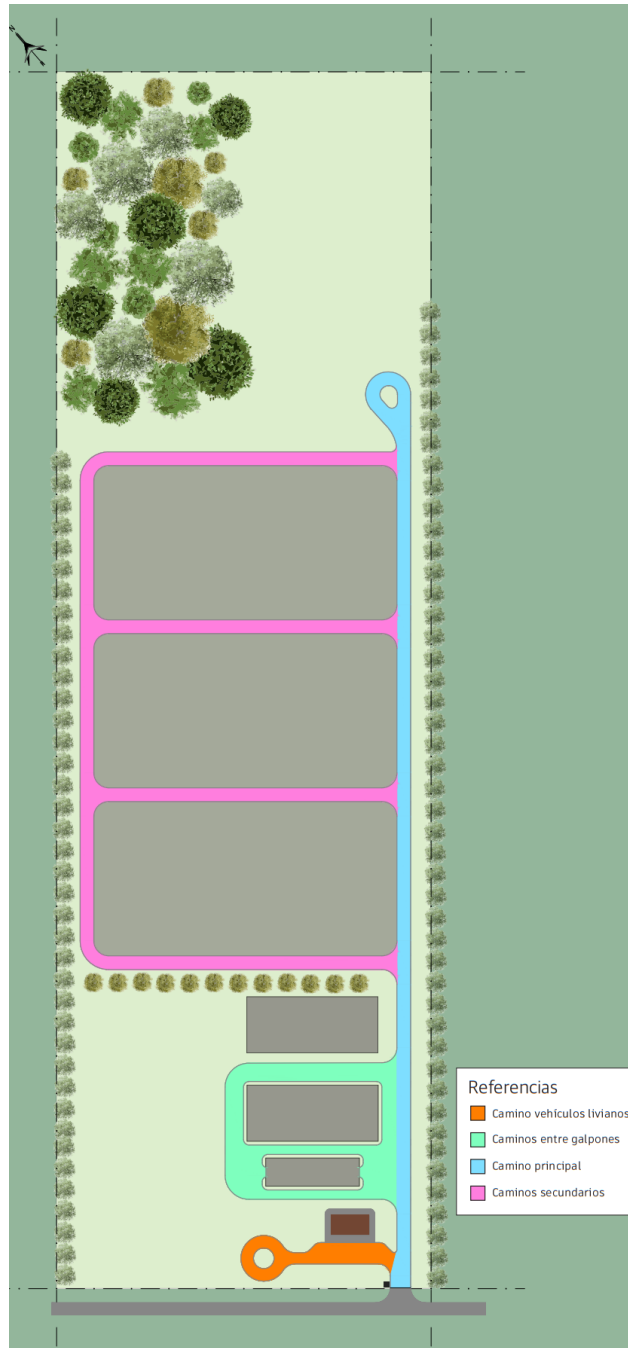


Ilustración 20: Planimetría tipos de caminos

5.2.5.1. Camino con estabilizado granular.

Para la conformación de este perfil el estabilizado debe ejecutarse sobre la base inferior debidamente compactada y perfilada. Las especificaciones para la correcta ejecución de los caminos detallando las etapas intervinientes y los materiales a utilizar se presentan en el ANEXO V.

Se distinguen a su vez dos situaciones distintas en lo que respecta a caminos de estabilizado granular, por un lado, las vías de circulación en torno a los galpones y por otro el camino de acceso y comunicación de los módulos del relleno sanitario.

#### 5.2.5.2. Camino con pavimento inter trabado.

Se plantea una tipología de pavimento inter trabado en la búsqueda de lograr un entorno más ameno al utilizar los bloques de concreto que permiten que el pasto crezca entre ellos. Otra de las ventajas que se presenta con esta tipología estructural tiene que ver con la evacuación del agua de la calzada. De la imagen del bloque de hormigón se deduce rápidamente que este tipo de pavimentos resultan permeables al agua por lo que no es necesario un elemento como ser una cuneta o un cordón cuneta para evitar que el agua de lluvia se acumule en la vía de circulación.



Ilustración 21: Tipología elegida de pavimento inter trabado.

En cuanto a la ejecución de estos caminos, los bloques deben disponerse sobre una cama de arena de 3cm de espesor cuya función es brindar un apoyo uniforme a los bloques de hormigón. Por debajo de esta cama de arena se dispone una base constituida por material granular. Otro elemento importante del pavimento inter trabado es el borde de confinamiento para que los bloques mantengan su posición y se mantenga la abertura de las juntas. En el 0 se encuentran el plano “P4-G8-CAMINOS-01” que ilustran el perfil de este tipo de pavimento.

#### 5.2.5.3. Diseño geométrico de los caminos.

Ya definido el paquete de los caminos es necesario analizar la geometría de los mismos, los anchos de calzadas, los espacios para las maniobras de los vehículos y los radios de giro pertinentes. Con propósitos de diseño geométrico, se definen los vehículos de diseño, el mismo debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

En este caso se siguieron como referencia las recomendaciones brindadas por el libro “El arte de Proyectar en Arquitectura – Neufert” y los radios de giro mínimos brindados por la “Dirección Nacional de Vialidad” (DNV). Ambas bibliografías se abordaron considerando los siguientes vehículos de diseño. Estas ilustraciones se adjuntan en el ANEXO V.2.

Con esta información se plantearon una serie de “plantillas”. Con estas plantillas en forma gráfica se verificaron las dimensiones de los caminos con sus radios de curva, espacios de estacionamiento, espacios de maniobras de forma tal que los vehículos presenten total libertad para circular sobre los mismos.

En el siguiente esquema se muestra una planimetría indicando los distintos tipos de caminos propuestos, presentándose el detalle del perfil de cada uno de ellos en el 0 en el plano “P4-G8-CAMINOS-01”.

#### 5.2.6. Desagües. Análisis hidráulico del predio.

Los desagües pluviales serán dimensionados teniendo en cuenta las diferentes etapas de ejecución y de operación del centro GIRSU. Se presenta en el 0, en el plano “P4-G8-MÓDULOS-01”, las diferentes etapas en las cuales se realizará la operación de la infraestructura proyectada. Con este criterio es entonces que se determinan las condiciones más exigentes hidráulicamente hablando, y con ellas se dimensionan los canales para permitir la correcta evacuación de las aguas de lluvia y de esta forma garantizar la operación del predio durante los momentos de precipitaciones.

Además, habiendo relevado el terreno, se planteó el diseño de la red pluvial, de manera que el agua escurra superficialmente a través de la pendiente natural del terreno, para alterar lo menos posible la dinámica hídrica natural, colocando los canales de desagüe pluvial en aquellos casos donde la propia infraestructura proyectada interrumpa el escurrimiento natural del agua.

En el cálculo de los desagües pluviales mencionados anteriormente, el cual se detalla en el ANEXO III, se puede observar que el caudal evacuado por ambos desagües supera el caudal máximo del terreno previo a la construcción del centro GIRSU, por lo que es necesaria la proyección de un reservorio el cual permitirá gestionar el exceso de agua durante eventos de lluvias intensas, ayudando a prevenir inundaciones y excesos de velocidad al retener temporalmente el agua.

Se presenta a continuación un esquema del sistema de drenaje superficial y el reservorio proyectados para el predio siendo el destino final del agua que escurra a través del canal de descarga la laguna “Grigera” perteneciente al conjunto de lagunas denominadas “Las Encadenadas” ubicada hacia el suroeste del predio analizado.

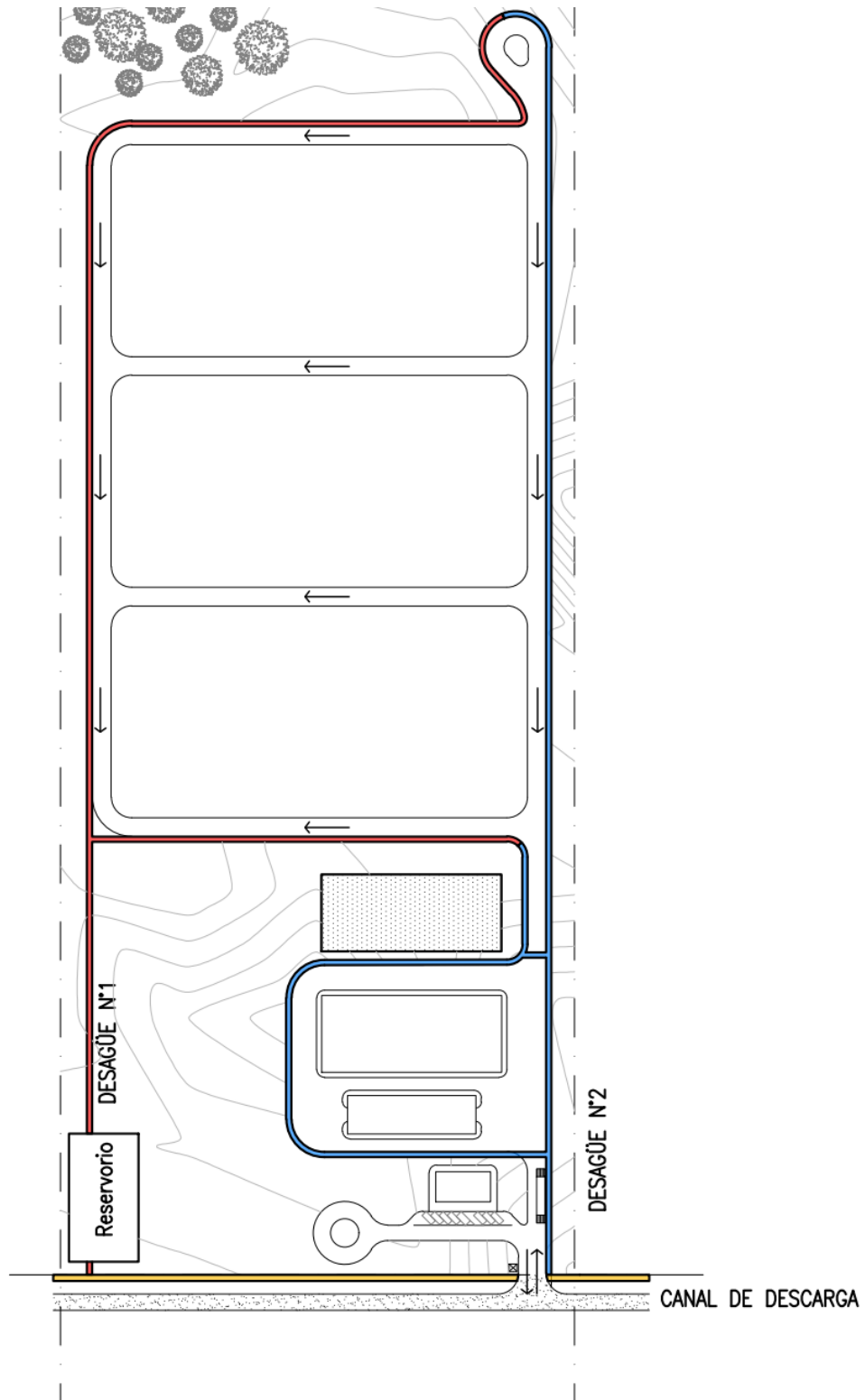


Ilustración 22: Sistema de drenaje superficial

En el ANEXO III del presente informe se presenta la memoria de cálculo con el procedimiento en detalle para el dimensionamiento de los canales de desagüe pluvial. El detalle de la sección transversal propuesta para cada uno de los desagües así también como la sección del canal de descarga se presenta en el plano “P4-G8-DETALLES-02” en conjunto con el resto de los detalles de la infraestructura hidráulica proyectada.

## 6. Evaluación de impacto ambiental

En la actualidad la conciencia ambiental ha crecido enormemente y se ha convertido en un eje central al momento de tomar decisiones en prácticamente todos los ámbitos de la actividad humana, especialmente en la construcción de infraestructuras. La construcción de cualquier obra, desde proyectos de pequeña envergadura hasta grandes infraestructuras, conlleva un impacto ambiental que debe ser cuidadosamente evaluado y gestionado. Hoy en día resulta inconcebible analizar un proyecto sin contemplar la esfera ambiental del mismo ya que debido a la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental ha impulsado a gobiernos, empresas y comunidades a reconsiderar sus prácticas y adoptar enfoques más sostenibles. Tal es así que ya en el 2015 desde la ONU se emitieron los ODS “Objetivos de desarrollo sostenible” que se buscan alcanzar para 2030 diseñados para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos.



Ilustración 23: Objetivos de Desarrollo Sostenible, emitidos por la ONU en el año 2015.

En este contexto de creciente conciencia ambiental, la construcción de un centro de gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) adquiere una relevancia aún mayor. Los residuos sólidos urbanos representan uno de los principales desafíos ambientales en las áreas urbanas, con consecuencias directas sobre la salud pública y el

medio ambiente. La implementación de un GIRSU no solo implica la gestión eficiente de los residuos, sino que también requiere un análisis profundo de su impacto ambiental.

### 6.1. Incidencia del GIRSU en las ODS.

La construcción del centro GIRSU y la clausura del basural a cielo abierto actual tiene implicaciones directas en varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, dado su impacto multifacético en cuestiones ambientales, sociales y económicas. A continuación, se detallan las conexiones más relevantes con algunos de los ODS:

- 1 ODS N°3- Salud y bienestar “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”: La correcta gestión de residuos evita la propagación de enfermedades relacionadas con la acumulación y mal manejo de desechos. La construcción del centro GIRSU reduce la acumulación de residuos en condiciones no controladas. Esto se traduce en una menor proliferación de vectores de enfermedades como roedores e insectos portadores de patógenos.

Otro aspecto importante tiene que ver con la reducción de las quemaduras y los incendios que se producen en los basurales. La adopción de un centro GIRSU al tratarse de un entorno controlado, se evita la liberación de toxinas y contaminantes al aire y la atmósfera reduciendo el impacto negativo en la salud respiratoria de la población circundante.

La clausura de basurales a cielo abierto elimina la posibilidad de accidentes y lesiones asociadas con la actividad no regulada en estos sitios. La construcción de un GIRSU con instalaciones adecuadas y prácticas seguras reduce los riesgos ocupacionales, mejorando la salud y el bienestar de los trabajadores y la comunidad en general.

- 2 ODS N°12- Producción y consumo responsable “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”: Un GIRSU se convierte en un componente esencial de la economía circular al facilitar la recuperación, reciclaje y reutilización de materiales. En lugar de seguir el modelo lineal de "usar y desechar", la gestión integral de residuos promovida por el GIRSU abraza un enfoque circular, reduciendo la necesidad de nuevos recursos y minimizando el desperdicio. Al fomentarse técnicas como la clasificación, reciclaje y compostaje se reduce la cantidad de residuos destinados a disposición final al mismo tiempo que se reducen las necesidades de producción de nuevos “consumibles” y con ellos se reduce la contaminación generada por las clásicas industrias.

Además, un centro GIRSU no solo se trata de la infraestructura física, sino también de promover un cambio cultural hacia prácticas más sostenibles. La educación y sensibilización de la comunidad sobre la importancia de reducir, reciclar y reutilizar se convierten en elementos clave para lograr el ODS N°12 al impulsar un

consumo más consciente y responsabilidad en la gestión de residuos. Este fin de concientización y capacitación es la principal razón de la proyección del espacio destinado a usos múltiples dentro del predio.

- 3 ODS N°6- Agua limpia y saneamiento “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”: Uno de los principales problemas que presentan los basurales a cielo abierto es la falta de control y manejo de los lixiviados. En un relleno sanitario se previene la generación de lixiviado al evitar el contacto del agua tanto de lluvia como de escorrentía superficial al mismo tiempo que se gestiona aquel lixiviado que inevitablemente se genera. Se prevén los desagües para su evacuación y la infraestructura necesaria para su tratamiento. Además al impermeabilizarse tanto el fondo como los taludes del relleno sanitario se minimiza la infiltración en el terreno y la consecuente contaminación de los acuíferos subterráneos protegiendo las fuentes de agua subterránea. Lo mismo se puede decir de los cursos de agua superficial. A partir de una correcta gestión hídrica se logra evitar que el agua contaminada alcance los cursos de agua superficiales preservando la calidad de los recursos hídricos.
- 4 ODS N°8- Trabajo decente y crecimiento económico: El proyecto del centro GIRSU demanda una gran cantidad de empleos, desde trabajadores en la construcción hasta técnicos especializados en gestión de residuos. Esta generación de empleo contribuye directamente al ODS 8 al ofrecer oportunidades laborales a la comunidad local. A su vez, la gestión y operación de un GIRSU requieren habilidades específicas en el manejo de residuos, tecnologías ambientales y gestión de instalaciones. Esto fomenta la formación y capacitación de la fuerza laboral local, mejorando así las habilidades y la empleabilidad en sectores relacionados con la gestión de residuos. El GIRSU se presenta además como el marco perfecto para formalizar gran cantidad de trabajadores que actualmente desarrollan sus actividades en forma precaria y marginal en el actual basural a cielo abierto. Desde el punto de vista de las empresas, la construcción de un GIRSU a menudo implica la colaboración con empresas locales para servicios de construcción, suministro de materiales y operación de instalaciones. Esto impulsa el crecimiento de empresas locales, fomentando la participación del sector privado en el desarrollo sostenible. Además, el GIRSU impulsa la innovación en tecnologías de tratamiento y reciclaje de materiales lo que constituye una gran oportunidad para que sean las empresas privadas quienes lleven adelante estas innovaciones.

Como conclusión entonces se puede decir que la construcción de un GIRSU no solo se limita a la gestión de residuos, sino que tiene ramificaciones significativas en múltiples dimensiones del desarrollo sostenible, apoyando el logro de varios ODS y contribuyendo a la construcción de un futuro más sostenible y equitativo.

## 6.2. Incidencia del GIRSU en el cambio climático.

Otra de los temas a evaluar es el impacto del proyecto en el cambio climático. Cuando se habla de cambio climático se refiere a las alteraciones a largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra. Estas alteraciones

pueden manifestarse en cambios en la temperatura promedio, patrones de precipitación, eventos climáticos extremos y otras condiciones atmosféricas y oceánicas. El cambio climático es un fenómeno natural, pero en las últimas décadas, la actividad humana ha contribuido significativamente a un cambio acelerado y sin precedentes en el clima global. Por lo tanto, para alcanzar la estabilización del clima, es necesario realizar reducciones significativas, veloces y continuas en las emisiones de gases de efecto invernadero.

La comunidad científica internacional, en particular a través del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), ha proporcionado extensas evidencias de la realidad del cambio climático y ha destacado la urgencia de tomar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar sus impactos

Para evaluar el impacto del Centro GIRSU en el cambio climático, es esencial considerar diversos factores. A continuación, se proporcionan algunas maneras en que el proyecto puede tener influencia:

- Tratamiento de Residuos Orgánicos: implementar prácticas como el compostaje puede reducir significativamente la cantidad de residuos orgánicos que se descomponen en vertederos, disminuyendo así la emisión de gases de efecto invernadero, como el metano.
- Recuperación y reciclaje: fomentar la separación de residuos en origen y la recuperación de materiales para el reciclaje reduce la necesidad de producción de nuevos materiales, lo que, a su vez, puede disminuir las emisiones asociadas con la extracción y procesamiento de recursos naturales.
- Cambios en los patrones de consumo: programas de educación ambiental pueden influir en los patrones de consumo de la comunidad, fomentando prácticas más sostenibles y reduciendo la generación de residuos.

Es esencial remarcar que, si bien este proyecto representa un avance significativo para mitigar nuestra contribución al cambio climático, existen áreas que demandan mejoras futuras. Un aspecto clave a considerar es la emisión de gases de efecto invernadero provenientes de los camiones de recolección, lo cual constituye un impacto considerable. Aunque se han implementado estrategias para optimizar las rutas y reducir estas emisiones, esta sigue siendo una vulnerabilidad destacada. Por consiguiente, sería prudente contemplar la transición hacia vehículos de emisión cero en el futuro, fortaleciendo así nuestro compromiso con prácticas ambientales sostenibles.

Asimismo, resultaría interesante considerar la posibilidad de incorporar sistemas de captura de biogás en el centro GIRSU. Este enfoque adicional no solo contribuiría a la reducción de emisiones, sino que también abriría la puerta a la producción de energía renovable. La continuidad de mejoras y la exploración de tecnologías emergentes pueden asegurar que el proyecto no solo alcance, sino que supere los estándares actuales de sostenibilidad. Sin embargo es importante destacar que no se justificaría realizar este proceso económicamente

hablando, debido al tamaño del relleno. Se podrá considerar realizar la infraestructura para venteo en el relleno sanitario y luego, en una etapa futura, realizar una estimación de la cantidad de biogás generado en el mismo y analizar los sistemas de captura como alternativa.

## 7. Análisis de costo de operación y mantenimiento del GIRSU

Como mencionamos al comienzo del informe, el objetivo del centro GIRSU es brindar una solución a cuestiones ambientales, sociales y económicas. Por lo tanto, queremos resaltar que no se debe dejar de lado la gestión económica del GIRSU una vez que este se ponga en marcha. Además de la inversión inicial necesaria para construir el centro GIRSU de Villa Cañás, es crucial contemplar los gastos mensuales.

Para lograr una gestión de residuos de calidad en el Consorcio 5D, no basta solamente con brindar una buena recolección diaria, o con una disposición segura, se necesita implementar una gestión que abarque todas las áreas y fases de los RSU, desde la planificación territorial, la educación, la participación, hasta la reducción, la recuperación y la disposición adecuada.

Una gestión económica ordenada permite llevar adelante programas y acciones sostenibles en el tiempo, garantizando el desarrollo continuo de acciones. Ese es el objetivo que se podría alcanzar a través de la implementación del estudio de costos municipales.

Con esto queremos advertir que la gestión de residuos requiere de recursos para financiarse. Si este requisito no se cumple, probablemente, actividades que se ponen en funcionamiento deberán ser abandonadas en el futuro.

Por lo tanto, recomendamos que el día que este centro GIRSU se materialice, utilice una matriz de costos que brinda la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, la cual permite controlar las actividades y responsabilidades de los municipios en un sistema integrado y calcular los costos de gestión de RSU.

Las ventajas de implementar esta matriz o armar una matriz propia similar serían:

- Conocer cuánto le cuesta a la Municipalidad llevar adelante toda la gestión de residuos.
- Saber en qué áreas y programas están invertidos los recursos
- Mejorar la gestión de residuos
- Evaluar la sustentabilidad entre ingresos y gastos
- Reunir las distintas áreas para que trabajen coordinadamente.

Para completar esta matriz se deberá analizar las diferentes áreas y programas municipales que comprendan la gestión de RSU y, posteriormente, las diferentes actividades que comprenden el trabajo de cada área.

Para obtener el Costo Total de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos es necesario tener en cuenta una serie de factores:

- a. Período de tiempo para el cual se va a calcular el costo
- b. Todas las fases que integran la gestión de los residuos, las cuales describimos a continuación.
- c. Todas las actividades que se llevaron a cabo en el período de cálculo.
- d. Actividades que se realizan en más de un período, como pueden ser la compra de vehículos para la recolección o maquinarias, para tener en cuenta su amortización.

A continuación, detallamos las fases de Gestión de Residuo que se deben considerar en el análisis de este proyecto:

- 1) **Disposición inicial:** en esta fase se refiere a la instalación de contenedores y cestos en plazas y calles, con el objetivo de evitar que la gente tire los residuos en el suelo, promoviendo así una disposición adecuada.
- 2) **Barrido y limpieza:** esta fase implica la limpieza de calles y espacios comunes, una responsabilidad llevada a cabo por la municipalidad para mantener un entorno limpio y ordenado.
- 3) **Residuos de Poda y Áreas Verdes:** actividades relacionadas con el mantenimiento de espacios verdes, parques y jardines públicos, esta fase incorpora la gestión de residuos orgánicos de origen vegetal generados durante actividades como poda de arbolado urbano y corte de césped en áreas comunitarias.
- 4) **Educación y comunicación:** esencial para la concientización y participación de la comunidad. Se incluyen actividades formales e informales, como el Programa de reciclaje de la Municipalidad de Villa Cañas (CAM), que realiza jornadas de concientización en escuelas y difusión a través de redes (Instagram @villacanasrecicla).
- 5) **Tratamiento de orgánicos:** dado que los residuos orgánicos constituyen aproximadamente el 50% de los RSU, en nuestro proyecto consideramos de gran importancia implementar un sistema de tratamiento para los mismos, a través del compostaje. Se deben registrar acciones como la adquisición de maquinaria, la venta y distribución del compost obtenido, y la mano de obra involucrada. Tengamos en cuenta, que en el caso del Consorcio 5D, ya cuenta con la propiedad de una chipeadora.
- 6) **Recuperación y venta de materiales:** abarca las actividades ligadas al acondicionamiento y venta de los materiales recuperados. Por un lado, se incentiva la separación en origen de materiales recuperables, mediante “puntos verdes” distribuidos en la ciudad. En esta corriente se deberá tener en cuenta el costo de los contenedores de recepción. Por otro lado, en este proyecto del centro GIRSU se diseñó un área destinada a la separación de residuos en destino final, en este punto deberíamos tener en cuenta el montaje y el equipamiento de la planta como inversión inicial y además mensualmente la operación de

la misma y el mantenimiento de las máquinas. Finalmente, para ambas corrientes hay que tener en cuenta el costo del acondicionamiento de los materiales separados y las actividades ligadas a la comercialización de los mismos.



Ilustración 24. Punto verde actualmente en funcionamiento en Villa Cañas. Fotografía tomada por el equipo durante la visita a la localidad.

- 7) **Administración:** implica actividades administrativas esenciales para una adecuada gestión de los RSU, como la contabilización de gastos, registros de pagos, trámites administrativos y asuntos legales.
- 8) **Planificación y control:** incluye actividades estratégicas vinculadas con la planificación a largo plazo y el monitoreo y control continuo de la gestión. Dado el planeamiento modular del relleno sanitario en distintas etapas, se debe contemplar la gestión del mismo para evitar llenar un módulo antes de que el próximo esté listo.
- 9) **Recolección:** por lo general esta actividad es la que suele absorber la mayor parte del presupuesto de RSU, implica los gastos de traslado de residuos desde cada municipio del Consorcio hasta el centro GRSU.
- 10) **Estación de transferencia:** podría resultar interesante que para un futuro se proyecte que cada localidad cuente con una estación de transferencia en la cual se acumule la basura suficiente como para llenar un camión, en un punto cercano al circuito de recolección, reduciendo así la cantidad de viajes hasta el centro GRSU ubicado en Villa Cañas.
- 11) **Transporte:** en esta fase, se considera el traslado de los residuos desde los puntos de recolección hasta el relleno sanitario.
- 12) **Disposición final:** esta fase implica los trabajos de disposición de los RSU y tareas de ordenamiento del predio, como la preparación y mantenimiento del relleno, mantenimiento de los caminos de acceso, el enterramiento y cubrimiento de los residuos, entre otros.

- 13) **Cierre de Basural:** comprende el cierre del basural, incluyendo movimientos de suelos, forestación, cubrimiento vegetal y la búsqueda de un nuevo destino para el área.

En resumen, esta matriz no solo se proporciona como una herramienta para entender y organizar las diversas fases que componen la gestión integral de residuos, sino que también proyecta una visión estratégica que apunta a asegurar la sostenibilidad a largo plazo. Al considerar detalladamente cada etapa, desde la disposición inicial hasta el cierre del basural, se busca no solo establecer un sistema eficiente en el presente, sino también prever y planificar el mantenimiento continuo, tanto social como económico, del centro GIRSU.

Este tiene como objetivo evitar el riesgo de que el centro se convierta en un basural a cielo abierto en el futuro. Al destacar la importancia de la gestión económica ordenada y la participación activa de la comunidad, se busca garantizar que las acciones implementadas no solo sean efectivas en el corto plazo, sino que también se mantengan a lo largo del tiempo. La inclusión de fases como la administración, la planificación y el control no solo contribuye a la eficiencia operativa, sino que también apunta a establecer un marco para la sostenibilidad social y económica del proyecto.

En última instancia, esta matriz no solo es un instrumento de análisis, sino también una guía estratégica que aspira a evitar el abandono del Centro GIRSU, asegurando su funcionalidad continua y evitando que se convierta en una carga para la comunidad y en un riesgo ambiental a largo plazo.

## 8. Conclusiones y recomendaciones

En el presente proyecto se abordó la construcción de un centro de gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) para la Microrregión 5D. El mismo representa un paso significativo en el largo camino hacia gestión sostenible de residuos urbanos en una sociedad cada vez más consciente de la necesidad de preservar el medio ambiente. Este desafío resulta común para todas las urbanizaciones no importa cuán grande o chica sea, es por esto que resulta fundamental abordar esta problemática desde un punto de vista regional. Este tipo de infraestructuras no resultan viables desde un punto de vista económico para localidades muy pequeñas, es por esto que el consorcio de la Microrregión 5D busca combinar los esfuerzos de las 5 localidades que lo integran.

Este tipo de proyectos deberían de impulsarse alrededor de todo el mundo, en el consorcio de la Microrregión 5D particularmente resulta de gran necesidad. En la actualidad los residuos urbanos son desechados en un basural a cielo abierto sin ningún tipo de tratamiento previo ni control. Ya se describió con anterioridad el impacto negativo que tiene este tipo de infraestructuras en el medio ambiente. Si a esto se le suma el hecho de la inminente saturación del actual basural se tiene como resultado una dirigencia política a la búsqueda de una solución al problema de la gestión de residuos. El escenario entonces es el ideal para la impulsión este proyecto.

Otra cuestión importante de destacar es que un centro GIRSU no sólo reemplaza el basural a cielo abierto. El relleno sanitario es tan solo uno de los elementos componentes del proyecto. El resto de las infraestructuras mejoran la eficiencia en la gestión de residuos al promover la reducción, reutilización y reciclaje, lo que a su vez disminuye la cantidad de residuos enviados a vertederos.

Desde el punto de vista social el proyecto puede traer asociado beneficios como la generación de empleo en el sector de gestión de residuos y la incorporación formal de gran cantidad de trabajadores que actualmente se encuentran en condiciones precarias.

En cuanto a las recomendaciones, el principal problema que enfrentan muchos de estos proyectos es la falta de previsión de los costos para su adecuada operación y mantenimiento. Si esto sucede toda la inversión inicial realizada resulta en vano puesto que el predio termina operando en forma análoga a un basural a cielo abierto con todos los prejuicios ya mencionados que esto implica.

Por otro lado, es importante recalcar el hecho de que la gestión integral de residuos comienza desde los hogares. Consecuentemente, involucrar a la comunidad a través de campañas de concientización para fomentar prácticas sustentables es también altamente recomendable.

Finalizado este trabajo, se concluye que la propuesta planteada es superadora a la situación en que se encuentra la gestión de residuos hoy en día y que resulta factible, conformando una mejora en la calidad de vida de los vecinos de todas las localidades que integran el consorcio.

# ANEXOS

## Tabla de contenido

<b>ANEXO I. Memoria de cálculo estructura metálica .....</b>	<b>76</b>
<b>I.1. Análisis de carga de viento según CIRSOC 102-2005 .....</b>	<b>76</b>
<b>I.2. Análisis de cargas .....</b>	<b>79</b>
I.2.2. Cargas de uso en cubiertas: Lr.....	83
I.2.3. Análisis de efecto de temperatura: T .....	85
I.2.4. Análisis de cargas muertas: D.....	85
<b>I.3. Análisis y verificación estructural .....</b>	<b>86</b>
I.3.1. Chapas.....	86
I.3.2. Correas .....	87
I.3.3. Pórtico principal .....	88
I.3.4. Dimensionamiento de elementos de frentes.....	91
I.3.5. Sistema de contraviento .....	97
I.3.6. Fundaciones .....	100
<b>ANEXO II. Memoria de cálculo edificio de oficinas, vestuarios y SUM .....</b>	<b>107</b>
<b>II.1. Dimensionamiento y cálculo de las losas .....</b>	<b>108</b>
<b>II.2. Dimensionamiento y cálculo de las vigas .....</b>	<b>115</b>
<b>II.3. Dimensionamiento y cálculo de las columnas. ....</b>	<b>121</b>
<b>II.4. Dimensionamiento y cálculo de las fundaciones. ....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO III. Memoria de cálculo desagües pluviales. ....</b>	<b>131</b>
<b>III.1. Consideraciones generales.....</b>	<b>131</b>
<b>III.2. Determinación del caudal de diseño.....</b>	<b>131</b>
<b>III.3. Diseño geométrico de los canales.....</b>	<b>134</b>
III.3.1. Dimensionamiento de Desagüe N°1. ....	135
III.3.2. Dimensionamiento de Desagüe N°2. ....	135
III.3.3. Resultado del dimensionamiento hidráulico de los desagües.....	136
<b>ANEXO IV. Memoria de cálculo reservorio.....</b>	<b>137</b>
<b>IV.1. Caudal actual previo a la intervención.....</b>	<b>137</b>

<b>IV.2. Volumen del reservorio .....</b>	<b>138</b>
<b>IV.3. Obra de descarga del reservorio.....</b>	<b>139</b>
IV.3.1. Condiciones generales para el dimensionamiento .....	139
IV.3.2. Determinación del coeficiente de gasto .....	140
IV.3.3. Determinación de la carga hidráulica. ....	141
IV.3.4. Determinación del caudal de salida.....	141
<b>ANEXO V. Especificaciones técnicas para la ejecución del camino principal y secundario. ....</b>	<b>142</b>
<b>V.1. Consideraciones generales.....</b>	<b>142</b>
<b>V.2. Diseño geométrico de los caminos .....</b>	<b>142</b>
<b>V.3. Estudio de suelos y caracterización de la subrasante.....</b>	<b>143</b>
<b>V.4. Ejecución de los terraplenes.....</b>	<b>144</b>
<b>V.5. Perfilado y compactación de la subrasante.....</b>	<b>145</b>
<b>V.6. Ejecución del estabilizado granular .....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO VI. Cómputo .....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO VII. Ley N°13055 Provincia de Santa Fe. ....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO VIII. Formación del consorcio para gestión de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en la Microrregión 5D. ....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO IX. Renuncias al consorcio GIRSU de la Microrregión 5D de Carmen y Chapuy.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO X. Ordenanza municipal Villa Cañas N°1150/17.....</b>	<b>178</b>
<b>ANEXO XI. Estudio de suelos.....</b>	<b>180</b>
<b>ANEXO XII. Planos.....</b>	<b>194</b>

## ANEXO I. Memoria de cálculo estructura metálica

### I.1. Análisis de carga de viento según CIRSOC 102-2005

Para el análisis de cargas de viento se utiliza el Método Analítico del inciso 5.3 del reglamento CIRSOC 102, que nos brinda la siguiente expresión:

$$p = q * G * Cp - qi * (GCpi) [N/m^2]$$

Por lo tanto, el primer paso fue determinar la presión dinámica  $q=qz$  donde la ecuación correspondiente es la siguiente:

$$qz = 0.613 * Kz * Kd * Kzt * V^2 * I [N/m^2]$$

- 1) Velocidad básica del viento (V): se utiliza el mapa brindado por el reglamento, utilizando el dato de la ciudad de Rosario por cercanía a la localidad de Villa Cañas, donde se localiza el galpón

Tabla 13: Velocidad básica del viento en Argentina, reglamento CIRSOC 102-2005 Figura 1.

CIUDAD	V (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARILOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CORDOBA	45,0
CORRIENTES	46,0
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
<b>ROSARIO</b>	<b>50,0</b>
SALTA	35,0
SANTA FE	51,0
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA	50,0
SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
USHUAIA	60,0
VIEDMA	60,0

2) Factor de direccionalidad (Kd):

Tabla 14: Factor de direccionalidad del viento, reglamento CIRSOC 102-2005 Tabla 6.

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad $K_d^*$
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95

3) Factor de importancia (I): Determinado de acuerdo con el artículo 5.5, según la tabla A-1. Como esta estructura corresponde a la categoría II, el factor de importancia I=1.

**TABLA A-1 - Clasificación de Edificios y Otras Estructuras para Cargas de Viento**

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalaciones Agrícolas.</li> <li>▪ Ciertas instalaciones temporarias.</li> <li>▪ Instalaciones menores para almacenamiento.</li> </ul>	I
<b>Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.</b>	<b>II</b>
Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos.</li> <li>▪ Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.</li> <li>▪ Instalaciones para cárceles y detenciones.</li> <li>▪ Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV.</li> </ul> Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalaciones petroquímicas.</li> <li>▪ Instalaciones para almacenamiento de combustibles.</li> <li>▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos.</li> <li>▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos.</li> </ul> Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de sustancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivos para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	III

Tabla 15: Factor de importancia, reglamento CIRSOC 201-2005, Tabla 1.

Categoría	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

4) Coeficiente de exposición (Kz): Se determinan para cada dirección de viento una categoría o categorías de exposición y los coeficientes de exposición para la presión dinámica Kz o Kh, según corresponda, de acuerdo con el artículo 5.6. En este caso la exposición es tipo C, como indica el siguiente extracto del reglamento:

**3. Exposición C.** Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

Previamente se determinó que el ángulo de inclinación de la cubierta es  $\theta = 6^\circ$ , al ser menor que  $10^\circ$ , la altura media de la cubierta (h) será igual a la altura del alero, siendo h=6 m.

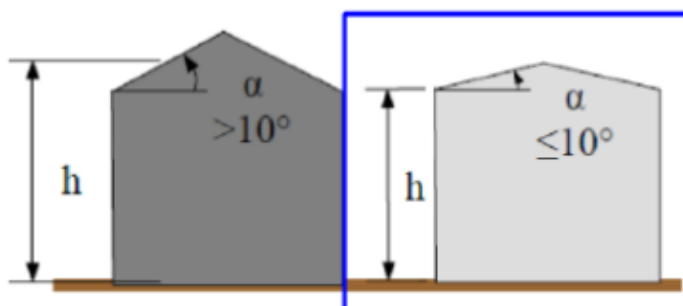


Ilustración 25: Ángulo de inclinación de la cubierta.

Tabla 16: Coeficientes de exposición para la presión dinámica, reglamento CIRSOC 201-2005, Tabla 5.

Tabla 5		Coeficientes de exposición para la presión dinámica, $K_h$ y $K_z$					
Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	Exposición (Nota 1)						
	A		B		C	D	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2	
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05	
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08	
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12	

El valor obtenido para h=6m es  $K_z=0.90$

- 5) Factor topográfico (Kzt): se adopta igual a 1
- 6) Factor de ráfaga (G): Adoptado, con un valor de 0.85. Dicho factor contempla cómo se comporta la estructura ante el accionar de una ráfaga de viento.

- 7) Clasificación de cerramiento: edificio cerrado según proyecto
- 8) Coeficiente de presión interna ( $G_{Cpi}$ ): Se extrae de acuerdo con el artículo 5.11.1

Tabla 17: Coeficientes de presión interna para edificios, reglamentos CIRSOC 201-2005, Tabla 7.

Clasificación de cerramiento	$G_{Cpi}$
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+ 0,55 - 0,55
Edificios cerrados	+ 0,18 - 0,18

Tabla 18: Resumen análisis de cargas de viento

Análisis de carga de Viento según CIRSOC 102-2005			
Ubicación	Santa Fe		
Categoría	II		
Exposición	C		
Velocidad básica	V	50	m/s
Factor topográfico	Kzt	1	
Factor de direccionalidad	Kd	0.85	
Factor de importancia	I	1	
Factor de ráfaga	G	0.85	
Inclinación de la cubierta	$\theta$	6	°
Altura media de la cubierta	hmed	6	m
Coeficiente de exposición	Kz=Kh	0.9	
Tipo de edificio	Cerrado		
Coeficiente de presión interna	Gcpi	0.18	+/-

## 1.2. Análisis de cargas

### 1.2.1.1. Estructura principal

Se realiza el análisis de viento para la estructura principal. Aquí se hace una diferenciación cuando se tiene el viento perpendicular y paralelo a la cumbrera respectivamente, debido a que los parámetros para encontrar el coeficiente de presión interna son diferentes. De esta forma se obtienen los siguientes coeficientes:

Tabla 19: Análisis de viento estructura principal.

Análisis de viento - Estructura principal- Viento perpendicular a la cumbrera			Análisis de viento - Estructura principal- Viento paralelo a la cumbrera		
L	20	m	L	52	m
B	52	m	B	20	m
h	6	m	h	6	m
L/B	0.38		L/B	2.60	
h/L	0.3		h/L	0.12	

Coeficiente Cp y presión de diseño - Viento perpendicular a la cumbrera				
Paredes				
Orientación	Cp	Qh (kn/m2)	Presión de diseño	
			Gcpi (presión interna)	Gcpi (succión interna)
Barlovento	0.8	1.172	0.59	1.01
Laterales	-0.7	1.172	-0.91	-0.49
Sotavento	-0.5	1.172	-0.71	-0.29
Cubierta				
Distancia horizontal desde el alero	Cp	Qh (kn/m2)	Presión de diseño	
			Gcpi (presión interna)	Gcpi (succión interna)
0-h	-0.9	1.172	-1.11	-0.69
h-2h	-0.5	1.172	-0.71	-0.29
> 2h	-0.3	1.172	-0.51	-0.09

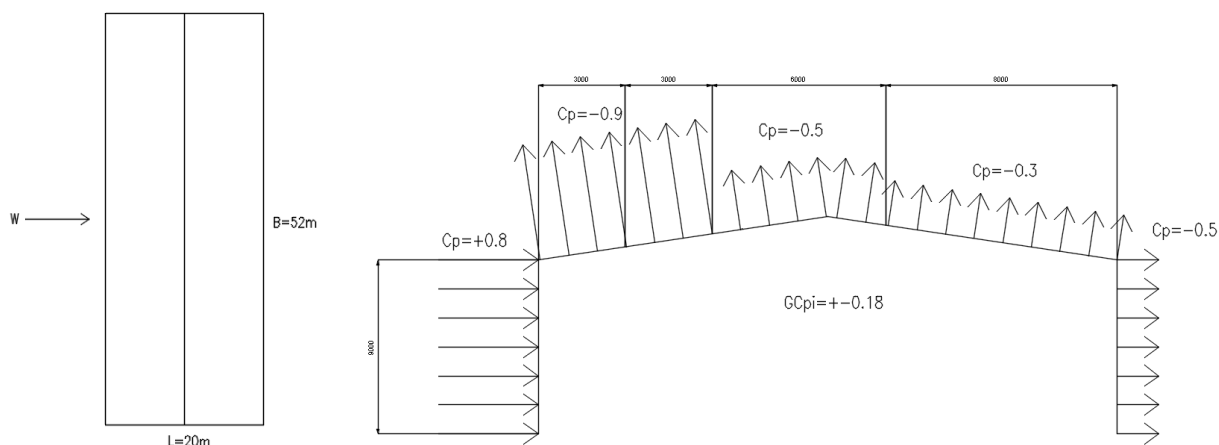


Ilustración 26: Esquema de cargas de viento perpendicular a la cumbrera

Coeficiente Cp y presión de diseño - Viento paralelo a la cumbrera				
Paredes				
Orientación	Cp	Qh (kn/m2)	Presión de diseño	
			Gcpi (presión interna)	Gcpi (succión interna)
Barlovento	0.8	1.172	0.59	1.01
Laterales	-0.7	1.172	-0.91	-0.06
Sotavento	-0.27	1.172	-0.48	-0.06
Cubierta				
Distancia horizontal desde el alero	Cp	Qh (kn/m2)	Presión de diseño	
			Gcpi (presión interna)	Gcpi (succión interna)
0-h	0	1.172	-1.11	-0.69
h-2h	0	1.172	-0.71	-0.29
> 2h	0	1.172	-0.51	-0.09

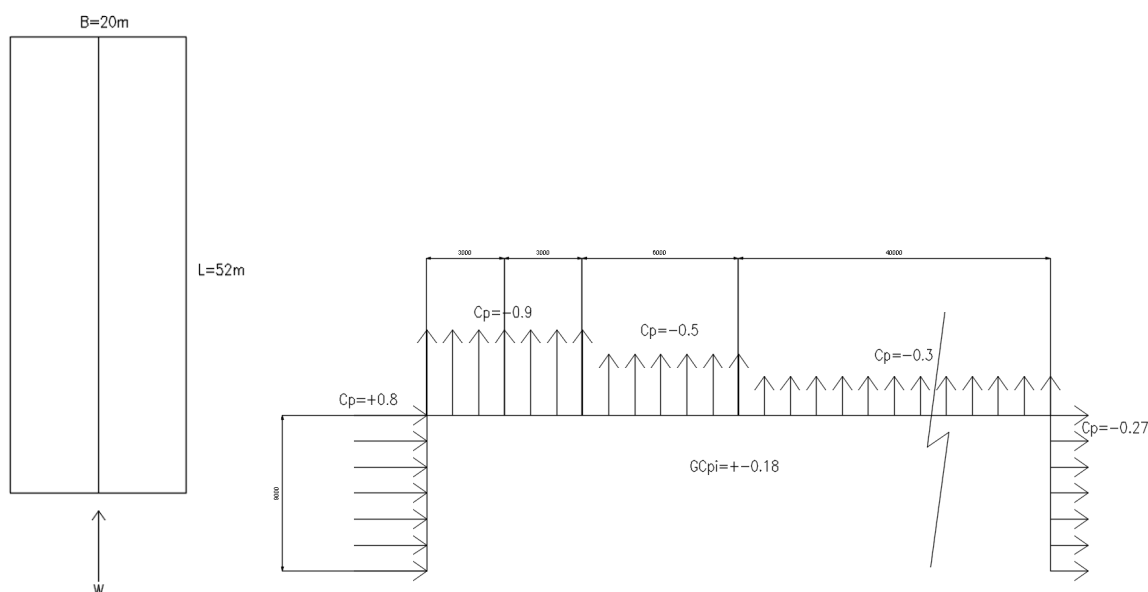


Ilustración 27: Esquema de cargas de viento paralelo a la cumbrera

### 1.2.1.2. Componentes y revestimientos

Realizado este análisis, se determinan las posibles presiones del viento sobre los componentes y revestimientos (chapas y correas). Para ello, es necesario obtener el coeficiente  $G \cdot C_{pi}$  el cual se obtiene a través de un ábaco en función del área efectiva del viento. Se debe dividir la superficie del galpón en distintas zonas según indican los gráficos siguientes, calculando la dimensión  $a$  como el 10% de la menor dimensión en planta. Entonces:

$$a = 10\% \cdot \text{menor dimensión en planta} = 0.1 \cdot 20 \text{ m} = 2.0 \text{ m}$$

Se adjuntan a continuación las tablas donde se calculan las presiones de viento para cada zona tanto en chapas como en correas, para cada dirección de viento y para cada sentido (barlovento, sotavento o laterales, y en análisis análogo para las cubiertas.

Tabla 20: Cargas de viento sobre las chapas.

Acción de viento sobre las chapas					
Paso		0.253	m		
Sep de Correas		1.5	m		
Sep * Paso		0.38	m <sup>2</sup>		
Sep * (Sep/3)		0.75	m <sup>2</sup>		
Area det		-0.06	m <sup>2</sup>		
Paredes frente y contrafrente					
Zona	Orientación del Viento	G <sub>Cp</sub>	Q <sub>h</sub> (kn/m <sup>2</sup> )	p1 [kN/m <sup>2</sup> ]	p2 [kN/m <sup>2</sup> ]
Zona 4	Barlovento	0.9	1.712	1.27	0.84
	Lateral o Sotavento	-0.99	1.712	-0.95	-1.37
Zona 5	Barlovento	0.9	1.712	1.27	0.84
	Lateral o Sotavento	-1.26	1.712	-1.27	-1.69
Paredes laterales					
Zona	Orientación del Viento	G*C <sub>p</sub>	Q <sub>h</sub> (kn/m <sup>2</sup> )	p1 [kN/m <sup>2</sup> ]	p2 [kN/m <sup>2</sup> ]
Zona 4	Barlovento	0.9	1.712	1.27	0.84
	Lateral o Sotavento	-0.99	1.712	-0.95	-1.37
Zona 5	Barlovento	0.9	1.712	1.27	0.84
	Lateral o Sotavento	-1.26	1.712	-1.27	-1.69
Cubierta					
Zona	G <sub>cp</sub> Succión	qh	p1 [kN/m <sup>2</sup> ]	p2 [kN/m <sup>2</sup> ]	
Zona 1	-1	1.712	-0.96	-1.38	
Zona 2	-1.8	1.712	-1.90	-2.32	
Zona 3	-2.8	1.712	-3.07	-3.49	
Zona	G <sub>cp</sub> Presión	qh	p1 [kN/m <sup>2</sup> ]	p2 [kN/m <sup>2</sup> ]	
Zona 1	0.3	1.712	0.56	0.14	
Zona 2	0.3	1.712	0.56	0.14	
Zona 3	0.3	1.712	0.56	0.14	

Tabla 21: Cargas de viento sobre las correas.

Acción de viento sobre las correas - Paredes frente y contrafrente					
Longitud correas L		5.00	m		
Sep de Correas		1.50	m		
Sep * Longitud		7.50	m2		
Long * (Long/3)		8.33	m2		
Area det		8.33	m2		
Acción de viento sobre las correas - Cubierta y laterales					
Longitud correas L		5.78	m		
Sep de Correas		1.25	m		
Sep * Longitud		7.23	m2		
Long * (Long/3)		11.14	m2		
Area det		11.14	m2		
Paredes frente y contrafrente					
Zona	Orientación del Viento	G <sub>Cp</sub>	Q <sub>h</sub> (kn/m2)	p1 [kN/m2]	p2 [kN/m2]
Zona 4	Barlovento	0.72	1.712	1.06	0.63
	Lateral o Sotavento	-0.81	1.712	-0.74	-1.16
Zona 5	Barlovento	0.72	1.712	1.06	0.63
	Lateral o Sotavento	-0.9	1.712	-0.84	-1.27
Paredes laterales					
Zona	Orientación del Viento	G*C <sub>p</sub>	Q <sub>h</sub> (kn/m2)	p1 [kN/m2]	p2 [kN/m2]
Zona 4	Barlovento	0.9	1.712	1.27	0.84
	Lateral o Sotavento	-0.99	1.712	-0.95	-1.37
Zona 5	Barlovento	0.9	1.712	1.27	0.84
	Lateral o Sotavento	-1.26	1.712	-1.27	-1.69
Cubierta					
Zona	G <sub>cp</sub> Succión	q <sub>h</sub>	p1 [kN/m2]	p2 [kN/m2]	
Zona 1	-0.9	1.712	-0.84	-1.27	
Zona 2	-1.1	1.712	-1.08	-1.50	
Zona 3	-1.1	1.712	-1.08	-1.50	
Zona	G <sub>cp</sub> Presión	q <sub>h</sub>	p1 [kN/m2]	p2 [kN/m2]	
Zona 1	0.2	1.712	0.45	0.02	
Zona 2	0.2	1.712	0.45	0.02	
Zona 3	0.2	1.712	0.45	0.02	

I.2.2. Cargas de uso en cubiertas: L<sub>r</sub>

Para continuar con el análisis se calculan las cargas tipo L<sub>r</sub> que son las sobrecargas mínimas para cubiertas, utilizando el CIRSOC 101 donde están las definiciones de las mismas.

