

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

DISEÑO DEL CENTRO DE COMPOSTAJE de Roldán, Santa Fe

ESTUDIANTES

Capozza, Luciano	(C-6646/1)
Cesaratto, Federico	(C-6638/9)
Paglia, Isabela	(P-4691/4)
Quiroz Vera, Yanina	(Q-0449/9)

DIRECTORES:

ING. DE LA FUENTE, SEBASTIÁN
ING. HAZAN, ANDRÉS
ING. FORESTIERI, CLAUDIA

ASESORES:

ING. MAROZZI, CRISTINA
ING. PORTAPILA, MARGARITA
ING. NAVARRO, RAÚL
ING. LUQUE, ANALÍA
ING. MARINA CAUHAPE CASAUX

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 2024

Índice

1. AGRADECIMIENTOS	4
2. OBJETIVO	5
2.1. Objetivos particulares	5
3. INTRODUCCIÓN	6
4. GLOSARIO	7
4.1. Residuos Sólidos	7
4.1.1. Clasificación	7
4.2. Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	7
4.3. Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)	8
4.4. Líquidos Lixiviados	8
4.5. Disposición inicial	8
4.6. Disposición final	8
4.7. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)	8
4.7.1. Etapas de un sistema GIRSU	9
4.7.1.1. Generación	9
4.7.1.2. Recolección y transporte	9
4.7.1.3. Separación y tratamiento	9
4.7.1.3.1. Reciclaje	9
4.7.1.3.2. Compostaje	9
4.7.1.4. Compostaje de materia orgánica pura	10
4.7.1.5. Transferencia	10
4.7.1.6. Disposición final: Relleno sanitario	11
4.8. Consorcios	11
4.9. Gases de efecto invernadero (GEI's)	11
5. ANÁLISIS DE SITUACIÓN	12
5.1. Localización	12
5.2. Relevamiento	13
5.3. Localidades y estimación de población actual	16
5.3.1. Roldan	17
5.3.2. Oeste de Funes	18
5.3.3. San Jerónimo Sud	18
5.3.4. Estimación de la población actual	19
5.4. Generación de residuos	20
6. MARCO LEGAL	22
6.1. Legislación internacional	22
6.2. Legislación nacional	22
6.3. Legislación provincial	22
7. CENTRO DE COMPOSTAJE DISEÑADO	23
7. 1. Estudio de alternativas	27
7.1.1. Transporte directo: a corto plazo	28
7.1.2. Centro de Transferencia: Mediano y largo Plazo	29

7.1.3. Centro de Compostaje: Largo Plazo	29
7.1.3.1 Antecedentes	30
7.1.3.2. Centro GIRSU - Villa Gobernador Gálvez	30
7.1.3.3 Centro Ambiental de Tratamiento de Residuos	31
8. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE EMPRENDIMIENTO A DISEÑAR	32
8.1. Proyección de diseño: Población y Residuos	33
8.1.1. Población	33
8.1.2. Residuos Sólidos Urbanos: Materia orgánica pura	34
8.2. Diseño arquitectónico	35
8.2.1. Distribución y superficies	35
8.2.1.1. Distribución	35
8.2.1.2. Dimensiones calculadas	37
8.2.1.2.1. Dimensiones referidas al proceso de compostaje	37
8.2.1.2.2. Dimensiones de la zona administrativa	40
8.2.2. Equipos necesarios	41
8.2.3. Secuencia del proceso	41
8.2.4. Análisis circulaciones	43
8.2.5. Materialidad	44
8.3. Alternativas estructurales estudiadas y memoria de cálculo	45
8.3.1. Hipótesis de cálculo	45
8.3.2. Naves industriales	48
8.3.3. Fundaciones	49
8.4. Pavimento interno de la planta	50
8.5. Desagües Pluviales y Recolección de Líquidos lixiviados	51
8.5.1. Normativa	51
8.5.2. Relevamiento topográfico	51
8.5.3. Diseño y cálculo hidráulico	52
8.5.3.1 Circuito de drenaje	52
8.5.3.2 Pluvial	53
8.5.3.2.1 Resultados	57
8.5.3.3. Líquidos lixiviados	57
8.6. Acceso a la planta	58
8.6.1. Pavimento existente: Inspección visual	58
8.6.2. Geometría del acceso	59
8.6.3. Renovación y ampliación de Obra Básica	61
8.6.4. Criterios de diseño	62
8.6.5. Términos de referencia	64
8.6.6. Paquete estructural del acceso	64
9. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	64
9.1. Análisis de problemática e identificación de actores	64
9.2. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	65
9.2.1. Relación con el proyecto	66
9.2.1.1. Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles	66
9.2.1.2. Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura	66
9.2.1.3. Objetivo 17: Alianzas para lograr objetivos	67