La imagen siguiente esquematiza cómo actúan las cargas L<sub>r</sub> y D sobre la superficie de la cubierta. La acción del viento es en dirección perpendicular a la superficie en la que actúa.

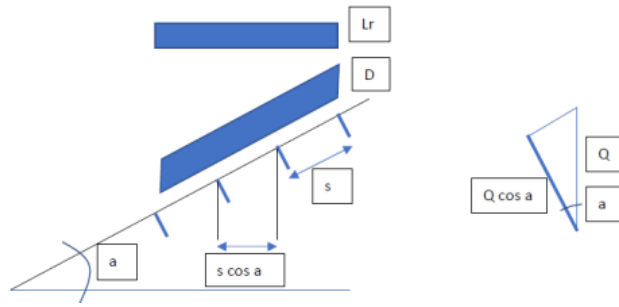


Ilustración 28: Cargas tipo sobre la cubierta

Se adjuntan a continuación los valores de las cargas Lr para la estructura principal, las chapas y las correas, y sus parámetros para la determinación de las mismas.

Tabla 22: Análisis de sobrecargas de techo sobre la estructura principal.

Sobrecarga de techo Lr - Estructura Principal		
Luz entre porticuos	20	m
Largo de la nave	52.02	m
Sep entre porticos	5.78	m
Area tributaria	116.89	m <sup>2</sup>
R1	0.60	
Pendiente	6	%
F	1.8	
R2	1	
Lr	0.58	kN/m <sup>2</sup>

Tabla 23: Análisis de sobrecargas de techo sobre las chapas.

Sobrecarga de techo Lr - Comp y revestimientos - Chapas		
Separacion correas	1.5	m
Paso	0.235	m
Area tributaria	0.38	m <sup>2</sup>
R1	1.00	
F	1.8	< 4
R2	1	
Lr	0.96	kN/m <sup>2</sup>

Tabla 24: Análisis de sobrecargas de techo sobre las correas.

Sobrecarga de techo Lr - Comp y revestimientos - Correas		
Separacion correas	1.5	m
Paso	5.78	m
Area tributaria	8.67	m2
R1	1.00	
F	1.8	< 4
R2	1	
Lr	0.96	kN/m2

I.2.3. Análisis de efecto de temperatura: T

En el centro de la nave, se incorpora un sistema de contraviento único, por lo cual se permite la expansión libre de la estructura. Esto asegura que las tensiones causadas por cambios de temperatura no afecten el funcionamiento del sistema, por lo tanto, no se consideran.

I.2.4. Análisis de cargas muertas: D

- Chapas: la chapa utilizada en la nave es la T101 N°22 de espesor e=0.70mm. El peso propio se extrae de la tabla de SIDERAR.

Tabla 25: Tabla SIDERAR características de las chapas

TRAPEZOIDAL T101															
TABLA 1: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS															
ESPOSOR (mm)	ANCHO TOTAL (mm)	ANCHO ÚTIL (mm)	PASO (mm)	ALTURA CRESTA (mm)	SECCIÓN A (cm²)	PESO PROPIO g (kg/m)	PESO TEÓRICO APROX. ÚTIL RECUBIERTO (t)			FLEXIÓN DIRECTA			FLEXIÓN INVERSA		
							Galva (kg/m²)	Cincaluz (kg/m²)	Preguntado Color (kg/m²)	I <sub>x</sub> (cm⁴)	W (cm³)	M <sub>adm</sub> (kg cm)	I <sub>y</sub> (cm⁴)	W (cm³)	M <sub>adm</sub> (kg cm)
0.41	1100	1010	253	28.5	4.92	3.86	4.11	4.08	4.30	4.72	1.89	3168.86	5.89	2.57	4308.98
6.00					4.68	4.97	4.93	5.15	5.07	2.61	3599.43	6.23	3.45	4746.81	
8.51					6.68	7.07	6.92	7.14	9.74	4.05	6790.42	10.67	4.54	7611.98	
10.67					8.37	8.78	8.63	8.85	12.92	5.42	9087.43	13.39	5.67	9506.59	

Nota: los valores indicados corresponden al ancho de una chapa.

$$PpCHAPA = 6.68 \text{ kg/m} / (b * 98.1 \text{ kg/kN}) * \cos(\theta) = 6.68 \text{ kg/m} / (1.1 \text{ m} * 98.1 \text{ kg/kN}) * \cos(7.125^\circ) = 0.059 \text{ kN/m}^2$$

- Correas: El peso propio de las correas, materializadas con perfiles conformados en frío, se determina multiplicando la densidad del acero que es 7850 kg/m3 por la sección transversal de las dimensiones de la correa que se esté analizando. La vinculación que se considera para las correas será simplemente apoyada con agujeros ovalados en los extremos (apoyos).

### 1.3. Análisis y verificación estructural

#### 1.3.1. Chapas

Para verificar la chapa utilizada mediante las tablas brindadas por SIDERAR se requiere realizar dicha verificación por medio de solicitaciones en servicio. Por ende, se utilizarán las combinaciones de servicio que establece el CIRSOC 301. Se eligen las cargas máximas en servicio para las combinaciones realizadas y se comparan con las admisibles que verifican la flexión y la flecha de las chapas, que se sacan de las tablas de SIDERAR en función del esquema de apoyo, del espesor elegido de la chapa, y de la separación entre correas. Es válida la interpolación lineal entre valores de tabla.

Tabla 26. Tablas SIDERAR para verificación de las chapas.

Espesor (mm)	ESQUEMA DE APOYO	1.00		1.20		1.40		1.60	
		FLEXIÓN	FLECHA	FLEXIÓN	FLECHA	FLEXIÓN	FLECHA	FLEXIÓN	FLECHA
0.41		2.26	3.42	1.56	1.96	1.14	1.22	0.86	0.81
		3.09	8.27	2.14	4.77	1.56	2.99	1.18	1.99
		3.80	6.50	2.63	3.74	1.92	2.34	1.46	1.56
0.50		2.75	3.93	1.90	2.25	1.38	1.40	1.05	0.92
		3.64	9.50	2.51	5.48	1.84	3.43	1.39	2.28
		4.56	7.46	3.15	4.30	2.31	2.69	1.75	1.79
0.71		4.87	7.07	3.36	4.06	2.45	2.53	1.86	1.68
		5.46	17.07	3.77	9.85	2.76	6.18	2.09	4.12
		6.85	13.42	4.73	7.74	3.46	4.85	2.63	3.23
0.89		6.52	9.38	4.50	5.39	3.29	3.37	2.50	2.23
		6.82	22.65	4.71	13.07	3.44	8.20	2.62	5.47
		8.55	17.80	5.91	10.27	4.32	6.44	3.29	4.28

(\*) Se considera un ancho de influencia de 1.00 m

Según la disposición constructiva de las chapas en cubierta, frente, contrafrente y laterales se determinó que su vinculación es continua con varios apoyos sobre las respectivas correas (lo cual se utilizó para ingresar a la tabla de SIDERAR que se encuentra anexada). Además, se realizó una interpolación respectiva a la luz de cálculo. En la situación analizada la separación de correas es de 1.5 metros.

Finalmente, se realizó una comparación de las cargas obtenidas del análisis estructural en estado límite de servicio y las cargas máximas admisibles representativas de la resistencia de la chapa. Al no obtenerse la verificación directa con el modelo estructural propuesto, se llega a la conclusión de que el revestimiento superficial del galpón verifica en todas las situaciones menos en la zona 3 correspondiente a la cubierta de la nave industrial. Por lo que se propone solucionar este problema disminuir la separación entre correas en

la zona 3, colocando una correa intermedia, reduciendo la luz de cálculo de las chapas y logrando una mayor resistencia.

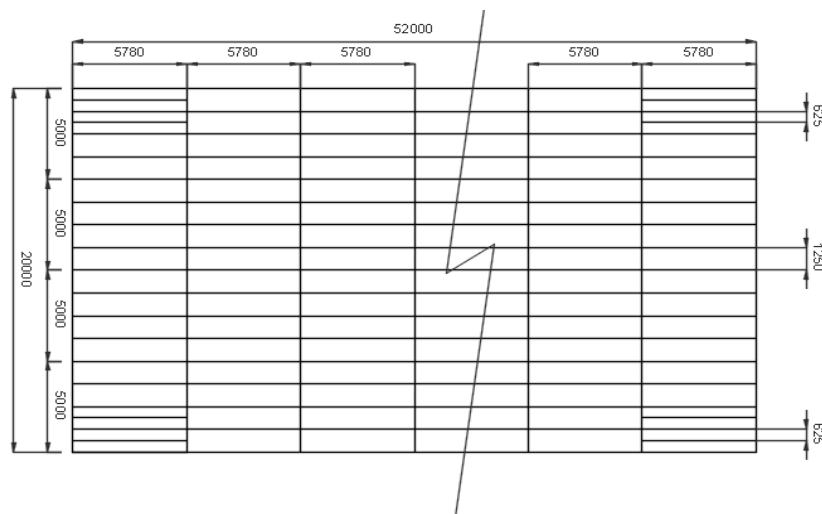


Ilustración 29: Esquema distancia entre correas

### 1.3.2. Correas

En el caso de las correas, se realiza el dimensionamiento según el Estado Límite de Resistencia y luego verificar el Estado Límite de Servicio.

- La carga  $L_r$  y el peso propio de las chapas solo se considera en la cubierta de la nave.
- Tanto la carga  $L_r$  como  $W$  fueron convertidas en cargas lineales y perpendiculares al eje de las correas, teniendo en cuenta todas las consideraciones geométricas necesarias.
- Se considera la vinculación de las correas como simple apoyadas.
- Para la determinación del peso propio de las correas se consideró una densidad del acero de  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

Para el dimensionamiento de las mismas, se siguieron las especificaciones impuestas en el reglamento CIRSOC 303. Pero considerando que se utiliza la tabla de PCF que son completamente efectivos en flexión y compresión en las alas y efectivos a flexión en el alma. Se analizan 3 alternativas para las correas:

1. Correa con ala comprimida debido a carga de presión unida en forma fija y continua al revestimiento.
2. Correa con ala traccionada debido a carga de succión unida en forma fija y continua al revestimiento.
3. La última alternativa a analizar es el caso en donde se necesite colocar una tilla intermedia en el tramo de la correa dado que sin la colocación de este elemento la correa no verificaría la flexión cuando se tenga una carga de succión.

Resultando entonces la siguiente tabla resumen.

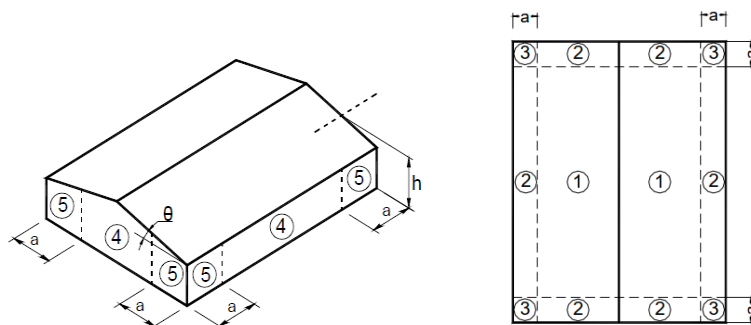


Tabla resumen correas	Zona	Sección	Dimensionamiento a flexion								Verificacion ELS	
			Mu succion (kNcm)	Mu presión (kNcm)	Presión del viento	Succión del viento sin tilla	Succión del viento con tilla intermedia				Flecha (cm)	Flecha adm (cm)
					Md (kNcm)	Md (kNcm)	Fe (kN/cm2)	Fc (kN/cm2)	Md (kNcm)	Tilla intermedia		
CUBIERTA	ZONA 1	C - 180- 70 - 25 - 3.2	1059.30	-931.24	2369.65	1540.27	18.45	16.87	1701.55	NO	2.04	3.28
	ZONA 2	C - 180- 70 - 25 - 3.2	1059.30	-1114.84	2369.65	1540.27	18.45	16.87	1701.55	NO	2.46	3.28
	ZONA 3	C - 180- 70 - 25 - 3.2	1059.30	-1114.84	2369.65	1540.27	18.45	16.87	1701.55	NO	2.46	3.28
FRENTE Y CONTRAFRENTE	ZONA 4	C - 180- 70 - 25 - 3.2	890.26	-964.45	2369.65	1540.27	24.66	19.20	1935.97	NO	3.16	3.33
	ZONA 5	C - 180- 70 - 25 - 3.2	890.26	-1187.02	2369.65	1540.27	24.66	19.20	1935.97	NO	3.89	3.33
LATERALES	ZONA 4	C - 180- 70 - 25 - 3.2	890.26	-1288.83	2369.65	1540.27	18.45	16.87	1701.55	NO	2.95	3.28
	ZONA 5	C - 180- 70 - 25 - 3.2	1189.69	-1586.25	2369.65	1540.27	18.45	16.87	1701.55	SI	3.64	3.28

### 1.3.3. Pórtico principal

Para comenzar el análisis es necesario establecer cuáles son los estados básicos de carga que vamos a emplear.

- Cargas de peso propio D:
- Sobrecarga de cubierta Lr:  
Se analizan 3 posibilidades que son mitad izquierda de la cubierta cargada (L1), luego la mitad derecha (L2) y por último toda la cubierta cargada (L3).
- Carga de Viento W:  
Para obtener la carga de viento en kN/m lo que se realizó fue multiplicar la carga por unidad de superficie que se tenía de pasos anteriores del trabajo y multiplicarla por la separación entre pórticos.

Luego se los ingresó a StaadPro para formar todas las combinaciones posibles tanto de resistencia como de servicio para luego procesar el programa de cálculo y obtener las solicitaciones en cada uno de los elementos para su posterior dimensionamiento que se comenta a continuación. Por tratarse de una estructura hiperestática, se realizaron iteraciones modificando las secciones de los diferentes elementos de manera de

obtener un diseño lo más óptimo posible. Se adjuntan a continuación, los esquemas correspondientes al StaadPro.

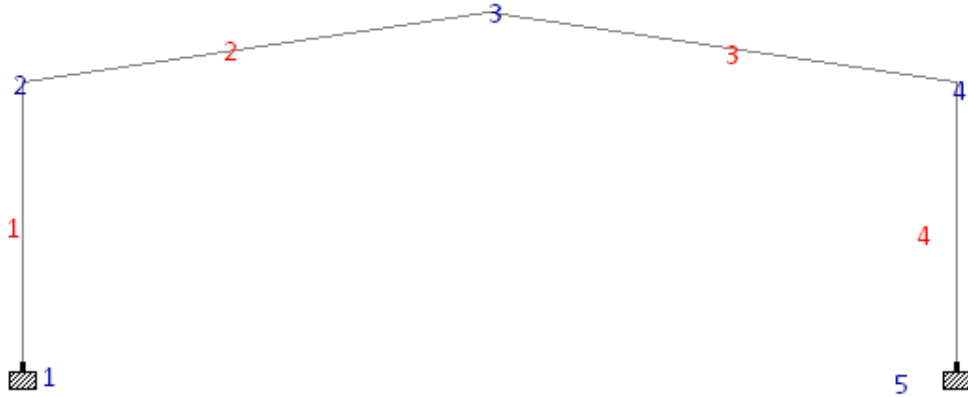


Ilustración 30: Axonometría pórtico típico, modelado en StaadPro.

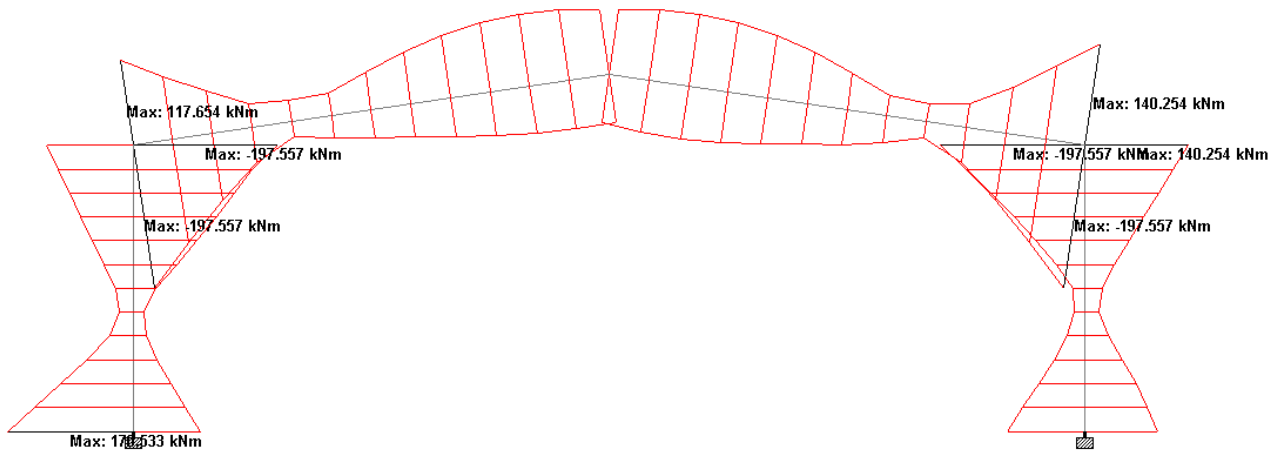


Ilustración 31: Esfuerzos de flexión en el pórtico típico, obtenidos de StaadPro.

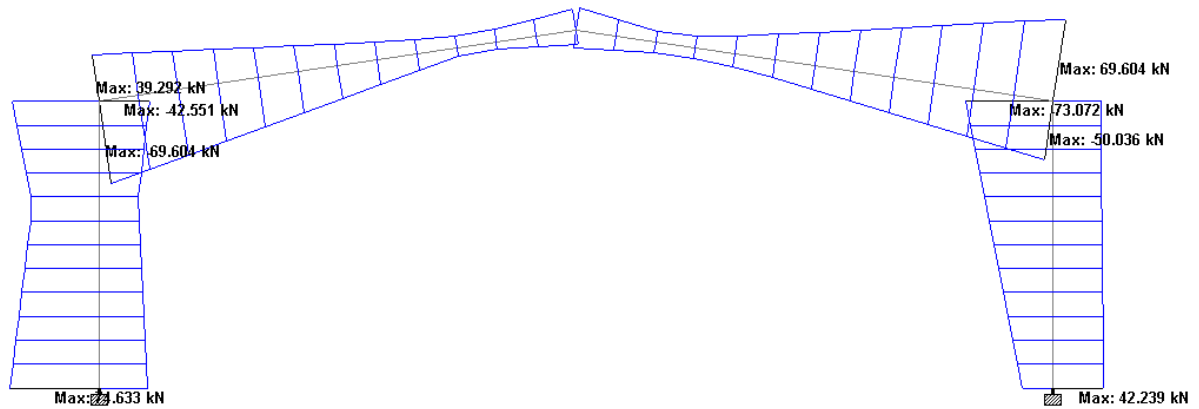


Ilustración 32. Esfuerzo de corte en el pórtico típico, obtenidos de Staad Pro.

Se dimensionan los elementos de viga y de columna con perfiles W colocado en su posición de mayor inercia en el plano del pórtico, obteniéndose la siguiente tabla resumen:

Tabla 27: Tabla resumen Viga y Columna de pórtico

Elemento	Perfil	Lx (cm)	Ly (cm)	Lp (cm)	Lr (cm)	$\lambda_x$	$\lambda_y$
Viga de pórtico	W310x52	2000	500	150	303	149.93	127.88
Columna de pórtico	W310x52	600	150	150	303	44.98	38.36

Elemento	Pumax	Pd (kN)	Vumax	Vd (kN)	Mumax	Md (kN)	f (cm)	fadm (cm)
Viga de pórtico	86.51	638.63	69.04	451.43	197.56	26050.95	10.62	11.11
Columna de pórtico	81.34	1761.79	74.63	451.43	197.56	26050.95	2.20	11.11

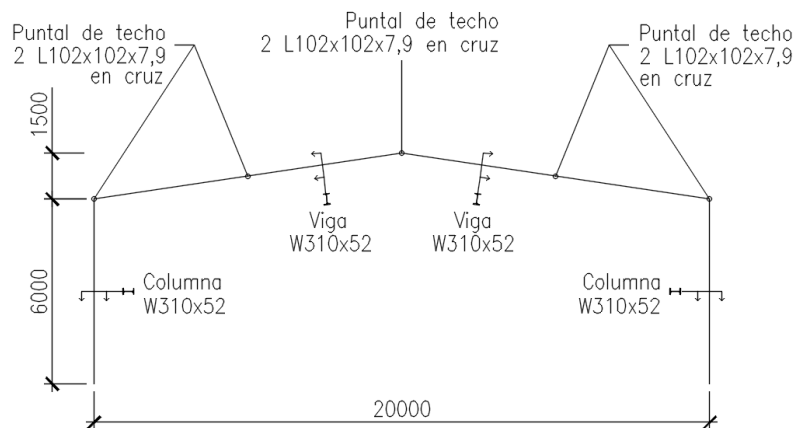


Ilustración 33: Esquema de pórtico principal – galpón de reciclaje.

1.3.4. Dimensionamiento de elementos de frontis

A continuación, se muestra un esquema con las secciones de cada elemento del frontis, su vinculación y los puntos de retención (puntales y tornapuntas). Luego se describen los dimensionamientos de cada uno de ellos en la siguiente memoria de cálculo.

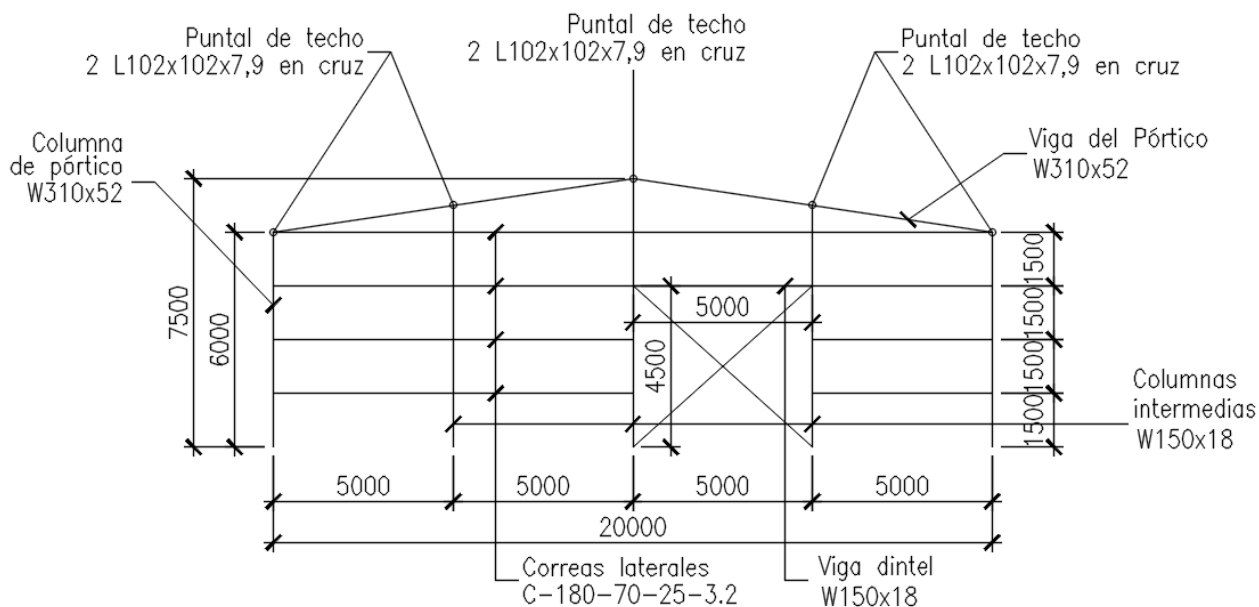


Ilustración 34: Esquema de frontis – galpón de reciclaje.

1.3.4.1. Viga dintel

Se dimensiona la viga dintel a flexión en los dos sentidos, en el sentido de la carga de viento, y en el sentido del peso propio que tiene que soportar. Para ello se tiene en cuenta el siguiente diagrama de área de influencia:

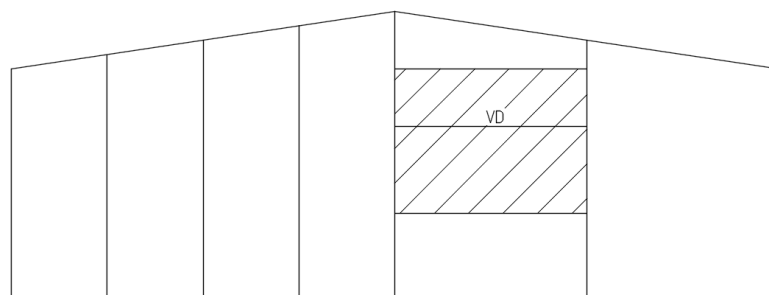


Ilustración 35: Esquema de frontis

Tabla 28: Cargas actuantes sobre viga dintel.

Presiones de viento		
W Presión barlovento	0.59	kN/m <sup>2</sup>
W Succión Barlovento	1.01	kN/m <sup>2</sup>
Ancho de influencia	3.75	m
qW (Presión)	2.20	KN/m
qW (Succión)	3.78	KN/m
qWu (Presión)	3.30	KN/m
qWu (Succión)	5.67	KN/m
Cb	1.14	
Resultantes sobre columnas		
Rh	9.45	Kn
Rv	43.90	Kn
Estados de carga de servicio		
fadm: L/160	3.125	cm
Inercia minima	738.45	cm <sup>4</sup>
W150x18	acostado	

Tabla 29: Dimensionamiento a flexión de viga dintel, cargas horizontales.

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN - CARGAS HORIZONTALES		
Pandeo Local Ala		
bf/2tf	7,2	
$\lambda_p$	9,15	Tabla B.5.1 Caso 1
Verifica?		B . C
Pandeo Local Alma		
hw/tw	20,72	
$\lambda_p$	90,53	Tabla B.5.1 Caso 9
Verifica?		B . C
Plastificación		
$M_p = Z_x * F_y$	4692,00	kNcm
1,5 My	1273,05	kNcm
Mn p =	4692,00	kNcm
Pandeo Lateral Torsional		
Lb	500	cm
Lp	98,7	cm
Lr	255,4	cm
Mcr =	17393,73	kNcm
Verificación de resistencia		
Mn = Min (Mcr, Mnp)	4692,00	kNcm
$\Phi$	0,9	
Md =	4222,80	kNcm
Mu =	1772,28	kNcm
Mu / Md	0,42	B . C

Tabla 30: Dimensionamiento a flexión de viga dintel, cargas verticales.

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN - CARGAS VERTICALES		
Pandeo Local Ala		
bf/2tf	7.2	
$\lambda_p$	9.15	Tabla B.5.1 Caso 1
Verifica?		B.C
Pandeo Local Alma		
hw/tw	20.72	
$\lambda_p$	90.53	Tabla B.5.1 Caso 9
Verifica?		B.C
Plastificación		
$M_p = Z_y * F_y$	1311	kNcm
1,5 $M_y$	6417	kNcm
$M_n =$	6417	kNcm
Verificación de resistencia		
$\Phi$	0.9	
$M_d =$	5775.30	kNcm
$M_u =$	83.91	kNcm
$M_u / M_d$	0.01	B.C

Tabla 31: Dimensionamiento a flexión disimétrica de viga dintel.

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN DISIMÉTRICA		
$M_{ux}$	1772,28	
$M_{dx}$	4222,80	
$M_{uy}$	83,91	
$M_{dy}$	5775,30	
$M_{ux}/M_{dx} + M_{uy}/M_{dy}$	0,43	B . C

1.3.4.2. Parantes de frontis

Para los parantes de frontis se adoptan perfiles W colocados en su menor inercia (normales a la posición de las columnas del pórtico principal). Por ejemplo, para el cálculo de la columna intermedia de frontis número 3, se tiene el siguiente esquema de área de influencia, tanto de cubierta como de frente. Se observa que hay un incremento del área de influencia en la parte superior del parante. Además se tienen en cuenta la reacción vertical y horizontal de la viga dintel en el mismo, y su peso propio.

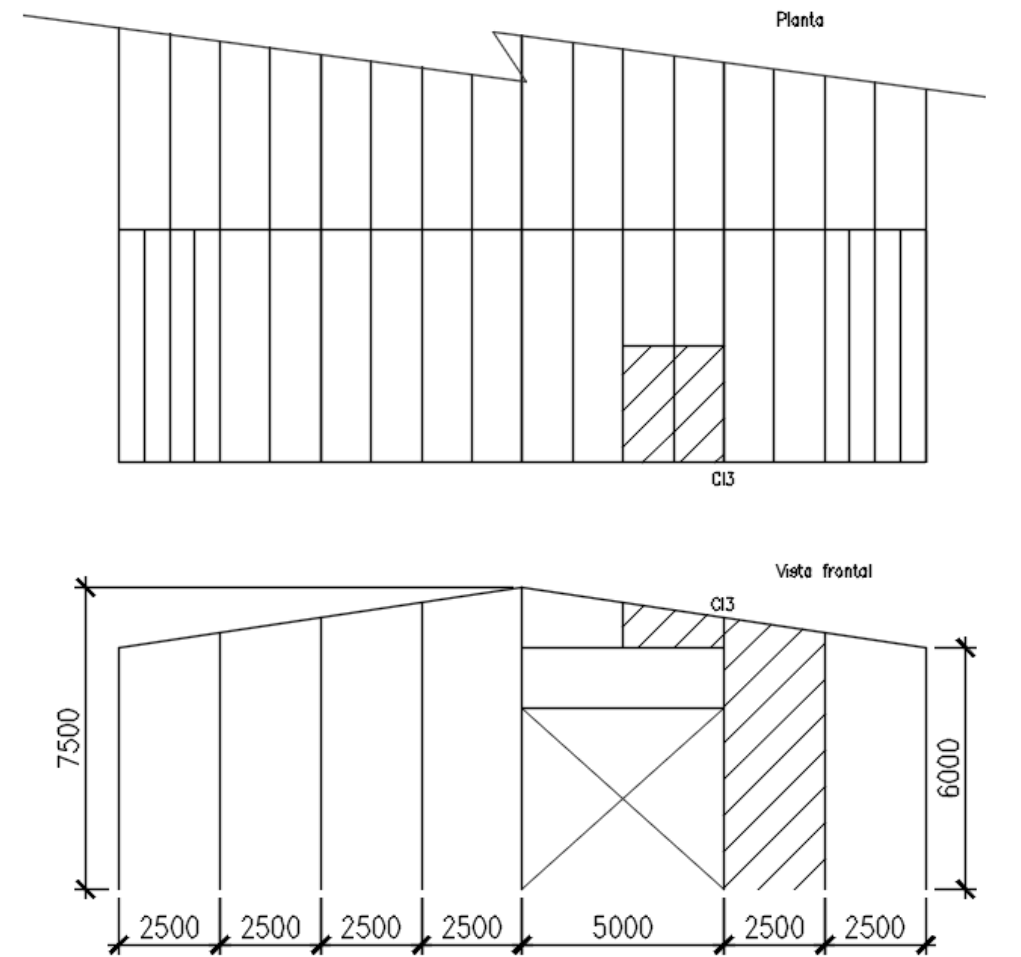


Ilustración 36: Esquemas área de influencia columnas intermedias frontus.

Tabla 32: Influencia sobre columna de frontis a Barlovento.

Columna de frontis C.I.3 - BARLOVENTO	
L [m]	6.25
Long de infl. cubierta [m]	2.89
Ancho de infl. cubierta [m]	5
Alto de infl. frente superior[m]	2.25
Ancho de infl. frente superior [m]	5
Alto de infl. frente inferior [m]	4.5
Ancho de infl. frente inferior [m]	2.5
Área de influencia frontis [m2]	22.5

Tabla 33: Análisis de cargas actuantes.

Análisis de cargas			
Cargas nominales verticales (compresión/tracción)			
Carga	kN/m <sup>2</sup>	kN/m	kN
qLr	0.96	-	13.87
qW (presión int) cubierta	0.56	-	8.13
qW (succión int) cubierta	-3.49	-	-50.48
qD chapas cubierta	0.06	-	0.86
qD correas cubierta	-	0.16	0.80
qD chapas frontis	0.05	-	1.21
qD correas frontis	-	0.16	2.50
PP columna	-	0.31	1.96
qDy puntual cubierta			1.66
qDy repartida cubieta			0.47

Cargas horizontales (flexión) (frontis)		
Carga	kN/m <sup>2</sup>	kN/m
qW sup (Presión)	1.27	6.33
qW inf (Presión)		3.17
qW sup (Succión)	-1.69	-8.44
qW inf (Succión)		-4.22

Tabla 34: Reacciones parantes de frontis obtenidas de StaadPro.

REACCIONES (STAAD)	
E1=1,2D+1,6Lr+0,8W (succion interna)	
Rsup horiz [kN]	-30.18
Rinf horiz [kN]	-15.630
Axial Max[kN]	30.17
Mmax [kNm]	17.080
Def Max [mm]	8.800
E2=1,2D +1,5W (succion interna)	
Rsup [kN]	-21.37
Rinf [kN]	-8.090
Axial Max[kN]	8.080
Mmax [kNm]	31.050
Def Max [mm]	16.530

Tabla 35: Dimensionamiento parantes de frontis.

Dimensionamiento		
Pandeo Local		
Verificación Ala		
$\lambda_p$	9.15	Tabla B.5.1 Caso 1
$bf/2tf$	6.59	B.C
Verificación Alma		
$P_u/\phi P_y$	0.024	
$\lambda_p$	84	Tabla B.5.1 Caso 13
$h_w/t_w$	26.5	B.C
Pandeo Global		
Pandeo según X		
$k_x$	1	
$L_x$	625	
$\lambda_x$	70.54	
Pandeo según Y		
$k_y$	1	
$L_y$	450	
$\lambda_y$	140.6	<200
$\lambda_c$	1.53	
$F_{cr}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	12.85	
$\phi$	0.85	
$P_d$ [kN]	434.1	
$P_u/P_d$	0.07	B.C
Flexión		
Plastificación		
$M_y$ [kNm]	102.8	
$M_p$ [kNm]	115.2	
$1,5 M_y$ [kNm]	154.2	
$M_p$ [kNm]	115.2	
Pandeo lateral torsional		
$C_b$	1.27	
$L_b$ [cm]	500	
$L_p$ [cm]	165.0	
$L_r$ [cm]	606.0	
$L_b > L_r$		
$X_1$ [Mpa]	19926.0	
$M_{plt}=M_{cr}$ [kNm]	61.8	
$M_n$ [kNm]	61.8	
$\phi$	0.9	
$M_d$ [kNm]	55.60	
$M_u/M_d$	0.56	B.C

Verificación acciones combinadas		
Pu1 [kN]	30.17	Compresión
Pd [kN]	434.1	
Pu1/Pd	0.07	
Mu1 [kNm]	17.08	
Md [kNm]	55.60	
Mu1/Md	0.31	
Verificación comb 1	0.34	B.C

Tabla 36: Ttabla resumen – parantes de frontus.

Elemento	Perfil	Flexion - Pandeo lateral torsional							Combinación de acciones	Verificación en servicio	
		Mp (kncm)	Lb (cm)	Lp (cm)	Lr (cm)	Mcr (kncm)	Md (kNcm)	Mu (kncm)		Def max (mm)	Def adm (mm)
Columnas intermedias frontis	W150x18	115.23	500.00	165.00	606.00	61.78	55.60	31.05	0.34	16.530	31.25

1.3.5. Sistema de contraviento

Para el dimensionamiento tanto de los puntales de cubierta como de los tensores que trasladan las cargas hacia las fundaciones, se realizó un modelo en Staad para encontrar las sollicitaciones a las que los mismos estaban sometidos. Para ello se tuvieron en cuenta las cargas de viento, traducidas en cargas repartidas en las columnas de pórtico principal, y en cargas puntuales correspondientes a los puntales, teniendo en cuenta las siguientes áreas de influencia:

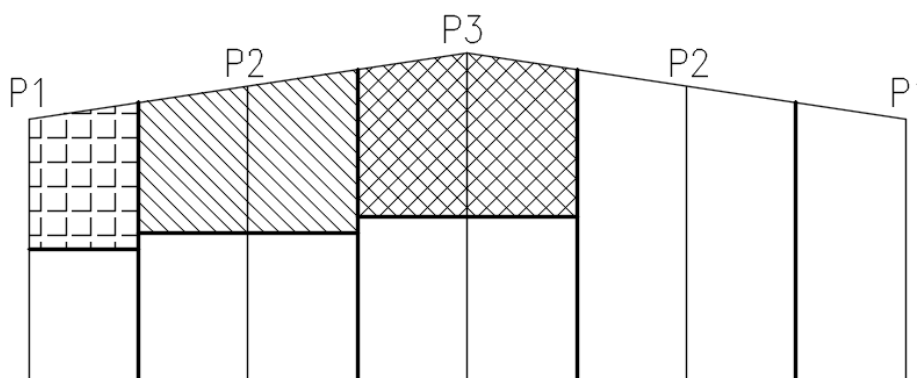


Ilustración 37: Esquema de frontis. Dimensionamiento de puntales

1.3.5.1. *Análisis de cargas*

Tabla 37: *Análisis de cargas, sistema de contraviento.*

CARGAS VIENTO ZONA 4 en ultimas		
Barlovento	1.899	kN/m <sup>2</sup>
Sotavento	-2.057	kN/m <sup>2</sup>

CARGAS VIENTO ZONA 5 ultimas		
Barlovento	1.899	kN/m <sup>2</sup>
Sotavento	-2.532	kN/m <sup>2</sup>

CARGAS DE VIENTO ACTUANTES S/ PARANTE EXTERNO		
Ancho de influencia p. externo	2.5	m
Barlovento	4.75	kN/m
Sotavento	-6.33	kN/m

REACCION COLUMNA MEDIA		
Estado	Valor	Unidad
C1	33.83	kN
C2	-36.65	kN

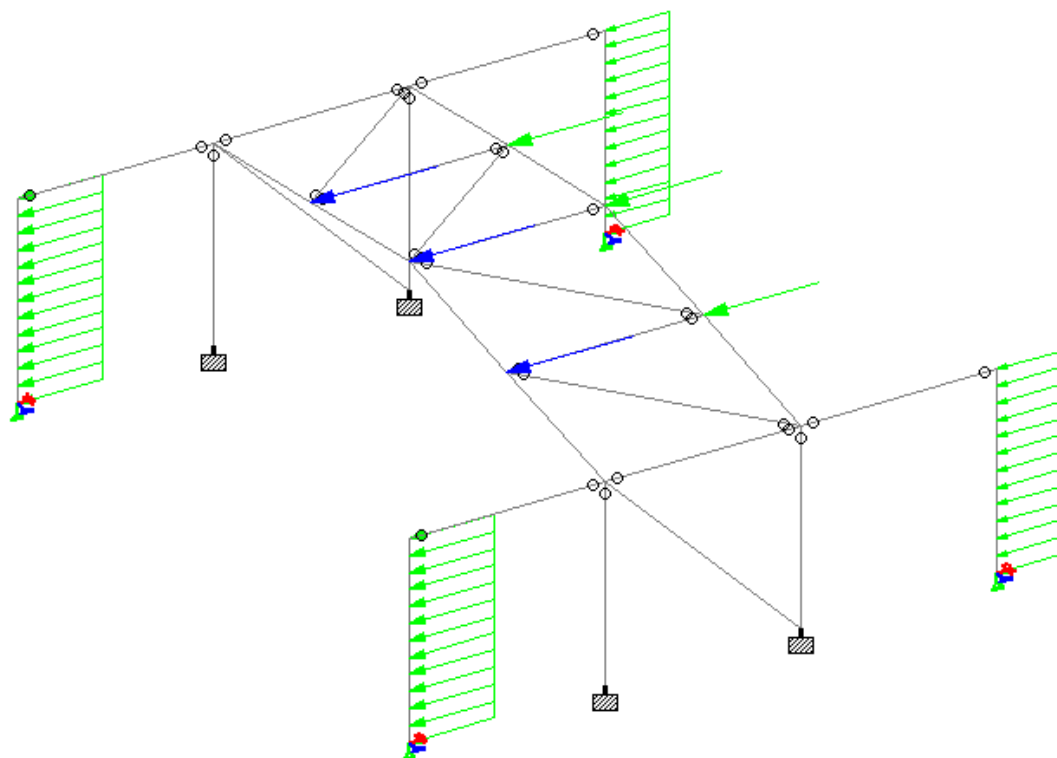


Ilustración 38: *Modelado en StaadPro del sistema de contravientos*

1.3.5.2. Puntales

Los puntales se dimensionan todos con la misma sección, teniendo en cuenta que la compresión máxima obtenida es de 177.74Kn. Para ello se adopta dos perfiles L 102x102x7.9 dispuestos en cruz.

Tabla 38: Dimensionamiento puntales.

Dimensionamiento del puntal mas comprimido		
Carga de compresión Pu:	177.74	kN
Características del empresillado		
Distancia entre presillas	1.67	m
Espesor presilla	10	mm
Parámetros geométricos de un LPN individual		
Perfil	L 102 x 102 x 7,9	
Ag	15.65	cm <sup>2</sup>
b	101.6	mm
t	7.9	mm
iv	59	cm <sup>4</sup>
rv	1.94	cm
lz	245.82	cm <sup>4</sup>
rz	3.96	cm
v1	3.92	cm
ex = ey	2.78	cm
Parámetros geométricos de la sección completa		
Ag total	31.3	cm <sup>2</sup>
d	4.27	cm
Ix total	689.64	cm <sup>2</sup>
Rx total	4.69	cm
Iy total	491.64	cm <sup>4</sup>
Ry total	3.96	cm
Pandeo local		
b/t	10.7	COMPACTA
λr (caso 6)	13.13	
Q	1	
Pandeo global EJE Y		
ky	1	-
Ly	500	cm
λy	126.16	-
Pandeo global EJE X		
kx	1	-
Lx	500	cm
λxo	106.5	-
rib	4.69	cm
h	8.55	cm
a	166.67	cm
α	0.91	-
λ1	35.51	-
λm	108.70	-
λdet	126.16	-
λ < 200?	B.C	-
Resistencia de diseño a la compresión		
λc	1.38	-
vQ . λc =	1.38	-
Fcr	10.88	kN/cm <sup>2</sup>
φc	0.85	-
Pn	340.44	kN
Pd	289.37	kN
Verifica?	B.C	-
Verificación de esbeltez local		
kv	1	-
Lv	166.67	cm
λv	85.91	-
0.75 * λdet	94.62	-
Verifica?	B.C	-

1.3.5.3. *Tensores*

Los tensores se dimensionan con barras de sección redonda de 1 ¼” de pulgada, con el valor de tracción máxima que se obtiene del modelo, de 290.92kn.

Tabla 39: Dimensionamiento tensores.

Dimensionamiento de diagonal mas traccionada		
Carga de traccion Tu	290.92	kN
Diametro adoptado	3.18	1 pulgada y 1/4
Barras roscadas no verificamos esbeltez		
Fluencia		
Φ	0.9	-
Fy	235	MPa
Ag	15.88	cm2
Tn	373.29	KN
Td	335.96	KN
Tu/Td	0.87	B.C
Rotura		
Φ	0.75	-
Fu	370	MPa
Ae	11.91	cm2
Tn	440.80	KN
Td	330.60	KN
Tu/Td	0.88	B.C

1.3.6. Fundaciones

En primera medida se sacan del modelo de Staad las solicitaciones en servicio y ultimas para el dimensionamiento de todos los elementos.

1.3.6.1. *Análisis de solicitaciones*

Tabla 40: Tabla resumen solicitaciones

Cargas Max		Solicitaciones en fuste							Pilote izquierdo	Pilote derecho
Reacciones en servicio		V concomitante	P concomitante	T concomitante	M concomitante	Estado de carga	PP cabezal [kN]	PP pilote [kN]		
Ts max (kN)	64	24.29	0	64	83.53	E6	36.0	46.6	34.2	-99.5
Ps max (kN)	-49.52	28.87	-49.52	0	-71.18	E77	36.0	46.6	-146.3	-32.4
Vs max (kN)	56.83	56.83	0	59.76	131.14	E4	36.0	46.6	70.2	-139.7
Ms max (kNm)	131.14	56.83	0	59.76	131.14	E4	36.0	46.6	70.2	-139.7
Carga última										
Tu max (kN)	72.650	25.82	0	72.650	99.13	E41	36.00	46.6	51.0	-107.6
Pu max (kN)	-68.16	42.24	-68.16	0	105.84	E21	36.00	46.6	20.0	-149.3
Vu max (kN)	74.64	74.64	0	66.28	170.53	E39	36.00	46.6	104.9	-167.9
Mu max (kNm)	170.53	74.64	0	66.28	170.53	E39	36.00	46.6	104.9	-167.9

Se propone el siguiente esquema de fundación:

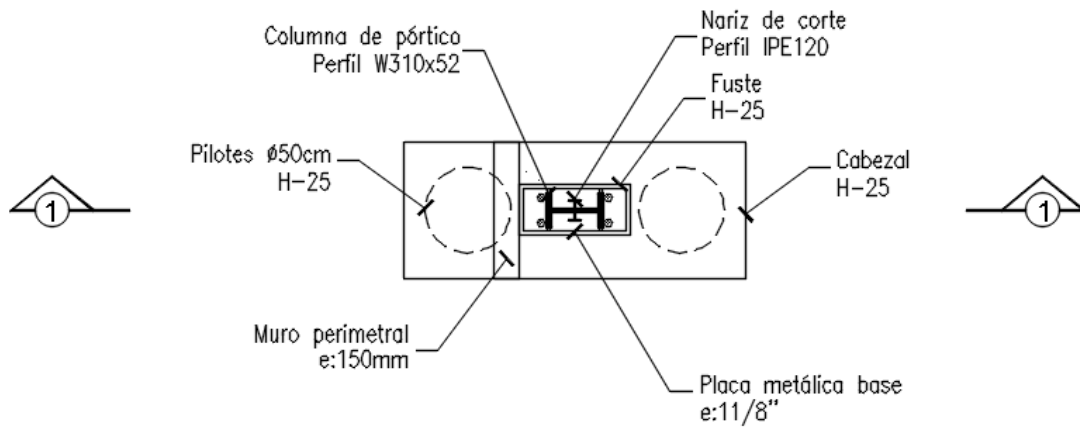


Ilustración 39: Detalle en planta fundación estructura metálica.

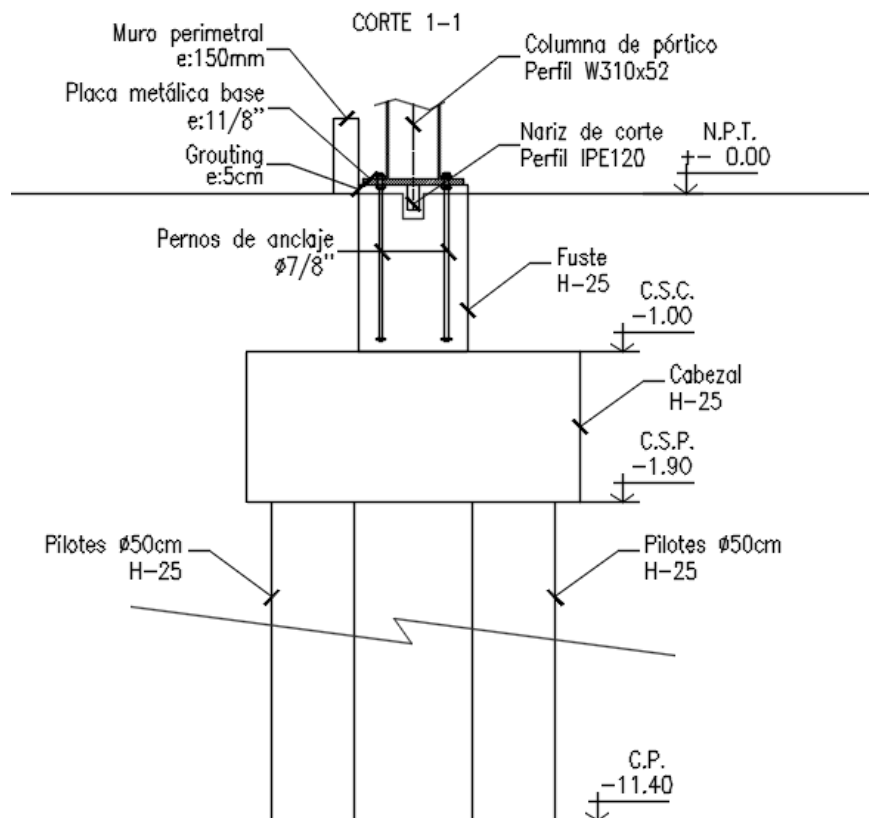


Ilustración 40: Corte 1-1 fundación estructura metálica

1.3.6.2. Dimensionamiento de pilotes

Se proponen 2 pilotes de 50 cm de diámetro, con una longitud necesaria de 9.5m. Se verifica que cumpla con la resistencia necesaria con los datos del estudio de suelo proporcionado por la municipalidad de Villa Cañás, y luego se calculan las armaduras correspondientes.

Tabla 41: Dimensionamiento pilotes.

Resistencia pilote								
Estrato	Profundidad	He adop [m]	qf adm [kN/m2]	qp [kN/m2]	Nf [kN]	Nfacum [kN]	Np [kN]	C max pilote [kN]
1	1 a 3	2	34.8	0	13.67	13.67	0	
2	3 a 7	4	14.7	0	11.55	25.21	0	
3	7 a 12	4	57	779	44.92	70.14	152.96	223.09
	Largo pilote	10				VERIFICA TRACCIÓN		VERIFICA COMPRESIÓN
	prof punta	9						

Dimencionamiento de Armadura pilote	
Nu [kN]	170.4
Cuantía	1%
Asección [cm2]	1963
Ag necesario [cm2]	15.3
Ast1 = 1% Ag nec [cm2]	0.15
Ast2= 0,5% Ag sección [cm2]	9.82
Ast = MAX(1%Ag nec; 0,5%Areal) [cm2]	9.82
Ast adop	
Diámetro Φ [mm]	10
Cantidad	13
Estribos	
Diámetro Φ [mm]	6
S MAX(12Φb; 48Φe)	12

1.3.6.3. Dimensionamiento de cabezales

Para vincular los pilotes y que trabajen de manera conjunta, se coloca un cabezal de 200x80x90cm, de hormigón, para el cual también se realiza el dimensionamiento correspondiente.

Tabla 42: Dimensionamiento cabezales.

Geometría del cabezal			
S = 2,5*Φ	125		[cm]
Altura del cabezal	d >= 0.7*(S-bw/2)	81	[cm]
	h >= S/1,5	83	[cm]
	hadopt =	90	[cm]
d = h - 7cm	83		[cm]
B1 = Φ + 15*2	80		[cm]
A1 = S + Φ + 2*15	195		[cm]
Aadopt =	200		[cm]
Dimensiones del cabezal	200 x 80 x 90		
PP cabezal	36.0		[kN]
Compresion pilote			[kN]
PP pilote	49.1		[kN]

Dimensionamiento de Armadura cabezal		
$tg\ tita = d / s / 2$	0.33	
tita (°)	18.36	0.32
$Tu = Pu / (2 * tg\ tita)$	256.68	kn
$Cu = Pu / 2 * sen\ tita$	270.44	kn
Armadura principal		
$As = Tu / phi * fy\ (cm^2)$	8.15	cm <sup>2</sup>
phi	0.75	
fy	42.00	kn/cm <sup>2</sup>
Adopto	5.00	del 20
Ag adop	10.05	cm <sup>2</sup>
Ag 1 barra 20	2.01	cm <sup>2</sup>
Armadura superior		
20% de armadura inferior	1.63	cm <sup>2</sup>
Adopto	2.00	del 12
Estribos		
1 del 8	cada 15 cm	
Armadura de piel		
minimo 8% armadura principal	0.65	cm <sup>2</sup>
2 del 10	en cada cara	

1.3.6.4. Dimensionamiento de viga de equilibrio

Se dimensiona la viga de equilibrio para absorber las cargas horizontales que provienen del sistema de arriostramiento, con una sección de hormigón de 20x20ccm. Por lo que se dimensionan sus armaduras.

Tabla 43: Dimensionamiento viga de equilibrio.

Carga - Viga de equilibrio		
Presión de viento	1.08	kn/m <sup>2</sup>
Area que llega al puntal	37.5	m <sup>2</sup>
Fuerza horizontal que llega a la viga de equilibrio	40.5	kn

Dimencionamiento de Viga de Equilibrio	
Nu [kN]	40.5
Cuantía	1%
Asección [cm <sup>2</sup> ]	400
Ag necesario [cm <sup>2</sup> ]	3.6
Ast1 = 1% Ag nec [cm <sup>2</sup> ]	0.04
Ast2= 0,5% Ag sección [cm <sup>2</sup> ]	2.00
Ast = MAX(1%Ag nec; 0,5%Areal) [cm <sup>2</sup> ]	2.00
Ast adop	
Diámetro Φ [mm]	12
Cantidad	2
Estribos	
Diámetro Φ [mm]	6
S MAX(12Φb; 48Φe)	20

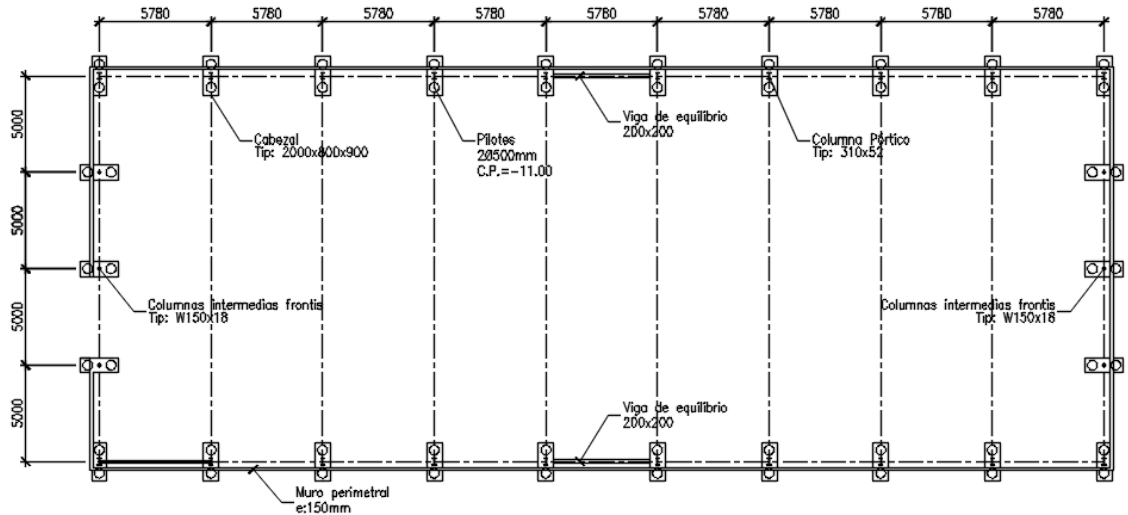


Ilustración 41: Planta de fundaciones – galpón de reciclaje.

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

Se dimensionan estos elementos con las reacciones obtenidas del modelo de StaadPro.

Tabla 44: Dimensionamiento placa base y pernos de anclaje.

REACCIONES						
BASE		Vu concomitante	Pu concomitante	Tu concomitante	Mu concomitante	Estado de carga
Tu max (kN)	72,65	25,82	0	72,65	99,13	E41
Pu max (kN)	-68,16	42,24	-68,16	0	105,84	E21
Vu max (kN)	74,64	74,64	0	66,28	170,53	E39
Mu max (kNm)	170,53	74,64	0	66,28	170,53	E39

Calculo de excentricidad			
$M^*=Mu + Vu*x$	$e=M^*/Pu$	A/6	Dentro del núcleo central toda la placa esta comprimida
118.495		5.8	
137.52	-2.0	5.8	
226.51		5.8	

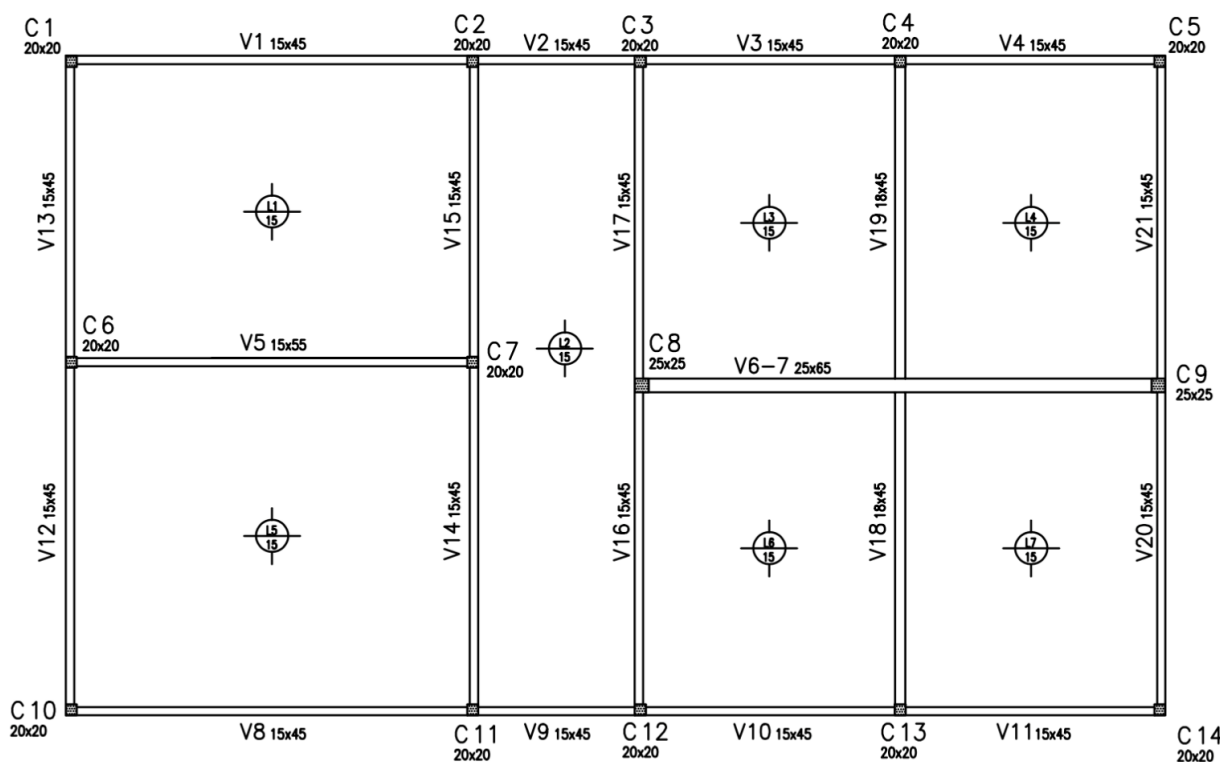
MATERIALES		
Hormigón H-25		
f'c	2.5	kN/cm2
φc	0.6	-
Acero F-24		
Fy	23.5	kN/cm2
Fu	37	kN/cm2
E	20000	kN/cm2
PROPIEDADES DEL PERFIL DE LA COLUMNA		
Perfil	W310x52	
h	32	cm
bf	17	cm
DIMENSIONES DE BASE DE HORMIGÓN		
AF	65	cm
BF	30	cm
G	5	cm
DIMENSIONES DE PLACA METÁLICA		
tp (e = 1 1/8")	3.49	cm
A	60	cm
B	30	cm
L	5	cm
D = A - 2 * L	50	cm
H = B - 2 * L	20	cm
NARIZ		
Perfil	IPE 120	
Zx	61.0	cm
AN = bf	6.4	cm
BN = h	12	cm
P	10	cm
X = (P - G) / 2 + G	7.5	cm
PERNOS		
Diámetro	7/8"	pulg
	2.22	cm

BASE (TRACCIÓN MÁXIMA)		
VERIFICACIÓN DEL CORTE EN NARIZ DE CORTE		
El corte se absorbe por nariz de corte		
Vu	74.64	kN
$f_p = 0.85 \cdot 0.60 f'_c$	1.28	kN/cm <sup>2</sup>
Vu adm	81.60	kN
Vu / Vuadm	0.91	< 1
VERIFICA		
VERIFICACIÓN A FLEXIÓN EN NARIZ DE CORTE		
Mu	559.8	kNcm
Md	1290.15	kNcm
Mu / Md	0.434	< 1
VERIFICA		
SOLICITACIÓN EN LOS PERNOS DE ANCLAJE		
Cant. pernos	4	unidades
Sep. entre pernos	50	cm
Tu perno	23.76	kN
Td	80.74	kN
Tu perno / Td	0.294	< 1
VERIFICA		

VERIFICACIÓN PLACA BASE		
Pu	72.65	kN
Dist. entre borde placa y perno	5	cm
Presión en la placa	0.0404	kN/cm <sup>2</sup>
Long. en voladizo	14.1	cm
Dist. de perno a borde del perfil	9.100	cm
Mup	4.012	kNcm/cm
Mut	15.335	kNcm/cm
Md	64.402	kNcm
Mut / Mdt	0.238	< 1
VERIFICA		

## ANEXO II. Memoria de cálculo edáfico de oficinas, vestuarios y SUM

Para la materialización de este espacio, plantemos una estructura de hormigón compuesta por losas, vigas y columnas y mampostería de ladrillo cerámico hueco.



ESTRUCTURA s-PB

Ilustración 42. Esquema estructura de Hormigón

En el proceso de calcular la estructura de hormigón para el edificio que incluye oficinas, vestuarios y SUM, hemos realizado ciertas simplificaciones, consideramos que tanto las losas como las vigas están simplemente apoyadas, consecuentemente las columnas están sometidas únicamente a compresión, con el objetivo de simplificar y agilizar el cálculo. Es importante destacar que este análisis se trata de un anteproyecto. En caso de decidir llevar a cabo la materialización de la estructura, será necesario realizar un análisis más detallado del comportamiento estructural.

### II.1. Dimensionamiento y cálculo de las losas

Para este cálculo, arrancamos analizando las losas. En primer lugar, definimos cada losa como losa derecha o losa cruzada y con sus luces pre-dimensionamos sus espesores.

En primer lugar, hacemos un pre-dimensionamiento de los espesores de las losas. Para las losas cruzadas utilizamos la tabla C.9.5.3.2 de los Comentarios del CIRSOC 201, para ingresar a la misma tenemos en cuenta la sobrecarga correspondiente a terraza inaccesible  $1 \text{ kN/m}^2$  y las luces de cálculo de la losa. Para el pre-dimensionamiento de los espesores de las losas derechas utilizamos la tabla 9.5.a del CIRSOC 201, la cual propone un espesor mínimo de  $l/h$  para losas simplemente apoyadas.

Tabla 45. Pre-dimensionamiento del espesor de las losas.

Losa derecha L2		
<b>Pre-dimensionamiento con tabla 9.5.a</b>		
L =	3	m
hmin =	0,15	m
Losas Cruzadas		
<b>Pre-dimensionamiento con tabla 9.5.3.2</b>		
L1		
Lx =	7,35	m
Ly =	5,5	m
beta =	1,34	
gamma=	48,32	
hmin =	0,11	m
L3=L4=L6=L7		
Lx =	4,75	m
Ly =	5,925	m
beta =	1,25	
gamma=	48,76	
hmin =	0,10	m
L5		
Lx =	7,35	m
Ly =	6,35	m
beta =	1,16	
gamma=	49,21	
hmin =	0,13	M
Adoptamos h =	0,15	M

Adoptamos un espesor de 15 cm para todas las losas.

Una vez definidos los espesores, pasamos a calcular las cargas a las que estarán sometidas cada losa. Para las cargas permanentes solo consideramos el peso propio de las losas y las sobrecargas las determinamos de acuerdo a lo estipulado por el reglamento CIRSOC 101-05.

$$D = 25 \frac{kN}{m^3} * 0,15 m = 3,75 \frac{kN}{m^2}$$

$$azotea\ inaccesible \rightarrow L = 1 \frac{kN}{m^2}$$

Combinaciones de cargas:

$$(1) = U1 = 1,4 D = 5,25 \text{ kN/m}^2$$

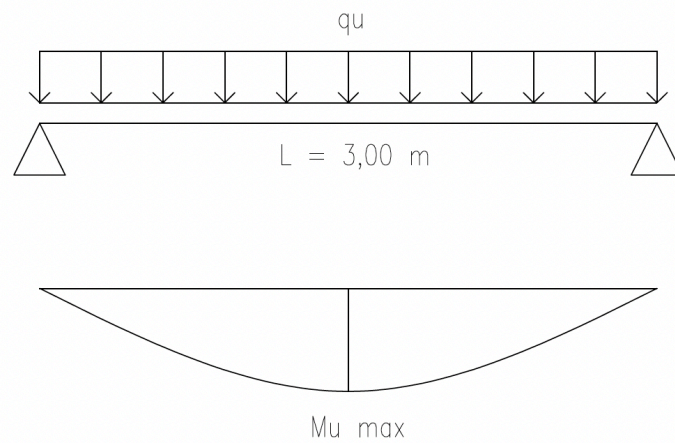
$$(2) = U2 = 1,2 D + 1,6 L = 6,1 \text{ kN/m}^2$$

Tabla 46. Análisis de cargas actuantes sobre las losas

Cargas Permanentes		
PP =	3,75	kN/m <sup>2</sup>
D =	3,75	kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso		
<b>azotea inaccesible</b>		
L =	1	kN/m <sup>2</sup>
Combinaciones		
U1) 1,4 D		
U2) 1,2 D + 1,6 L		
qu1 =	5,25	kN/m <sup>2</sup>
qu2 =	6,1	kN/m <sup>2</sup>
qu =	6,1	kN/m <sup>2</sup>

### Losa Derecha L2

La losa L2 al ser una losa derecha, se puede calcular en forma análoga como se calcula una viga simplemente apoyada con una carga repartida.



### Losas Cruzadas

Las losas cruzadas fueron calculadas mediante las tablas de Erturke.

Finalmente, para todas las losas adoptamos una armadura de  $1\emptyset 8c/18cm$  en ambas direcciones.

A continuación, detallamos el cálculo de la armadura necesaria para cada losa.

Losa L1				
Datos				
$f'c =$	25000		kN/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	420000		kN/m <sup>2</sup>	
$E_c =$	23500000		kN/m <sup>2</sup>	
$E =$	200000000		kN/m <sup>2</sup>	
$L_x =$	7,35		m	
$L_y =$	5,5		m	
$h =$	0,15		m	
$rec =$	0,02		m	
$\phi b =$	0,008		m	
$d =$	0,126		m	
$qu =$	6,1		kN/m <sup>2</sup>	
$Q_{tot} =$	246,59		kN	
Tabla de Erturke				
	$l_{max}/l_{min}$	$n_{mx}$	$n_{my}$	$n_{xmax}$
$\lambda_0$	1,3	0,0249	0,0459	0,0249
$\lambda$	1,34	0,0237	0,0465	0,0951
$\lambda_1$	1,4	0,0217	0,0475	0,218
Armadura s/eje y				
$M_{ux} =$	5,85		kNm/m	
$M_n = \frac{M_{ux}}{0.9} =$	6,50		kNm/m	
$dy =$	0,126 m			
$mn = \frac{M_n}{b \cdot d^2 \cdot f'c} =$	0,0164			
$w = \frac{-1 + \sqrt{1 - 2,352 \cdot mn}}{-1,176} =$	0,0165			
$a = \frac{w \cdot d}{0,85} =$	0,00245			
$c = \frac{a}{\beta_1} =$	0,00289			
$\epsilon = \frac{0,003}{c} \cdot (d - c) =$	0,128			
$As = \frac{w \cdot b \cdot d \cdot f'c}{f_y} =$	1,24		cm <sup>2</sup> /m	
$As_{min} =$	2,70		cm	
Sep máx =	30		cm	
$\phi b$ adoptado =	8		mm	
separación =	18,62		cm	
Armadura Adoptada =	1Ø8c/18cm			
Armadura s/eje x				
$M_{uy} =$	11,46		kNm/m	
$M_n = \frac{M_{uy}}{0.9} =$	12,74		kNm/m	
$dy =$	0,118 m			
$mn = \frac{M_n}{b \cdot d^2 \cdot f'c} =$	0,0366			
$w = \frac{-1 + \sqrt{1 - 2,352 \cdot mn}}{-1,176} =$	0,0374			
$a = \frac{w \cdot d}{0,85} =$	0,00519			
$c = \frac{a}{\beta_1} =$	0,00611			
$\epsilon = \frac{0,003}{c} \cdot (d - c) =$	0,055			
$As = \frac{w \cdot b \cdot d \cdot f'c}{f_y} =$	2,63		cm <sup>2</sup> /m	
$As_{min} =$	2,70		cm <sup>2</sup> /m	
Sep máx =	30		cm	
$\phi b$ adoptado =	8		mm	
separación =	18,62		cm	
Armadura Adoptada =	1Ø8c/18cm			

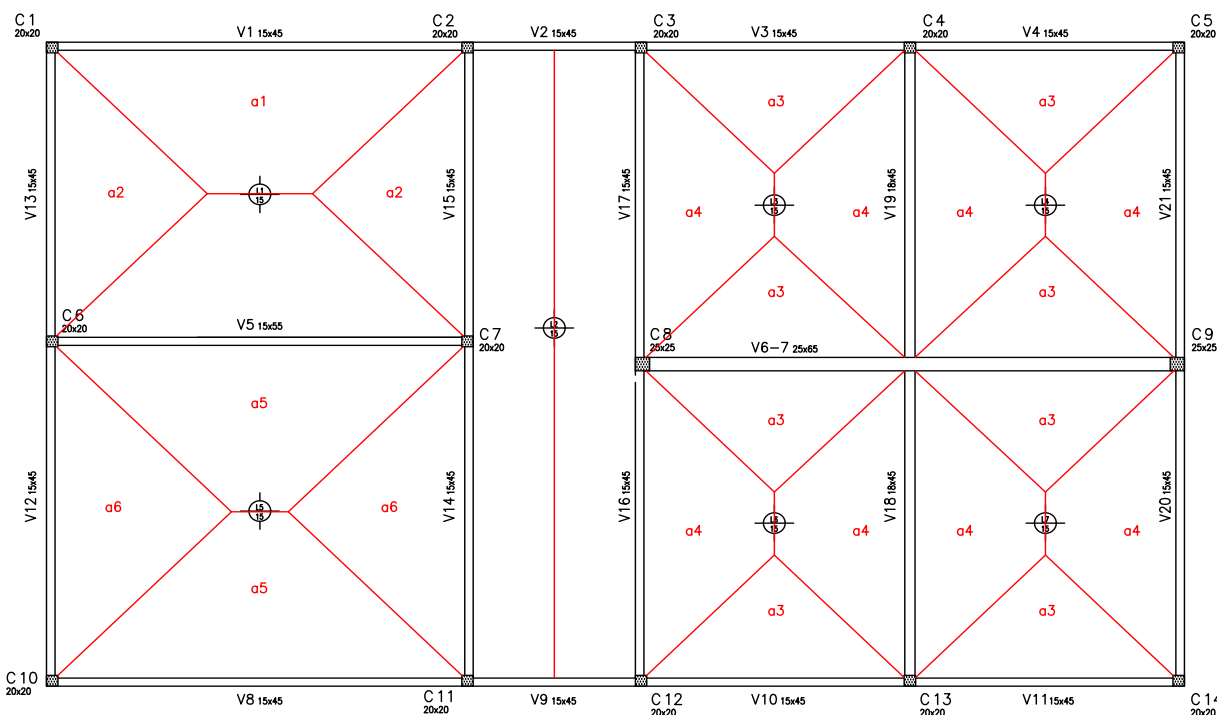
Losa L2		
Datos		
$f'c =$	25000	kN/m <sup>2</sup>
$f_y =$	420000	kN/m <sup>2</sup>
$E_c =$	23500000	kN/m <sup>2</sup>
$E =$	200000000	kN/m <sup>2</sup>
$L_x =$	3	m
$L_y =$	11,85	m
$h =$	0,15	m
$rec =$	0,02	m
$\emptyset b =$	0,008	m
$d =$	0,126	m
$q_u =$	6,1	kN/m <sup>2</sup>
Cálculo de armadura		
$M_u =$	6,86	kNm/m
$M_n = \frac{M_{ux}}{0.9} =$	7,63	kNm/m
$mn = \frac{M_n}{b*d^2*f'c} =$	0,0192	
$w = \frac{-1+\sqrt{1-2,352*mn}}{-1,176} =$	0,0194	
$a = \frac{w*d}{0,85} =$	0,00288	
$c = \frac{a}{R_1} =$	0,00339	
$\epsilon = \frac{0,003}{c} * (d - c) =$	0,109	
$A_s = \frac{w*b*d*f'c}{f_y} =$	1,44	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ min}} =$	2,70	cm <sup>2</sup> /m
Sep máx =	20	cm
$\emptyset b$ adoptado =	8	mm
separación =	18,62	cm
<b>Armadura Adoptada =</b>	<b>1Ø8c/18cm</b>	
$A_{sx} =$	0,29	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ min}}$	2,7	cm <sup>2</sup> /m
Sep max =	30	cm
$\emptyset b$ adoptado =	8	mm
separación =	18,62	cm
<b>Armadura Adoptada =</b>	<b>1Ø8c/18cm</b>	

Losas L3-L4-L6-L7				
Datos				
$f'c =$	25000		kN/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	420000		kN/m <sup>2</sup>	
$E_c =$	23500000		kN/m <sup>2</sup>	
$E =$	200000000		kN/m <sup>2</sup>	
$L_x =$	4,75		m	
$L_y =$	5,925		m	
$h =$	0,15		m	
$rec =$	0,02		m	
$\phi b =$	0,008		m	
$d =$	0,126		m	
$q_u =$	6,1		kN/m <sup>2</sup>	
$Q_{tot} =$	171,68		kN	
Tabla de Erturke				
	$l_{max}/l_{min}$	$n_{mx}$	$n_{my}$	$n_{y_{max}}$
$\lambda_0$	1	0,0368	0,0368	0,0368
$\lambda$	1,25	0,0382	0,0353	0,0353
$\lambda_1$	1,1	0,0407	0,0326	0,0326
Armadura s/eje y				
$M_{ux} =$	6,56		kNm/m	
$M_n = \frac{M_{ux}}{0,9} =$	7,29		kNm/m	
$dv =$	0,126 m			
$mn = \frac{M_n}{b \cdot d^2 \cdot f'c} =$	0,0184			
$w = \frac{-1 + \sqrt{1 - 2,352 \cdot mn}}{-1,176} =$	0,0186			
$a = \frac{w \cdot d}{0,85} =$	0,00275			
$c = \frac{a}{\beta_1} =$	0,00324			
$\epsilon = \frac{0,003}{c} \cdot (d - c) =$	0,114			
$A_s = \frac{w \cdot b \cdot d \cdot f'c}{f_y} =$	1,39		cm <sup>2</sup> /m	
$A_s \text{ min} =$	2,70		cm	
Sep máx =	30		cm	
$\phi b$ adoptado =	8		mm	
separación =			° cm	
Armadura Adoptada =	1Ø8c/18cm			
Armadura s/eje x				
$M_{uy} =$	6,06		kNm/m	
$M_n = \frac{M_{uy}}{0,9} =$	6,73		kNm/m	
$dy =$	0,118 m			
$mn = \frac{M_n}{b \cdot d^2 \cdot f'c} =$	0,0193			
$w = \frac{-1 + \sqrt{1 - 2,352 \cdot mn}}{-1,176} =$	0,0196			
$a = \frac{w \cdot d}{0,85} =$	0,00271			
$c = \frac{a}{\beta_1} =$	0,00319			
$\epsilon = \frac{0,003}{c} \cdot (d - c) =$	0,108			
$A_s = \frac{w \cdot b \cdot d \cdot f'c}{f_y} =$	1,37		cm <sup>2</sup> /m	
$A_s \text{ min} =$	2,70		cm <sup>2</sup> /m	
Sep máx =	30		cm	
$\phi b$ adoptado =	8		mm	
separación =	18,62		cm	
Armadura Adoptada =	1Ø8c/18cm			

Losa L5				
Datos				
f'c =	25000		kN/m2	
fy =	420000		kN/m2	
Ec =	23500000		kN/m2	
E =	200000000		kN/m2	
Lx =	7,35		m	
Ly =	6,35		m	
h =	0,15		m	
rec =	0,02		m	
∅b =	0,008		m	
d =	0,126		m	
qu =	6,1		kN/m2	
Qtot =	284,70		kN	
Tabla de Erturke				
	lmax/lmin	nmx	nmy	nxmax
λ0	1,1	0,0326	0,0407	0,0326
λ	1,16	0,0286	0,0418	0,0312
λ1	1,2	0,0217	0,0438	0,0287
Armadura s/eje y				
Mux =	8,15		kNm/m	
$Mn = \frac{Mux}{0.9} =$	9,06		kNm/m	
dy =	0,126 m			
$mn = \frac{Mn}{b*d^2*f'c} =$	0,0228			
$w = \frac{-1+\sqrt{1-2,352*mn}}{-1,176} =$	0,0231			
$a = \frac{w*d}{0,85} =$	0,00343			
$c = \frac{a}{\beta_1} =$	0,00404			
$\epsilon = \frac{0,003}{c} * (d - c) =$	0,091			
$As = \frac{w*b*d*f'c}{fy} =$	1,74		cm2/m	
As min =	2,70		cm	
Sep máx =	30		cm	
∅b adoptado =	8		mm	
separación =	18,62		cm	
Armadura Adoptada =	1∅8c/18cm			
Armadura s/eje x				
Muy =	11,91		kNm/m	
$Mn = \frac{Mux}{0.9} =$	13,23		kNm/m	
dy =	0,118 m			
$mn = \frac{Mn}{b*d^2*f'c} =$	0,0380			
$w = \frac{-1+\sqrt{1-2,352*mn}}{-1,176} =$	0,0389			
$a = \frac{w*d}{0,85} =$	0,00540			
$c = \frac{a}{\beta_1} =$	0,00635			
$\epsilon = \frac{0,003}{c} * (d - c) =$	0,053			
$As = \frac{w*b*d*f'c}{fy} =$	2,73		cm2/m	
As min =	2,70		cm2/m	
Sep máx =	30		cm	
∅b adoptado =	8		mm	
separación =	18,40		cm	
Armadura Adoptada =	1∅8c/18cm			

## II.2. Dimensionamiento y cálculo de las vigas

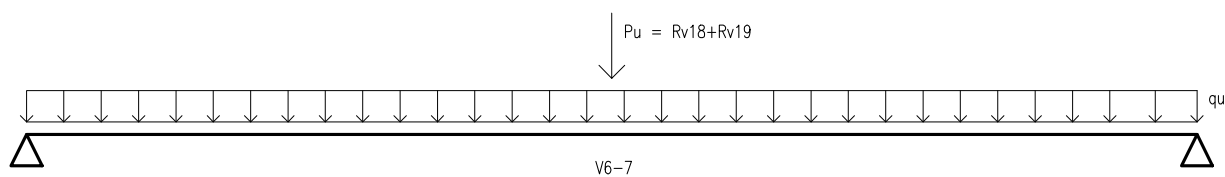
Para definir las cargas con las que vamos a dimensionar las vigas, tenemos en cuenta el peso propio de las mismas, las cargas de las losas que apoyan sobre ellas mediante las líneas de rotura y para las vigas perimetrales consideramos la carga permanente del parapeto que apoya sobre ellas.



LINEAS DE ROTURA

Ilustración 43. Líneas de roturas de las losas

Continuando con la simplificación del cálculo, consideramos todas las vigas simplemente apoyadas con una carga repartida constante en toda su longitud, a excepción de la viga V6-V7, la cual tiene una carga puntal en el medio de la luz debido a que las vigas V18 y V19 apoyan sobre ella. Consideramos que la viga V6-7 actúa como apoyo en este caso ya que tiene mayor rigidez, presentando así una mayor resistencia a las deformaciones.



Viga V1	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	730 cm
a1 =	12,10 m2
qlosa =	10,11 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	12,71 kN/m
Mu =	84,64 kNm
Vu =	46,38 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	61,84 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	9,46 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,54 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto estribos a dos ramas 1 φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	94,05 kN
mn =	0,1429
w =	0,1574
a =	7,76 cm
β1 =	0,85
c =	9,13
ε =	0,0108
As =	5,89 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	1,6 cm
cant de barras	3
Verificación - ELS	
L =	7,3 m
qs =	9,08 kN/m
f =	5,22 mm
fadm = L/180	40,56 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V2 = V9	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	305 cm
a =	m2
qlosa =	0,00 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	2,59 kN/m
Mu =	3,01 kNm
Vu =	3,95 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	5,27 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	NO
Vs =	0,00 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,00 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto armadura a dos ramas 1 φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	3,35 kN
mn =	0,0051
w =	0,0051
a =	0,25 cm
β1 =	0,85
c =	0,30
ε =	0,4218
As =	0,19 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	1,2 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	3,05 m
qs =	1,85 kN/m
f =	0,02 mm
fadm = L/180	16,94 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V3 = V10	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	472,5 cm
a3 =	5,26 m2
qlosa =	6,78 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	9,38 kN/m
Mu =	26,17 kNm
Vu =	22,15 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	29,54 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	NO
Vs =	0,00 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,00 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto estribos a dos ramas 1 φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	29,08 kN
mn =	0,0442
w =	0,0454
a =	2,24 cm
β1 =	0,85
c =	2,63
ε =	0,0448
As =	1,70 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	1,2 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	4,725 m
qs =	6,70 kN/m
f =	0,32 mm
fadm = L/180	26,25 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V4 = V11	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	472,5 cm
a3 =	5,26 m <sup>2</sup>
qlosa =	6,78 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	9,37 kN/m
Mu =	26,16 kNm
Vu =	22,15 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	29,53 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	NO
Vs =	0,00 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Av/s min =	1,18 cm <sup>2</sup> /m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto estribos a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	29,07 kN
mn =	0,0442
w =	0,0454
a =	2,24 cm
β1 =	0,85
c =	2,63
ε =	0,0448
As =	1,70 cm <sup>2</sup>
As min =	2,10 cm <sup>2</sup>
φ barras	1,2 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	4,725 m
qs =	6,70 kN/m
f =	1,62 mm
fadm = L/180	26,25 mm
Ec =	23500000 kN/m <sup>2</sup>
I =	0,00113906 m <sup>4</sup>
VERIFICA?	SI

Viga V5	
b =	15 cm
h =	55 cm
L =	730 cm
a1+a5 =	24,81 m <sup>3</sup>
qlosa =	20,74 kN/m
qpp =	2,06 kN/m
qparapeto =	0 kN/m
qu =	23,21 kN/m
Mu =	154,61 kNm
Vu =	84,72 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	112,96 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	51,9 cm
Vc =	64,88 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	48,08 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	324,38 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	2,21 cm <sup>2</sup> /m
Av/s min =	1,18 cm <sup>2</sup> /m
s max =	25,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	25,64 cm
Adopto estribos a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	171,79 kN
mn =	0,1701
w =	0,1917
a =	11,70 cm
β1 =	0,85
c =	13,77
ε =	0,0083
As =	8,88 cm <sup>2</sup>
As min =	2,60 cm <sup>2</sup>
φ barras	2 cm
cant de barras	3
Verificación - ELS	
L =	7,3 m
qs =	16,58 kN/m
f =	12,54 mm
fadm = L/180	40,56 mm
Ec =	23500000 kN/m <sup>2</sup>
I =	0,00207969 m <sup>4</sup>
VERIFICA?	SI

Viga V6 - V7	
b =	25 cm
h =	65 cm
L =	945 cm
2 x a3 =	10,51 m <sup>2</sup>
qlosa =	6,78 kN/m
qpp =	4,06 kN/m
qparapeto =	0 kN/m
qu =	11,66 kN/m
Mu =	653,46 kNm
Vu =	110,75 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	147,67 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	2,5 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	60,9 cm
Vc =	126,88 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	20,79 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	634,38 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,81 cm <sup>2</sup> /m
Av/s min =	1,96 cm <sup>2</sup> /m
s max =	30,45 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	28,79 cm
Adopto estribos a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	726,07 kN
mn =	0,3132
w =	0,4140
a =	29,66 cm
β1 =	1,85
c =	16,03
ε =	0,0084
As =	37,52 cm <sup>2</sup>
As min =	5,08 cm <sup>2</sup>
φ barras	2,5 cm
cant de barras	8
Verificación - ELS	
L =	9,45 m
qs =	8,33 kN/m
f =	6,43 mm
fadm = L/180	52,50 mm
Ec =	23500000 kN/m <sup>2</sup>
I =	0,00572135 m <sup>4</sup>
VERIFICA?	SI

Viga V8	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	730 cm
a5 =	12,71 m2
qlosa =	10,62 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	13,21 kN/m
Mu =	87,99 kNm
Vu =	48,22 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	64,29 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	11,91 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,68 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto armadura a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	97,77 kN
mn =	0,1485
w =	0,1644
a =	8,10 cm
β1 =	0,85
c =	9,53
ε =	0,0102
As =	6,15 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	2 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	7,3 m
qs =	9,44 kN/m
f =	5,43 mm
fadm = L/180	40,56 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V12	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	632,5 cm
a6 =	9,61 m2
qlosa =	9,27 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	11,86 kN/m
Mu =	59,29 kNm
Vu =	37,50 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	50,00 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	NO
Vs =	0,00 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,00 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto armadura a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	65,88 kN
mn =	0,1001
w =	0,1068
a =	5,26 cm
β1 =	0,85
c =	6,19
ε =	0,0173
As =	3,99 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	1,6 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	6,325 m
qs =	8,47 kN/m
f =	2,74 mm
fadm = L/180	35,14 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V13	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	547,5 cm
a2 =	7,16 m2
qlosa =	7,97 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	10,56 kN/m
Mu =	39,57 kNm
Vu =	28,91 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	38,55 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	NO
Vs =	0,00 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
—> Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,00 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto armadura a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	43,97 kN
mn =	0,0668
w =	0,0696
a =	3,43 cm
β1 =	0,85
c =	4,04
ε =	0,0281
As =	2,61 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	1,6 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	5,475 m
qs =	7,54 kN/m
f =	1,37 mm
fadm = L/180	30,42 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V14	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	632,5 cm
a6 =	9,61 m2
qlosacruzada=	9,27 kN/m
qlosaderecha=	9,15 kN/m
qpp=	1,69 kN/m
qparapeto=	0 kN/m
qu =	20,44 kN/m
Mu=	102,23 kNm
Vu=	64,65 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	86,20 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d=	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	33,83 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
→ Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	1,92 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max=	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	29,42 cm
Adopto estribos a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	113,59 kN
mn =	0,1725
w =	0,1949
a =	9,61 cm
β1 =	0,85
c =	11,30
ε =	0,0081
As =	7,29 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	2 cm
cant de barras	3
Verificación - ELS	
L =	6,325 m
qs =	14,60 kN/m
f =	4,73 mm
fadm= L/180	35,14 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V15	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	547,5 cm
a2 =	7,16 m2
qlosacruzada=	7,97 kN/m
qlosaderecha=	9,15 kN/m
qpp=	1,69 kN/m
qparapeto=	0 kN/m
qu =	19,15 kN/m
Mu=	71,74 kNm
Vu=	52,42 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	69,89 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d=	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	17,51 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
→ Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	1,00 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max=	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto estribos a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	79,72 kN
mn =	0,1211
w =	0,1312
a =	6,47 cm
β1 =	0,85
c =	7,61
ε =	0,0135
As =	4,91 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	2 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	5,475 m
qs =	13,68 kN/m
f =	2,49 mm
fadm= L/180	30,42 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V16 = V17	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	590 cm
a4 =	7,95 m2
qlosacruzada=	8,22 kN/m
qlosaderecha=	9,15 kN/m
qpp=	1,69 kN/m
qparapeto=	0 kN/m
qu =	19,39 kN/m
Mu=	84,39 kNm
Vu=	57,21 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	76,28 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d=	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	23,91 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
→ Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	1,36 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max=	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	41,63 cm
Adopto estribos a dos ramas 1φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	93,76 kN
mn =	0,1424
w =	0,1569
a =	7,73 cm
β1 =	0,85
c =	9,10
ε =	0,0108
As =	5,87 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	2 cm
cant de barras	2
Verificación - ELS	
L =	5,9 m
qs =	13,85 kN/m
f =	3,40 mm
fadm= L/180	32,78 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

Viga V18 = V19	
b =	18 cm
h =	45 cm
L =	590 cm
2 x a4 =	15,90 m2
qlosa =	16,44 kN/m
qpp =	2,03 kN/m
qparapeto =	0 kN/m
qu =	18,87 kN/m
Mu =	82,10 kNm
Vu =	55,66 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	74,21 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	62,85 kN
Debo colocar Av de corte?	SI
Vs =	11,36 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
→ Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	314,25 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,65 cm2/m
Av/s min =	1,41 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	39,98 cm
Adopto estribos a dos ramas 1 φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	91,22 kN
mn =	0,1155
w =	0,1246
a =	6,14 cm
β1 =	0,85
c =	7,23
ε =	0,0144
As =	5,59 cm2
As min =	2,51 cm2
φ barras	1,6 cm
cant de barras	3
Verificación - ELS	
L =	5,9 m
qs =	13,48 kN/m
f =	2,76 mm
fadm = L/180	32,78 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00136688 m4
VERIFICA?	SI

Viga V20 = V21	
b =	15 cm
h =	45 cm
L =	590 cm
a4 =	7,95 m2
qlosa =	8,22 kN/m
qpp =	1,69 kN/m
qparapeto =	0,47 kN/m
qu =	10,81 kN/m
Mu =	47,03 kNm
Vu =	31,88 kN
Armadura de corte	
φ =	0,75
Vn = Vu/φ =	42,51 kN
CIRSOC 11.1.1	$V_n = V_c + V_s$
CIRSOC 11.3.1.1	$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$
rec	2,00 cm
φ barra	1 cm
φ estribos	0,6 cm
d =	41,9 cm
Vc =	52,38 kN
Debo colocar Av de corte?	NO
Vs =	0,00 kN
Verificación de la biela comprimida	
CIRSOC 11.5.7.9	$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$
→ Vn < 5/6 x raiz(f'c) x bw x d	
Parte derecha =	261,88 kN
Verifica?	SI
Cálculo armadura necesaria	
CIRSOC 11.5.7.2	$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$
Av/s =	0,00 cm2/m
Av/s min =	1,18 cm2/m
s max =	20,95 cm
φ estribos	0,6 cm
s calc	47,98 cm
Adopto estribos a dos ramas 1 φ6/20cm	
Armadura de flexión	
φ =	0,9
Mn = Mu/φ =	52,25 kN
mn =	0,0794
w =	0,0835
a =	4,11 cm
β1 =	0,85
c =	4,84
ε =	0,0230
As =	3,12 cm2
As min =	2,10 cm2
φ barras	1,2 cm
cant de barras	3
Verificación - ELS	
L =	5,9 m
qs =	7,72 kN/m
f =	1,89 mm
fadm = L/180	32,78 mm
Ec =	23500000 kN/m2
I =	0,00113906 m4
VERIFICA?	SI

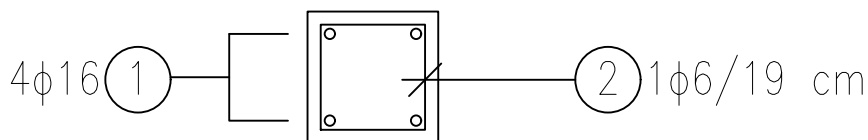
Finalmente, adoptamos la siguiente armadura para cada viga:

Tabla 47. Resumen armaduras vigas

Resumen Armaduras Vigas			
Losa	Sección	Armadura longitudinal	Estribos a dos ramas
V1	15x45	3Ø16	1Ø6c/20cm
V2 = V9	15x45	2Ø12	1Ø6c/20cm
V3 = V10	15x45	2Ø12	1Ø6c/20cm
V4 = V11	15x45	2Ø12	1Ø6c/20cm
V5	15x55	3Ø20	1Ø6c/20cm
V6-V7	25x65	8Ø25	1Ø6c/20cm
V8	15x45	2Ø20	1Ø6c/20cm
V12	15x45	2Ø16	1Ø6c/20cm
V13	15x45	2Ø16	1Ø6c/20cm
V14	15x45	3Ø20	1Ø6c/20cm
V15	15x45	2Ø20	1Ø6c/20cm
V16 = V17	15x45	2Ø20	1Ø6c/20cm
V18 = V19	15x45	3Ø16	1Ø6c/20cm
V20 = V21	15x45	3Ø12	1Ø6c/20cm

### II.3. Dimensionamiento y cálculo de las columnas.

Para las columnas planteamos una sección mínima de 20x20cm, exceptuando las columnas C8 y C9 que adoptamos una sección de 25x25. Con las simplificaciones adoptadas, estos elementos estarán sometidos solamente a compresión, la carga  $P_u$  la calculamos como la suma de las reacciones de las vigas que apoyan sobre cada columna. Al no estar sometidas a esfuerzos de grandes magnitudes, terminamos adoptando la cuantía mínima de 0,01 y una armadura de 4Ø16 y estribos 1Ø6/19 cm.



Columna C1	
Pu =	75,29 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	115,83 kN
Pn =	0,12 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0018 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm2
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C2	
Pu =	102,75 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	158,07 kN
Pn =	0,16 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0016 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm3
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C3 = C12	
Pu =	83,32 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	128,18 kN
Pn =	0,13 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0017 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm3
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C4 = C13	
Pu =	99,96 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	153,78 kN
Pn =	0,15 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0016 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm4
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C5 = C14	
Pu =	54,03 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	83,12 kN
Pn =	0,08 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0019 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm5
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C6	
Pu =	151,13 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	232,50 kN
Pn =	0,23 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0014 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm6
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C7	
Pu =	201,79 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	310,44 kN
Pn =	0,31 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0012 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm7
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C8	
Pu =	225,18 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	346,42 kN
Pn =	0,35 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0010 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm8
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C9	
Pu =	63,77 kN
φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	98,10 kN
Pn =	0,10 MN
Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag$	
$fy - 0,85 * f'c$	
Ast =	-0,0018 m2
As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm9
φ barra	1,6 cm
cant de barras	2,0
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

Columna C10		Columna C11	
Pu =	85,71 kN	Pu =	116,82 kN
φ =	0,65	φ =	0,65
Pn= Pu/φ =	131,87 kN	Pn= Pu/φ =	179,72 kN
Pn =	0,13 MN	Pn =	0,18 MN
Proponemos una sección		Proponemos una sección	
L1 =	0,2 m	L1 =	0,2 m
L2 =	0,2 m	L2 =	0,2 m
Ag =	0,04 m2	Ag =	0,04 m2
$Ast = \frac{\frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag}{fy - 0,85 * f'c}$		$Ast = \frac{\frac{Pn}{0,8} - 0,85 * f'c * Ag}{fy - 0,85 * f'c}$	
Ast =	-0,0017 m2	Ast =	-0,0016 m2
As min =	0,0004 m2	As min =	0,0004 m2
As max =	0,003 m2	As max =	0,003 m2
As adopt =	4 cm10	As adopt =	4 cm11
φ barra	1,6 cm	φ barra	1,8 cm
cant de barras	2,0	cant de barras	1,6
Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm		Adopto 4φ16 y estribos 1φ6/19 cm	

#### II.4. Dimensionamiento y cálculo de las fundaciones.

Una vez conocidas las cargas a las que está sometida cada columna y habiendo definido la sección de las mismas, procedemos a diseñar las fundaciones. Adoptamos la solución de fundar cada columna con una base superficial centrada, debido a la baja magnitud de las cargas.

Lo primero que definimos fue la cota de fundación, para así poder obtener una tensión admisible del suelo, para esto nos basamos en el estudio de suelo brindado por la municipalidad de Villa Cañas en el cual se recomienda lo siguiente, “Sólo para el caso de cargas livianas podría optarse por una fundación directa mediante bases aisladas, unificadas o excéntricas, utilizando los valores de tensión admisible detallados en el cuadro del punto VI, donde a nuestro criterio sería conveniente fundar al nivel -1,20 m respecto del nivel 0,00 de referencia, utilizando una tensión admisible de 0,9 kg/cm<sup>2</sup>.”

Bajo tierra, las dimensiones de la columna se incrementan un 2,5 cm de cada lado, por dos motivos, por un lado, se necesita más recubrimiento en contacto con el suelo, para proteger la armadura de corrosión y además esto sirve como un apoyo para el encofrado de la columna. Las dimensiones del fuste son  $c_x$  x  $c_y$ .

Considerando que las tensiones del suelo son uniformes, Se calcula el área necesaria de la solera.

$$\Omega = \frac{P_s}{\sigma_{tADM}}$$

Luego, adoptamos las dimensiones de la solera  $a_x$  y  $a_y$  de modo de que  $a_x * a_y > \Omega$

Para que resulte aceptable la hipótesis que planteamos antes de distribución uniforme de tensiones, deben emplearse zapatas rígidas. Por lo tanto, por criterios de rigidez, resulta  $h_{min} = l_v/2$

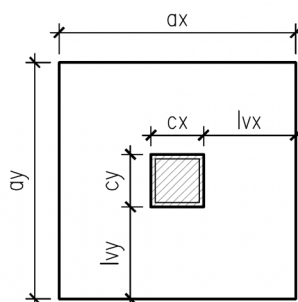


Ilustración 44: Esquema dimensiones zapata.

Una vez dimensionada la base, realizamos las verificaciones correspondientes:

- Verificación al corte como viga ancha

Las secciones críticas se ubican a una distancia “d” del filo del fuste.

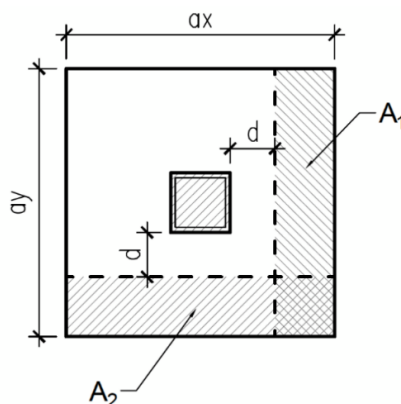


Ilustración 45: Secciones críticas, verificación al corte como viga ancha.

$$q_u = \frac{P_u}{a_x * a_y}$$

$$V_{UX} = q_u * A_1$$

$$V_{UY} = q_u * A_2$$

Una vez obtenidos estos valores, verificamos que se cumpla  $\phi V_n \geq V_u$ , tratamos de no colocar armadura de corte en la solera, por lo tanto, en la ecuación anterior se iguala la resistencia nominal a la resistencia proporcionada por el hormigón  $V_c$ , es decir,  $\phi V_c \geq V_u$ .

- Verificación al punzonado

Para este caso, la sección crítica se define a una distancia d/2 alrededor del fuste.

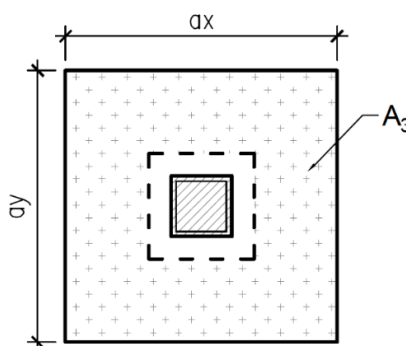


Ilustración 46: Sección crítica, verificación al punzonado.

Una vez obtenido el valor de  $V_U = q_u * A_3$ , verificamos que se cumpla  $\phi V_c \geq V_u$  a partir de las expresiones propuestas en el reglamento CIRSOC 201 11.12.2.1.

A continuación, adjuntamos los cálculos correspondientes para cada base.