9.2.2. Cambio climático	67
9.2.3. Acciones que generan GEI's	68
9.3. Gestión de los líquidos lixiviados	71
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
11. BIBLIOGRAFÍA	74
12. ANEXOS	76
Anexo 1 - Cálculo de pilas y parvas para las distintas etapas del compostaje	77
Anexo 2 - Equipos	78
Anexo 3 - Cálculo de naves industriales	84
Anexo 4 - Estudio de suelos	137
Anexo 5 - Pavimento del centro de compostaje	155
Anexo 6 - Nivelación del terreno	157
Anexo 7 - Memoria de cálculo hidráulico	163
Anexo 8 - Dossier fotográfico	176
Anexo 9 - Cronograma de recolección de residuos Roldán	178
13. PLANOS	180
Plano 0 - Ubicación geográfica del proyecto	181
Plano 0.a - Información extraída de plano de mensuras de loteo	182
Plano 1 - Layout de la planta	183
Plano 2 - Análisis de circulación	184
Plano 3 - Plano de arquitectura - Vistas en planta	185
Plano 4 - Plano de arquitectura - Corte A-A	186
Plano 5 - Plano de arquitectura - Corte B-B	187
Plano 6 - Cuencas de aporte y cunetas proyectadas	188
Plano 7 - Perfil Tipo de obra básica y pavimento de ingreso	189
Plano 8a - Planialtimetría	190
Plano 8b - Planialtimetría	191
Plano 8c - Acceso - Carril deceleración y aceleración	192
Plano 9 - Perfiles transversales - Pr. 359.80 a Pr. 515.50	193
Plano 10 - Desagües	194
Plano 11 - Nave de descomposición - Pórtico típico y de frontis	195
Plano 12 - Nave de descomposición - Detalle Pórtico típico y viga dintel	196
Plano 13 - Nave de descomposición - Estructura y vista lateral	197
Plano 14 - Nave de descomposición - Planta de techo	198
Plano 15 - Nave de descomposición - Planta a nivel cordon inferior	199
Plano 16 - Nave de descomposición - Cabezales y pilotes	200
Plano 17 - Nave de descomposición - Detalle Fundaciones	201
Plano 18 -Nave de descomposición - Corte C-C y Corte D-D	202
Plano 19 - Galpón de separación - Pórtico Típico	203
Plano 20 - Galpón de separacion - Corte y vista lateral	204
Plano 21 - Galpón de separación - Planta de techo	205
Plano 22 - Galpón de separación - Fundaciones y detalles	206
Plano 23 - Niveles y sentido de escurrimiento	207
Plano 24 - Diseño y detalle de juntas	208
Plano 25 - Acceso - Carril deceleración y aceleración	209

1. AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto es la culminación de un largo proceso de formación académica del que fuimos parte. Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización del mismo. Valoramos enormemente su apoyo invaluable, dedicación y orientación, factores fundamentales para alcanzar este logro académico.