Base C1	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	62,29 kN
Pu =	75,29 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
σadm =	90 kN/m <sup>2</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
Ω =	0,69 m <sup>2</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	0,85 m
Ω/ax =	0,81424837 m
se adopta ay =	0,85 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,3 m
lvy =	0,3 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,15 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,15 m
se adopta h =	15 cm
recubrimiento =	5 cm
øbarra =	1,2 cm
dx =	0,094 m
dy =	0,082 m
d =	0,088 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	104,21 kN/m <sup>2</sup>
A1 =	0,1802 m <sup>2</sup>
A2 =	0,1802 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	18,78 kN
Vuy = qu*A2 =	18,78 kN
øVcx =	0,0468 MN
=	46,75 kN
øVcx > Vux VERIFICA	
øVcy =	0,0468 MN
=	46,75 kN
øVcy > Vuy VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	1,352 m
A3 =	0,608 m <sup>2</sup>
Vu = qu*A3 =	63,39 kN
β = cy/cx	1
øVc1 =	0,22308 MN
=	223,08 kN
α(columna interior) =	40
α(columna borde) =	30
α(columna esquina) =	20
α =	20
øVc2 =	0,12276 MN
=	122,76 kN
øVc3 = 0,19829333 MN	
=	223,08 kN
øVcmin =	122,76 kN
øVcmin > Vu VERIFICA	

Base C2	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	84,20 kN
Pu =	102,75 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
σadm =	90 kN/m <sup>2</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
Ω =	0,94 m <sup>3</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	1 m
Ω/ax =	0,93555556 m
se adopta ay =	1 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,375 m
lvy =	0,375 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,1875 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,1875 m
se adopta h =	20 cm
recubrimiento =	5 cm
øbarra =	1,2 cm
dx =	0,144 m
dy =	0,132 m
d =	0,138 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	102,75 kN/m <sup>2</sup>
A1 =	0,237 m <sup>2</sup>
A2 =	0,237 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	24,35 kN
Vuy = qu*A2 =	24,35 kN
øVcx =	0,0863 MN
=	86,25 kN
øVcx > Vux VERIFICA	
øVcy =	0,0863 MN
=	86,25 kN
øVcy > Vuy VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	1,552 m
A3 =	0,849 m <sup>2</sup>
Vu = qu*A3 =	87,28 kN
β = cy/cx	1
øVc1 =	0,40158 MN
=	401,58 kN
α(columna interior) =	40
α(columna borde) =	30
α(columna esquina) =	20
α =	30
øVc2 =	0,3123975 MN
=	312,40 kN
øVc3 = 0,35696 MN	
=	224,08 kN
øVcmin =	224,08 kN
øVcmin > Vu VERIFICA	

Base C3 = C12	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	68,43 kN
Pu =	83,32 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>4</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	0,76 m <sup>4</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	0,85 m
$\Omega/ax$ =	0,8945098 m
se adopta ay =	0,85 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,3 m
lvy =	0,3 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,15 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,15 m
se adopta h =	15 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi_{barra}$ =	1,2 cm
dx =	0,094 m
dy =	0,082 m
d =	0,088 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	115,32 kN/m <sup>4</sup>
A1 =	0,1802 m <sup>2</sup>
A2 =	0,1802 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	20,78 kN
Vuy = qu*A2 =	20,78 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,0468 MN
=	46,75 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,0468 MN
=	46,75 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	1,352 m
A3 =	0,608 m <sup>4</sup>
Vu = qu*A3 =	70,14 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,22308 MN
=	223,08 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	30
$\phi V_{c2}$ =	0,14696 MN
=	146,96 kN
$\phi V_{c3}$ =	0,19829333 MN
=	225,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	146,96 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

Base C4= C13	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	82,13 kN
Pu =	99,96 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>5</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	0,91 m <sup>5</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	1 m
$\Omega/ax$ =	0,91255556 m
se adopta ay =	1 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,375 m
lvy =	0,375 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,1875 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,1875 m
se adopta h =	20 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi_{barra}$ =	1,2 cm
dx =	0,144 m
dy =	0,132 m
d =	0,138 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	99,96 kN/m <sup>5</sup>
A1 =	0,237 m <sup>2</sup>
A2 =	0,237 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	23,69 kN
Vuy = qu*A2 =	23,69 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,0863 MN
=	86,25 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,0863 MN
=	86,25 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	1,552 m
A3 =	0,849 m <sup>5</sup>
Vu = qu*A3 =	84,91 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,40158 MN
=	401,58 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	30
$\phi V_{c2}$ =	0,3123975 MN
=	312,40 kN
$\phi V_{c3}$ =	0,35696 MN
=	226,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	226,08 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

Base C5= C14	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	45,12 kN
Pu =	54,03 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>6</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	0,50 m <sup>6</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	0,85 m
$\Omega/ax$ =	0,58980392 m
se adopta ay =	0,85 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,3 m
lvy =	0,3 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,15 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,15 m
se adopta h =	15 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi_{barra}$ =	1,2 cm
dx =	0,094 m
dy =	0,082 m
d =	0,088 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	74,78 kN/m <sup>6</sup>
A1 =	0,1802 m <sup>2</sup>
A2 =	0,1802 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	13,48 kN
Vuy = qu*A2 =	13,48 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,0468 MN
=	46,75 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,0468 MN
=	46,75 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0=	1,352 m
A3 =	0,608 m <sup>6</sup>
Vu = qu*A3 =	45,49 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,22308 MN
=	223,08 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	20
$\phi V_{c2}$ =	0,12276 MN
=	122,76 kN
$\phi V_{c3}$ = 0,19829333 MN	
=	227,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	122,76 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

Base C6	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	123,06 kN
Pu =	151,13 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>7</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	1,37 m <sup>7</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	1,2 m
$\Omega/ax$ =	1,13944444 m
se adopta ay =	1,2 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,475 m
lvy =	0,475 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,2375 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,2375 m
se adopta h =	24 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi_{barra}$ =	1,2 cm
dx =	0,184 m
dy =	0,172 m
d =	0,178 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	104,95 kN/m <sup>7</sup>
A1 =	0,3564 m <sup>2</sup>
A2 =	0,3564 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	37,40 kN
Vuy = qu*A2 =	37,40 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,1335 MN
=	133,50 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,1335 MN
=	133,50 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0=	1,712 m
A3 =	1,257 m <sup>7</sup>
Vu = qu*A3 =	131,90 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,57138 MN
=	571,38 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	30
$\phi V_{c2}$ =	0,4874975 MN
=	487,50 kN
$\phi V_{c3}$ = 0,50789333 MN	
=	228,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	228,08 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

Base C7	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	161,77 kN
Pu =	201,79 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>8</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	1,80 m <sup>8</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	1,35 m
$\Omega/ax$ =	1,33144033 m
se adopta ay =	1,35 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,55 m
lvy =	0,55 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,275 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,275 m
se adopta h =	28 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi_{barra}$ =	1,2 cm
dx =	0,224 m
dy =	0,212 m
d =	0,218 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	110,72 kN/m <sup>8</sup>
A1 =	0,4482 m <sup>2</sup>
A2 =	0,4482 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	49,62 kN
Vuy = qu*A2 =	49,62 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,1839 MN
=	183,94 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,1839 MN
=	183,94 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	1,872 m
A3 =	1,603 m <sup>8</sup>
Vu = qu*A3 =	177,54 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,76518 MN
=	765,18 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	40
$\phi V_{c2}$ =	0,84911 MN
=	849,11 kN
$\phi V_{c3}$ =	0,68016 MN
=	229,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	229,08 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

Base C8	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,25 m
b =	0,25 m
Carga de columna	
Ps =	184,67 kN
Pu =	225,18 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>9</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,3 m
cy =	0,3 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	2,05 m <sup>9</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	1,45 m
$\Omega/ax$ =	1,41509579 m
se adopta ay =	1,45 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,575 m
lvy =	0,575 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,2875 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,2875 m
se adopta h =	30 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi_{barra}$ =	1,2 cm
dx =	0,244 m
dy =	0,232 m
d =	0,238 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	107,10 kN/m <sup>9</sup>
A1 =	0,48865 m <sup>2</sup>
A2 =	0,48865 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	52,33 kN
Vuy = qu*A2 =	52,33 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,2157 MN
=	215,69 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,2157 MN
=	215,69 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	2,152 m
A3 =	1,813 m <sup>9</sup>
Vu = qu*A3 =	194,18 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,96033 MN
=	960,33 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	40
$\phi V_{c2}$ =	1,02816 MN
=	1028,16 kN
$\phi V_{c3}$ =	0,85362667 MN
=	230,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	230,08 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

Base C9	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,25 m
b =	0,25 m
Carga de columna	
Ps =	145,96 kN
Pu =	174,52 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
oadm =	90 kN/m10
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,3 m
cy =	0,3 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	1,62 m10
Dimensiones de la solera	
ax =	1,35 m
$\Omega$ /ax =	1,20131687 m
se adopta ay =	1,35 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,525 m
lvy =	0,525 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,2625 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,2625 m
se adopta h =	28 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi$ barra =	1,2 cm
dx =	0,224 m
dy =	0,212 m
d =	0,218 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	95,76 kN/m10
A1 =	0,41445 m2
A2 =	0,41445 m2
Vux = qu*A1 =	39,69 kN
Vuy = qu*A2 =	39,69 kN
$\phi$ Vcx =	0,1839 MN
=	183,94 kN
$\phi$ Vcx > Vux VERIFICA	
$\phi$ Vcy =	0,1839 MN
=	183,94 kN
$\phi$ Vcy > Vuy VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0=	2,072 m
A3 =	1,554 m10
Vu = qu*A3 =	148,82 kN
$\beta$ = cy/cx	1
$\phi$ Vc1 =	0,84693 MN
=	846,93 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	30
$\phi$ Vc2 =	0,7278475 MN
=	727,85 kN
$\phi$ Vc3 =	0,75282667 MN
=	231,08 kN
$\phi$ Vcmin =	231,08 kN
$\phi$ Vcmin > Vu VERIFICA	

Base C10	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	70,65 kN
Pu =	85,71 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
oadm =	90 kN/m11
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	0,79 m11
Dimensiones de la solera	
ax =	1 m
$\Omega$ /ax =	0,785 m
se adopta ay =	1 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,375 m
lvy =	0,375 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,1875 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,1875 m
se adopta h =	20 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi$ barra =	1,2 cm
dx =	0,144 m
dy =	0,132 m
d =	0,138 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	85,71 kN/m11
A1 =	0,237 m2
A2 =	0,237 m2
Vux = qu*A1 =	20,31 kN
Vuy = qu*A2 =	20,31 kN
$\phi$ Vcx =	0,0863 MN
=	86,25 kN
$\phi$ Vcx > Vux VERIFICA	
$\phi$ Vcy =	0,0863 MN
=	86,25 kN
$\phi$ Vcy > Vuy VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0=	1,552 m
A3 =	0,849 m11
Vu = qu*A3 =	72,81 kN
$\beta$ = cy/cx	1
$\phi$ Vc1 =	0,40158 MN
=	401,58 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	20
$\phi$ Vc2 =	0,252885 MN
=	252,89 kN
$\phi$ Vc3 =	0,35696 MN
=	232,08 kN
$\phi$ Vcmin =	232,08 kN
$\phi$ Vcmin > Vu VERIFICA	

Base C11	
Datos	
Dimensiones columna	
a =	0,2 m
b =	0,2 m
Carga de columna	
Ps =	95,35 kN
Pu =	116,82 kN
Cota de fundación =	-1,20 m
$\sigma_{adm}$ =	90 kN/m <sup>2</sup>
f'c	25 Mpa
fy	420 MPa
Dimensiones del fuste	
cx =	0,25 m
cy =	0,25 m
Área de la solera	
$\Omega$ =	1,06 m <sup>2</sup>
Dimensiones de la solera	
ax =	1 m
$\Omega/ax$ =	1,05944444 m
se adopta ay =	1 m
Altura de la solera	
dmin =	15 cm
lvx =	0,375 m
lvy =	0,375 m
hmin 1 = lvx/2 =	0,1875 m
hmin 2 = lvy/2 =	0,1875 m
se adopta h =	20 cm
recubrimiento =	5 cm
$\phi$ barra =	1,2 cm
dx =	0,144 m
dy =	0,132 m
d =	0,138 m
Verificación al corte como viga ancha	
qu =	116,82 kN/m <sup>2</sup>
A1 =	0,237 m <sup>2</sup>
A2 =	0,237 m <sup>2</sup>
Vux = qu*A1 =	27,69 kN
Vuy = qu*A2 =	27,69 kN
$\phi V_{cx}$ =	0,0863 MN
=	86,25 kN
$\phi V_{cx} > V_{ux}$ VERIFICA	
$\phi V_{cy}$ =	0,0863 MN
=	86,25 kN
$\phi V_{cy} > V_{uy}$ VERIFICA	
Verificación al punzonado	
Perímetro b0 =	1,552 m
A3 =	0,849 m <sup>2</sup>
Vu = qu*A3 =	99,23 kN
$\beta = cy/cx$	1
$\phi V_{c1}$ =	0,40158 MN
=	401,58 kN
$\alpha$ (columna interior) =	40
$\alpha$ (columna borde) =	30
$\alpha$ (columna esquina) =	20
$\alpha$ =	30
$\phi V_{c2}$ =	0,3123975 MN
=	312,40 kN
$\phi V_{c3}$ =	0,35696 MN
=	233,08 kN
$\phi V_{cmin}$ =	233,08 kN
$\phi V_{cmin} > V_u$ VERIFICA	

## ANEXO III. Memoria de cálculo desagües pluviales.

### III.1. Consideraciones generales

Se utiliza para el cálculo el Método Racional para hallar el caudal máximo de diseño, el cual parte de las siguientes consideraciones:

- La intensidad de la lluvia es constante en el tiempo
- La intensidad de la lluvia es constante en el área de la cuenca.
- La relación entre caudal que ingresa y sale de la cuenca es constante en el tiempo (no considera la pérdida de capacidad de infiltración del suelo a lo largo de la tormenta).

El caudal generado por la cuenca es proporcional al caudal de lluvia caída, por lo que resulta.

$$Q = A x I x c$$

Donde,

Q: caudal

A: área de la cuenca

I: intensidad de lluvia

c: coeficiente de escorrentía

### III.2. Determinación del caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño se deben determinar el área de la cuenca de aporte del desagüe pluvial en estudio, la intensidad de la lluvia y el coeficiente de escorrentía (relación entre el agua que escurre superficialmente y la que cae sobre la superficie producto de las precipitaciones).

- Determinación de las cuencas de aporte:

Considerando las diversas etapas de ejecución y operación del relleno sanitario se definen las cuencas de aporte determinantes para cada uno de los desagües proyectados. Estas cuencas se pueden observar en el plano "P4-G8-HIDRO-01". Las áreas de cada una de las cuencas respectivas resultan entonces las siguientes:

- *Area cuenca de aporte Desague N°1 = 23.01 has<sup>5</sup>*
- *Area cuenca de aporte Desague N°2 = 2.21has*

---

<sup>5</sup> Para la definición del área de la cuenca de aporte se consideró también una porción del terreno lindero cuyo escurrimiento se vería afectado por la obra proyectada.

- Determinación de la intensidad de lluvia:

Para definir la intensidad de lluvia debemos primero conocer el tiempo de concentración de cada una de las cuencas, para así definir una lluvia de igual duración y garantizar el aporte en simultaneo de toda la cuenca al desagüe proyectado.

Se define el tiempo de concentración de la cuenca  $TC$  como el tiempo máximo que tarda una gota de lluvia en recorrer la totalidad de la cuenca, y para calcularlo se deben sumar los tiempos que tarda en recorrer los distintos tramos, analizados como la relación entre la longitud y la velocidad del flujo.

$$T_{cmax} = \frac{\sum_i^N \text{distancia } i}{\sum_i^N \text{velocidad } i}$$

La longitud del recorrido se obtiene sumando las diferentes instancias de trayectorias del agua:

- $Dt$ : Distancia sobre el terreno de una propiedad
- $Dc$ : Distancia sobre el canal de desagüe

Además, se consideran las siguientes velocidades de referencia, las cuales están incluidas en el Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe:

- $Vt$ : Velocidad del agua sobre terreno: 0,10 m/s
- $Vc$ : Velocidad del agua sobre el canal: 1,10 m/s

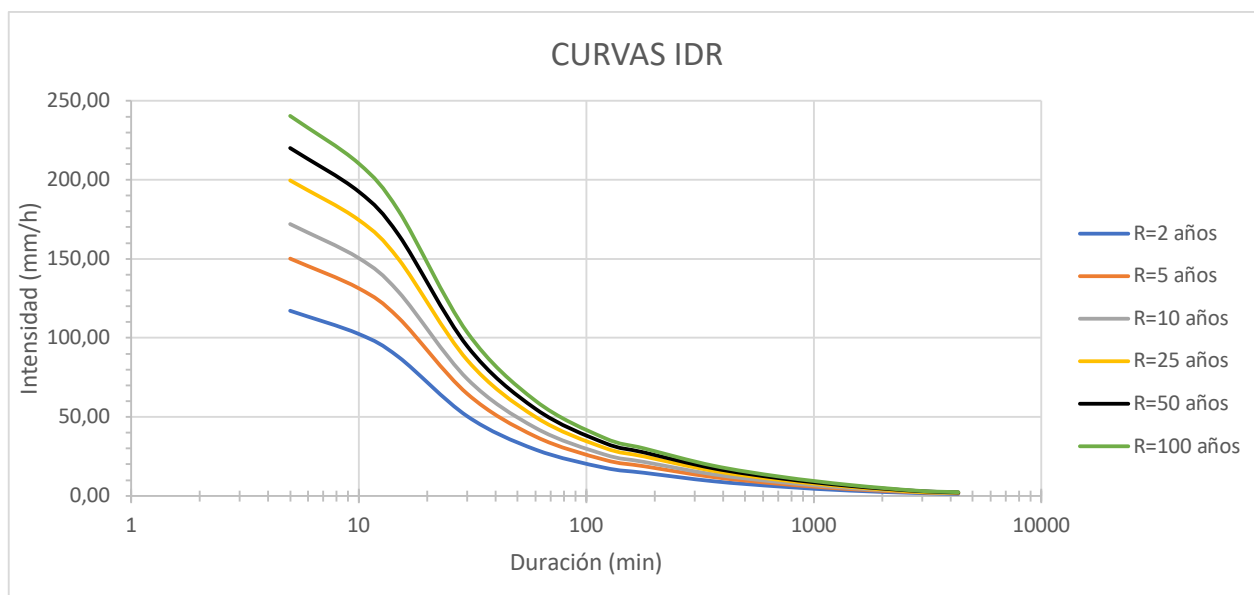
Realizando esta determinación para cada una de las cuencas se obtienen los siguientes tiempos de concentración:

- *Tiempo de concentración Cuenca N°1 = 40 min*
- *Tiempo de concentración Cuenca N°2 = 9 min <  $T_{cmin} = 10 min$*

La gran diferencia entre ambos tiempos de concentración se debe a que en la cuenca N°1 la gota mas alejada debe recorrer una gran distancia a través del terreno natural a una velocidad muy baja a diferencia del caso de la cuenca N°2 donde esto no sucede.

No obstante, debido a la forma que presentan las gráficas IDR para evitar dimensionar con un evento de lluvia de una muy elevada intensidad se considera un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos.

Ya definidos los tiempos de concentración de cada una de las cuencas, y en base a las curvas IDR que se presentan a continuación se definen las intensidades con las que serán dimensionados cada uno de los desagües.



Gráfica 4: Curvas IDR, datos brindados por la cátedra.

Considerando un tiempo de recurrencia de 2 años se obtienen las siguientes intensidades para cada el dimensionamiento de cada uno de los desagües.

- *Intensidad de diseño desague N°1* =  $I_1 = 40 \frac{mm}{h}$
- *Intensidad de diseño desague N°2* =  $I_2 = 102.50 \frac{mm}{h}$

- Determinación del coeficiente de escorrentía:

Para determinar el caudal de diseño se debe conocer también cuan permeable o impermeable resulta la superficie de la cuenca de manera de poder determinar el nivel de infiltración en el terreno. Mientras mas permeable resulte el terreno menor será el escurrimiento superficial y consecuentemente menor las dimensiones de los desagües pluviales.

Para definir el coeficiente de escorrentía de cada una de las cuencas se realiza un promedio ponderado por las áreas considerando los siguientes coeficientes de escurrimiento para una recurrencia R=2 años (según Decreto 4841/2012):

- *Area con cubierta de pasto mayor al 75%* = 0.29
- *Techos* = 0.75
- *Relleno sanitario tapado con suelo* = 0.60

Considerando las áreas correspondientes a cada una de las cuencas se obtienen los siguientes coeficientes de escorrentía ponderados:

- *Coficiente de escorrentía cuenca N°1* =  $C_1 = 0.35$
- *Coficiente de escorrentía cuenca N°2* =  $C_2 = 0.55$

- Determinación del caudal de diseño:

Finalmente, con todos los datos calculados se puede determinar el caudal de diseño a través de la siguiente expresión:

$$Q [m^3/s] = \frac{A[Ha] \times I [mm/h] \times c}{360}$$

Y se obtuvieron entonces los siguientes resultados:

- $Q_{dis1} = 0.90 \frac{m^3}{s}$
- $Q_{dis2} = 0.14 \frac{m^3}{s}$

### III.3. Diseño geométrico de los canales.

Para definir la geometría de los canales de desagüe pluviales se utilizan las expresiones teóricas formuladas por Chezy-Manning correspondiente a un escurrimiento permanente y uniforme.

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde,

Q: caudal

A: área de la sección transversal

Rh: radio hidráulico de la sección

S: pendiente del fondo del canal

Se propone fundamentalmente por cuestiones de simplicidad constructiva una **sección trapezoidal**.

La pendiente del canal se define a partir de las cotas del terreno natural y la cota a las que deben desaguar los canales proyectados. Teniendo definida estas cotas y considerando que el desagüe debe ser excavado por debajo del nivel del terreno natural (NTN), se define entonces la pendiente hidráulica de los canales proyectados.

Una vez definida la pendiente, el proceso de dimensionamiento entonces consiste en un proceso iterativo de proposición y verificación teniendo en cuenta además un margen de seguridad de operación de los canales de desagüe que se logra considerando una cierta revancha.

### III.3.1. Dimensionamiento de Desagüe N°1.

Para el dimensionamiento del Desagüe N°1 se plantean los siguientes parámetros de diseño.

- $C_{minTN}$  (cota mínima del terreno natural) = +9.70 m
- $CCAA$  (cota de cierre aguas arriba) =  $C_{minTN} - 0.40 m = 9.30 m$  <sup>6</sup>
- $CCaa$  (cota de cierre aguas abajo) = 8.80 m
- $L$  (longitud entre cotas de cierre) = 445 m
- $S$  (pendiente del fondo del canal) = 1.12‰
- $n$  (coeficiente de rugosidad de Manning) = 0.03 <sup>7</sup>
- $B_f$  (ancho de la base de fondo) = 1.50 m
- $Z$  (pendiente de los taludes) = 1: 1
- Caudal de diseño =  $Q_{dis1} = 0.90 \frac{m^3}{s}$

### III.3.2. Dimensionamiento de Desagüe N°2.

Para el dimensionamiento del Desagüe N°2 se plantean los siguientes parámetros de diseño.

- $C_{minTN}$  (cota mínima del terreno natural) = +9.86 m
- $C_{tn}$  (cota terreno natural cierre aguas arriba) = +10.04 m
- $CCAA$  (cota de cierre aguas arriba) =  $C_{TN} - 0.40 m = 9.64 m$  <sup>8</sup>
- $CCaa$  (cota de cierre aguas abajo) = 8.70 m
- $L$  (longitud entre cotas de cierre) = 450 m
- $S$  (pendiente del fondo del canal) = 2.09‰
- $n$  (coeficiente de rugosidad de Manning) = 0.03 <sup>9</sup>
- $B_f$  (ancho de la base de fondo) = 0.50 m
- $Z$  (pendiente de los taludes) = 1: 1

<sup>6</sup> Se considera que la cuneta de desagüe debe encontrarse por debajo del NTN por cuestiones operativas y de seguridad ambiental del relleno sanitario.

<sup>7</sup> El coeficiente de rugosidad corresponde a un canal de tierra vegetal.

<sup>8</sup> Se considera que la cuneta de desagüe debe encontrarse por debajo del NTN por cuestiones operativas y de seguridad ambiental del relleno sanitario.

<sup>9</sup> El coeficiente de rugosidad corresponde a un canal de tierra vegetal.

- *Caudal de diseño* =  $Q_{dis1} = 0.14 \frac{m^3}{s}$

### III.3.3. Resultado del dimensionamiento hidráulico de los desagües.

A partir de estos parámetros de diseño y considerando la ecuación teórica de Chezy-Manning presentada anteriormente se obtienen los siguientes resultados en cuanto al comportamiento hidráulico de las secciones proyectadas.

*Tabla 48: Parámetros de comportamiento hidráulico desagües*

<b>COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO</b>					
DESAGÜES	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Tirante (m)	Radio Hidráulico (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/s)
Desagüe N°1	0.90	0.661	0.236	0.56	1.609
Desagüe N°2	0.14	0.332	0.12	0.12	1.172

## ANEXO IV. Memoria de cálculo reservorio.

### IV.1. Caudal actual previo a la intervención

Para el cálculo hidráulico del reservorio, inicialmente se debe determinar cuál es el caudal que actualmente evacúa el terreno previo a cualquier tipo de intervención. Para ello se procede en forma análoga a como se determinaron los caudales de diseño de cada uno de los desagües.

- *Area de la cuenca de aporte* =  $A = 25.22 \text{ has}$
- *Coefficiente de escorrentía* =  $C = 0.29$
- *Tiempo de concentración de la cuenca* =  $108 \text{ min}$
- *Tiempo de recurrencia* =  $R = 2 \text{ años}$
- *Intensidad de la lluvia de diseño (R = 2 años)* =  $I = 20 \text{ mm/h}$

Se decidió utilizar una recurrencia de 2 años en el cálculo del reservorio para evitar que la obra resultara excesivamente grande, lo que habría aumentado significativamente los costos de ejecución en comparación con el uso de recurrencias mayores. Esta elección se basó en la consideración de que, en caso de que la intensidad real de la lluvia supere la intensidad adoptada en el diseño, las consecuencias no serían tan graves en relación con el ahorro económico logrado al tomar esta recurrencia, especialmente dado el entorno rural del proyecto. Además, considerando que para el diseño de los desagües se adoptó también una recurrencia de 2 años, sería en vano adoptar una recurrencia mayor, ya que para dicha lluvia de diseño los desagües desbordarían.

Con estos parámetros de la cuenca previo a la construcción del centro GRSU se obtiene el siguiente caudal máximo para una recurrencia de 2 años:

$$Q_{\text{corte global}} = Q_{\text{mas 2 años}} = \frac{A[Ha] \times I[mm/h] \times c}{360} = 0.41 \frac{m^3}{s}$$

Como se calculó anteriormente el caudal evacuado por ambos desagües supera este valor previo a la intervención por lo que es necesaria la proyección de un reservorio de manera de no provocar un aumento o aceleración en el agua evacuada.

No obstante, debido a que el Desagüe N°2 evacúa un caudal menor al que se experimenta en el terreno previo a la intervención, se propone que dicho desagüe escurra libremente hasta el canal receptor, mientras que el reservorio se calcula únicamente para el Desagüe N°1. Consecuentemente el caudal de salida del reservorio proyectado deberá ser:

$$Q_{\text{corte}} = Q_{\text{corte global}} - Q_{\text{dis2}} = 0.41 \frac{m^3}{s} - 0.14 \frac{m^3}{s} = 0.27 \frac{m^3}{s}$$

#### IV.2. Volumen del reservorio

Para la determinación del volumen del reservorio se consideraron las siguientes variables hidrológicas e hidráulicas:

- *Coefficiente de escorrentía* =  $C = 0.35$
- *Tiempo de concentración* =  $T_c = 40 \text{ min}$
- *Area de aporte de la cuenca* =  $A = 23.01 \text{ has}$
- *Duraciones de lluvia igual o mayor al tiempo de concentración*
- *Hidrograma de salida horizontal e igual al caudal de corte*

Tabla 49: Coeficiente de escorrentía ponderado post-intervención

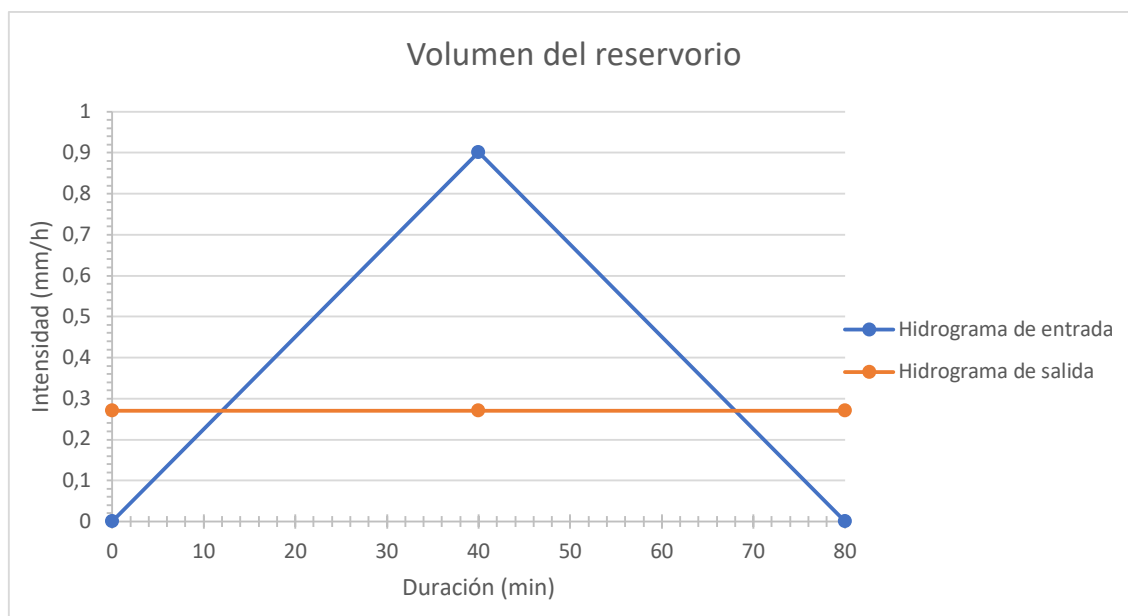
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA		
	Area (m2)	C
Relleno y caminos	43655	0.62
Cubierta Vegetal	186433.5	0.29
Construido	0	0.75
<b>TOTAL</b>	<b>230088.5</b>	<b>0.35</b>

Se procede entonces con diversas duraciones de lluvia a determinar cuál es el máximo volumen del reservorio necesario para un tiempo de recurrencia de 2 años.

Tabla 50: Volumen requerido del reservorio

VOLUMEN DEL RESERVORIO					
D (min)	i (mm/h)	Q Max (m3/s)	Entrada V (m3)	ingresa V (m3)	RESERVORIO V (m3)
40	40.0	0.90		2163.51507	1060.53
80	23.8	0.54		2578.37475	958.57
120	18.0	0.41		2927.2688	763.57

Se observa que la condición crítica para el diseño del reservorio corresponde a una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración de la cuenca. A continuación, se presentan los hidrogramas de entrada y de salida con el correspondiente volumen del reservorio comprendido entre ambas curvas.



Gráfica 5: Hidrogramas de entrada y de salida

Si se propone un reservorio con una profundidad media del orden de 0.80 m se obtiene entonces un reservorio cuyas dimensiones en planta son:

- **Dimensiones en planta del reservorio: 27 x 50 metros**

La profundidad del reservorio se definió de manera que la cota de fondo del mismo coincida con la cota de fondo del canal que desagua en él, y al mismo tiempo, mantener la profundidad del reservorio en valor razonables y compatibles con la altura de la napa, tomando como referencia el relleno sanitario “La Gallega” – RESICOM Ambiental, en la localidad de Ricardone, el cual tiene una profundidad de 0,60 m.

La geometría del reservorio proyectado se puede observar a en el plano “P4-G8-ALT-01”.

### IV.3. Obra de descarga del reservorio.

#### IV.3.1. Condiciones generales para el dimensionamiento

La obra de descarga está compuesta por un orificio de pared ancha el cual debe ser dimensionado para que con una cierta carga hidráulica permita evacuar el caudal de corte previamente mencionado. La condición de trabajo con la que se dimensiona el orificio de descarga se presenta a continuación:

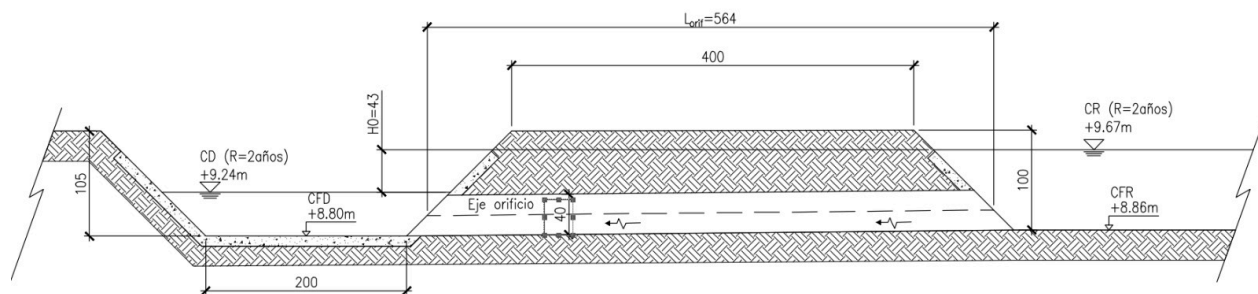


Ilustración 47: Obra de descarga del reservorio

A partir de este esquema de trabajo correspondiente a un evento con una recurrencia de 2 años se determinan los principales parámetros para determinar el caudal evacuado con el orificio a partir de la siguiente ecuación.

$$Q = \mu * A * \sqrt{2 * g * H0}$$

Donde,

Q: caudal de descarga del orificio [m<sup>3</sup>/s]

μ: Coeficiente de gasto

A: área del orificio de descarga [m<sup>2</sup>]

H0: Altura de carga hidráulica [m] <sup>10</sup>

#### IV.3.2. Determinación del coeficiente de gasto.

El coeficiente de gasto determina el nivel de eficiencia del orificio en la descarga. En la determinación de este parámetro se encuentran involucradas las pérdidas continuas y las localizadas a partir de la siguiente expresión.

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \epsilon + f * L/D}}$$

Considerando un orificio de hormigón de 400mm de diámetro con revestimientos en ambas cabeceras, tanto al ingreso como en la salida se definen los siguientes parámetros.

ε: pérdidas localizadas=0

$$f * L/D: \text{pérdidas continuas} = 124.52 * \frac{n^2}{D^3} * \frac{L}{D} = 0.61$$

$$\therefore \mu = 0.79$$

<sup>10</sup> En este caso al tratarse de un orificio con descarga ahogada la carga hidráulica corresponde a la diferencia de nivel entre el tirante del canal de descarga y el pelo de agua del reservorio.

#### IV.3.3. Determinación de la carga hidráulica.

Como ya se mencionó la carga es la diferencia de nivel entre los pelos de agua. La cota de pelo de agua en el reservorio ya se conoce. En cuanto al canal de descarga se determina el tirante correspondiente a un caudal igual al caudal de corte global de la cuenca ( $0.41\text{m}^3/\text{s}$ ). Se obtienen así las siguientes cotas de pelo de agua:

- Cota agua en reservorio: +9.67
- Cota agua en canal de descarga: +9.24

$$\therefore H_0 = +9.67 - +9.24 = 0.43\text{m}$$

#### IV.3.4. Determinación del caudal de salida.

Aplicando la ecuación previamente descrita se determina entonces que un orificio de 400mm es capaz de evacuar un caudal  **$Q=0.29\text{m}^3/\text{s}$** . Este valor resulta prácticamente igual al caudal de corte con el cual se dimensionó el reservorio que es lo que justamente se busca lograr.

## ANEXO V. Especificaciones técnicas para la ejecución del camino principal y secundario.

### V.1. Consideraciones generales

El siguiente anexo tiene como objetivo efectuar el diseño y dimensionamiento del paquete estructural de pavimento con estabilizado granular para la calzada correspondiente a los caminos internos del centro GIRSU.

### V.2. Diseño geométrico de los caminos

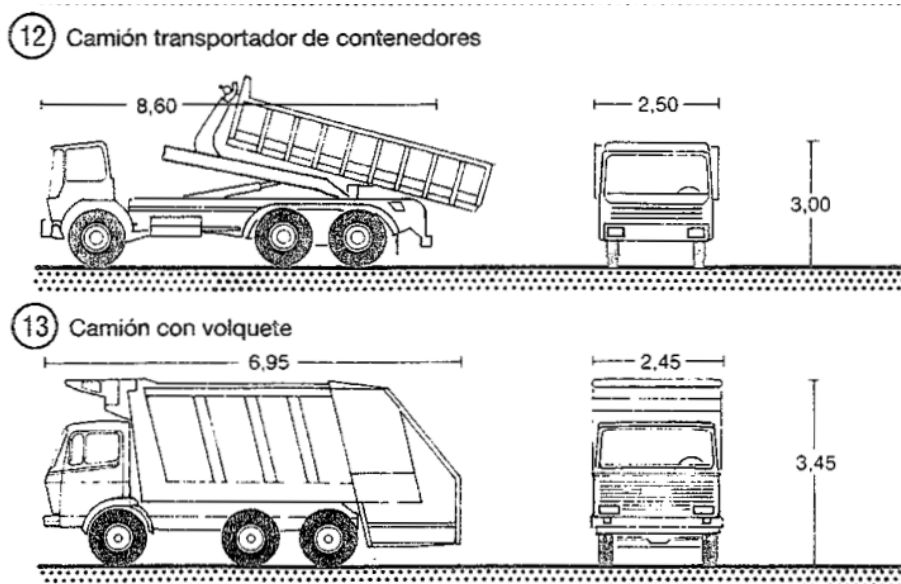


Ilustración 48: Vehículos de diseño (Neufert).



Ilustración 49: Balanza para pesaje de camiones recolectores “Moretti 7500” (fuente: página web oficial de Moretti)

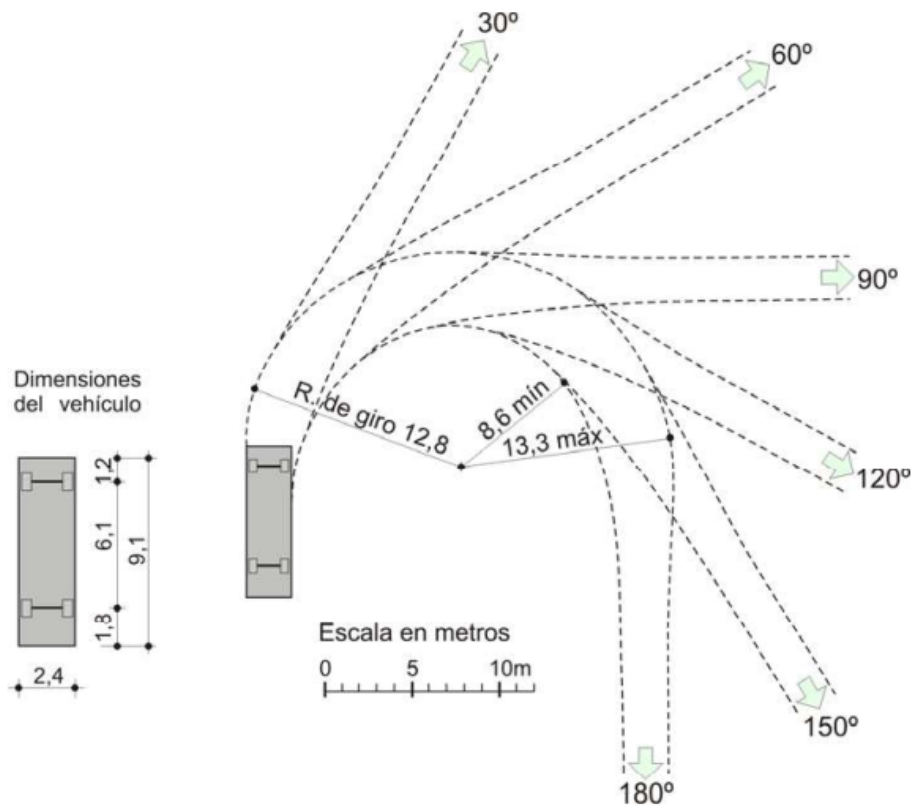
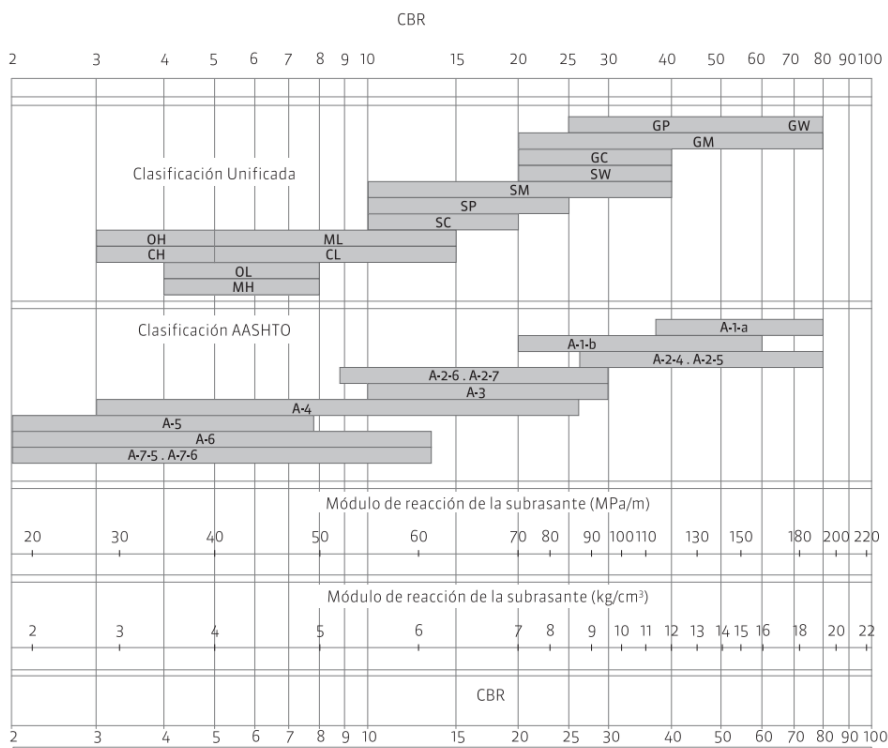


Ilustración 50: Radios de giro mínimos vehículo de diseño (DNV)

### V.3. Estudio de suelos y caracterización de la subrasante

El material que se utilizará para la definición de la subrasante es el mismo suelo que se encuentra in situ. Debido a que el estudio de suelo con el que se cuenta fue hecho con fines de ejecutar una obra civil, no se presentan datos sobre las características del suelo in situ que nos permitan definir con precisión una caracterización de la subrasante en cuanto a su capacidad estructural en para obras viales. No obstante, a partir de la clasificación universal (SUCS) a partir de una correlación brindada por el “Instituto de Cemento Portland Argentino” (ICPA) es posible determinar un valor de CBR y de módulo de reacción de la subrasante como se muestra en la siguiente figura.



Considerando que el suelo in-situ corresponde a un suelo CL-ML que es un limo arcilloso de baja plasticidad, se presenta entonces un suelo con las siguientes características.

- $CBR = 5$
- *Módulo de reacción de la subrasante* :  $K = 40 \frac{MPa}{m}$

#### V.4. Ejecución de los terraplenes

Para la ejecución de los terraplenes se deben utilizar materiales que cumplan con las siguientes características:

El suelo a utilizarse en los treinta centímetros (0,30 m) situados por debajo de la cota de subrasante (ya sea terraplén, desmonte o excavación en caja) deberá cumplir con:

- Valor Soporte (VSR) mayor o igual al tres por ciento (3 %).
- Hinchamiento menor o igual al uno por ciento (1 %).
- Índice de plasticidad menor o igual a doce (12).

En el caso de los terraplenes, el suelo a utilizarse por debajo de los treinta centímetros (0,30 m) medidos a partir de la cota de la subrasante, deberá cumplir con:

- Hinchamiento menor o igual al dos por ciento (2 %).
- Índice de plasticidad menor o igual a veinte (20).

La ejecución del terraplén se realizará en sucesivas capas de espesor uniforme compuestas de suelo homogéneo respetando los requerimientos recién mencionados. Cada una de estas capas tendrá el ancho que surge de la geometría que se presenta en el plano “P4-G8-CAMINOS-01” y serán debidamente compactadas

#### V.5. Perfilado y compactación de la subrasante.

El material natural del camino se desmenuzará en un espesor de treinta centímetros (30 cm) hasta obtener el tamaño máximo menor a dos centímetros y medio (2,5 cm). La compactación de la subrasante deberá ser igual o superior al 95% de la densidad Proctor Estándar del material.

El trabajo de compactación deberá ser luego finalizado con un rodillo adecuado para obtener así la lisura y el perfil adecuados para la ejecución de las capas de estabilizado granular.

#### V.6. Ejecución del estabilizado granular

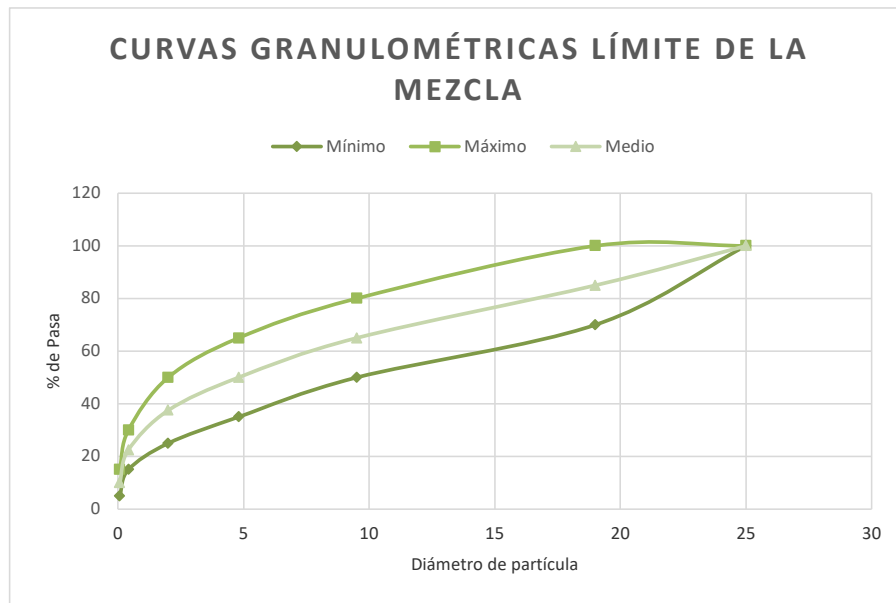
El estabilizado granular se utilizará para la construcción de una superficie de rodamiento estabilizada, constituida por una mezcla íntima y homogénea de agregados y suelo con una adecuada incorporación de agua, de modo tal que permita obtener el espesor y perfiles transversales de este proyecto.

El agregado graduado podrá estar constituido por la mezcla del producto de trituración de rocas, grava o canto rodado triturado, arena natural o de trituración.

Tabla 51: Límites granulométricos estabilizado

#### Granulometría de la mezcla:

TAMIZ DE APERTURA CUADRADA	PORCENTAJE QUE PASA
Tamiz 1" (25 mm):	100 %
Tamiz 3/4" (19 mm):	70 % a 100 %
Tamiz 3/8" (9,5 mm):	50 % a 80 %
Tamiz N° 4 (4,8 mm):	35 % a 65 %
Tamiz N° 10 (2 mm):	25 % a 50 %
Tamiz N° 40 (0,42 mm):	15 % a 30 %
Tamiz N° 200 (0,074 mm):	5 % a 15 %



Gráfica 6: Curvas granulométricas límite

El material se irá regando y compactando en dos capas de 15 centímetros de espesor con los anchos indicados en el plano correspondiente. El material debe ser uniformemente distribuido en la calzada para lo cual la motoniveladora deberá realizar todas las pasadas que se consideren necesarias.

## ANEXO VI. Cómputo

Tabla 52: Cómputo

ITEM	DENOMINACIÓN	UNIDAD	CANT.
1	Limpieza del terreno	Ha	13
2	Excavaciones	m3	55866,06
3	Terraplenes	m3	22050,08
4	Perfilado y compactación de la subrasante	m2	13912,02
5	Estabilizado granulométrico	m2	4408,73
6	Adoquines prefabricados de hormigón tipo "Garden Block"	U	8008
7	Arena	m3	31,71
8	Cordón cuneta	m	599,96
9	Cordón montable de confinamiento	m	240,88
10	Alambrado perimetral	m	1700
11	Suelo bentonítico	m3	24347,40
12	Recubrimiento compactado del relleno	m3	23499,30
13	Recubrimiento con suelo vegetal del relleno	m3	15830,10
14	Caños PEAD ø300mm	m	264
15	Dren de material granular	m3	734,4
16	Geotextil	m2	2815,2
17	Hormigón	m3	48,0

## ANEXO VII. Ley Nº13055 Provincia de Santa Fe.

REGISTRADA BAJO EL Nº 13055

### 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  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg, o de otro material, o combinación de materiales, que reúna las características de permeabilidad antes mencionadas, que impidan la contaminación de las capas subterráneas y en su diseño se tomarán todos los recaudos que permitan reforzar ese impedimento, requiriéndose, además membrana de polietileno de por lo menos ochenta milímetros (0,80 mm) en rellenos sanitarios donde se dispongan cantidades de residuos superiores a cien toneladas (100 t) diarias.
- c. esparcimiento y compactación de los residuos sólidos urbanos. Deberán compactarse los residuos en capas cuyo espesor no supere los treinta centímetros (30 cm), considerándose óptima la compactación cada veinte centímetros (20 cm).
- d. recubrimiento con tierra u otros materiales adecuados, las veces que sea necesario en función de la secuencia de operación presentada.
- e. cubierta final de cierre con características de espesor y permeabilidad similares a las mencionadas en el inciso b-, que impida la penetración de agua de lluvia en la masa de residuos.
- f. monitoreo, aguas arriba y aguas abajo del sitio de emplazamiento del relleno sanitario. Dicho monitoreo, que determinará la calidad del agua, en cuanto a sus características físico - químicas y bacteriológicas, se realizará antes del emplazamiento, durante la vida útil del mismo y con posterioridad al cierre, estableciéndose la secuencia del mismo de acuerdo a la magnitud del emprendimiento.
- g. gestión integral del líquido lixiviado.
- h. accesibilidad y funcionamiento bajo todas las condiciones climáticas, que incluya sistema de drenaje de las aguas pluviales en el área de trabajo,

para evitar el ingreso del agua de lluvia de los terrenos circundantes en el relleno.

- i. venteo asegurado de las zonas rellenas.
- j. monitoreo de gases y partículas.
- k. fijación de los terrenos (cubierta final, taludes, etc.) a fin de evitar los efectos de la erosión hídrica, asentamientos, etc., y preparación para su uso posterior.
- l. cercado perimetral, identificación y señalización del predio.
- m. control de vectores.
- n. cortina forestal o barrera de contención.

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 6º y 7º 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.

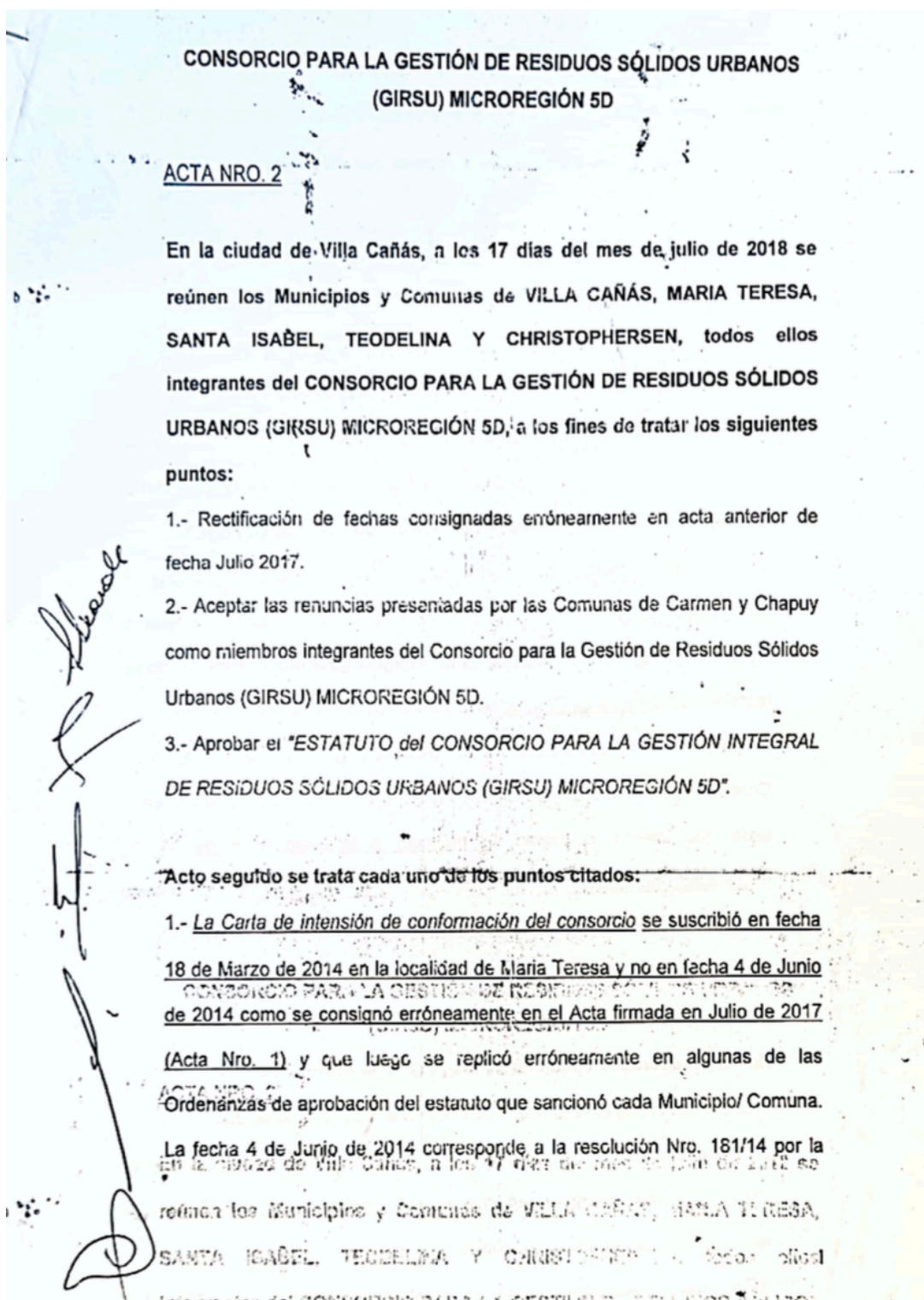
Firmado: Eduardo Alfredo Di Pollina - Presidente Cámara de Diputados  
Norberto Betique - Presidente Provisional Cámara de Senadores  
Lisandro Rudy Enrico - Secretario Parlamentario Cámara de Diputados  
Diego A. Giuliano - Secretario Legislativo Cámara de Senadores

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 VIII. Formación del consorcio para gestión de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en la Microrregión 5D.



cuando el Ministerio aprueba la Carta intención firmada en fecha 18 de Marzo de 2014.

2.- La Carta de intención de conformación del consorcio fue suscrita en fecha 18 de Marzo de 2014 por los Municipios/ Comunas de Villa Cañas, María Teresa, Santa Isabel, Teodelina, Christophersen, Chapuy y Carmen originariamente. Posteriormente en fecha 2 de Marzo de 2018 la Comuna de Carmen presentó su renuncia como miembro integrante del Consorcio para la Gestión de residuos Sólidos Urbanos Microrregión 5D. En el mismo sentido se manifestó la Comuna de Chapuy en fecha 7 de Marzo de 2018.

3.- En el Acta firmada en Julio de 2017 (Acta Nro. 1) se aprobó el Estatuto del Consorcio para la Gestión de residuos Sólidos Urbanos Microrregión 5D, en el texto que integra el mismo se procedió a la designación de cargos, referenciado nombre y número de documento, lo que no corresponde atento que la designación debe realizarse mediante acta posterior no debiendo incluirse en el cuerpo del estatuto.

Habiendo abordado cada uno de los puntos se **RESUELVE:**

- 1.- Dejar sin efecto el Acta Nro. 1 suscrita en el mes de Julio de 2017.
- 2.- Aceptar las RENUNCIAS presentadas por las comunas de CARMEN y CHAPUY como miembros integrantes del Consorcio para la Gestión de residuos Sólidos Urbanos Microrregión 5D.
- 3.- Aprobar el Estatuto -Consorcio para la Gestión de residuos Sólidos Urbanos Microrregión 5D que se adjunta y forma parte integrante de la presente como ANEXO I.

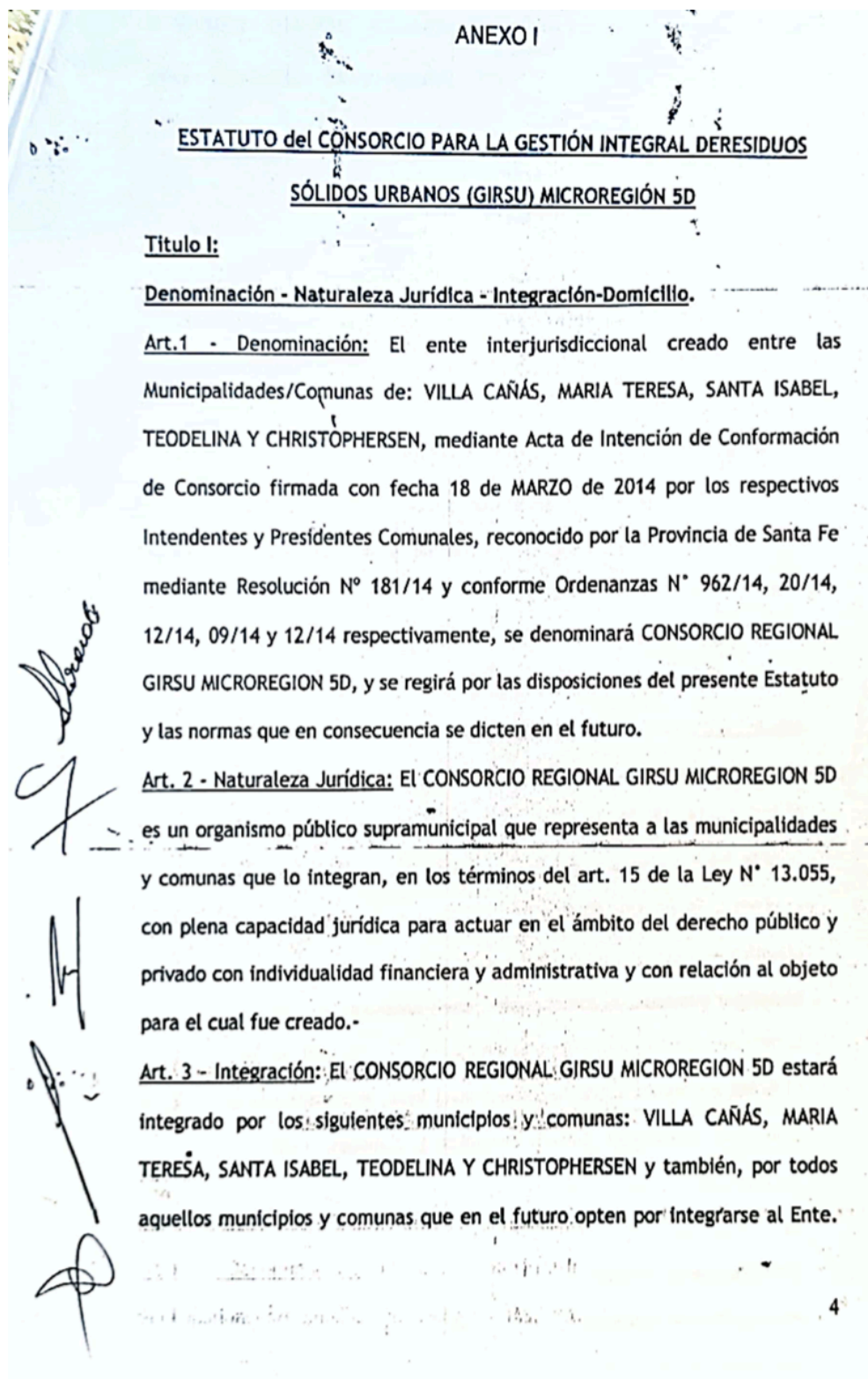
4.- Aprobar el modelo de Ordenanza que deberán sancionar los Municipios/Comunas integrantes para la aprobación del Estatuto al que refiere el punto 3 de la presente y que se agrega como ANEXO II.

**MARÍA CRISTINA GÓMEZ**  
PRESIDENTE COMUNAL  
MARIA TERESA

**Dr. Norberto R. Gizzi**  
INTENDENTE  
Municipalidad de Villa Cañas



**SALVADOR SORAIBÉ**  
PRESIDENTE



Asimismo, la Provincia de Santa Fe, a través de la autoridad de aplicación, designará su representante a los fines de fiscalizar el cumplimiento de la Ley 13.055.-

Art. 4 - Sede: El CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D tendrá su sede permanente en la ciudad de VILLA CAÑÁS, pudiendá fijar subse-des, delegaciones, unidades de gestión, agencias y representaciones en otras localidades de la micro-región.-

Titulo II:  
Objeto y Atribuciones.

Art. 5 - Objeto: El CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D tendrá por objeto la gestión integral de residuos sólidos urbanos conforme a los artículos 6º inc. c), 14, 15, 16, 18 inc. g) y concordantes de la Ley 13.055. A dichos fines podrá:

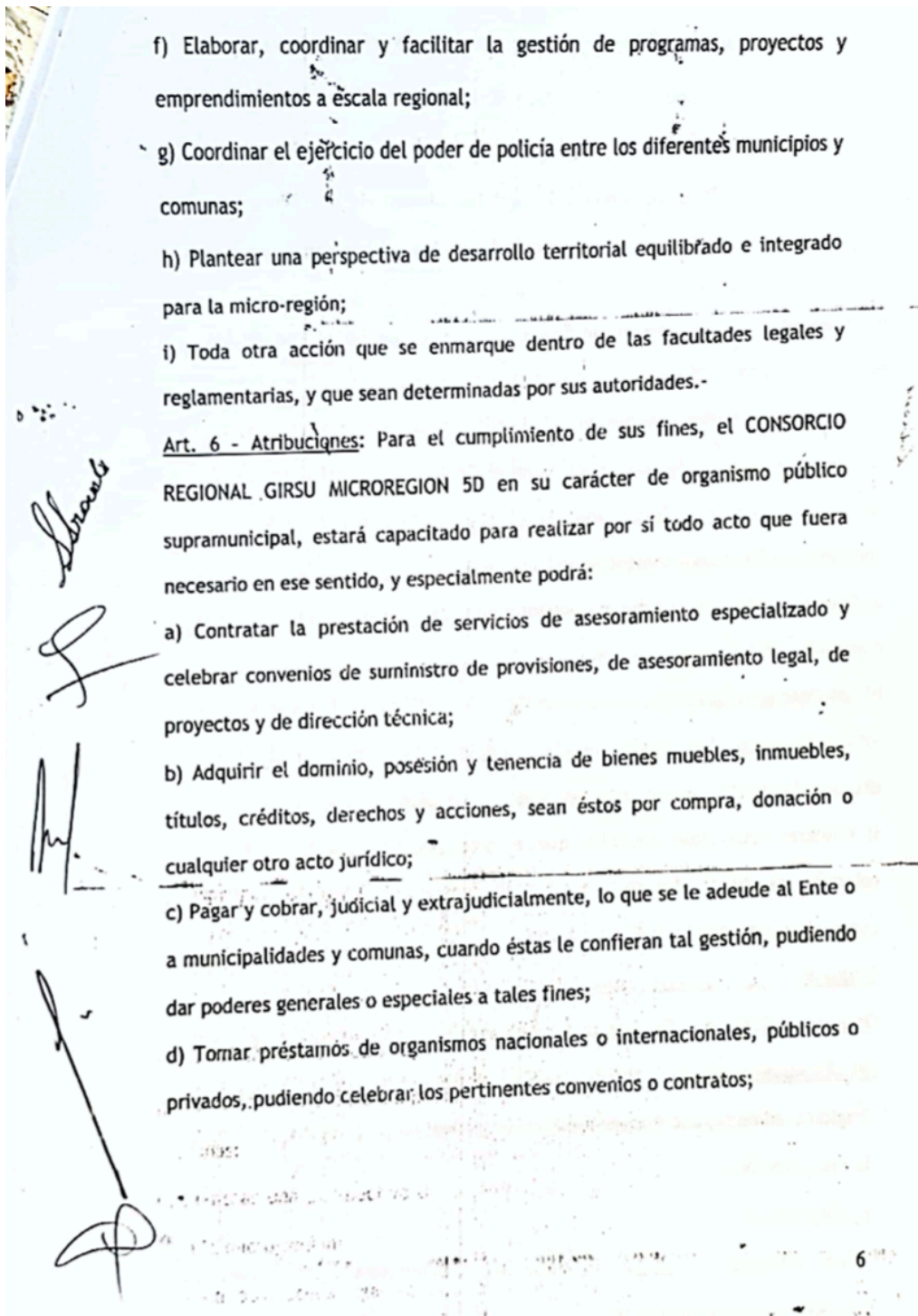
- a) Constituir un organismo permanente que funcione como ámbito de planificación, estudio, promoción y gestión a escala regional;
- b) Aportar a la solución consensuada y co-responsable de las problemáticas de la micro-región;
- c) Crear oportunidades de decisión a nivel local, expresadas en un proyecto global de solidaridad entre municipios y comunas, respetuoso de sus autonomías;
- d) Impulsar la compatibilización normativa entre los distintos municipios y comunas que lo integran;
- e) Implementar sistemas de información compartidos entre las partes que conforman la micro-región;

El CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D tendrá su sede permanente en la ciudad de VILLA CAÑÁS, pudiendá fijar subse-des, delegaciones, unidades de gestión, agencias y representaciones en otras localidades de la micro-región.-

5

Titulo II:

*Handwritten signatures and initials:*  
- A large signature at the top left.  
- The initials "X" in the middle left.  
- The initials "H." below "X".  
- A signature at the bottom left.



- e) Desarrollar acciones de capacitación y actualización en el uso de los recursos técnicos, informáticos, de gestión y de acción social municipal, dirigidas a funcionarios, personal vinculado a la gestión municipal y comunal;
- f) Celebrar convenios de coordinación con el Gobierno Nacional y Provincial, para el cumplimiento de funciones y prestación de obras y servicios de competencia de estos estamentos;
- g) Celebrar convenios con organismos intermunicipales y/o municipalidades o comunales para fines específicos;
- h) Celebrar acuerdos sobre temas específicos de gestión que abarquen a todos los miembros o algunos ellos, pudiendo delegar la gestión en el Ente o disponer la constitución de agencias específicas a tales fines;
- i) Celebrar toda clase de actos que a juicio de sus autoridades, tengan relación con su objeto, se correspondan con su naturaleza y tiendan a asegurar su desarrollo y funcionamiento.

*Abado*

*[Signature]*

*[Signature]*

*[Signature]*

**Titulo III:**

**Órganos de Gobierno - Organización - Régimen Funcional y Atribuciones**

**Art. 7 - Autoridades:** El CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D, estará dirigido y administrado por los siguientes órganos: un Directorio y un Consejo de Fiscalización.

**a - Directorio:**

**Art. 8 - Integración - Elección:** El Consorcio será administrado por un Directorio que estará compuesto por todos los Intendentes y Presidentes de Comuna de las localidades que lo integran o quienes éstos designen en su representación, y tendrán su respectivo suplente.

para el cumplimiento de funciones y prestación de servicios...

...de las localidades...

...de las localidades...

El Directorio es el órgano supremo y tendrá amplias facultades de decisión. Es el órgano encargado de fijar la acción y política general que el Consorcio deberá seguir.-

Ejercerá la representación legal del Consorcio el Presidente, quien durará un (1) año en el cargo o hasta la culminación del mandato de gobierno ante la Comuna o Municipalidad que representa, lo que suceda primero. La Presidencia será ejercida en forma rotativa por sus miembros. La primera Presidencia y sus rotaciones anuales será electa por los miembros del Directorio, por el sistema de mayoría simple.-

*Subarab*

**Art. 9- Funciones:** El Directorio tendrá las siguientes funciones:

- a) Cumplir y hacer cumplir los estatutos y las resoluciones del Consorcio;
- b) Elaborar y ejecutar el plan anual de actividades y de gastos y recursos;
- c) Crear la Gerencia General, con las facultades y atribuciones que a tales fines específicamente se le asignen;
- d) Nombrar, dirigir y remover al Gerente General y al personal administrativo, técnico y obrero del Consorcio y contratar las obras y servicios necesarios;
- e) Fijar, cobrar e invertir las sumas que demande su gestión;
- f) Aprobar el Reglamento interno;
- g) Aprobar el presupuesto anual del Consorcio, su memoria, balance y la cuenta de inversión;
- h) Proponer las modificaciones del presente Estatuto que considere pertinentes;
- i) Proponer los pliegos para la contratación de servicios de planta de tratamiento, de transferencia y de disposición final;

*M*

*P*

8

j) Dictar las resoluciones convenientes para el mejor cumplimiento de sus funciones y ejercer todas las otras funciones que consideren convenientes para cumplir su misión dentro de los límites y responsabilidades del funcionario público y del buen administrador;

k) Disponer la creación de Unidades de Gestión de los Proyectos de la Microrregión, las que estarán integradas por los representantes de los municipios y comunas que conforman el CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D y que manifiesten su interés en conformarlas, a fin de desarrollar áreas de gestión y/o temáticas específicas. Se designará un responsable técnico por cada Unidad de Gestión.-

*Abad*

Art. 10 - Reuniones, Quorum deliberativo: Las reuniones ordinarias del Directorio se celebrarán cada dos (2) meses, con carácter obligatorio respecto a su convocatoria y asistencia. Sesionará legalmente con la presencia de la mitad más uno de los Directores.-

*g*

Las reuniones extraordinarias tendrán lugar cuando lo disponga la Presidencia, o sea solicitado por la mitad más uno de los miembros del Consorcio, o lo requiera el Gerente General.-

*AH*

Art. 11 - Procedimiento para las reuniones: La citación incluirá el orden del día a considerar y determinará la fecha, hora y lugar en que se celebrará. Asimismo se podrá incluir el tratamiento de temas que no figuren en el orden del día si así se decide por unanimidad de presentes.-

*P*

Toda documentación que se someta a consideración del Directorio será puesta a disposición de los integrantes del Consorcio con la debida antelación.-

9

Cada consorcista tendrá un voto y sus resoluciones serán válidas con la aprobación de dos terceras partes de los miembros presentes.-

De todo lo tratado en las reuniones del Directorio se levantarán actas que serán registradas en un libro.-

Todas las resoluciones que tome el Directorio serán fechadas y registradas con numeración correlativa.-

b.- Consejo de Fiscalización.

Art. 12: El Consejo de Fiscalización, es el órgano de control del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D, y estará integrado por tres (3) miembros designados por el Directorio; teniendo a su cargo el control y fiscalización posterior de todos los actos de administración y disposición que realice el Consorcio.-

Su mandato tendrá una vigencia de un (1) año y sus funciones serán ad-honorem.-

Sus miembros podrán asistir a las reuniones de Directorio y el Consejo de Fiscalización se expedirá sobre las consultas previas que el Ente le efectúe.-

Anualmente, y antes de su evaluación por el Directorio, se expedirá sobre los Balances de Caja, el Balance Anual y el Estado de Resultados y la Memoria del Consorcio.-

Para el mejor cumplimiento de sus funciones, inspeccionará los libros de tesorería, documentos, cuentas, comprobantes de ingresos y egresos y practicará arqueos de caja en cualquier momento.-

Presentará sus informes ante cada una de los integrantes del Consorcio.-

Asimismo el Directorio podrá designar organismos no gubernamentales, universidades o consultores en calidad de auditores externos.-

El Consorcio quedará sujeto a la jurisdicción y control mediante auditoría de los Tribunales de Cuentas que por cada consorcista corresponda, los que coordinarán la actividad.-

Titulo IV:

Patrimonio y Régimen de financiamiento.

Art. 13 - Financiamiento: Los fondos para el funcionamiento del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D serán aportados por las partes, proporcionalmente a su población y serán fijados por el Directorio. También podrá obtener fondos provenientes de la Cooperación Internacional, del Gobierno Nacional o Provincial, de aportes extraordinarios de sus miembros, de donaciones o legados o del propio producido por sus servicios a terceros. Los municipios y comunas miembros del Consorcio garantizan el pago de sus aportes mediante afectación de la coparticipación municipal de impuestos para cubrir el devengado no pagado.-

EL CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D, en su carácter de organismo público supramunicipal que representa a las municipalidades y comunas que lo integran, en los términos del art. 15 de la Ley 13.055, se encuentra facultado por estas para percibir, administrar y disponer de los recursos no reintegrables que viabilice la autoridad provincial de aplicación en los términos del art. 13.g) de la Ley 13.055.-

Art. 14 - Personal: El personal contratado se regirá por las disposiciones de la Ley de Contrato de Trabajo y estará sometido a los convenios colectivos y/o normas laborales que fueren de aplicación. En ningún caso guardará relación

jurídica laboral con los municipios y comunas que integran el CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D.-

Titulo V:

Ejercicio Financiero - Fiscalización.

Art. 15 - Ejercicio Financiero: El ejercicio financiero del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D comenzará el día 1° de enero y se cerrará el día 31 de diciembre de cada año calendario, sin perjuicio de lo que se disponga para los ejercicios o previsiones plurianuales. Dentro de los sesenta días de terminado el ejercicio, el Directorio formulará Inventario, un Balance General, un estado de resultados y una Memoria sobre la marcha institucional y financiera del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D de acuerdo a los principios y bases uniformes generalmente aceptados en la materia.-

Titulo VI:

Reforma del Estatuto - Disolución y Liquidación.

Art. 16 - Reforma del Estatuto: La reforma del presente Estatuto deberá efectuarse mediante una convocatoria especial, y requerirá para su aprobación del voto de las dos terceras parte de los miembros del Directorio.-

Art. 17 - Liquidación: En caso de disolución del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D, la liquidación del remanente de su patrimonio neto estará a cargo de una Comisión Liquidadora cuyos miembros serán designados por el Directorio y se distribuirá entre sus miembros en forma proporcional a los aportes efectuados.-

Título.VII:

Municipios y Comunas integrantes del Consorcio Regional GIRSU. Disposiciones Generales.

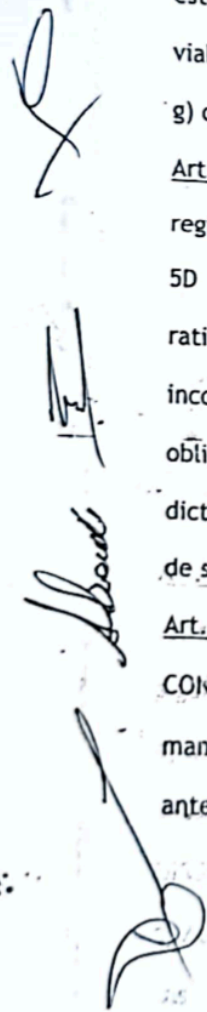
Art. 18 - Obligaciones: Son obligaciones de los municipios y comunas que forman parte del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D, las siguientes:

- a) Integrar los aportes de capital a los que se comprometan;
- b) Cumplir con los compromisos que contraigan con el CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D;
- c) Acatar las decisiones adoptadas por el Directorio.-

Las comunas y municipios que integran el CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D, organismo público supramunicipal que las representa en los términos del artículo 15 de la Ley 13.055, confieren expresas facultades a éste para percibir, administrar y disponer de los recursos no reintegrables que viabilice la autoridad provincial de aplicación en los términos del artículo 18 g) de la Ley 13055.-

Art. 19 - Incorporación de nuevos miembros: Los municipios y comunas de la región interesados en integrar el CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D deberán manifestar dicha voluntad ante el Directorio. A partir de la ratificación por parte del órgano legislativo correspondiente, se producirá la incorporación formal del nuevo miembro, con todos los derechos y obligaciones emergentes del presente y de los demás instrumentos que haya dictado el CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D hasta el momento de su incorporación.-

Art. 20 - Condiciones de Renuncia: Los municipios y comunas integrantes del CONSORCIO REGIONAL GIRSU MICROREGION 5D podrán retirarse del mismo, manifestando tal decisión al Directorio en forma fehaciente con una antelación mínima de noventa (90) días. La renuncia no impedirá la



continuación de la obligación de pago del aporte que le corresponda, ni cancelará la garantía de ese pago. Dicha renuncia deberá completarse con la decisión del Concejo Municipal o Comisión Comunal en idéntico sentido.-

En la ciudad de Villa Cañas, a los 17 días del mes de Julio de 2018, previa lectura y en prueba de conformidad, se firma el presente ESTATUTO del CONSORCIO REGIONAL GRSU MICROREGION 5D en diez (10) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto.-

MARIA TERESA GÓMEZ  
PRESIDENTE COMUNAL  
MARIA TERESA

Dr. Norberto R. Gizzi  
INTENDENTE  
Municipalidad de Villa Cañas




JORGE O. RAVERTA  
Presidente  
Comuna de Santa Isabel (S.F.)

SALVADOR SORAÍPE  
PRESIDENTE



## ANEXO IX. Renuncias al consorcio GIRSU de la Microrregión 5D de Carmen y Chapuy

  
**Municipalidad de  
Villa Cañas**

Ing. Jacinto Speranza  
Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente  
Provincia de Santa Fe

De mi mayor consideración:


Me dirijo a Ud. en mi carácter de Intendente de la Municipalidad de Villa Cañas, miembro del Consorcio GIRSU Microrregión 5D, con el objetivo de hacerle saber las renuncias formuladas al mencionado Consorcio por las Comunas de Carmen y Chapuy en fechas 2 de marzo de 2018 y 7 de marzo del 2018 respectivamente, y aceptadas mediante Acta N° 2 de fecha 17 de julio de 2018.-



Así mismo solicito que se apruebe mediante resolución la nueva integración del Consorcio GIRSU Microrregión 5D por los Municipios y Comunas de Villa Cañas, María Teresa, Santa Isabel, Teodelina, Christophersen conforme art. 15 de la Ley 13055, necesaria a los fines de gestionar ante la Administración Federal de Ingresos Públicos la Clave Única de Identificación Tributaria.

Se adjunta copia certificada de la siguiente documental en 40 fs:

- Notas de renuncia al Consorcio GIRSU Microrregión 5D efectuadas por las Comunas de Carmen y Chapuy.
- Acta N° 2 de fecha 17 de Julio de 2018 mediante la cual se dejó sin efecto el Acta N° 1; se aceptaron las renuncias formuladas por las Comunas de Carmen y Chapuy; se aprobó Estatuto y modelo de Ordenanza para la aprobación del mismo en cada Municipio /Comuna.-
- Ordenanzas de aprobación por cada Municipio/ Comuna integrante:
  - \*María Teresa, Ordenanza 23/18 de fecha 23 de julio del 2018.-
  - \*Santa Isabel, Ordenanza 10/2019 de fecha 11 de abril del 2019.-
  - \*Teodelina, Ordenanzas 6/2019 y 07/2019, ambas de fecha 22 de mayo del 2019;
  - \* Christophersen, Ordenanza 12/18 de fecha 20 de julio del 2019.-
  - \* Villa Cañas, Ordenanza 1209/19 de fecha 16 de abril del 2019.

Sin más y a la espera de una respuesta favorable, saludo atte.

  
**MINISTERIO de MEDIO AMBIENTE**  
Provincia de Santa Fe  
04 NOV 2019  
**RECIBIDO**  
MESA DE ENTRADA  
SUJETO a Control de Folios

  
  
Dr. Norberto R. Gizzi  
INTENDENTE MUNICIPAL


## ANEXO X. Ordenanza municipal Villa Cañas N°1150/17



Expediente N° 689.I.17.-

### EL HONORABLE CONCEJO MUNICIPAL DE VILLA CAÑAS

### HA SANCIONADO LA SIGUIENTE ORDENANZA N° 1.150/17



WALTER H. ROSSI  
PRESIDENTE  
H. Concejo Municipal de Villa Cañas

#### VISTO:

La posibilidad de esta Municipalidad de Villa Cañas de ser parte integrante del Consorcio de "Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos" (GIRSU) Microrregión 5D; y

#### CONSIDERANDO:

Que, la grave problemática de la cada vez más creciente generación de residuos sólidos por parte de los integrantes de la sociedad;

Que, asimismo la escasa concientización en relación a la modalidad de disponer los residuos y evitar, o al menos minimizar efectos contaminantes en el medio ambiente;

Que, la Constitución Nacional en su artículo 41° consagra el Derecho de habitar en un ambiente sano en el que las actividades presentes no comprometan las generaciones futuras, y de acuerdo con esto se han dictado las Leyes Nacionales N° 25.675 "Presupuestos mínimos para una Gestión Sustentable y adecuada al Medio Ambiente" y la Ley Nacional N° 24.051 de "Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos" y las Leyes Provinciales N° 11.717 "Ley General de Medio Ambiente" y la Ley N° 13.055 "Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos";

Que, en este contexto las Municipalidades y Comunas son responsables de la Gestión integral de los residuos sólidos urbanos producidos en sus respectivos distritos;


Que, se ha firmado una Carta de Intención de Conformación del Consorcio en fecha 18 de marzo de 2.014;

Que, las localidades de Villa Cañas, Teodelina, Santa Isabel, María Teresa y Christophersen serán parte integrante de dicho Consorcio;

Que, oportunamente este Honorable Concejo Municipal ha adherido a la Ley Provincial N° 13.055 y Ratificado en todos sus términos el Acta de Intención referido mediante Ordenanza N° 962/2.014;

Por todo ello, el Honorable Concejo Municipal de Villa Cañas, en uso de sus facultades y atribuciones, sanciona la siguiente:

**ORDENANZA**



GENARO MOLINA  
SECRETARIO  
H. Concejo Municipal de Villa Cañas



**Artículo 1:** Autorízase al Intendente Municipal a participar de todas las gestiones necesarias para ser parte integrante del Consorcio de "Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos" (GIRSU) Microrregión 5D que se encuentra en proceso de tratativas.-


**Artículo 2:** Facúltase al Intendente Municipal de Villa Cañas, Dr. **Norberto Raúl Gizzi**, D.N.I. N° **11.575.222**, para que suscriba todos los actos necesarios para la concreción del mismo.-

**Artículo 3:** Comuníquese, publíquese y archívese.-

Dada en Sala de Sesiones del Honorable Concejo Municipal de Villa Cañas a los veintitrés días del mes de agosto del año dos mil diecisiete.-

  
GERARDO B. MOLINA  
SECRETARIO  
H. Concejo Municipal de Villa Cañas



  
WALTER H. ROSSI  
PRESIDENTE  
H. Concejo Municipal de Villa Cañas

ANEXO XI. Estudio de suelos

# **INFORME TÉCNICO**

## **ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA FUNDACIÓN DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS.**

### **UBICACIÓN DE LA OBRA:**

Calle 52 esq. Calle 55 – Villa Cañas  
Provincia de Santa Fe – Republica Argentina

### **COMITENTE:**

Ing. Claudio Boano – Prodinsa Argentina SA  
Brigadier Estanislao López 56 – (2107) Soldini  
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. Ensayos de Laboratorio
- XI. 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.**

$\theta$	Cota de Referencia
$\oplus$ B.P.	Boca de Pozo.
N	Nº de golpes del Ensayo de Penetración Terzaghi.
$\omega$	Humedad Natural.
$\gamma$	Densidad aparente húmeda.
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
#200	Tamiz de malla nº 200 (74 micrones)
$\phi$	Ángulo de fricción interna.
C	Cohesión.
mv	Módulo edométrico.
$\nabla$	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
$\nu$	Coefficiente de Seguridad
$\sigma_{adm}$	Tensión admisible
Df	Cota de fundación
$E=1/mv$	Módulo de Young.
$\epsilon$	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 comenzados y finalizados el día 14 de Marzo de 2008.

Se realizaron 2 perforaciones 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.

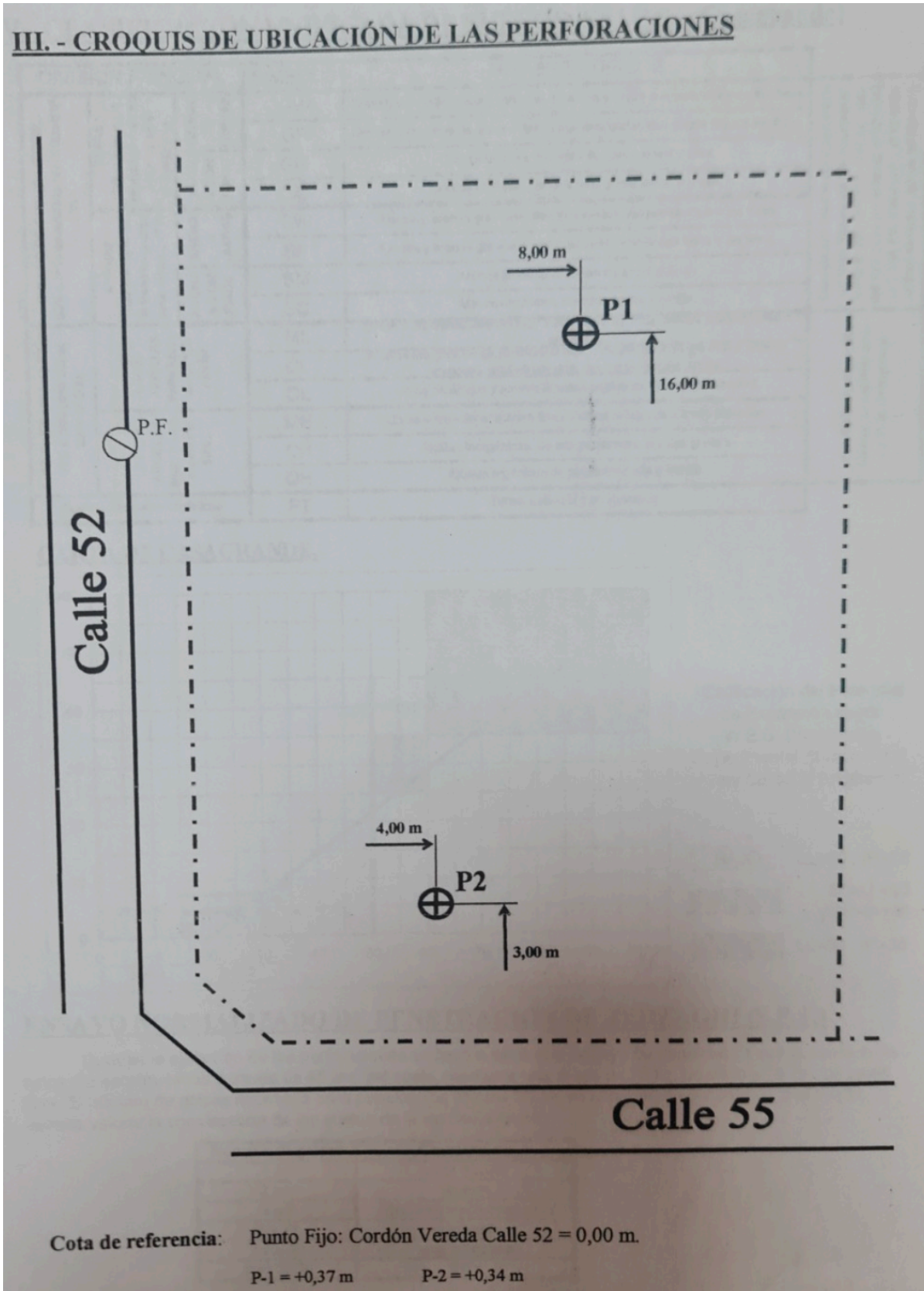
Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.

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 granulométrico sobre tamices según IRAM 10.507.

Ensayos triaxiales escalonados rápidos según IRAM 10.529/74.



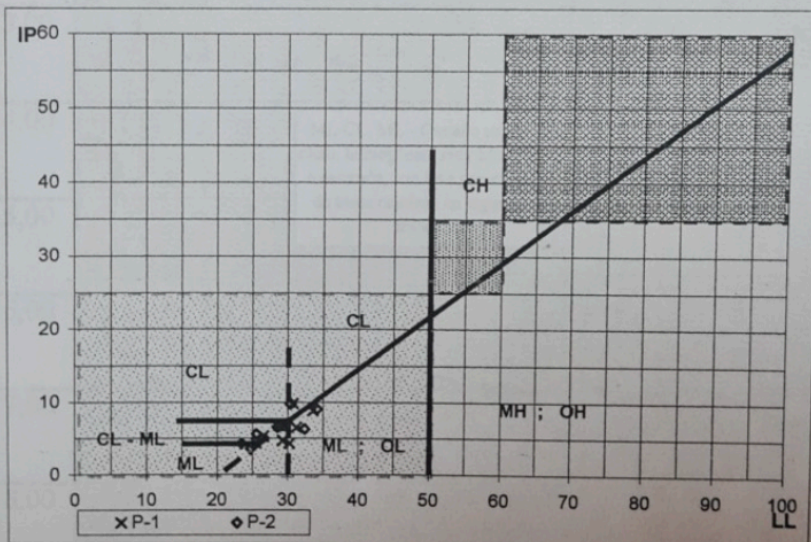
### IV.- CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S. - Casagrande)

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS	
SUELOS DE GRANO GRUESO 50% o más es retenido por el tamiz n° 200.	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz n° 4.	GRAVA S LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.
		GRAVA S CON FINOS	GP	Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocos finos o sin finos.
		ARENAS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.
		ARENAS	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.
	ARENAS más del 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz n° 4.	ARENA S LIMPIAS	SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o sin finos.
		ARENA S CON FINOS	SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.
			SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena y arcilla.
			ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO 50% o más pasa por el tamiz n° 200.	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido de 50% o inferior.	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	Turba, estiercol y otros suelos.

Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% pasa por el tamiz n° 200 GW, GP, SW, SP. Más del 12% pasa por el tamiz n° 200 GM, GC, SM, SC. Entre el 5 y el 12 % se utilizan símbolos cobles (ej SM-SW)

Con límite líquido, límite plástico se clasifica en la Carta de Casagrande.

### 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

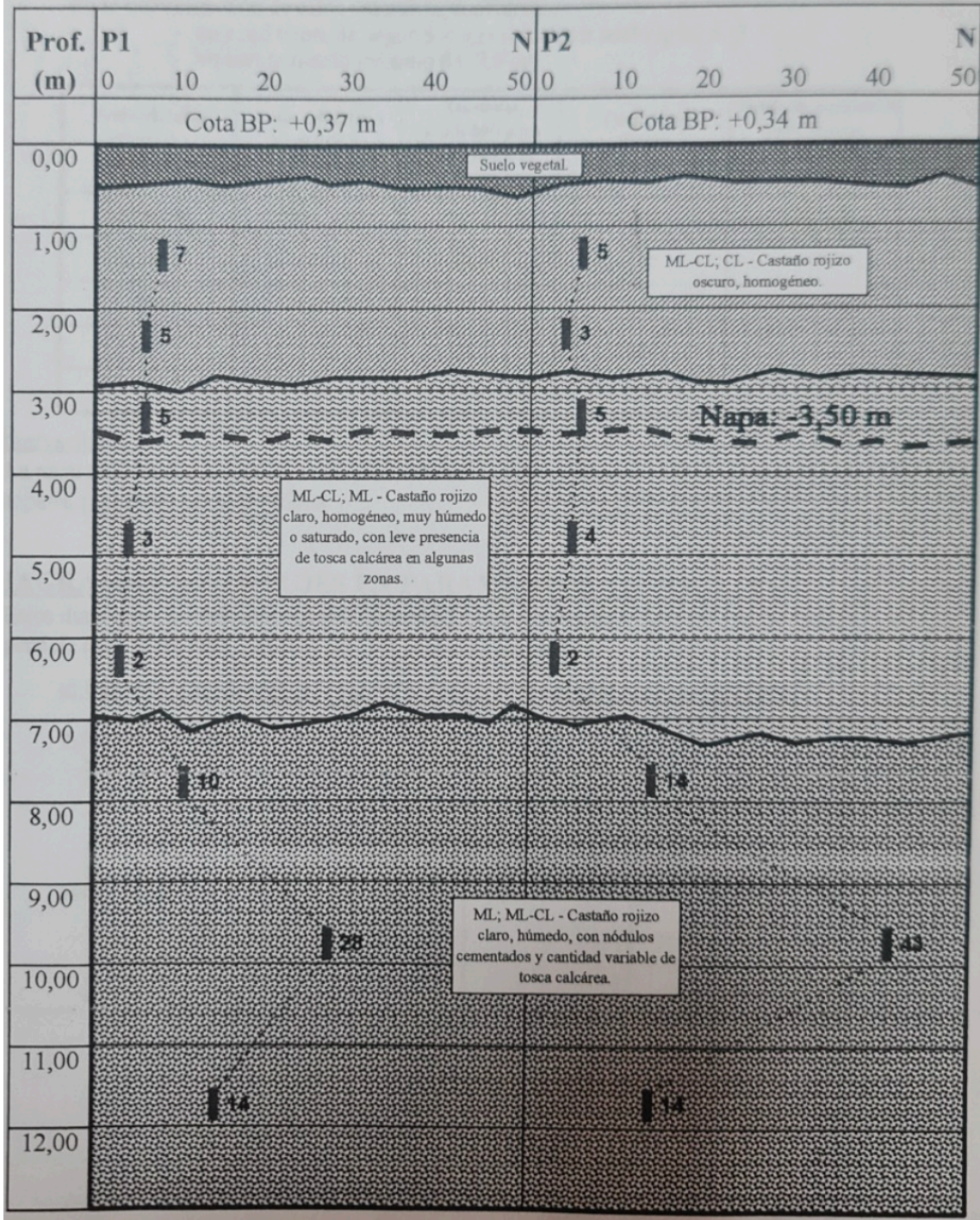
### ENSAYO NORMALIZADO DE PENETRACION DE TERZAGHI (S.P.T.)

Durante la ejecución de las perforaciones se llevó a cabo el el ensayo de penetración que consiste en la hincas 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 de 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 ESTRATIGRÁFICO**

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 de Penetración Normalizado 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.

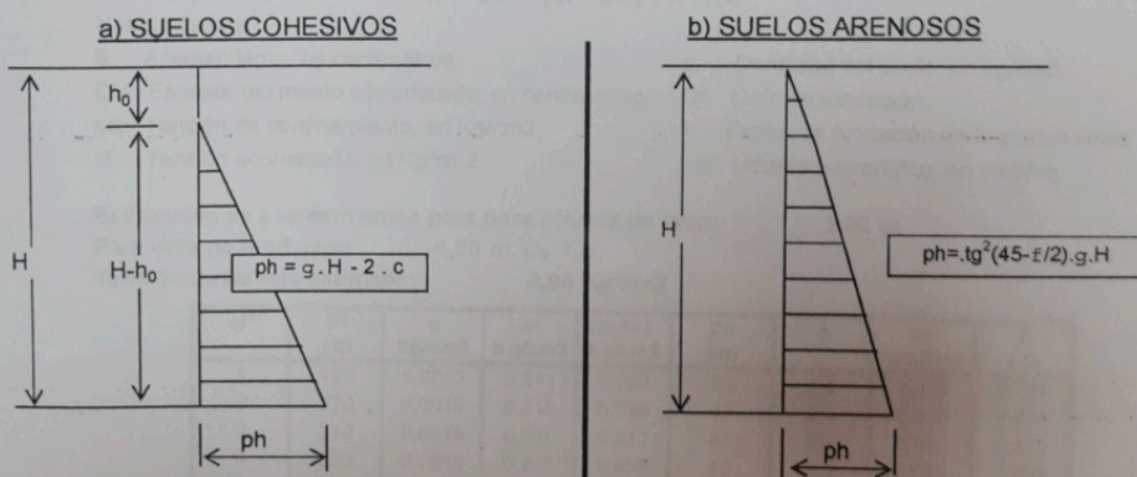
Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm <sup>2</sup>	Coficiente Balasto Kg/cm <sup>3</sup>	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm <sup>2</sup>
0,60 a 0,90	-0,30 a -0,60	-----	0,90	0,70
1,50	-1,20	0,90	1,70	-----
2,00	-1,70	0,70	0,90	-----
3,00	-2,70	0,70	0,90	-----
4,50	-4,20	0,60	0,80	-----

Observaciones:

- La napa freática fue detectada a una profundidad de 3,50 m, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados el día 14/03/08.

### 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  $N_\gamma$  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/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon$ °	g [t/m <sup>3</sup> ]	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	q [t/m <sup>2</sup> ]
-1,50	1,00	P2 M1	0,38	11	1,78	8,8	2,6	1,0	7,41
-2,50	2,00	P1 M2	0,33	15	1,95	11,0	3,9	1,4	11,61
-2,50	2,00	P2 M2	0,27	12	1,83	9,4	2,9	1,0	8,07
-3,50	3,00	P2 M3	0,32	18	1,92	12,5	4,6	1,9	11,18
-5,00	4,50	P1 M4	0,23	13	1,93	9,4	2,9	1,0	7,73

Para zapatas continuas      Ancho = 0,60 m.       $R_m = A/2 = 0,30$  m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	Pi Mi	C [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon$ °	g [t/m <sup>3</sup> ]	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	q [t/m <sup>2</sup> ]
-0,90	0,60	Valor Ponderado	0,35	14	1,80	10,5	3,6	1,2	7,64

### VIII.- ANÁLISIS DE LOS POSIBLES ASENTAMIENTOS INICIALES

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

Nomenclatura:

- S: Asentamiento, en centímetros.
- DH: Espesor del manto considerado, en centímetros.
- sc: Tensión de confinamiento, en Kg/cm<sup>2</sup>.
- st: Tensión aconsejada, en Kg/cm<sup>2</sup>.
- g: Densidad del suelo, en kg/cm<sup>3</sup>.
- Df: Cota de fundación.
- k: Factor de fundación de la profundidad.
- mv: Módulo edométrico, en cm<sup>2</sup>/kg.

Estimación de asentamientos para base aislada de lado: 2,00 m

Para cota de fundación: -1,30 m. De T.N.

Tensión de trabajo estimada: 0,90 Kg/cm<sup>2</sup>

Nº	Df cm	g kg/cm <sup>3</sup>	sc Kg/cm <sup>2</sup>	(st-sc) kg/cm <sup>2</sup>	DH cm	k	mv cm <sup>2</sup> /kg	S cm
1	130	0,0019	0,241	0,660	40	1,0	0,010	0,251
2	170	0,0019	0,315	0,586	40	0,8	0,010	0,176
3	210	0,0019	0,389	0,512	40	0,4	0,010	0,072
4	250	0,0019	0,463	0,438	40	0,2	0,010	0,026
5	290	0,0019	0,537	0,364	40	0,1	0,010	0,015
<b>ASENTAMIENTO en cm.</b>								<b>0,539</b>

## IX.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTES

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".

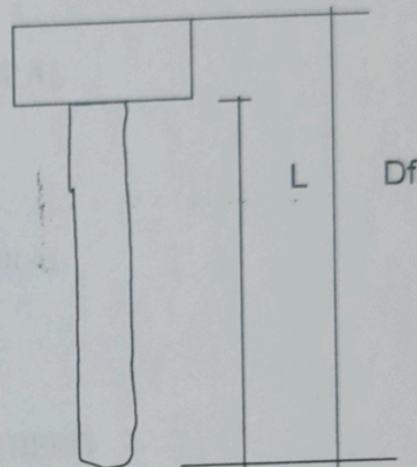
### CARACTERÍSTICAS DEL PILOTE Y DEL SUELO:

Diámetro ( $\phi$ ): 0,40 m    napa de agua (CN): -3,50 m    Sin Bulbo ( $\phi$ ): 0,00 m  
 Longitud (L): 11,00 m     $\gamma_s$ : 1,85 kg/dm<sup>3</sup>  
 Cota Punta (Df): 12,00 m    cabezal: 1,00 m

**ESTRATO 1:** de 1,00 m a 3,00 m  
 $\phi_1$ : 11    C1: 0,38 kg/cm<sup>2</sup>  
 Longitud 1: 2,00 m

**ESTRATO 2:** de 3,00 m a 7,00 m  
 $\phi_2$ : 5    C2: 0,20 kg/cm<sup>2</sup>  
 Longitud 2: 4,00 m

**ESTRATO 3:** de 7,00 m a 12,00 m  
 $\phi_3$ : 22    C3: 0,24 kg/cm<sup>2</sup>  
 Longitud 3: 5,00 m



### COEFICIENTES:

Factores de fricción:	$\phi_1$ : 11	S32: 0,21	S5: 1,68
	$\phi_2$ : 5	S32: 0,09	S5: 1,34
	$\phi_3$ : 22	S32: 0,82	S5: 3,02
Factores de capacidad carga:	$\phi_3$ : 22	Nc: 17,0	Nq: 7,5
Factor de forma y profundidad:	Df / $\phi$ : 30	$\phi / L$ : 0,04	sc . dc : 1,63

### RESISTENCIA DE PUNTA:

$q = \gamma_s \cdot Df - 1,00 \cdot (Df - CN) = 13,70 \text{ t/m}^2$   
 $qp = (c' \cdot Nc + q \cdot Nq) \cdot sc \cdot dc / V = 77,98 \text{ t/m}^2$   
 $Vp = 3$

### RESISTENCIA POR FRICCIÓN LATERAL:

$qf = (1/2 \cdot \gamma_s \cdot Df \cdot S32 + c' \cdot S5) / V$   
 $qf1 = 3,48 \text{ t/m}^2$   
 $qf2 = 1,47 \text{ t/m}^2$   
 $qf3 = 5,72 \text{ t/m}^2$   
 $Vf = 2$

### EJEMPLO DE APLICACIÓN:

Diám. de pta. ( $\phi$ ): 0,40 m	Bulbo Punta $\phi = 0,00$ m	Reducción L3 a = 5,00 m
Longitud (L): 11,00 m	Area apoyo = 0,1257 m <sup>2</sup>	Perímetro fuste = 1,257 m <sup>2</sup>
Cota Punta (Df): 12,00 m	Volumen pilote = 1,3823 m <sup>3</sup>	Vol adic bulbo = 0,0000 m <sup>3</sup>

Capacidad por punta:	$qp \cdot \text{Area} = 9,80$ ton
Capacidad por fricción E1:	$qf1 \cdot \text{Perímetro} \cdot L1 = 8,75$ ton
Capacidad por fricción E2:	$qf2 \cdot \text{Perímetro} \cdot L2 = 7,41$ ton
Capacidad por fricción E3:	$qf3 \cdot \text{Perímetro} \cdot L3 = 35,91$ ton
Descuento Peso Propio pilote:	$\text{Vol} \cdot Pe(H^0) = -3,32$ ton

**CAPACIDAD PORTANTE TOTAL = 58,55 toneladas**

X.- ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD NATURAL

HUMEDAD NATURAL

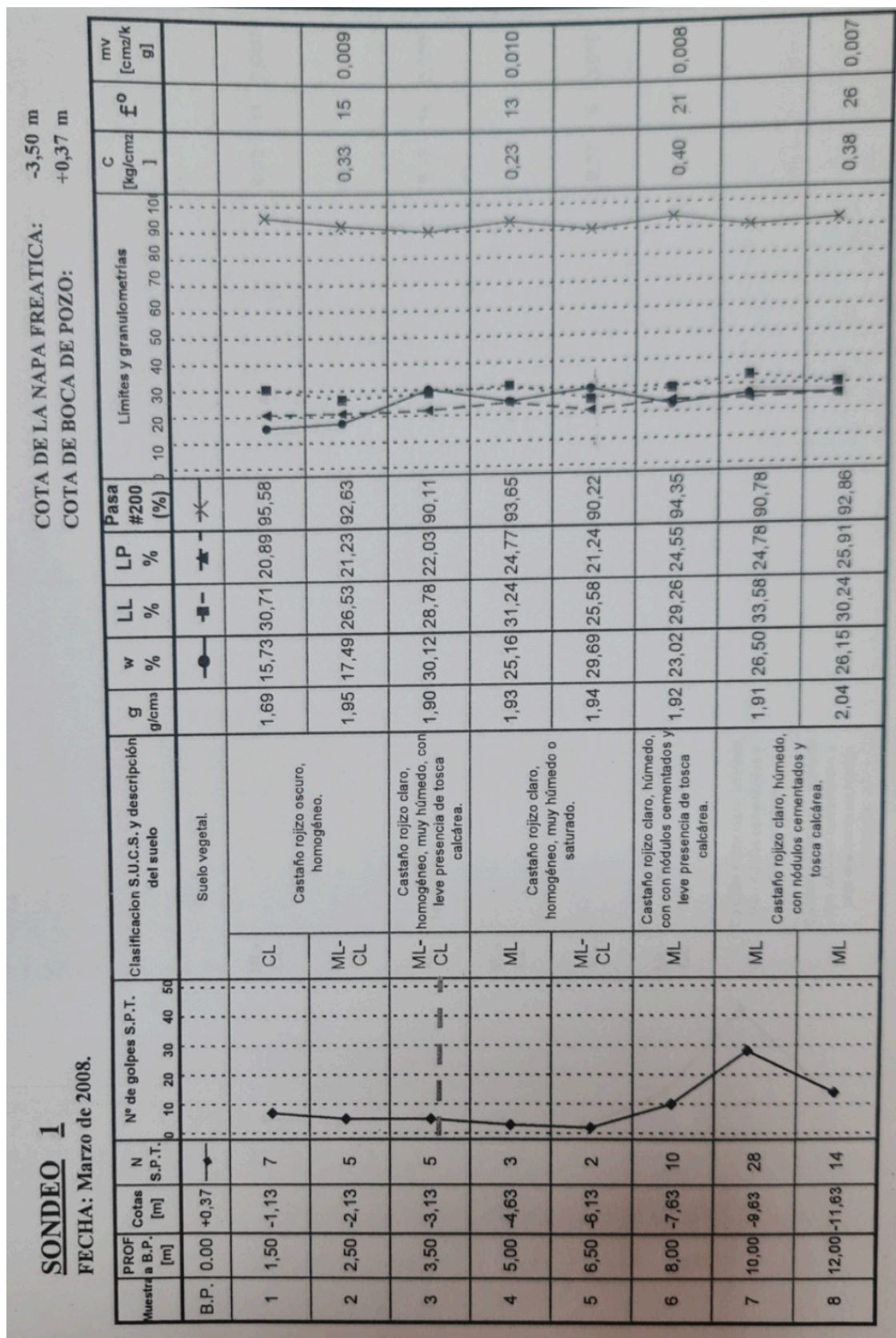
LIMITES DE ATTERBERG

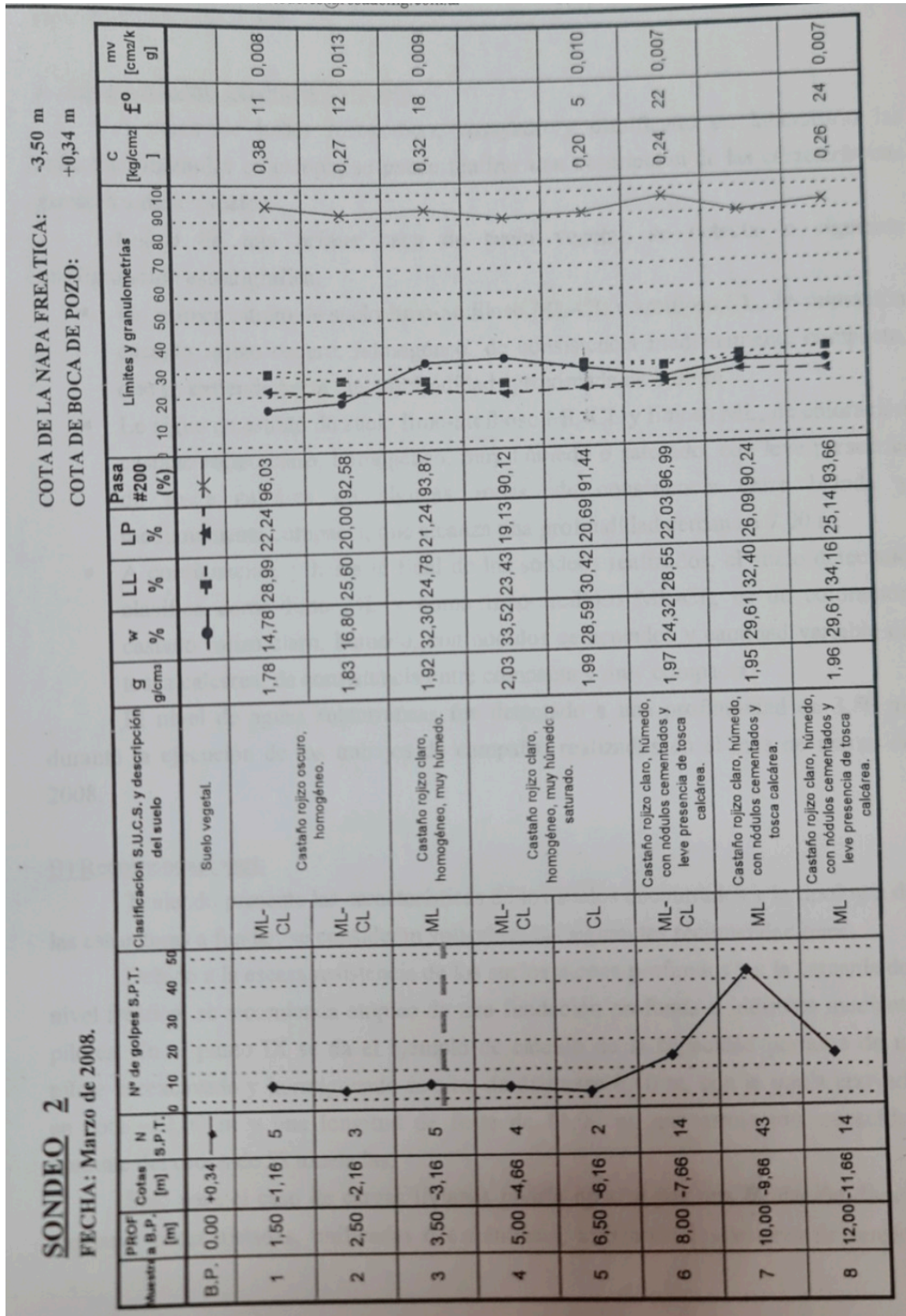
GRANULOMETRIA SOBRE #200

COHESIÓN

ÁNGULO DE FRICCIÓN

MÓDULO EDOMÉTRICO





## XI.- 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.

Luego de una primer capa de suelo vegetal, se detecta la siguiente configuración estratigráfica:

- Un primer estrato de suelo limo-arcilloso ML-CL y arcilloso CL, de coloración castaño rojizo oscuro, homogéneo, de consistencia medianamente compacta, que se extiende hasta una profundidad aproximada de 3,00 m.
- Le sigue un estrato de suelo limo-arcilloso ML-CL y limoso ML, de coloración castaño rojizo claro, homogéneo, muy húmedo o saturado, con leve presencia de tosca calcárea en algunas zonas, de consistencia entre blanda y medianamente compacta, que alcanza una profundidad cercana a 7,00 m.
- A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como limo ML y como limo-arcilloso ML-CL, es de coloración castaño rojizo claro, húmedo, con nódulos cementados y cantidad variable de tosca calcárea, de consistencia entre compacta y muy compacta.

El nivel de aguas subterráneas fue detectado a una profundidad de 3,50 m, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de marzo de 2008.

### 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 escasa resistencia de los suelos menos profundos y a la cercanía del nivel freático, se recomienda 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 en cota -12,00 m y una longitud de fuste de 11,00 m, que arroja una capacidad portante del orden de 58 toneladas.

Sólo para el caso de cargas livianas podría optarse por una fundación directa mediante bases aisladas, unificadas o excéntricas, utilizando los valores de tensión

admisibles detallados en el cuadro del punto VI, donde a nuestro criterio sería conveniente fundar al nivel de  $-1,20$  m respecto del nivel  $0,00$ , de referencia, utilizando una tensión admisible de  $0,90 \text{ kg/cm}^2$ .

Según la estimación realizada en el Punto VIII, el asentamiento inicial de una base aislada de  $2,00$  m de lado será del orden de  $0,54$  cm si se utiliza la tensión admisible de recomendada. Una base más ancha ocasionará un mayor asentamiento.

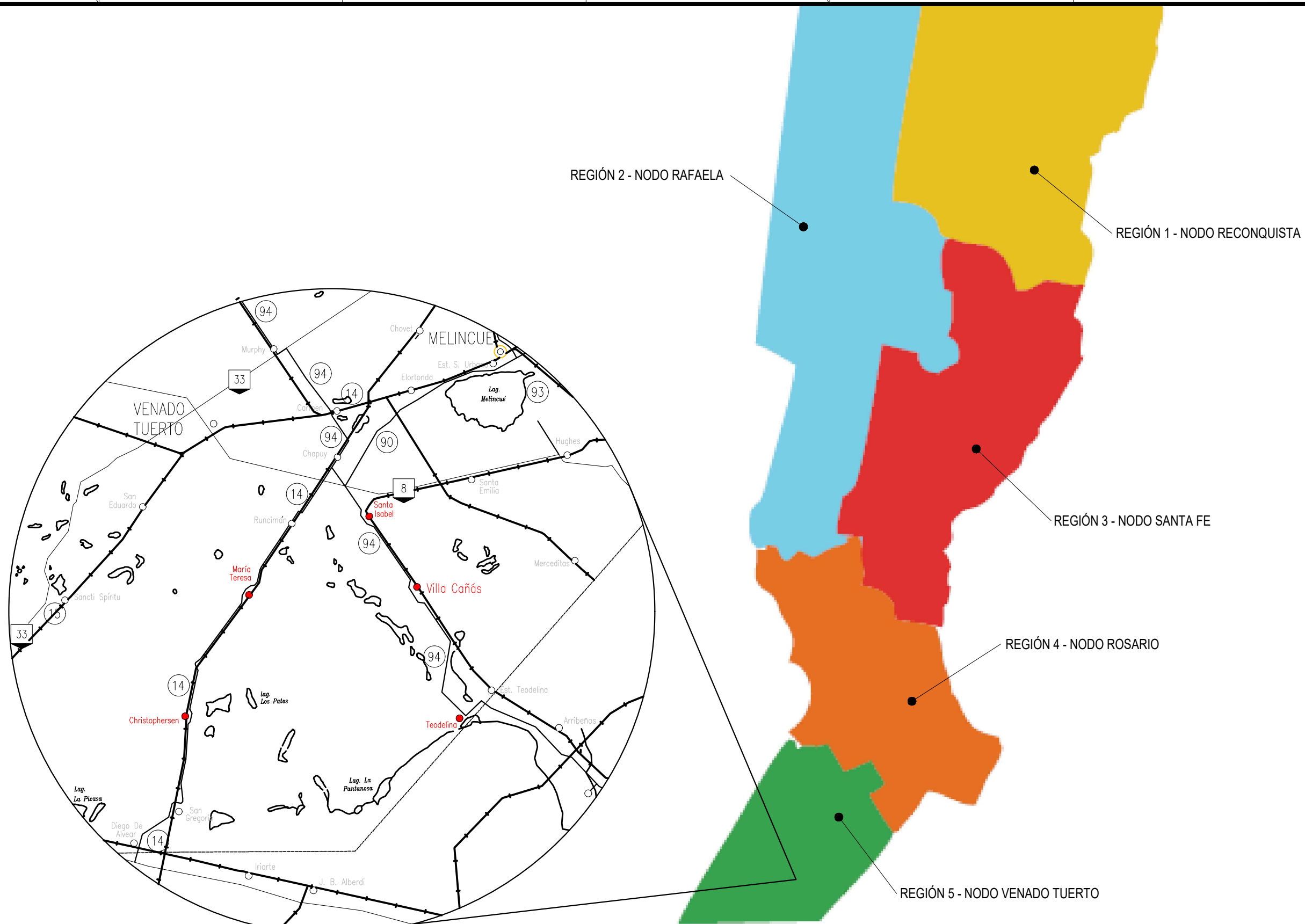
En el caso de fundaciones de muros se podrá emplear una zapata corrida tradicional de hormigón de cascote, dimensionando su ancho en función de las cargas actuantes y con una tensión admisible de  $0,70 \text{ kg/cm}^2$  a una profundidad comprendida entre  $-0,60$  y  $-0,90$  m respecto del terreno natural.

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 solicitaciones originadas por el efecto viento calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse en un  $20\%$ . –

## ANEXO XII. Planos

- P4-G8-UBI-01 "Plano de Ubicación General"**
- P4-G8-LAY-01 "Layout Centro GIRSU"**
- P4-G8-MODELO-01 "Curvas de Nivel y Elevaciones del Terreno"**
- P4-G8-MÓDULOS-01 "Planos Perfiles Tipos de Obra"**
- P4-G8-CAMINOS-01 "Pavimentos de Caminos"**
- P4-G8-ALT-01 "Plano Altimetrías Camino Principal y secundario"**
- P4-G8-PERF-01 "Perfiles Transversales del Relleno Sanitario"**
- P4-G8-DET-01 "Detalles Relleno Sanitario"**
- P4-G8-HIDRO-01 "Cuencas de Aporte Desagües"**
- P4-G8-DET-02 "Detalles Reservorio y Desagües"**
- P4-G8-ARQ-01 "Planta y Cortes Arquitectura Sector Administrativo"**
- P4-G8-ARQ-02 "Fachadas Arquitectura Sector Administrativo"**
- P4-G8-HOR-01 "Estructura Sobre Planta Baja"**
- P4-G8-HOR-02 "Estructura de Fundaciones"**
- P4-G8-MET-01 "Planta Galpones Metálicos"**
- P4-G8-MET-02 "Vistas Galpones Metálicos"**
- P4-G8-MET-03 "Cortes y Vistas Galpones Metálicos"**
- P4-G8-MET-04 "Vistas – Esquemas Unifilares"**
- P4-G8-MET-05 "Planta de Fundaciones"**
- P4-G8-MET-06 "Planta de Techo"**
- P4-G8-MET-07 "Detalle de Fundaciones y Plano de Armadura"**
- P4-G8-MET-08 "Corte Transversal Arquitectura"**



REFERENCIAS	
Ruta Provincial pavimentada:	—
Ferrocarril:	—+—+—+—
Ruta Nacional:	—
Limite inter-provincial:	- - - - -
Cursos de agua y lagunas:	—
Localidades adheridas al consorcio:	●

DIVISIÓN POLÍTICA SEGÚN REGIONES PROVINCIA DE SANTA FE

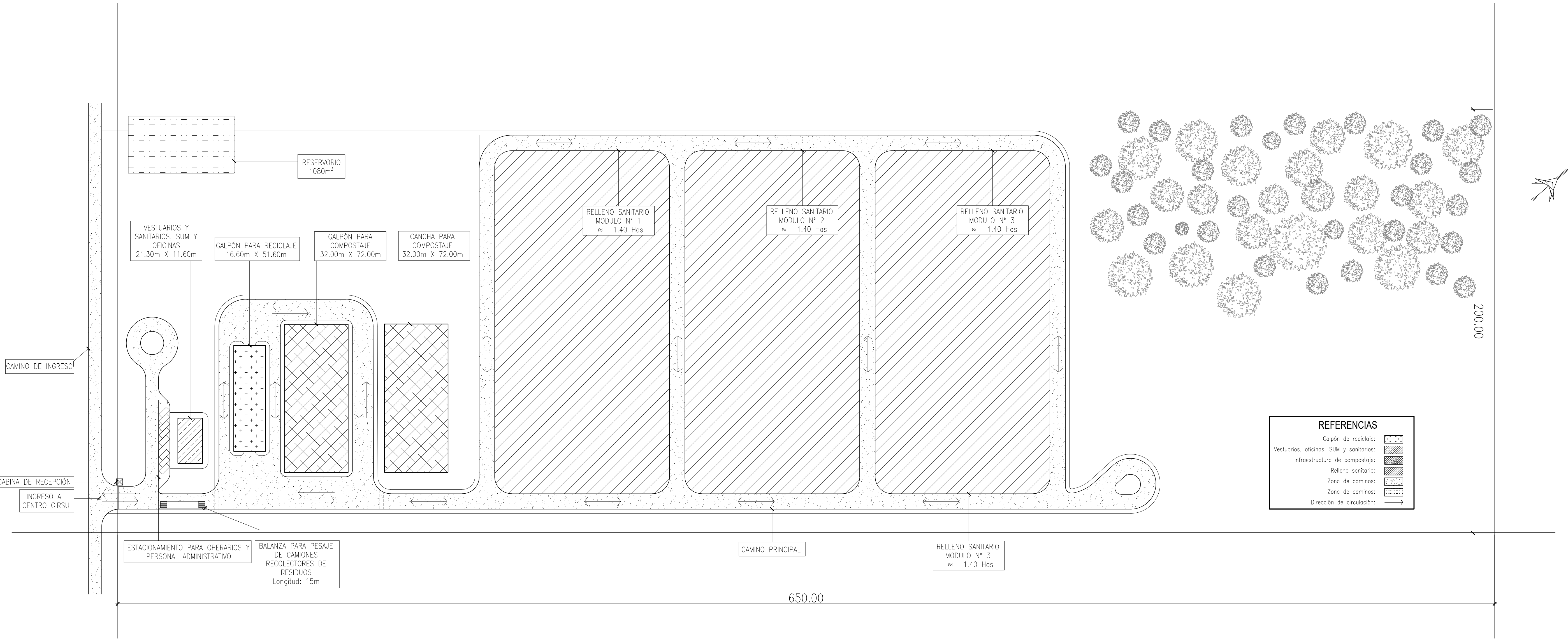
REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	01-02-24	CORRECCIÓN-Nº1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANO DE UBICACIÓN  
 PLANO DE UBICACIÓN GENERAL

**PROYECTO IV**  
 GRUPO Nº 8:  
 DONATTI, JUAN BAUTISTA  
 GENOUD, CAMILA  
 VAMPIRO, ANA



EMISION:	08-12-23
ESCALA:	-
PLANO	P4-G8-UBI-01
REV.	02



**REFERENCIAS**

- Galpón de reciclaje: [Pattern]
- Vestuarios, oficinas, SUM y sanitarios: [Pattern]
- Infraestructura de compostaje: [Pattern]
- Relleño sanitario: [Pattern]
- Zona de caminos: [Pattern]
- Zona de caminos: [Pattern]
- Dirección de circulación: [Arrow]

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
03	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
00	13-10-23	PRE-ENTREGA

PLANO GENERAL DEL PREDIO

LAYOUT CENTRO GIRSU

**PROYECTO IV**

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA

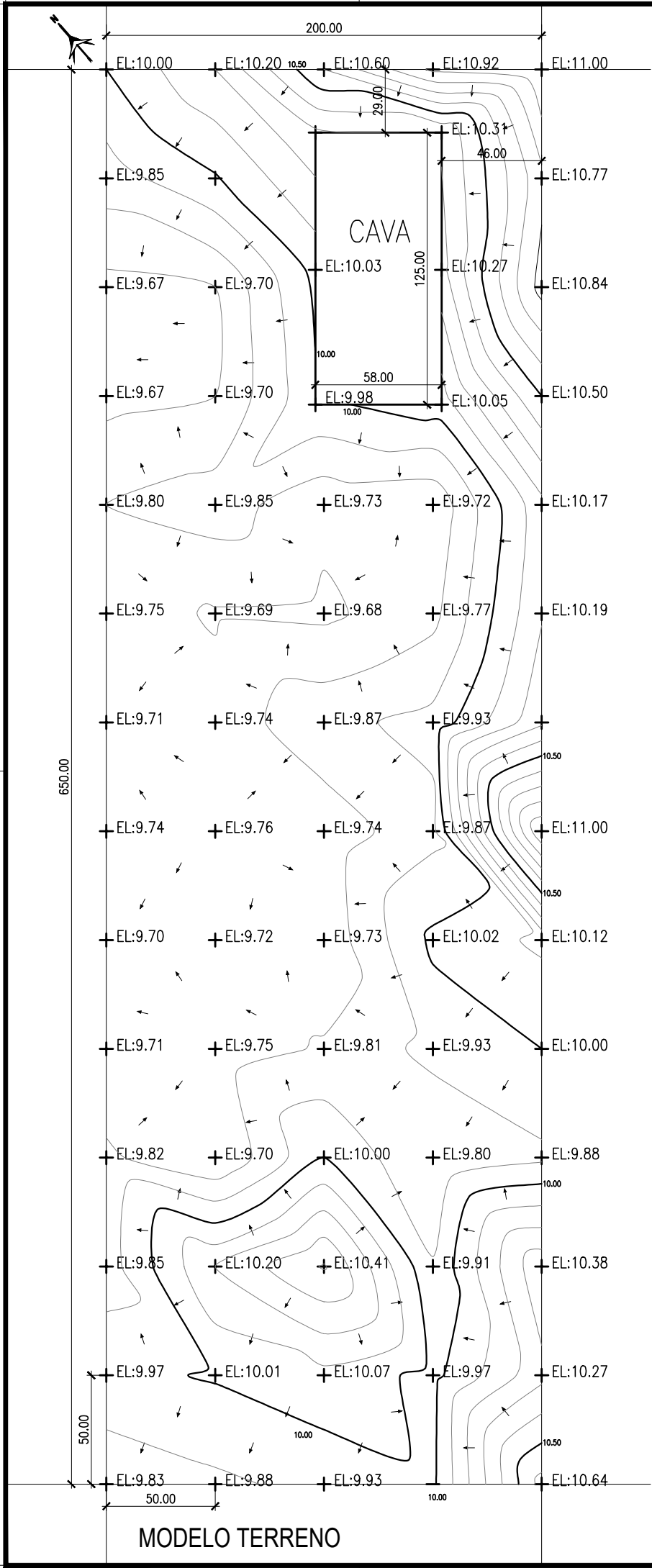


EMISION: 13-10-23  
ESCALA: 1:1000  
PLANO N° P4-G8-LAY-01 REV. 03

LAYOUT GENERAL

# PLANO MODELO TERRENO

ARCHIVO: P4-G8-MODELO-01-Rev03



MODELO TERRENO

## NOTAS

### MEDIDAS EN METROS.

1. Las cotas se indican en metros.
2. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN).
3. Curvas de nivel principales cada 0.50m y secundarias cada 0.10m
4. La cava se generó producto de la extracción de suelo para la ejecución de una cancha de hockey municipal.
5. El relevamiento se efectuó en forma de grilla cuadriculada con los puntos equidistanciados 50m.

### REFERENCIAS

- Curvas de nivel:
- Sentido escurrimiento:
- Punto relevado:
- Elevación del punto relevado: EL:10.77

03	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	8-12-23	ENTREGAFINAL
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

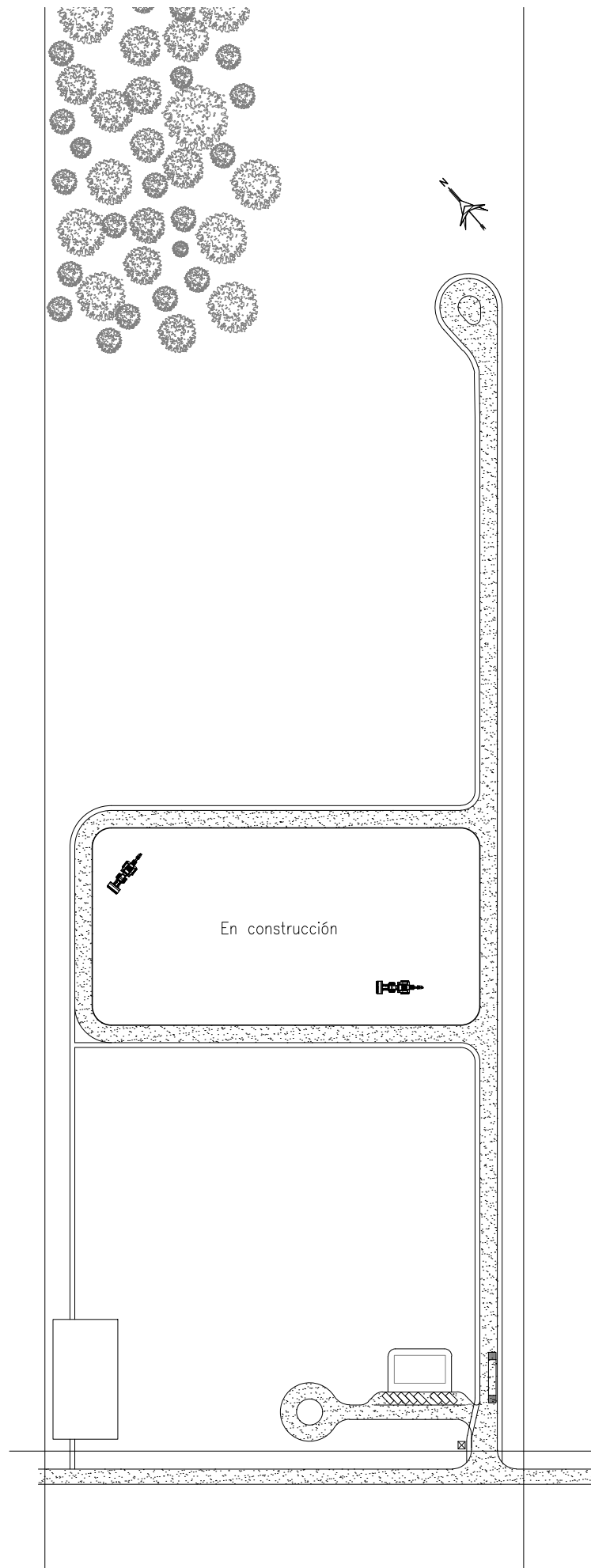
### PLANO MODELO TERRENO

### CURVAS DE NIVEL Y ELEVACIONES DEL TERRENO

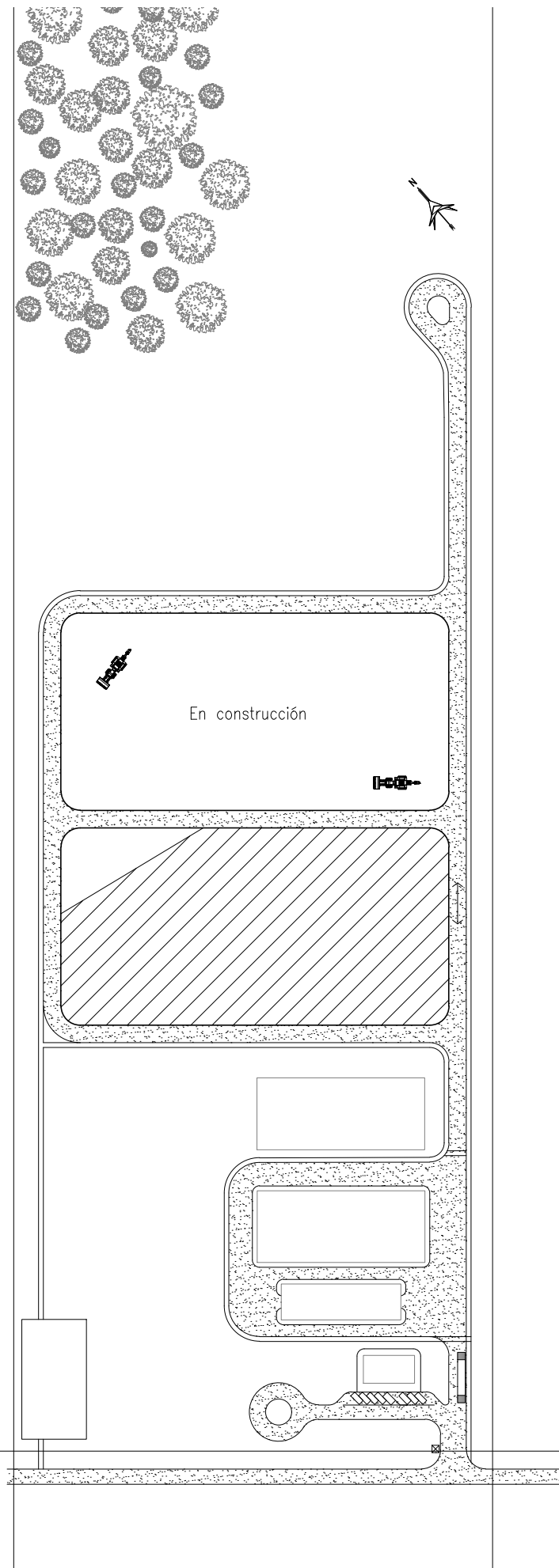
### PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA

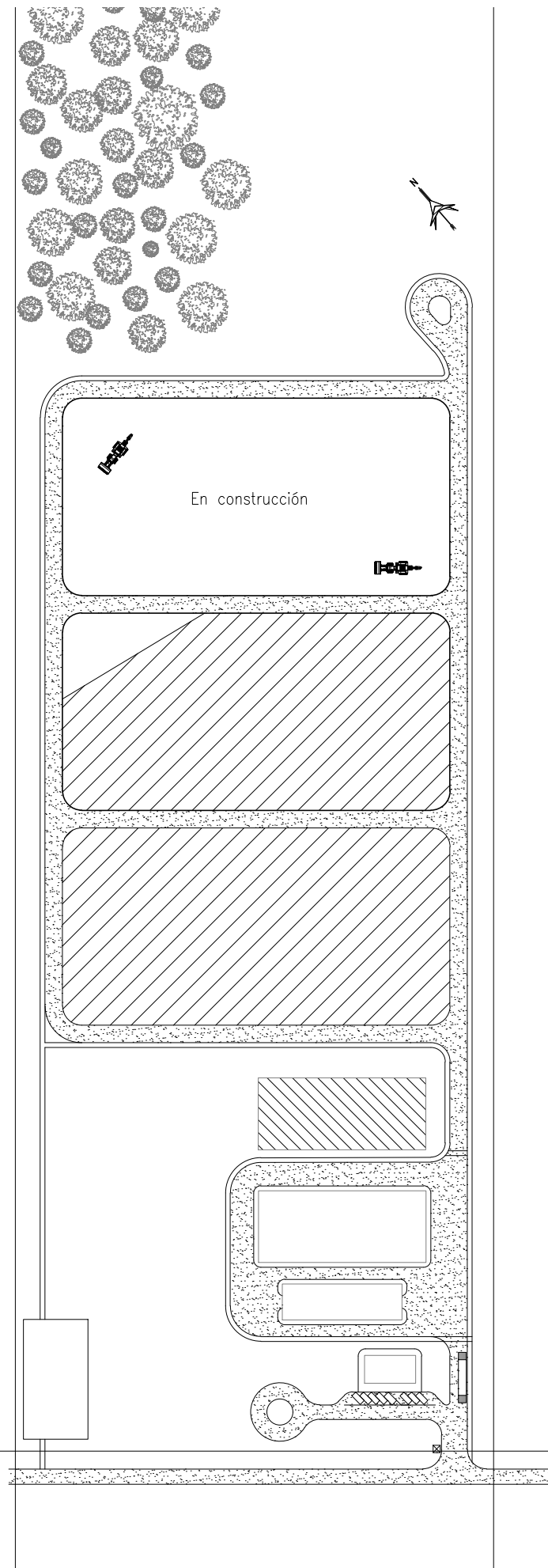
EMISION: 08-12-23	
ESCALA: 1:2500	
PLANO N° P4-G8-MODELO-01	REV. 03



ETAPA N°1:  
Construcción módulo N°1, reservorio, edificio administrativo y acceso



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



ETAPA N°3:  
Cierre módulo N°2 y construcción módulo N°3

NOTAS

1. La construcción de las instalaciones como ser los galpones y el edificio administrativo se encuentra sujeta a la disponibilidad de fondos para su ejecución.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANO SECUENCIA DE EJECUCION Y OPERACIÓN

PLANOS PERFILES TIPOS DE OBRA

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA

EMISION: 08-12-23

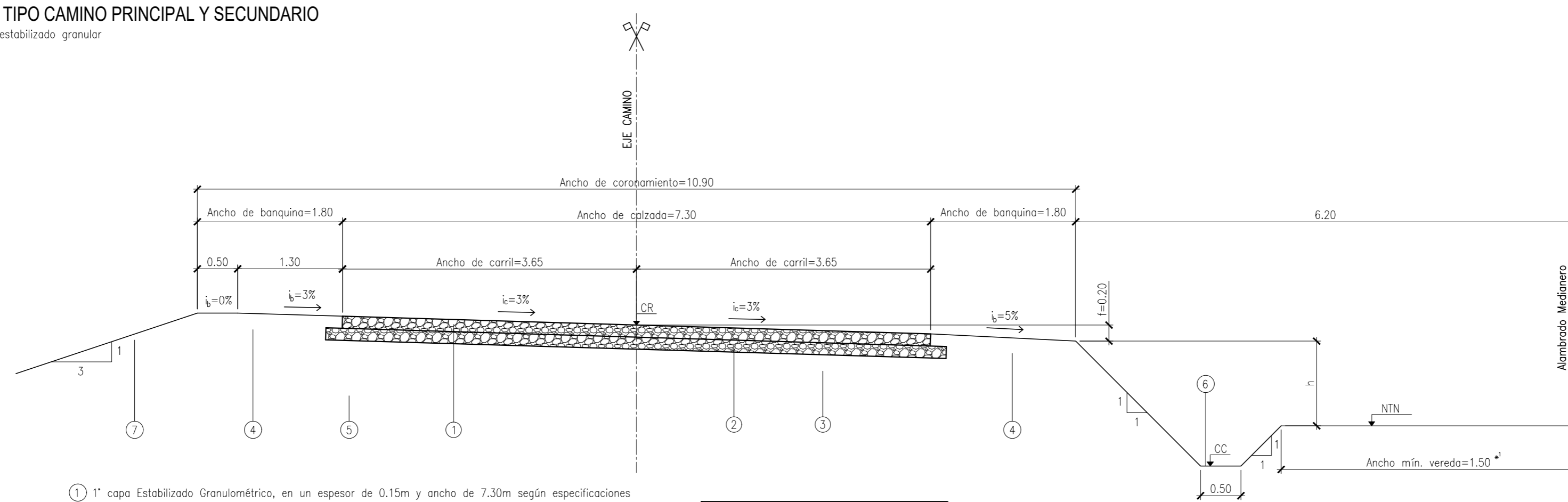
ESCALA: 1:2500

PLANO N°  
P4-G8-MÓDULOS-01

REV.  
02

**PERFIL TIPO CAMINO PRINCIPAL Y SECUNDARIO**

Pavimento estabilizado granular

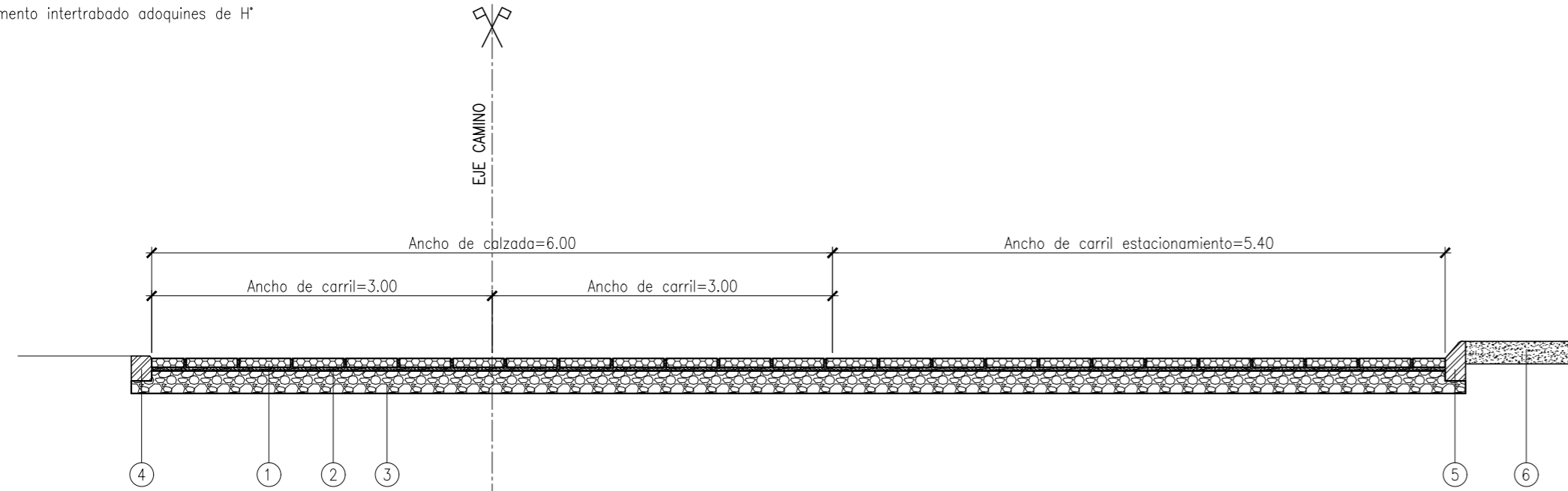


- ① 1' capa Estabilizado Granulométrico, en un espesor de 0.15m y ancho de 7.30m según especificaciones
- ② 2' capa Estabilizado Granulométrico, en un espesor de 0.15m y ancho de 7.70m según especificaciones
- ③ Perfilado y compactación de la subrasante
- ④ Banquina de suelo compactado en un espesor de 0.30m y ancho de 1.80m
- ⑤ Núcleo del terraplén
- ⑥ Cuneta de tierra vegetal (Ver detalle obra hidráulica)

f: Flecha coronamiento  
 h: Altura terraplén (ver altimetría)  
 NTN: Nivel de terreno natural (ver altimetría)  
 CR: Cota de rasante (ver altimetría)  
 CC: Cota de fondo de cuneta (ver altimetría)

**PERFIL TIPO CAMINO VEHÍCULOS LIVIANOS**

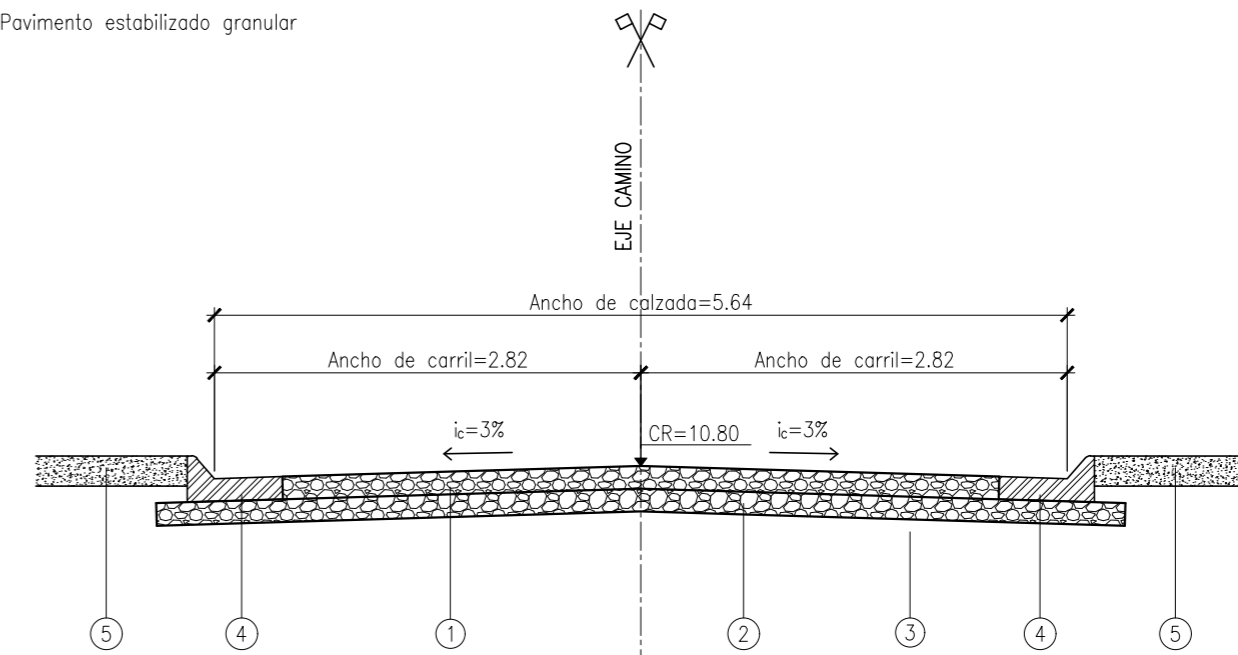
Pavimento intertrabado adoquines de H'



- ① Adoquines prefabricados de hormigón "Garden Block" espesor de 8cm, ancho 45cm y largo 30cm
- ② Cama de arena en un espesor de 3cm y ancho de 11.40m
- ③ Base constituida por material granular en un espesor 0.20m y ancho de 11.40m
- ④ Borde de confinamiento
- ⑤ Cordón montable de confinamiento

**PERFIL TIPO CAMINOS ENTRE GALPONES**

Pavimento estabilizado granular



- ① 1' capa Estabilizado Granulométrico, en un espesor de 0.15m y ancho de 4.74m según especificaciones
- ② 2' capa Estabilizado Granulométrico, en un espesor de 0.15m y ancho de 6.41m según especificaciones
- ③ Perfilado y compactación de la subrasante
- ④ Cordón Cuneta de H'.
- ⑤ Vereda de H'A'

NOTAS

MEDIDAS EN METROS.

1. El ancho mínimo de vereda es tal que permita la operación de una miniexcavadora para realizar las obras de mantenimiento del desagüe N°2.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
04	03-03-24	CORRECCIÓN-N°3
03	12-02-24	CORRECCIÓN-N°2
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
00	13-10-23	PRE-ENTREGA

PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA

PAVIMENTOS DE CAMINOS

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
 DONATTI, JUAN BAUTISTA  
 GENOUD, CAMILA  
 VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23

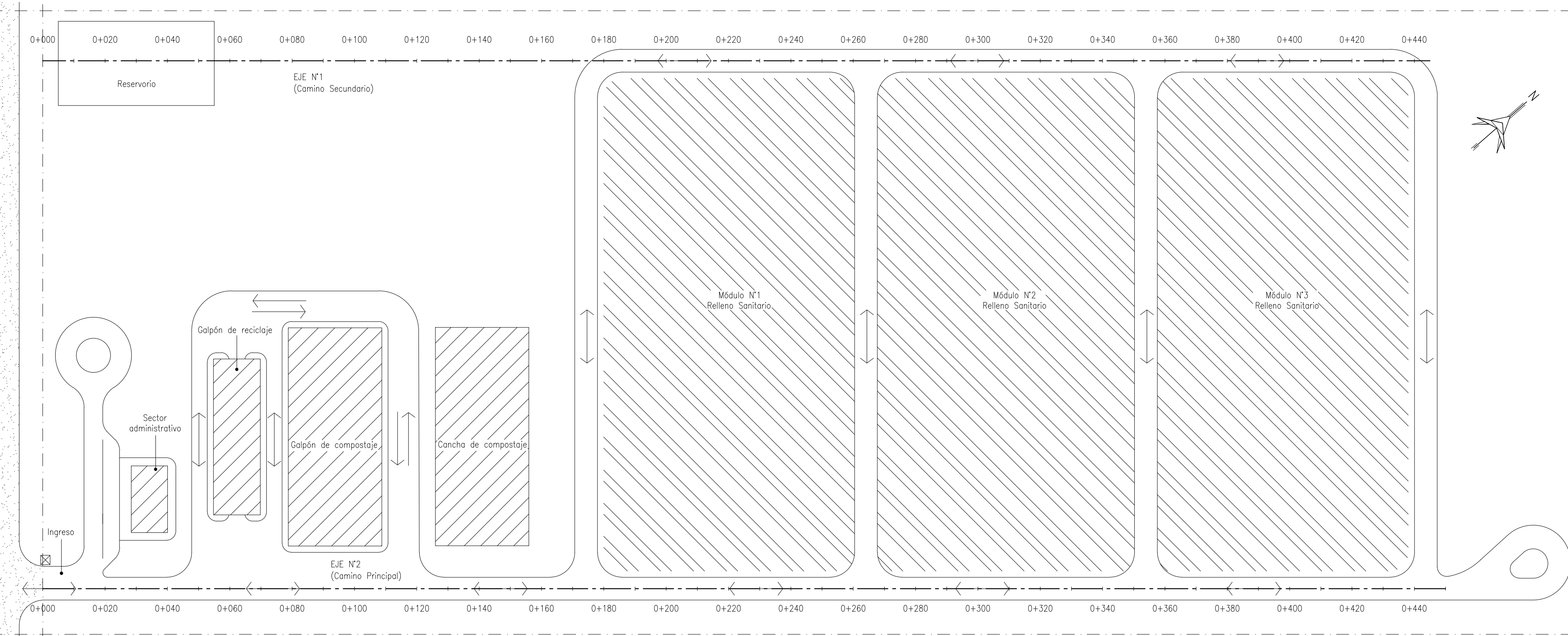
ESCALA: 1:50

PLANO N°  
 P4-G8-CAMINOS-01

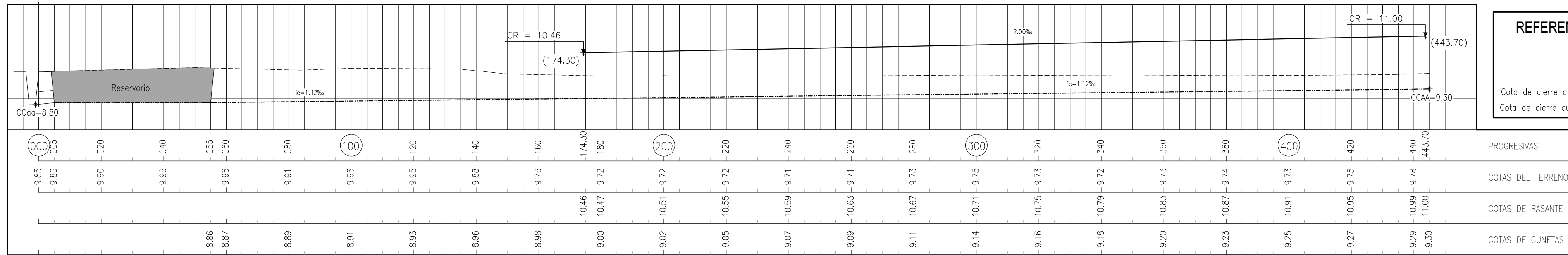
REV.  
 04

NOTAS

- Las cotas y progresivas se indican en metros.
- Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN).



PLANIMETRÍA GENERAL Y UBICACIÓN DE EJES  
ESC 1:1000



**REFERENCIAS ALTIMETRÍA**

Terreno Natural: - - - - -  
 Cuneta: - · - · -  
 Rasante: ————

Cota de cierre cuneta aguas abajo: CCaa  
 Cota de cierre cuneta aguas arriba: CCAa

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
03	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANO ALTIMETRÍAS CAMINO PRINCIPAL Y SECUNDARIO

PERFILES LONGITUDINALES

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
 DONATTI, JUAN BAUTISTA  
 GENOUD, CAMILA  
 VAMPIRO, ANA



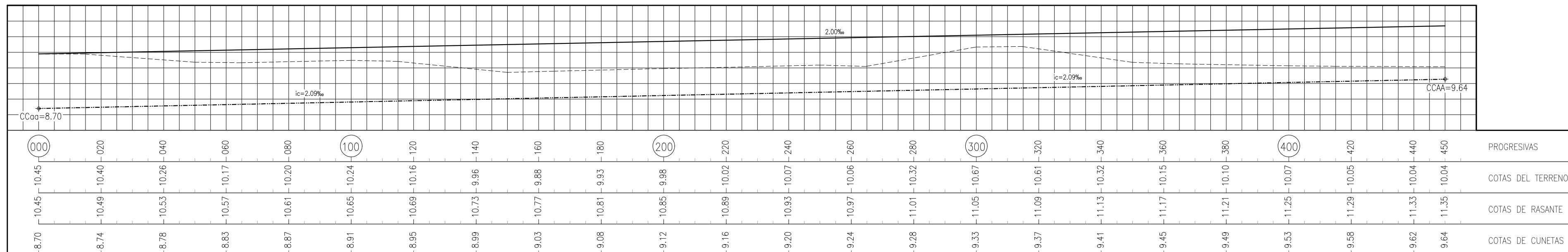
EMISION: 08-12-23

ESCALA: VARIAS

PLANO N° P4-G8-ALT-01

REV. 03

ALTIMETRÍA EJE N°1: CAMINO SECUNDARIO  
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
 ESCALA VERTICAL 1:100

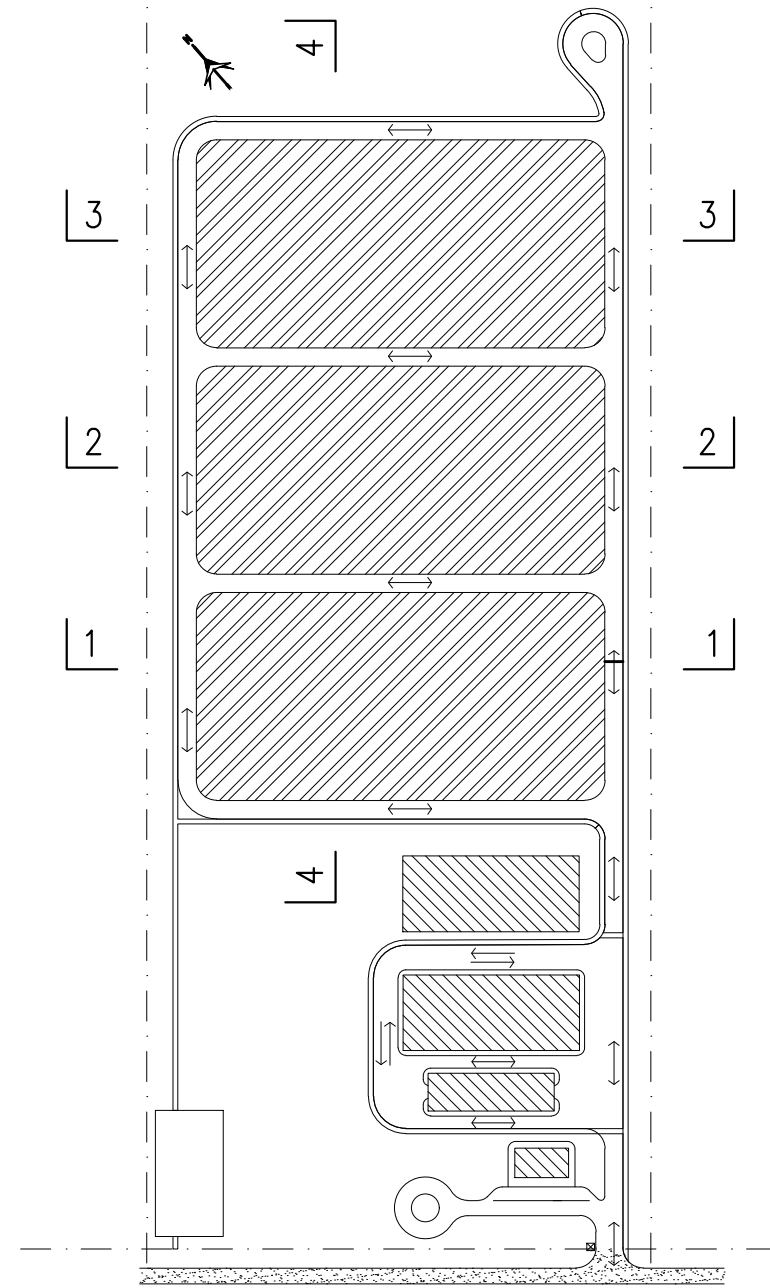


ALTIMETRÍA EJE N°2: CAMINO PRINCIPAL  
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
 ESCALA VERTICAL 1:100

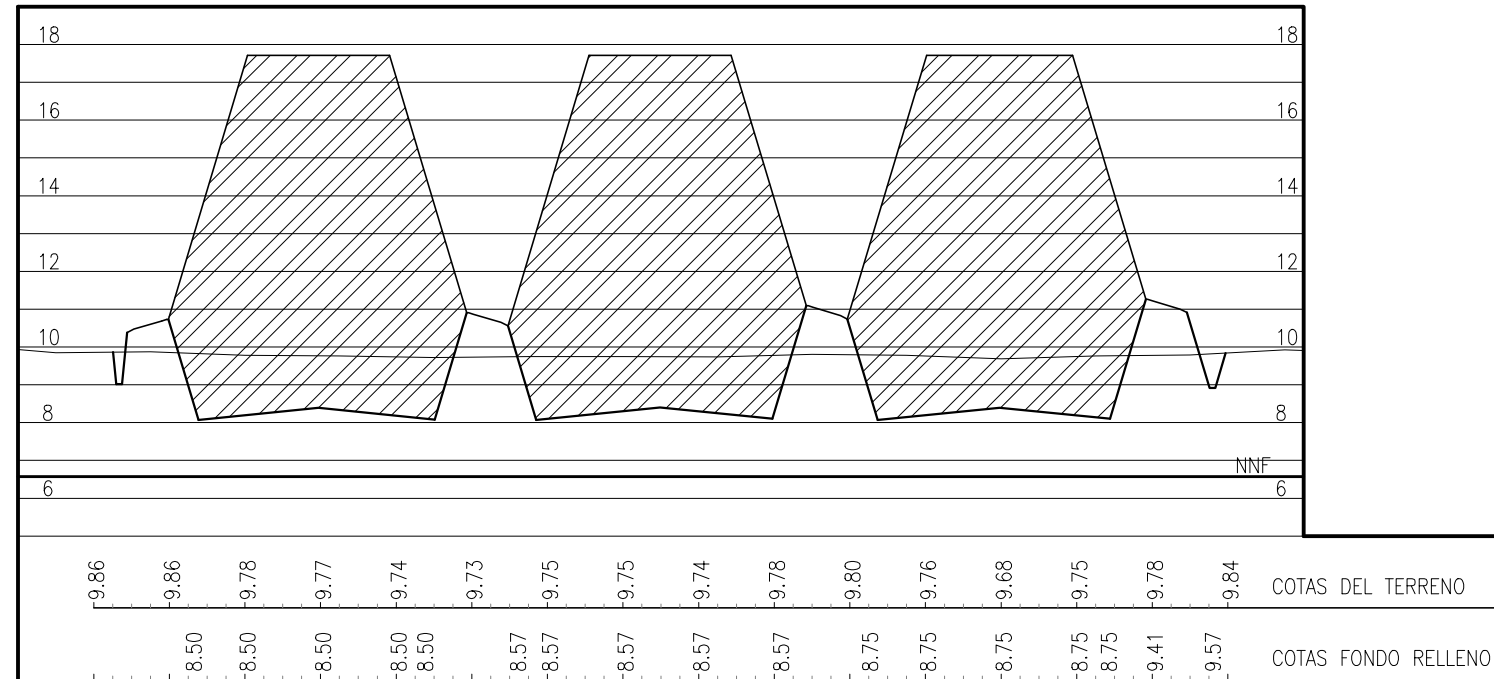
PLANO ALTIMETRÍAS CAMINO PRINCIPAL Y SECUNDARIO  
 ARCHIVO: P4-G8-ALT-01-Rev03

PLANO PERFILES TRANSVERSALES DEL RELLENO SANITARIO

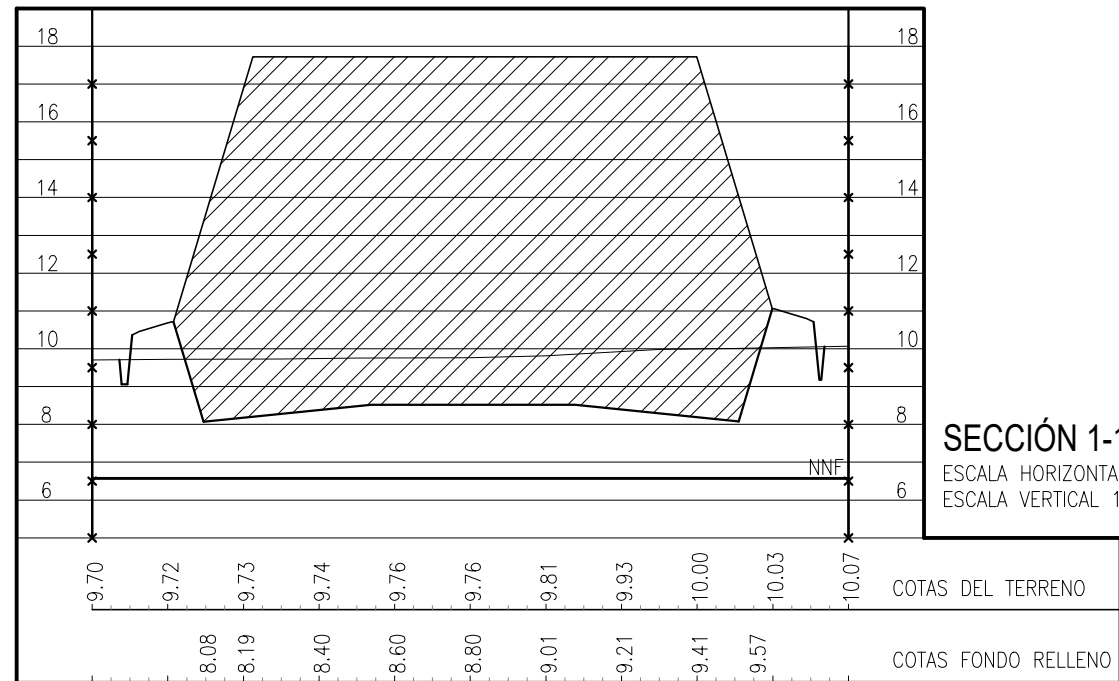
P4-G8-PER-01-Rev02



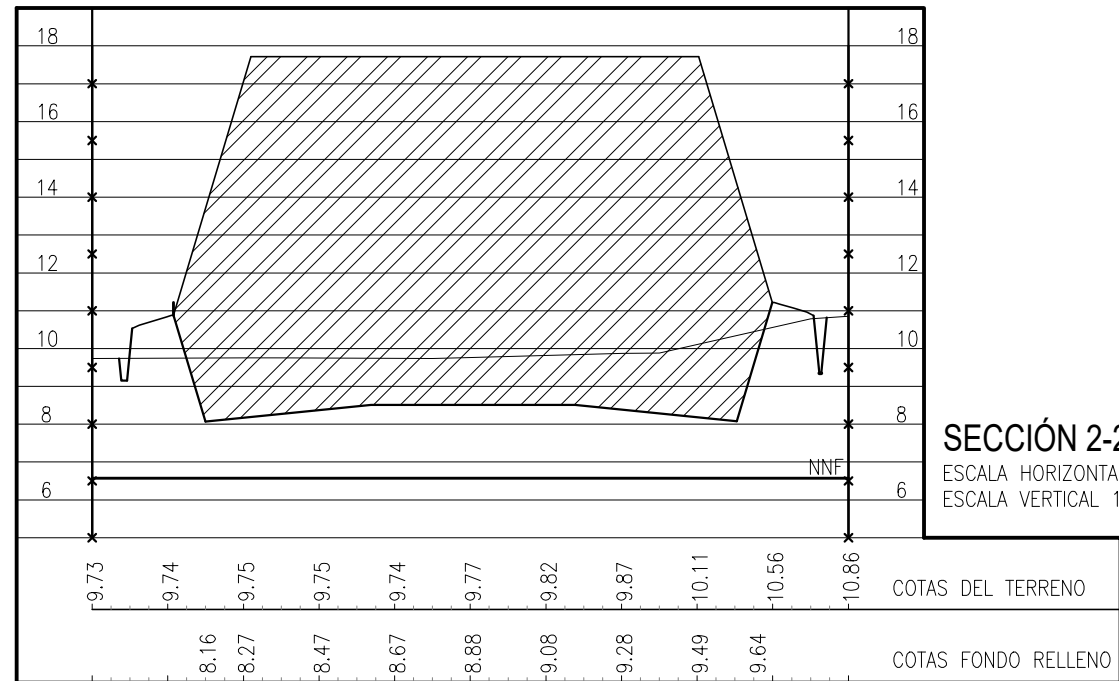
UBICACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES  
ESCALA 1:3000



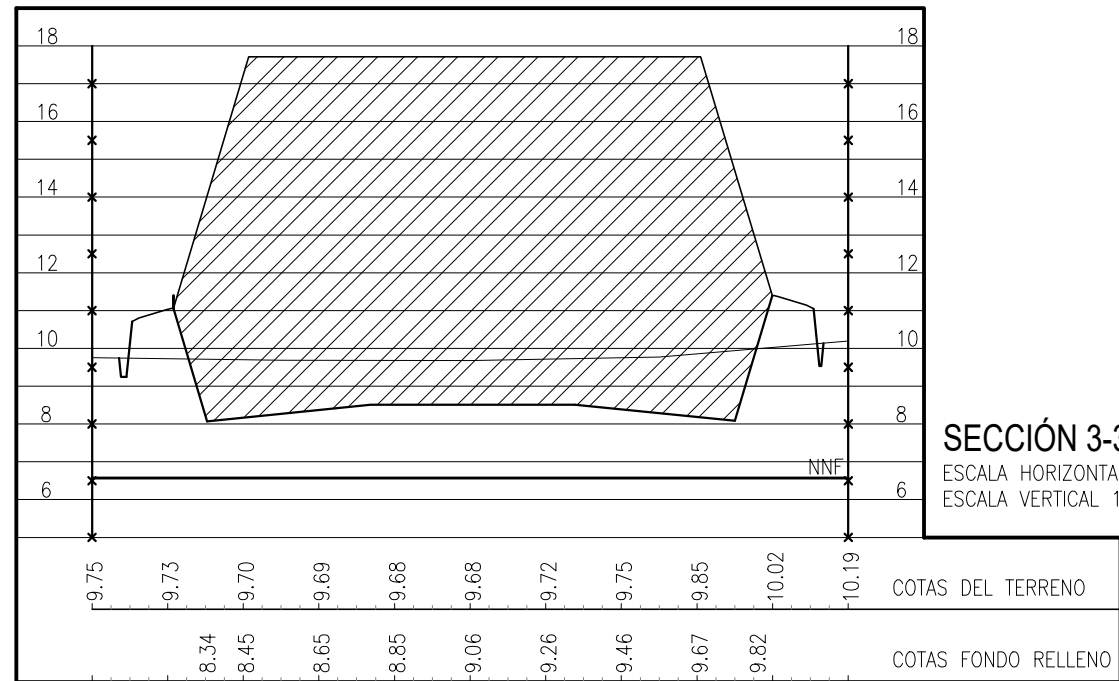
SECCIÓN 4-4 ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



SECCIÓN 1-1  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



SECCIÓN 2-2  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200



SECCIÓN 3-3  
ESCALA HORIZONTAL 1:2000  
ESCALA VERTICAL 1:200

NOTAS

MEDIDAS EN METROS.

- Las cotas y progresivas se indican en metros.
- Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN).

02	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

PLANO PERFILES TRANSVERSALES DE OBRA

PERFILES TRANSVERSALES DEL RELLENO SANITARIO

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23

ESCALA: VARIAS

PLANO N°

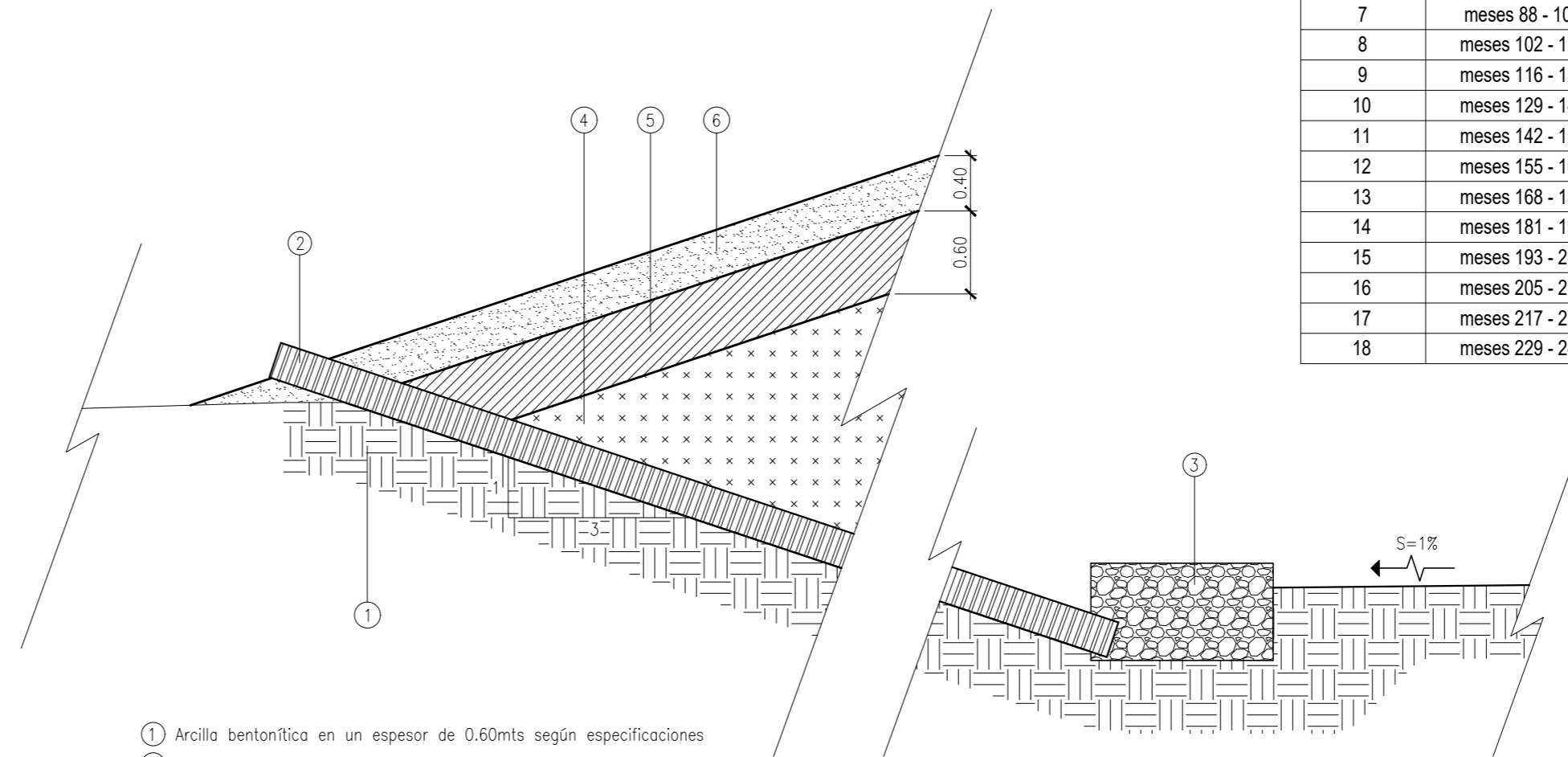
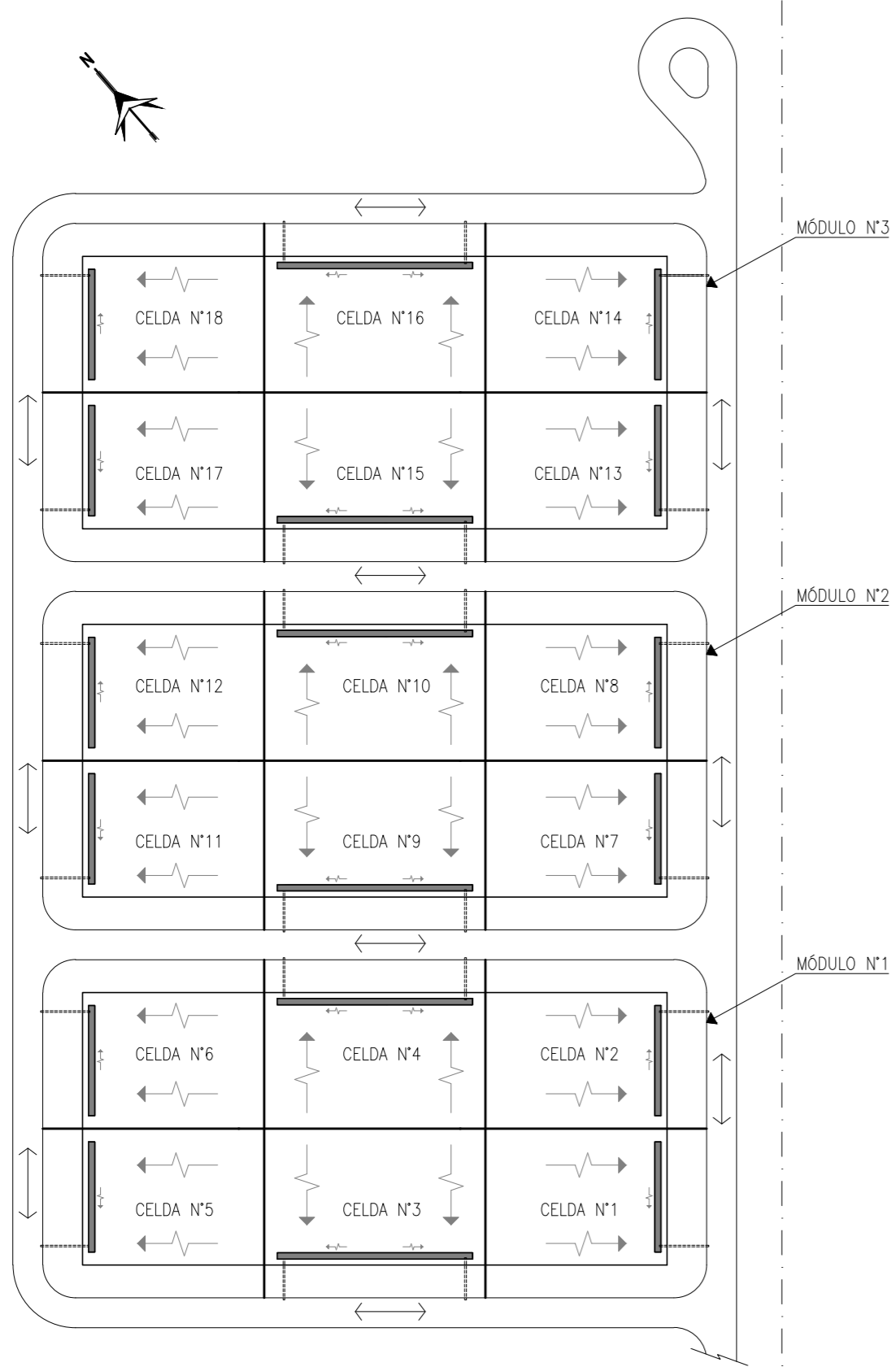
P4-G8-PERF-01

REV.

02

DURACIÓN CELDAS

CELDA Nº	DURACIÓN	CANT. DE MESES
1	meses 1 - 15	15
2	meses 16 - 30	15
3	meses 31 - 45	15
4	meses 46 - 59	14
5	meses 60 - 73	14
6	meses 74 - 87	14
7	meses 88 - 101	14
8	meses 102 - 115	14
9	meses 116 - 128	13
10	meses 129 - 141	13
11	meses 142 - 154	13
12	meses 155 - 167	13
13	meses 168 - 180	13
14	meses 181 - 192	12
15	meses 193 - 204	12
16	meses 205 - 216	12
17	meses 217 - 228	12
18	meses 229 - 240	12

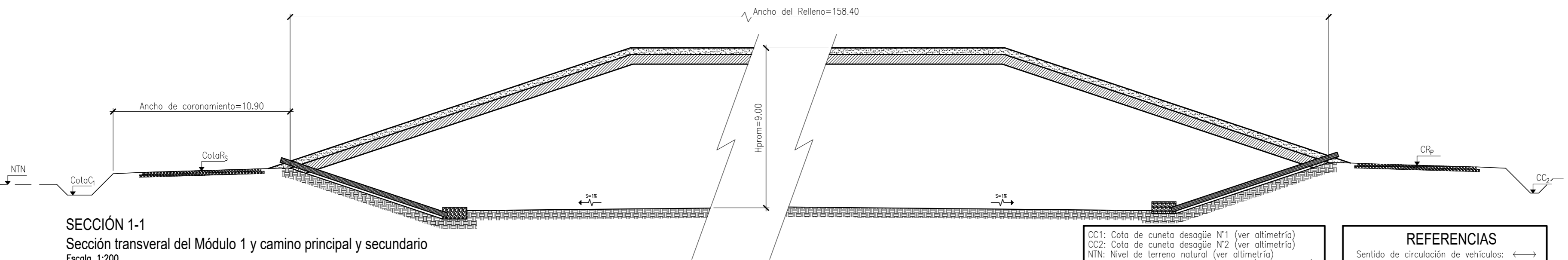


- ① Arcilla bentonítica en un espesor de 0.60mts según especificaciones
- ② Caño de PEAD Ø300mm
- ③ Dren material granular y geotextil 1.50x0.80mts
- ④ Residuos
- ⑤ Suelo compactado en un espesor de 0.60mts
- ⑥ Suelo vegetal en un espesor de 0.40mts

DETALLE DESAGÜE DE LIXIVIADOS EN LOS MÓDULOS  
ESCALA 1:50

ESQUEMA EN PLANTA DE DESAGÜE DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO

Escala 1:1500



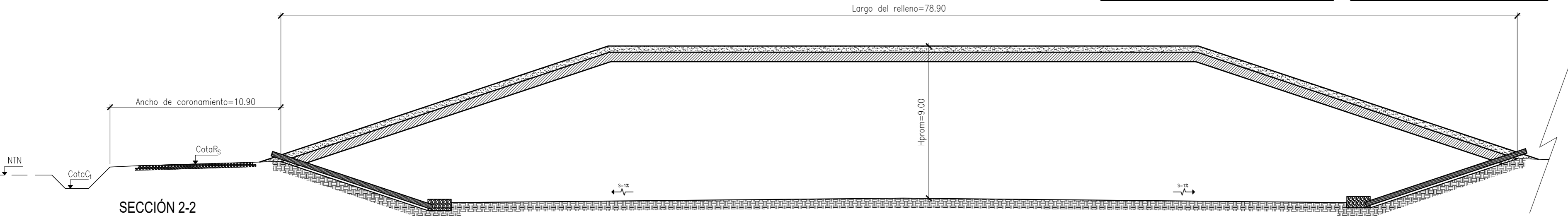
SECCIÓN 1-1  
Sección transversal del Módulo 1 y camino principal y secundario  
Escala 1:200

- CC1: Cota de cuneta desagüe N°1 (ver altimetría)
- CC2: Cota de cuneta desagüe N°2 (ver altimetría)
- NTN: Nivel de terreno natural (ver altimetría)
- CRp: Cota de rasante camino principal (ver altimetría)
- CRs: Cota de rasante camino secundario (ver altimetría)

**REFERENCIAS**

Sentido de circulación de vehículos: ↔

Sentido de escurrimiento de lixiviados: ↘



SECCIÓN 2-2  
Sección longitudinal del Módulo 1  
Escala 1:200

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
03	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS DE DETALLES

DETALLES RELLENO SANITARIO

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA

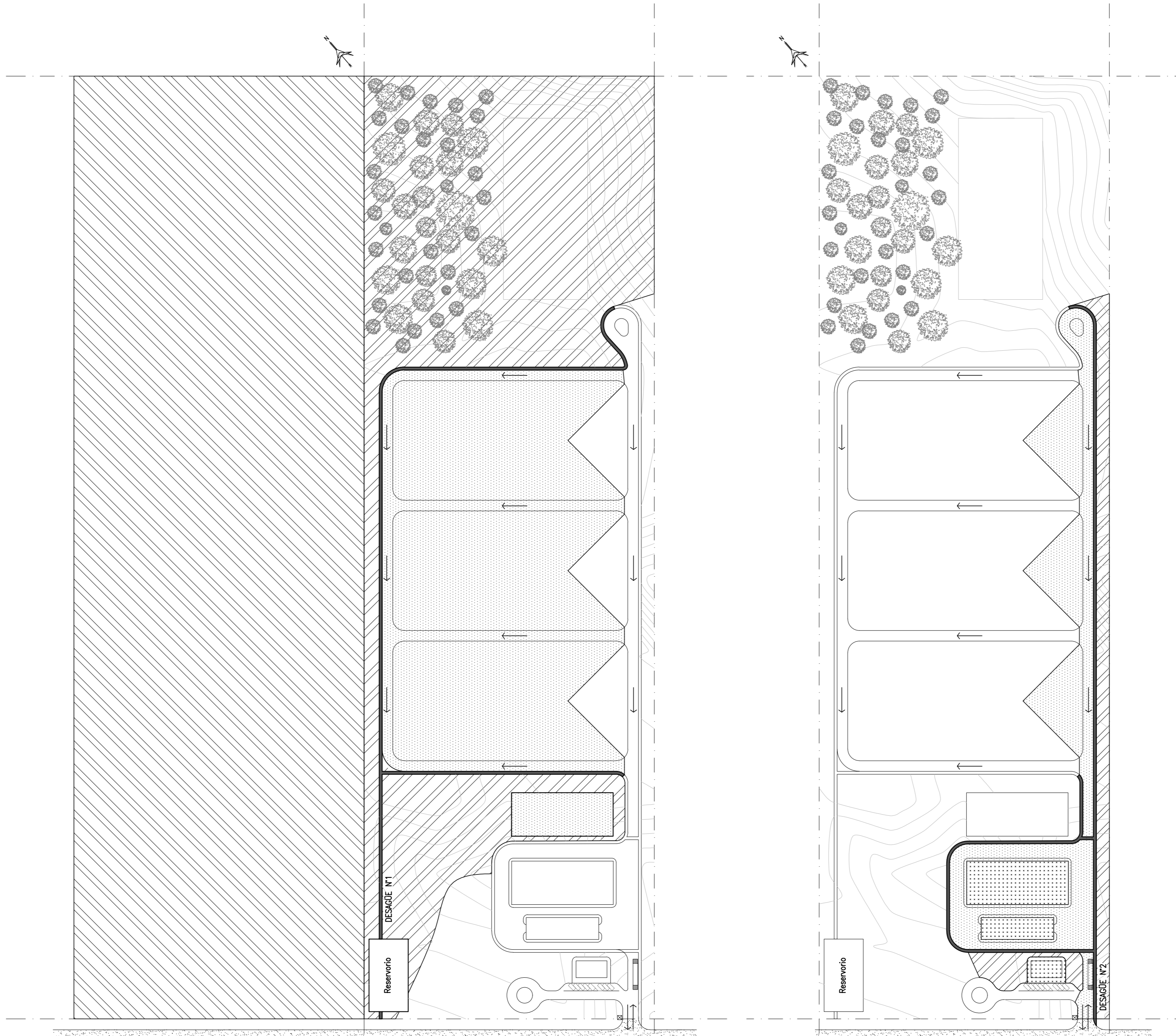


EMISION: 08-12-23

ESCALA: VARIAS

PLANO N°  
P4-G8-DET-01

REV.  
03



**CUENCA DESAGÜE N°1**  
 Cubierta Vegetal: 18,64 has  
 Relleno sanitario y caminos: 4,37 has  
 Techos: 0,00 has  
**TOTAL: 23,01 has**

CUENCAS DE APOORTE DESAGÜE N°1

CUENCAS DE APOORTE DESAGÜE N°2

**CUENCA DESAGÜE N°2**  
 Cubierta Vegetal: 18,64 has  
 Relleno sanitario y caminos: 4,37 has  
 Techos: 0,00 has  
**TOTAL: 23,01 has**

**REFERENCIAS**

- Cubierta Vegetal:
- Cubierta Vegetal terreno lindero:
- Relleno sanitario y caminos:
- Techos:
- Dirección de escurrimiento:

02	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

PLANOS HIDROLOGÍA DEL PREDIO

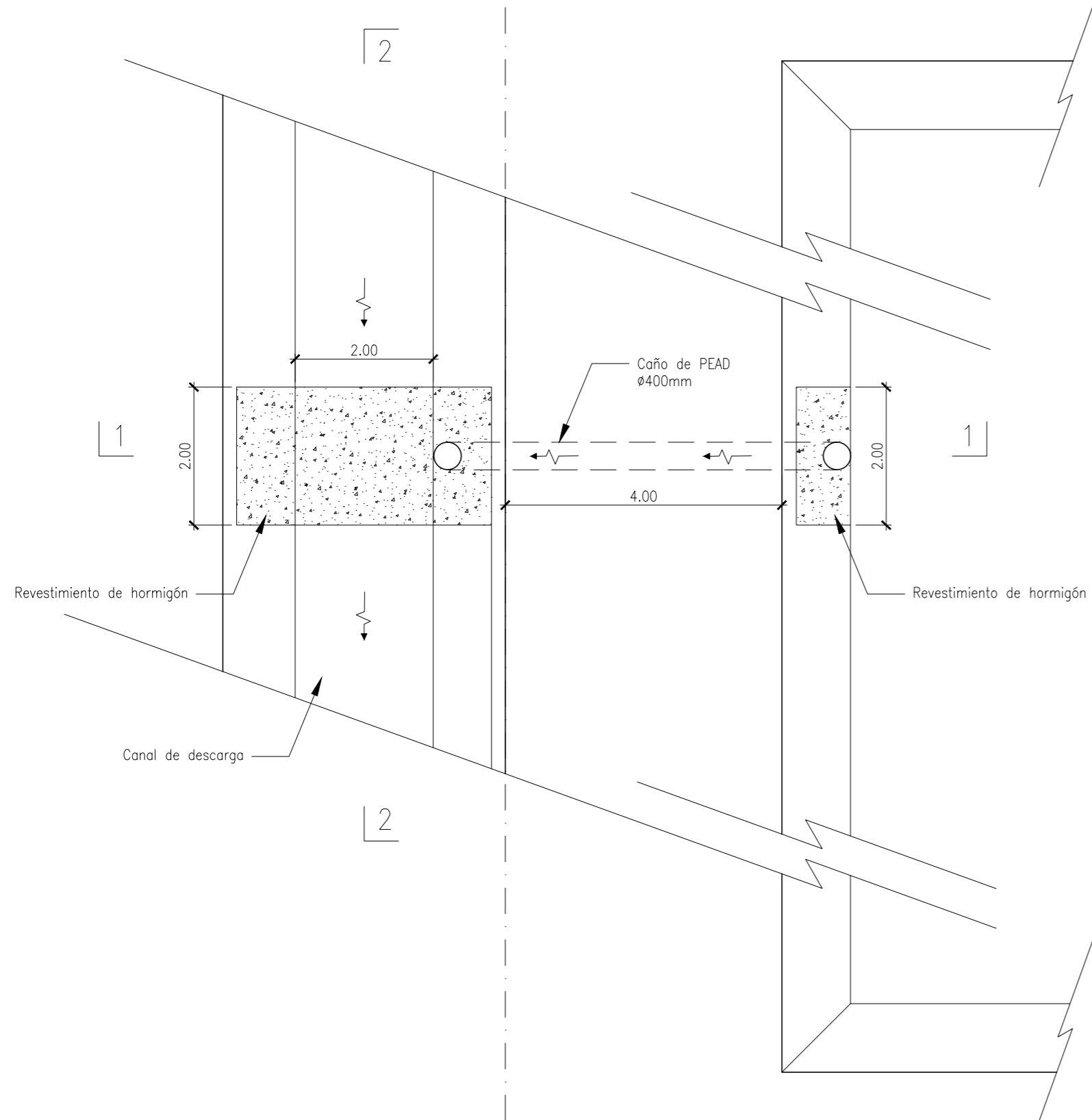
CUENCAS DE APOORTE DESAGÜES

PROYECTO IV

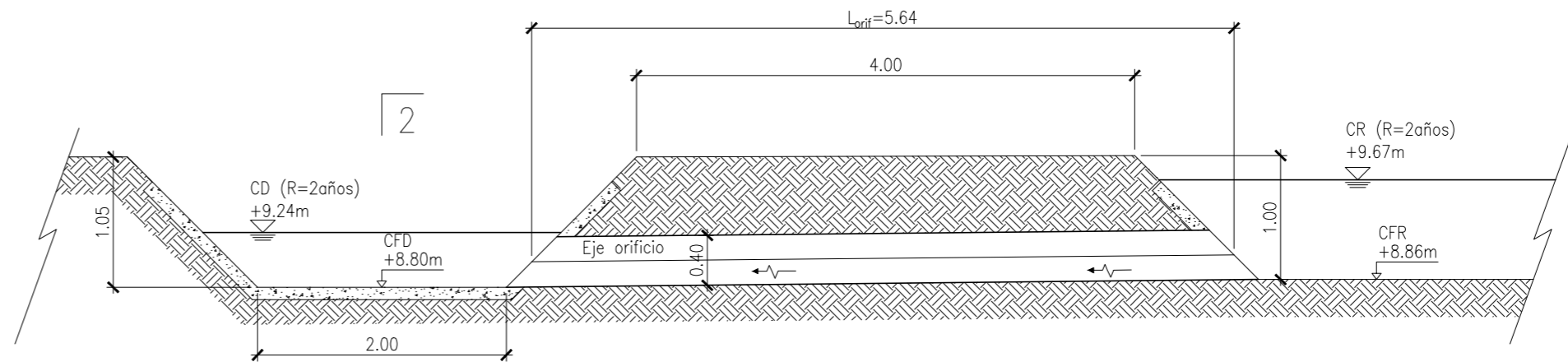
GRUPO N° 8:  
 DONATTI, JUAN BAUTISTA  
 GENOUD, CAMILA  
 VAMPIRO, ANA



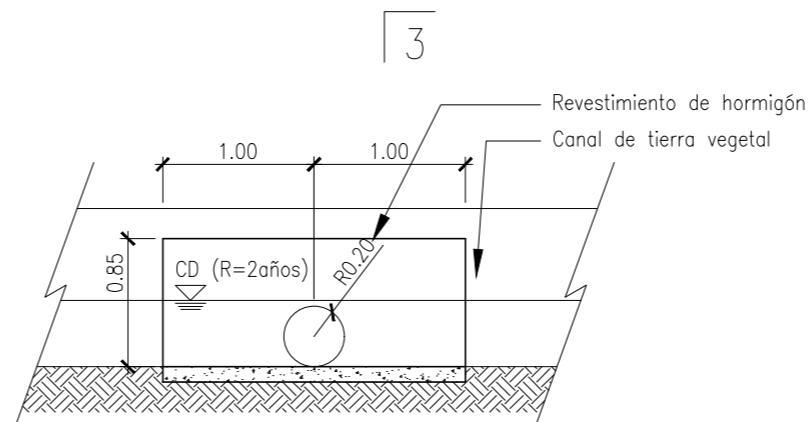
EMISION:	08-12-23
ESCALA:	1:2000
PLANO N°	P4-G8-HIDRO-01
REV.	02



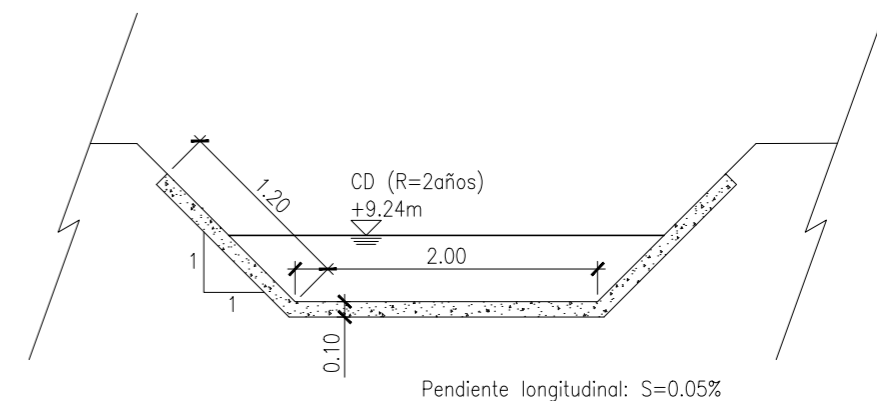
**DETALLE EN PLANTA**  
Reservoirio, Orificio de vaciado y Canal de descarga  
ESCALA 1:75



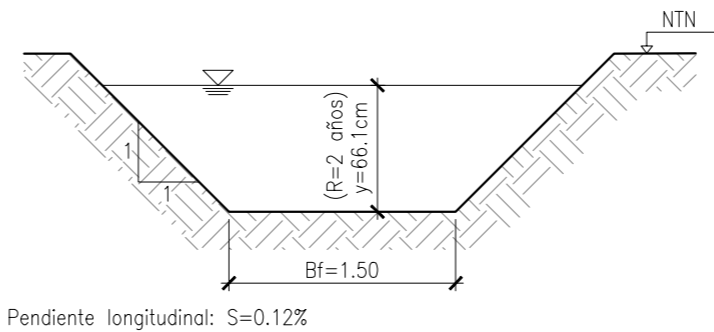
**SECCIÓN 1-1**  
Orificio de pared ancha  
ESCALA 1:50



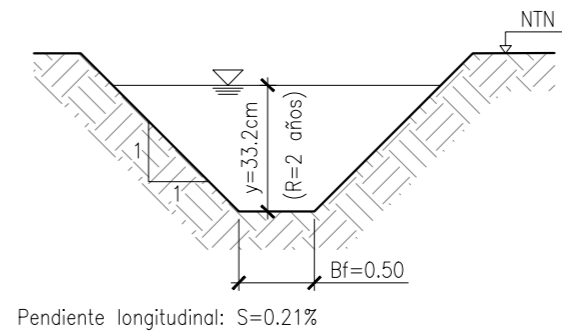
**SECCIÓN 2-2**  
Descarga del orificio  
ESCALA 1:50



**SECCIÓN 3-3**  
Canal de descarga  
ESCALA 1:50



**DETALLE 1**  
Desagüe N°1  
ESCALA 1:50



**DETALLE 2**  
Desagüe N°2  
ESCALA 1:50

CD: Cota del pelo de agua del canal de descarga para R=2 años  
CR: Cota del pelo de agua del reservorio para R=2 años  
NTN: Nivel de terreno natural (ver altimetría)  
y: Tirante uniforme para R=2 años

**REFERENCIAS**  
Base de fondo del desagüe: Bf  
Sentido de escurrimiento del agua: →

NOTAS

MEDIDAS EN METROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
03	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
02	01-02-24	CORRECCIÓN-N°1
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS DE DETALLES

DETALLES RESERVORIO Y DESAGÜES

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23

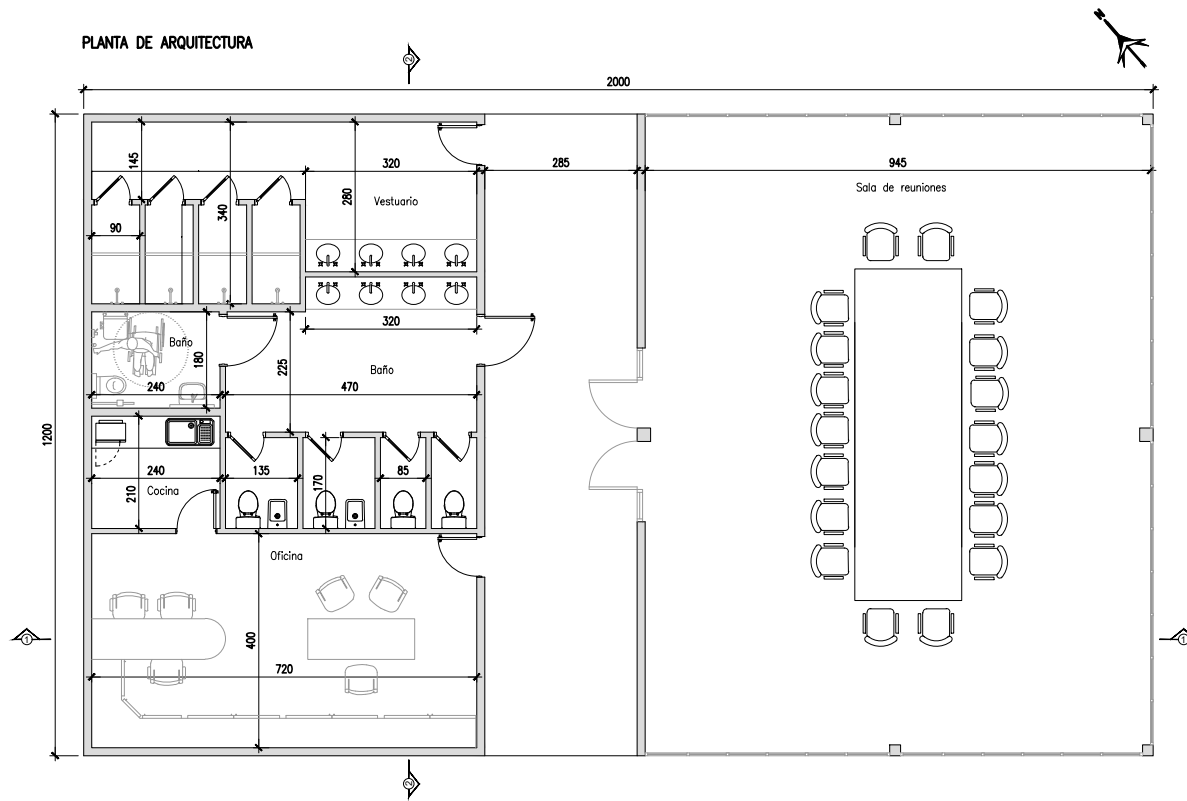
ESCALA: VARIAS

PLANO

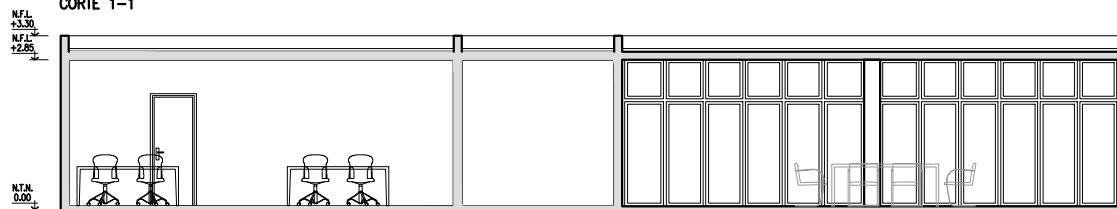
P4-G8-DET-02

REV.

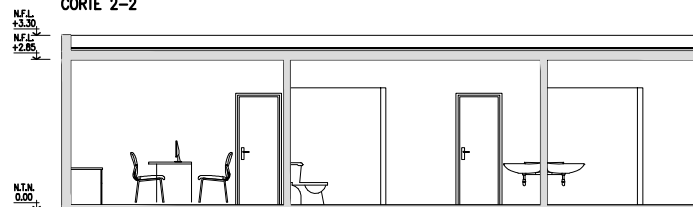
03



CORTE 1-1



CORTE 2-2



NOTAS

MEDIDAS EN CENTÍMETROS.

02	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

PLANO DE ARQUITECTURA

PLANTA Y CORTES  
SECTOR ADMINISTRATIVO

PROYECTO IV

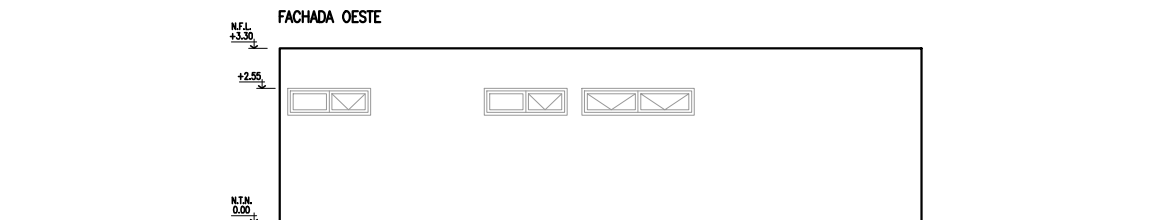
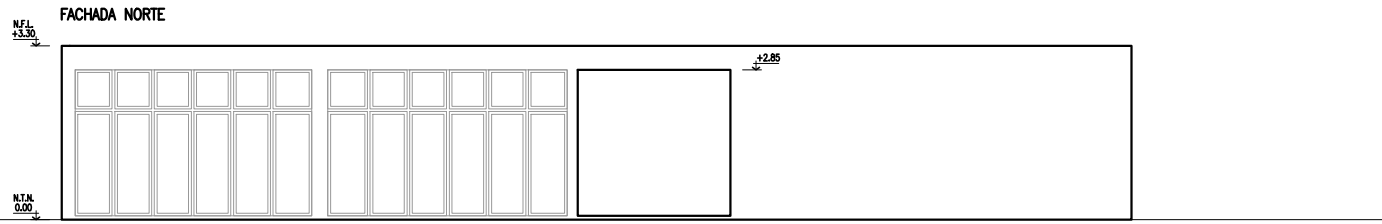
GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23

ESCALA: 1:100

PLANO Nº	REV.
P4-G8-ARQ-01	01



NOTAS

MEDIDAS EN CENTÍMETROS.

01	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

PLANO DE ARQUITECTURA

FACHADAS  
SECTOR ADMINISTRATIVO

PROYECTO IV

GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



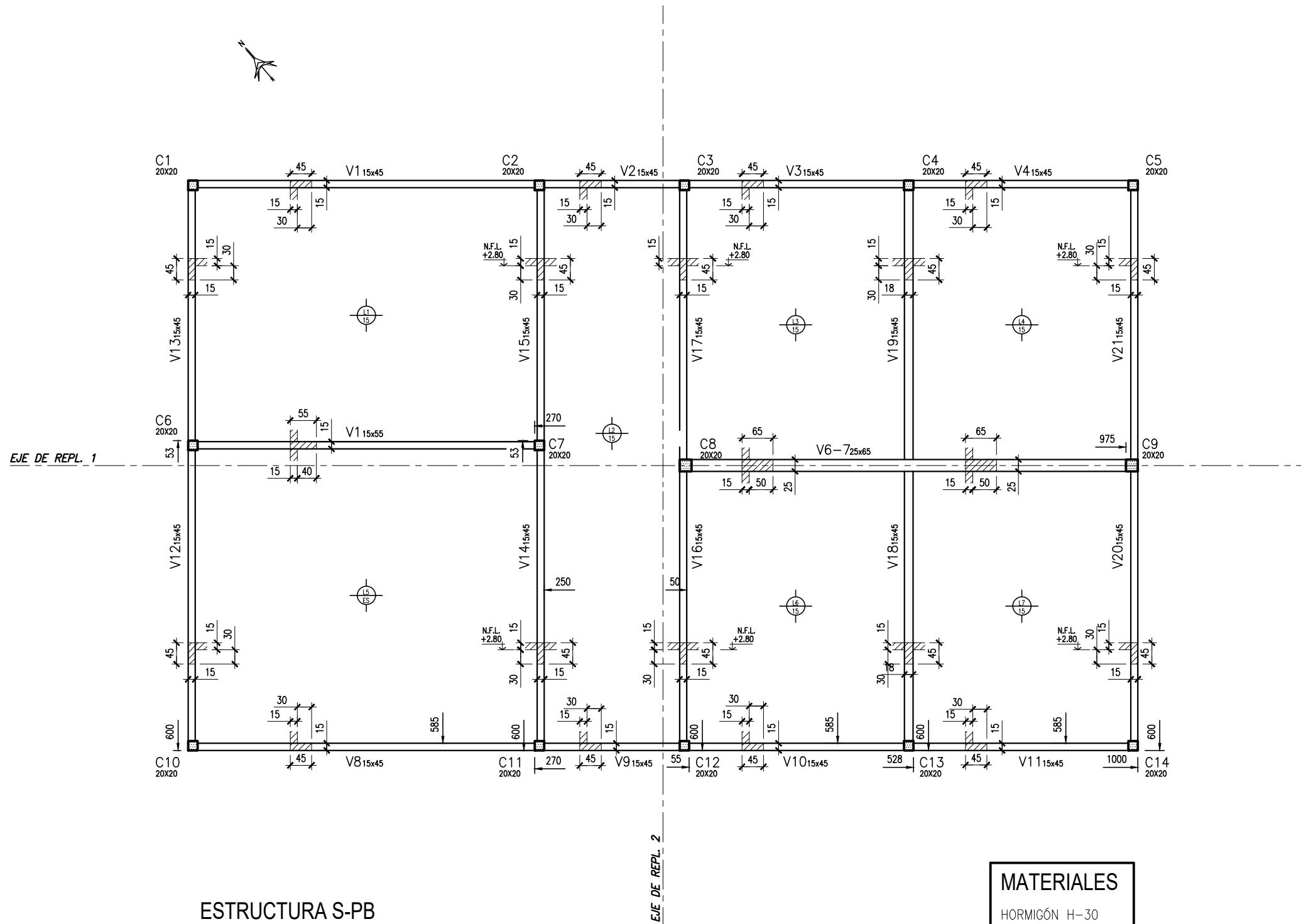
EMISION: 14-02-24

ESCALA: 1:100

PLANO Nº	REV.
P4-G8-ARQ-02	02

# PLANOS SECTOR ADMINISTRATIVO

ARCHIVO: P4-G8-HOR-01-Rev01



ESTRUCTURA S-PB

### MATERIALES

HORMIGÓN H-30  
ACERO TIPO ADN420

### NOTAS

MEDIDAS EN CENTÍMETROS.

1. El nivel  $\pm 0.00$  se definirá en obra en coincidencia con el piso terminado
2. Los niveles se indican en metros.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS SECTOR ADMINISTRATIVO

ESTRUCTURA SOBRE PLANTA BAJA

PROYECTO IV

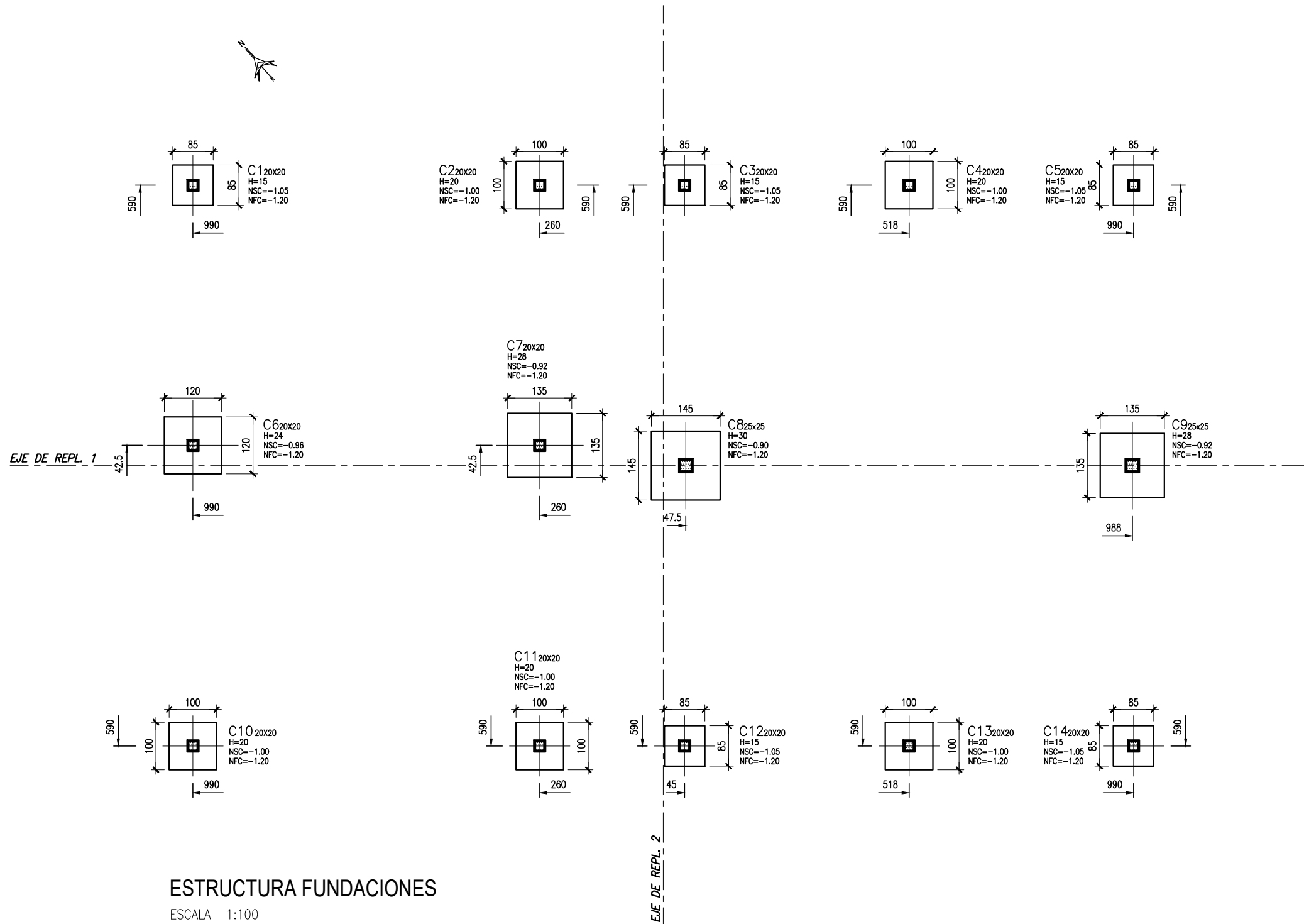
GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23

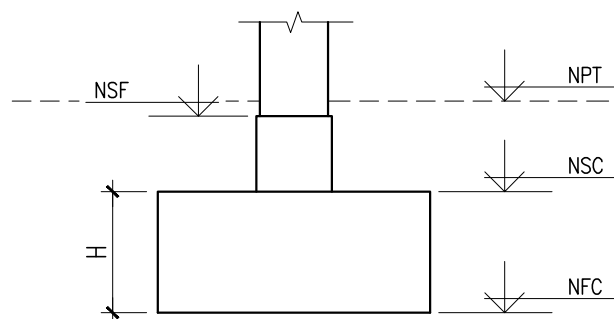
ESCALA: 1:100

PLANO N°	REV.
P4-G8-HOR-01	01



**ESTRUCTURA FUNDACIONES**

ESCALA 1:100



**ESQUEMA GENERAL BASES**

ESCALA 1:50

REFERENCIAS
H = ALTURA DE CABEZAL
NSC = NIVEL SUPERIOR DE CABEZAL
NFC = NIVEL DE FONDO DE CABEZAL
NSF = NIVEL SUPERIOR DE FUSTE
NTP = NIVEL DE PISO TERMINADO

MATERIALES
HORMICÓN H-30
ACERO TIPO ADN420

NOTAS

MEDIDAS EN CENTÍMETROS.

1. El nivel  $\pm 0.00$  se definirá en obra en coincidencia con el piso terminado
2. Los niveles se indican en metros.
3. Debajo de las bases se ejecutará un hormigon de limpieza de espesor 5 cm.
4. Las progresivas de las bases se indican a eje de las mismas.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS SECTOR ADMINISTRATIVO

ESTRUCTURA DE FUNDACIONES

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION:	08-12-23
ESCALA:	VARIAS
PLANO N°	P4-G8-HOR-02
REV.	01

**PLANTA DE GALPÓN**  
ESCALA 1:250

VISTA 3

VISTA 4

VISTA 5

VISTA 6



**NOTAS**

**MEDIDAS EN METROS.**

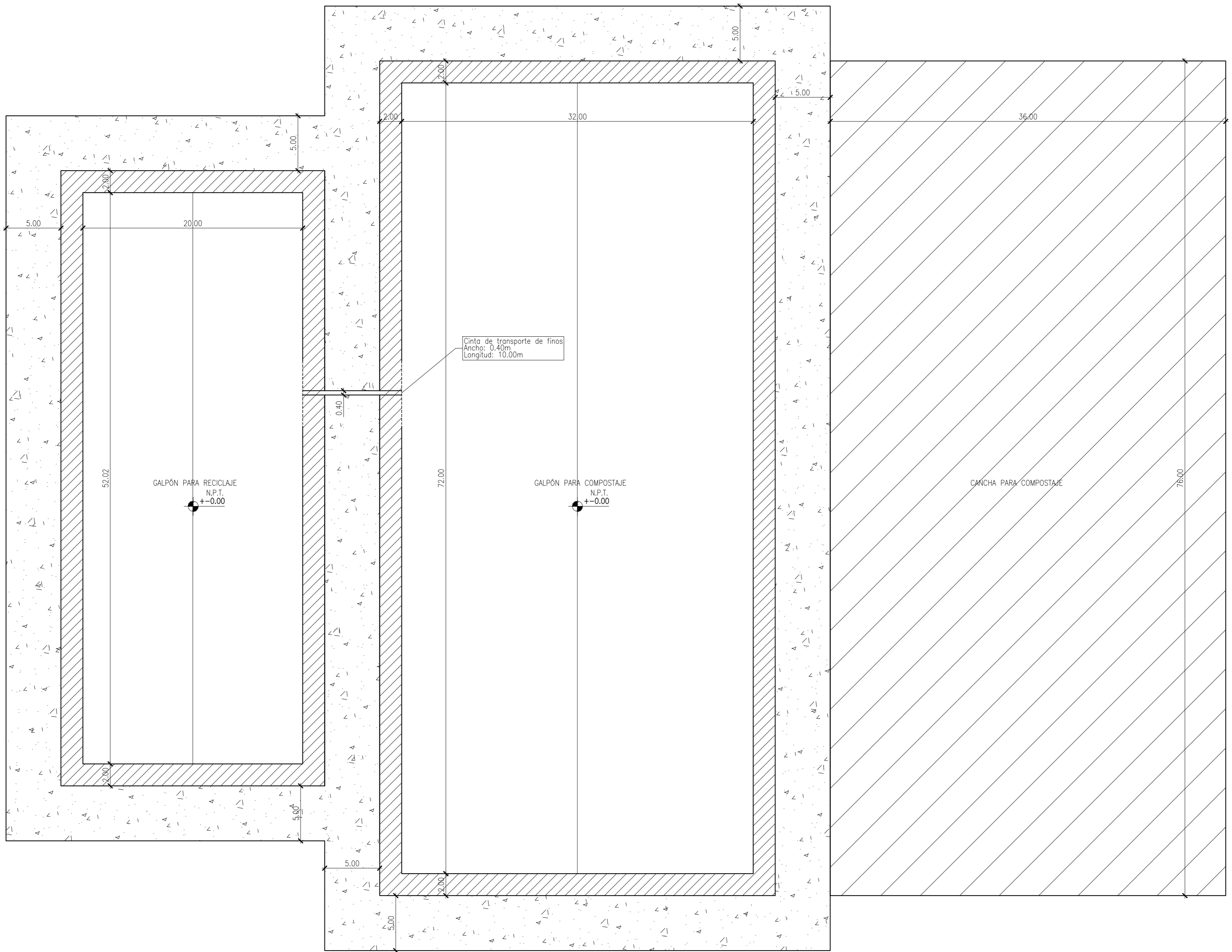
1. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN) coincidente con el nivel de piso terminado (NPT).

VISTA 2

VISTA 2

CORTE A

CORTE A



Cinta de transporte de finos  
Ancho: 0.40m  
Longitud: 10.00m

GALPÓN PARA RECICLAJE  
N.P.T.  
+0.00

GALPÓN PARA COMPOSTAJE  
N.P.T.  
+0.00

CANCHA PARA COMPOSTAJE

02	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
00	13-10-23	PRE-ENTREGA
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

PLANOS GALPONES METÁLICOS

PLANTA GALPONES METÁLICOS

**PROYECTO IV**

GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 13-10-23

ESCALA: 1:250

PLANO	REV.
P4-G8-MET-01	02

PLANOS GALPONES METÁLICOS

ARCHIVO: P4-G8-MET-01-Rev02

VISTA 1

VISTA 1

VISTA 3

VISTA 4

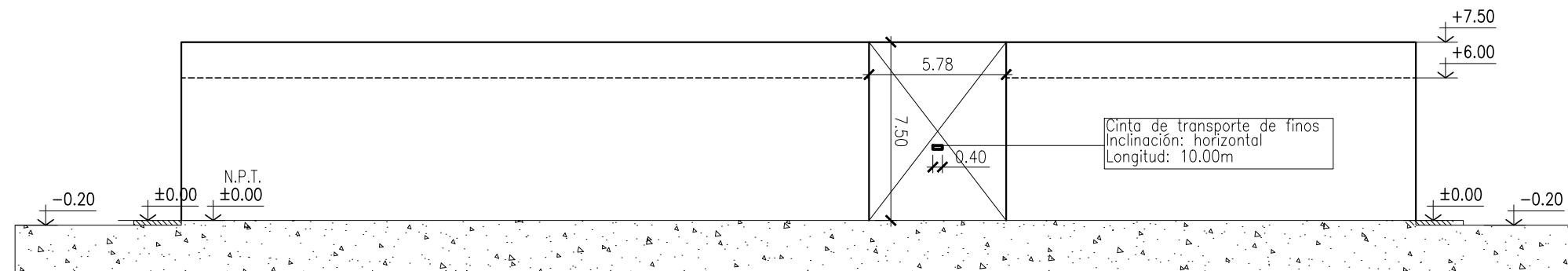
VISTA 5

VISTA 6

**VISTA 4**

ESCALA 1:100

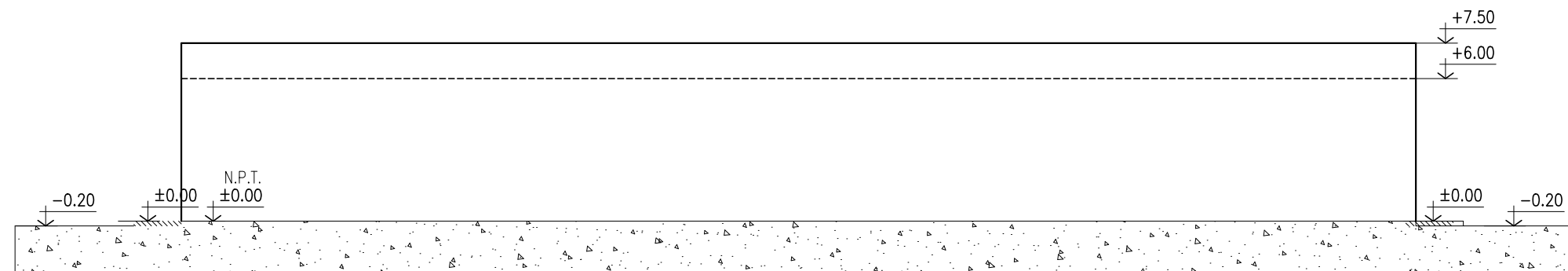
GALPÓN PARA RECICLAJE



**VISTA 3**

ESCALA 1:100

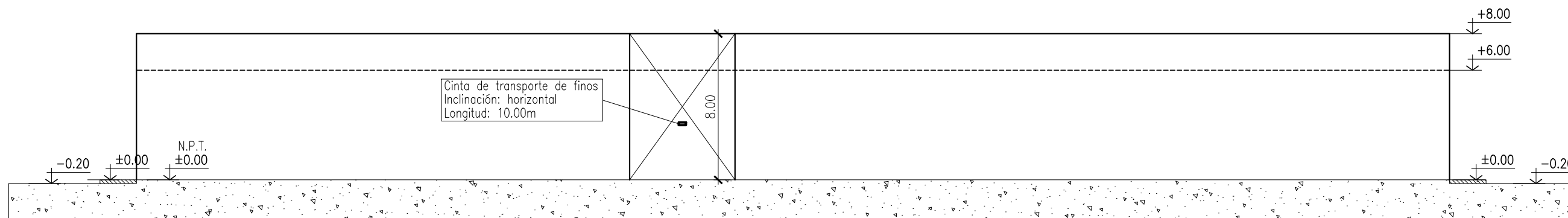
GALPÓN PARA RECICLAJE



**VISTA 5**

ESCALA 1:100

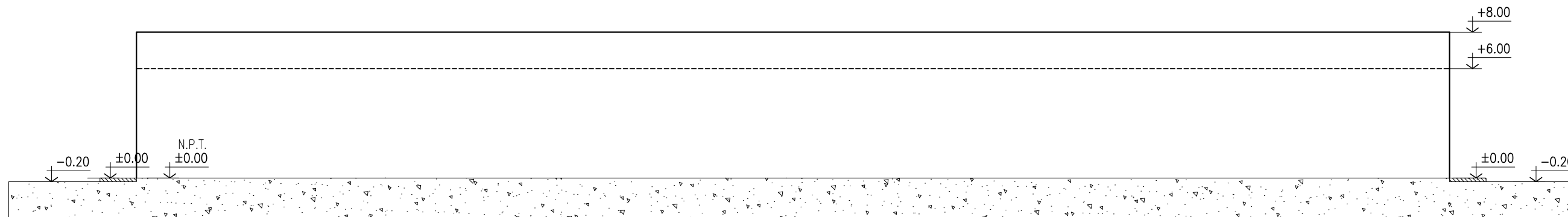
GALPÓN PARA COMPOSTAJE



**VISTA 6**

ESCALA 1:100

GALPÓN PARA COMPOSTAJE



NOTAS

MEDIDAS EN METROS.

1. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN) coincidente con el nivel de piso terminado (NPT).

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
00	13-10-23	PRE-ENTREGA

PLANOS GALPONES METÁLICOS

VISTAS GALPONES METÁLICOS

PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA

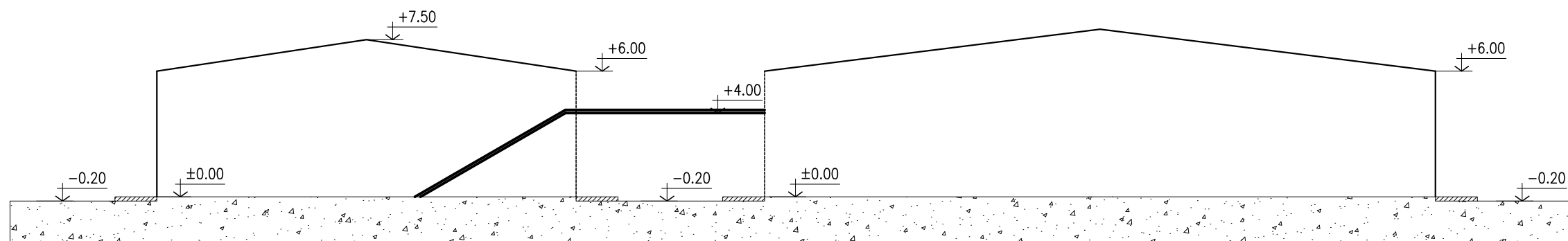


EMISION: 13-10-23

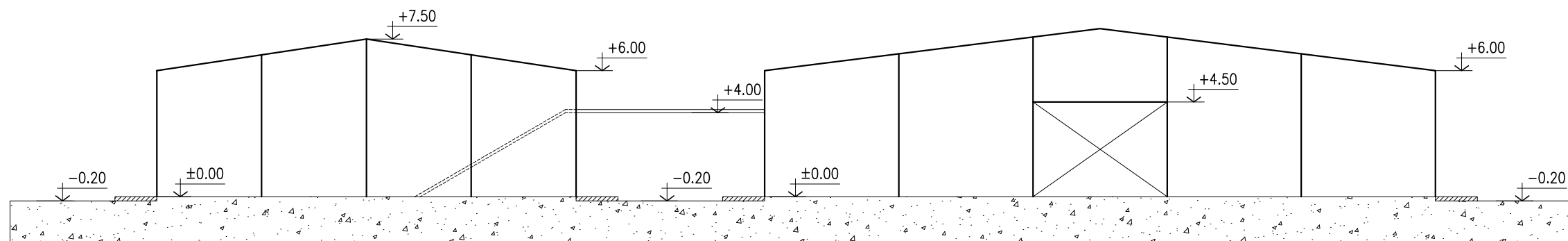
ESCALA: 1:250

PLANO	REV.
P4-G8-MET-02	02

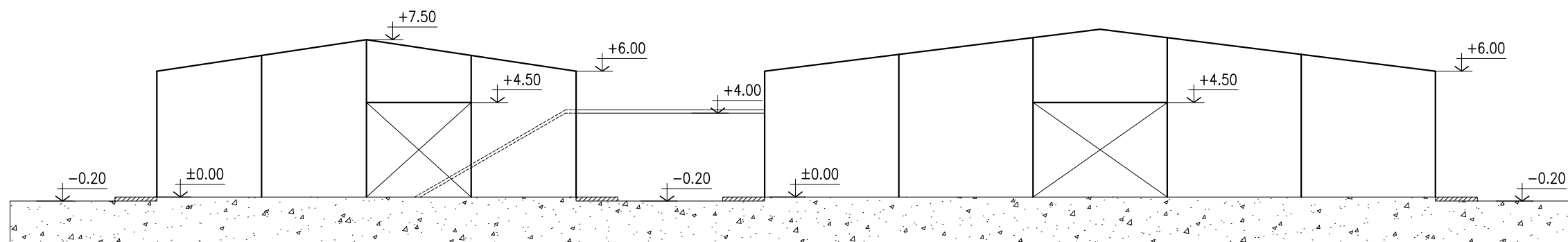
**CORTE A-A**  
ESCALA 1:250



**VISTA 2**  
ESCALA 1:250



**VISTA 1**  
ESCALA 1:250



NOTAS

MEDIDAS EN METROS.

1. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN) coincidente con el nivel de piso terminado (NPT).

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
00	13-10-23	PRE-ENTREGA

PLANOS GALPONES METÁLICOS

CORTES Y VISTAS GALPONES METÁLICOS

**PROYECTO IV**

GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



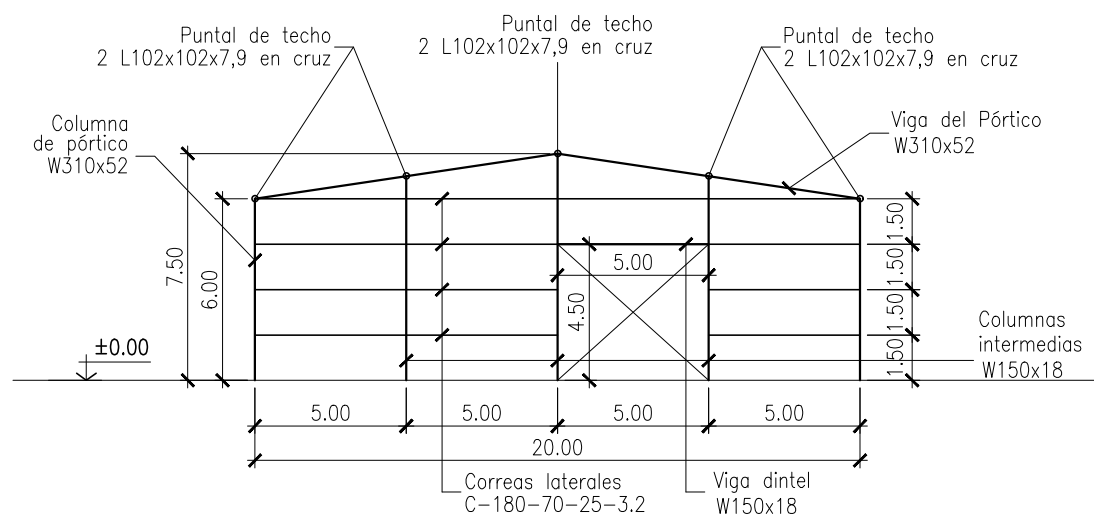
EMISION: 13-10-23

ESCALA: 1:250

PLANO	REV.
P4-G8-MET-03	02

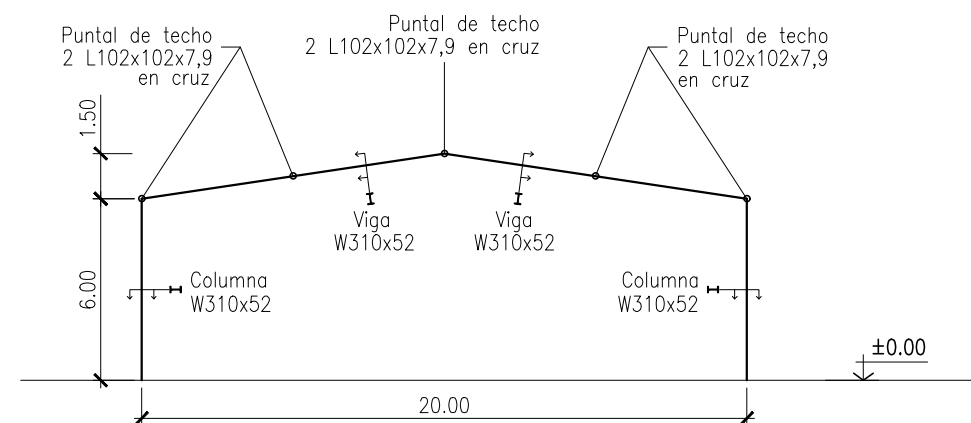
### FRONTIS

Esc 1:250



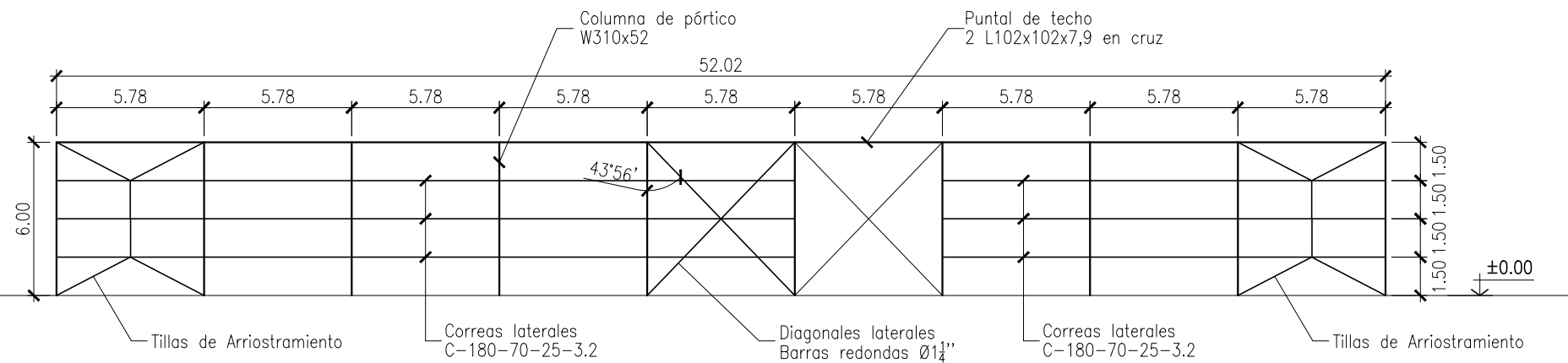
### ESQUEMA UNIFILAR: PORTICO TIPICO

Esc 1:250



### VISTA LATERAL

Esc 1:250



### NOTAS

#### MEDIDAS EN METROS.

1. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN) coincidente con el nivel de piso terminado (NPT).

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
03	03-03-24	CORRECCIÓN-N°3
02	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS GALPONES METÁLICOS

VISTAS - ESQUEMAS UNIFILARES

### PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



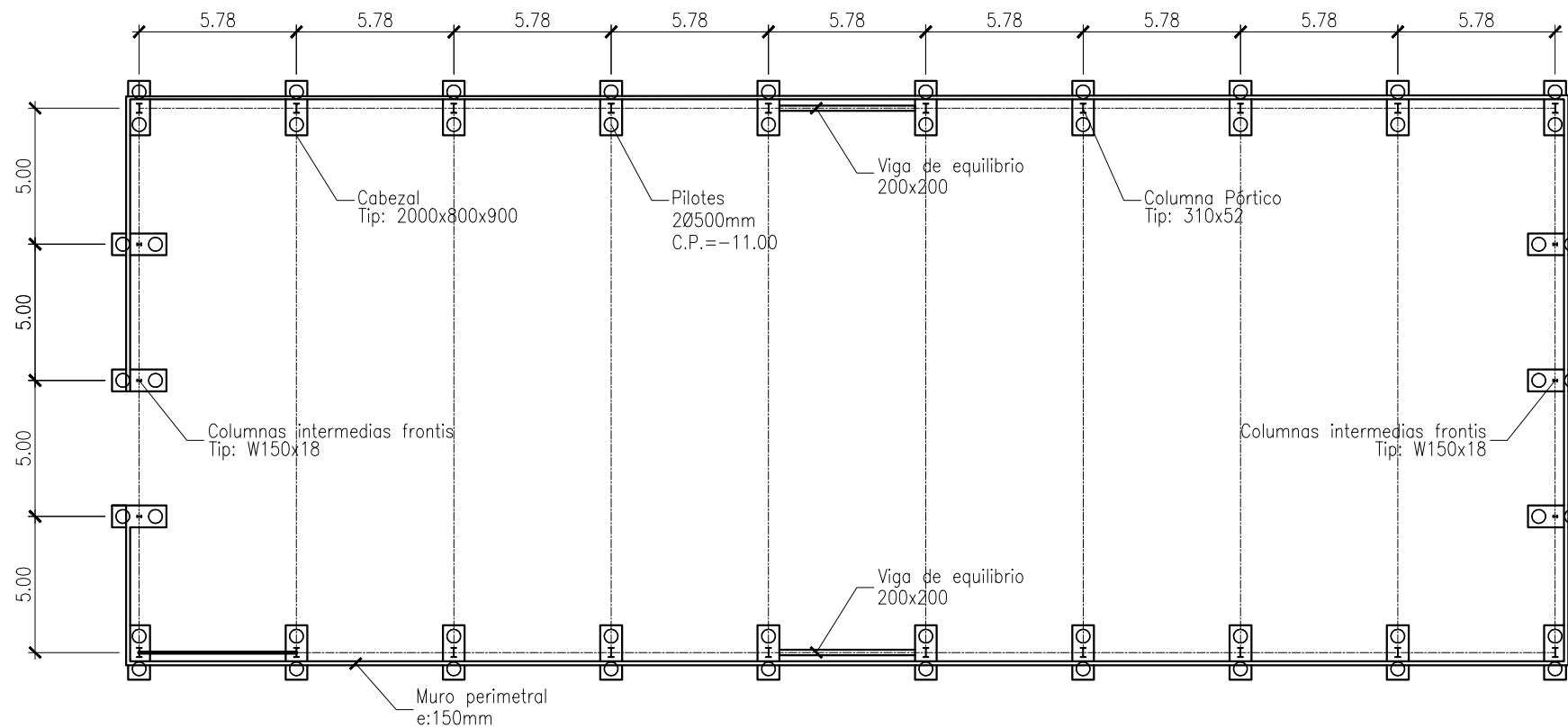
EMISION: 08-12-23

ESCALA: 1:250

PLANO	REV.
P4-G8-MET-04	03

### PLANTA DE FUSTES Y COLUMNAS

Esc 1:250



NOTAS

MEDIDAS EN METROS.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS GALPONES METÁLICOS

PLANTA DE FUNDACIONES

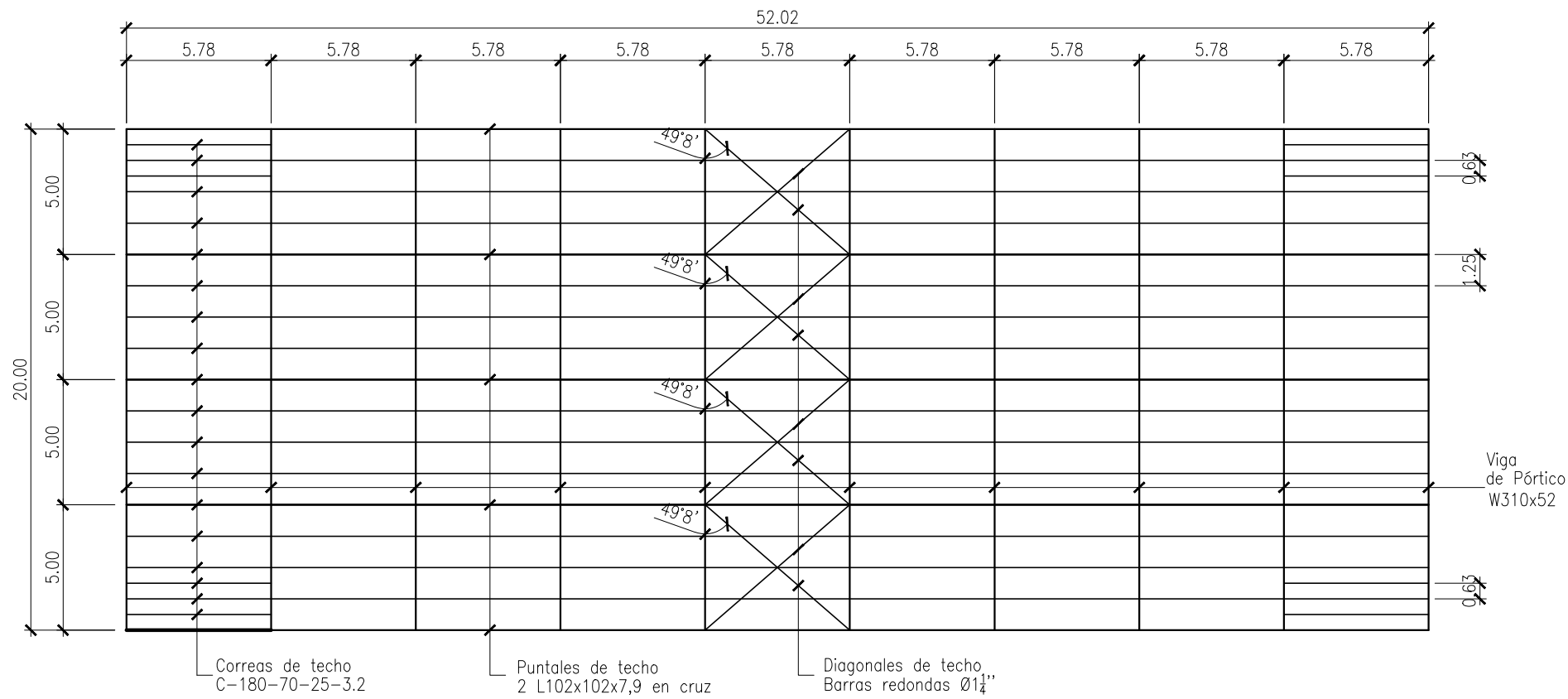
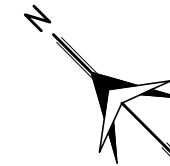
### PROYECTO IV

GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION:	08-12-23
ESCALA:	1:250
PLANO	P4-G8-MET-05
REV.	01

PLANTA DE TECHO  
Esc 1:250



NOTAS		
MEDIDAS EN METROS.		
02	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL
REV.	FECHA	OBSERVACIONES

PLANOS GALPONES METÁLICOS

PLANTAS DE FUNDACIONES

PROYECTO IV

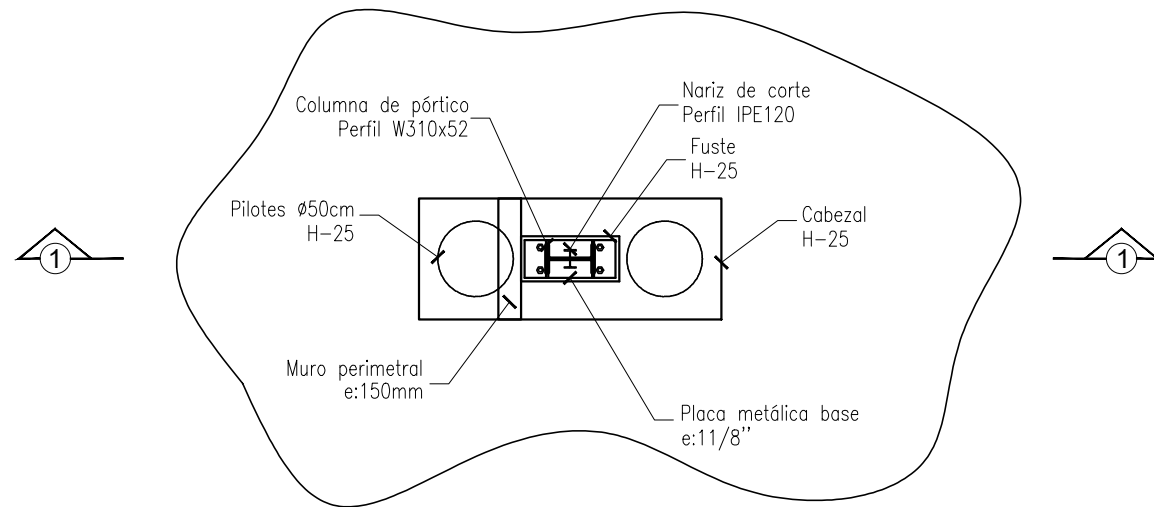
GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23	
ESCALA: 1:250	
PLANO	REV.
P4-G8-MET-06	02

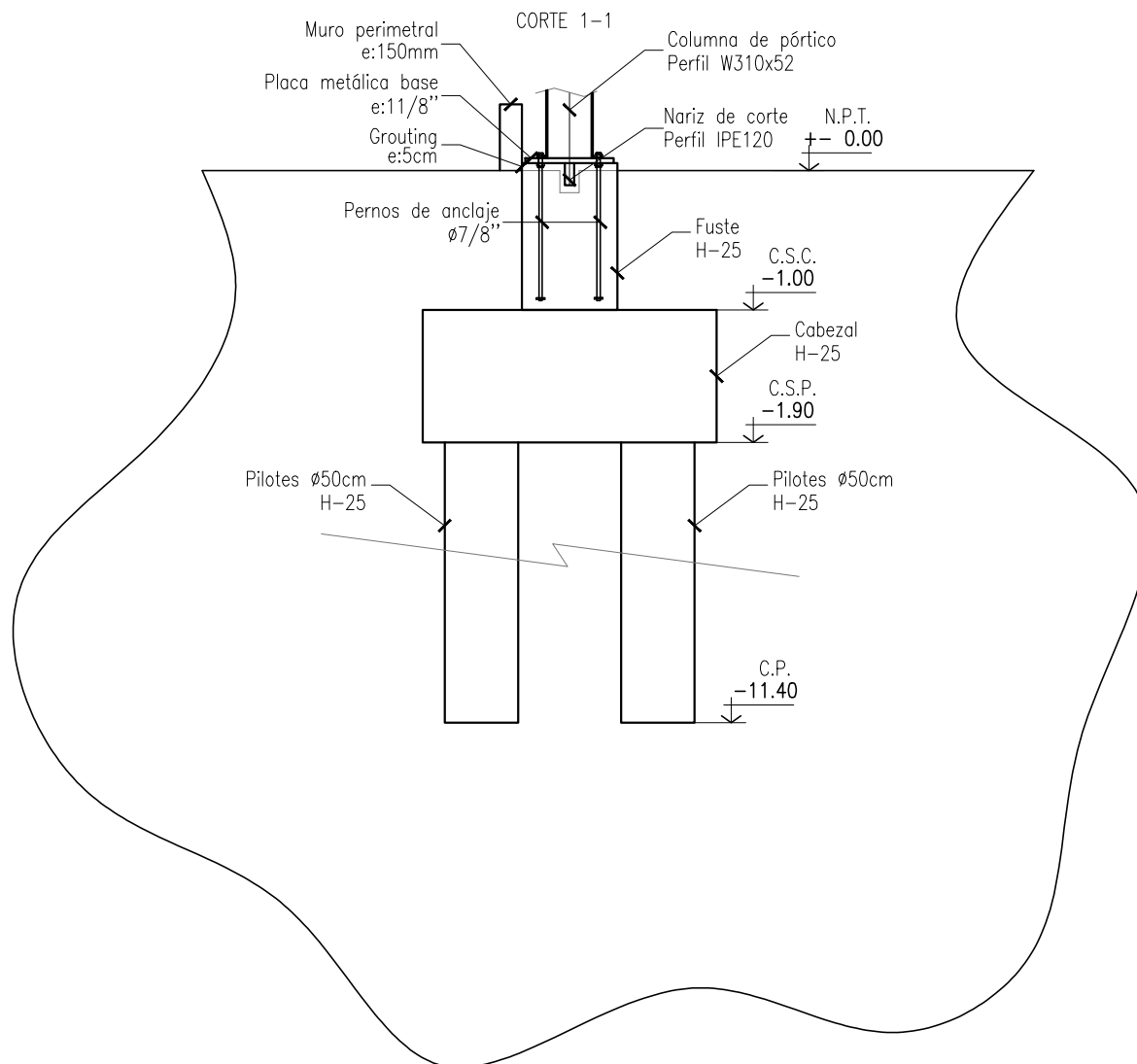
**PLANTA**

Esc 1:50



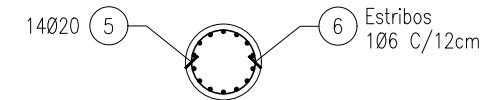
**VISTA**

Esc 1:50

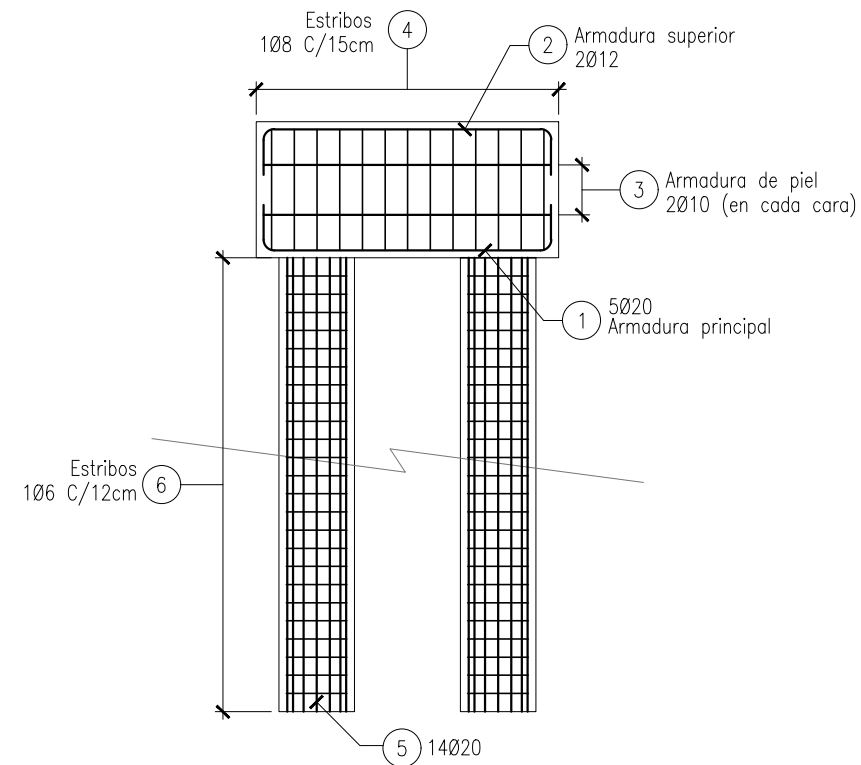


**PLANO DE ARMADURA**

Esc 1:50



ESQUEMA DE ARMADURA CABEZAL Y PILOTES TÍPICO



NOTAS

MEDIDAS EN METROS.

1. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN) coincidente con el nivel de piso terminado (NPT).

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	14-02-24	CORRECCIÓN-Nº2
01	08-12-23	ENTREGAFINAL

PLANOS GALPONES METÁLICOS

DETALLE DE FUNDACIONES Y PLANO DE ARMADURA

PROYECTO IV

GRUPO Nº 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



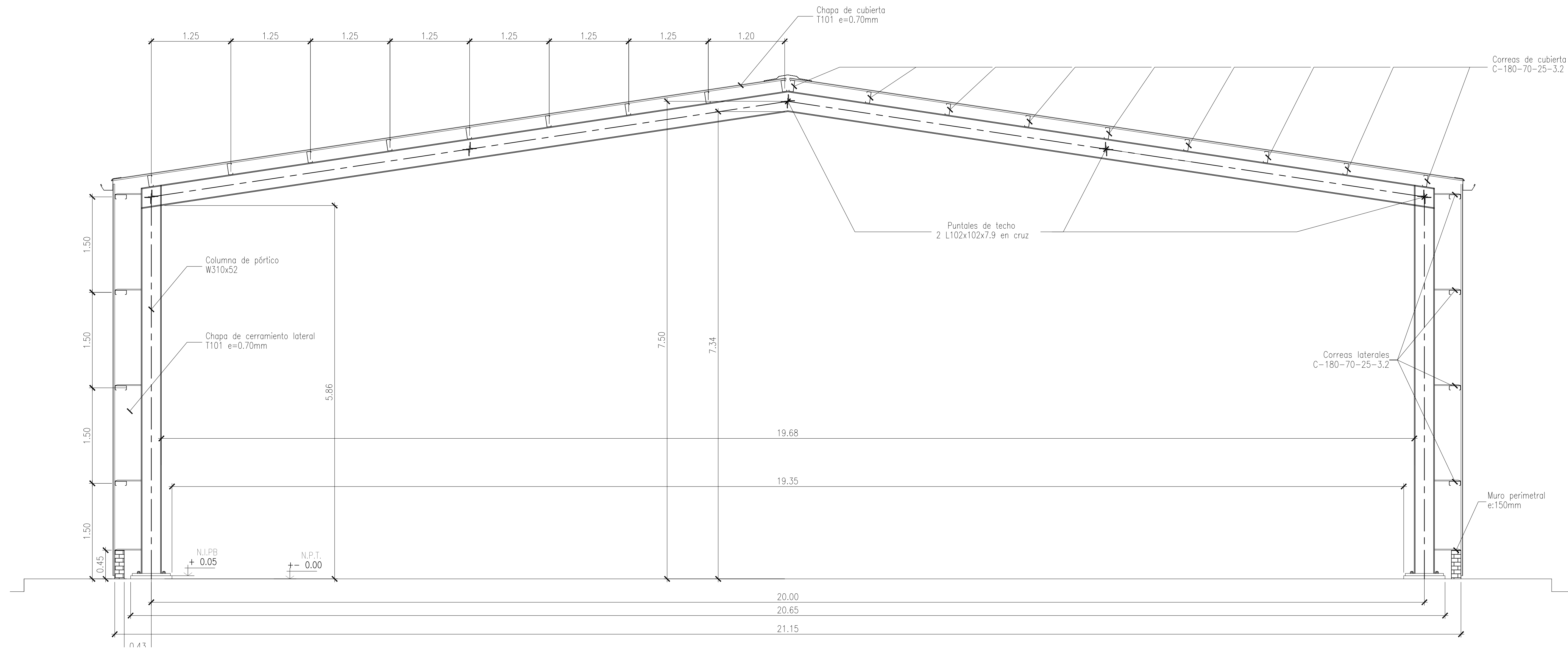
EMISION: 08-12-23

ESCALA: 1:50

PLANO	REV.
P4-G8-MET-07	02

# CORTE TRANSVERSAL ARQUITECTURA PÓRTICO

Esc 1:50



## NOTAS

### MEDIDAS EN METROS.

1. Las cotas se encuentran referenciadas a un cero local (no IGN) coincidente con el nivel de piso terminado (NPT).

REV.	FECHA	OBSERVACIONES
02	03-03-24	CORRECCIÓN-N°3
01	14-02-24	CORRECCIÓN-N°2

### PLANOS GALPONES METÁLICOS

### CORTE TRANSVERSAL ARQUITECTURA

### PROYECTO IV

GRUPO N° 8:  
DONATTI, JUAN BAUTISTA  
GENOUD, CAMILA  
VAMPIRO, ANA



EMISION: 08-12-23

ESCALA: 1:50

PLANO P4-G8-MET-08

REV. 02