En primer lugar, agradecemos a la Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales. Su invaluable contribución al crecimiento académico y personal de cada uno de nosotros merece un especial reconocimiento. También deseamos expresar nuestro agradecimiento al cuerpo docente de la cátedra de Proyecto IV por su dedicación, paciencia y guía en el desarrollo del presente trabajo.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al Ing. Sebastián De La Fuente, por facilitar el contacto con las autoridades de la Municipalidad de Roldán y su predisposición para con nosotros cuando fue requerido. Agradecemos especialmente a la Subsecretaria de Medio Ambiente y al Secretario De Producción, Empleo y Planeamiento Estratégico por el interés, apoyo y contribución brindado durante todo el proceso.

Nuestras familias y amigos merecen un reconocimiento especial por su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de estos años. Su respaldo fue fundamental para alcanzar este logro. Por último, agradecemos a nuestros compañeros con los que transitamos este largo recorrido y con quienes nos hemos enriquecido, entendiendo que el trabajo en equipo es una pieza fundamental en el camino.

2. OBJETIVO

Diseñar una planta¹ de compostaje como una solución sostenible en el tiempo, con fin de abordar la logística del transporte de residuos urbanos de la ciudad de Roldán, ubicada al sur de la provincia de Santa Fe. Esta iniciativa busca además mitigar el impacto ambiental que deriva del vertido de los residuos en rellenos sanitarios logrando así, un impacto positivo en el medio ambiente.

2.1. Objetivos particulares

Brevemente, se resumen, clasificados según las áreas de la Ingeniería Civil involucradas:

- Aspecto arquitectónico y estructural: diseñar y dimensionar el layout del centro de compostaje, dimensionar galpones metálicos y sus bases correspondientes.
- Aspecto sanitario: cálculo de pilas de compost y capacidad de trabajo del centro según disponibilidad del terreno.
- Aspecto hidráulico: analizar desagües pluviales, dimensionar albañales, reservorio pluvial, propios del centro de compostaje, y cunetas y alcantarillas correspondientes al camino de acceso al centro.
- Aspecto vial: Definir circulaciones internas, acceso a la planta y estructuras de pavimento.
- Aspecto ambiental: evaluación de la situación ambiental en la ciudad de Roldán en relación a la revalorización de los residuos, a abordar en el proyecto, así como el cumplimiento de ciertos Objetivos del Desarrollo Sustentable. También se analizará la composición y proporción de gases de efecto invernadero que emite el área de residuos, considerando disposición, tratamiento, gestión, transporte.

¹ A lo largo de este informe se empleará indistintamente Centro de Compostaje y Planta de Compostaje.

3. INTRODUCCIÓN

Los residuos han sido una constante ignorada a lo largo de la historia de la humanidad. Desde los primeros asentamientos humanos, los desechos orgánicos y materiales no deseados han existido. Su gestión e impacto han evolucionado a lo largo del tiempo, aunque no siempre de manera adecuada. Un ejemplo de ello es el Monte Testaccio en Roma, Italia, que se formó entre los siglos I y III D.C. como resultado del desmedido consumo de aceite de oliva. Este monte artificial se generó a partir de millones de ánforas desechadas que posteriormente eran cubiertas con cal en un intento de gestionar estos residuos.

El impacto de los residuos en la sociedad, el medio ambiente y la salud humana se ha agravado significativamente. Según el Banco Mundial, el 90% de los desechos sólidos del planeta se vierten o queman a cielo abierto de manera indiscriminada. Además, en los últimos 100 años, el cambio climático se ha acelerado debido a las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la gestión de los desechos sólidos y su transporte. Esto tiene consecuencias directas sobre la naturaleza, como alteraciones en el clima generando el aumento de la temperatura, entre otros. Esto último, según el Banco Mundial y diversos estudios², estas acciones desencadenan una serie de impactos, como deshielos, inundaciones y la aparición de bacterias prehistóricas que podrían originar pandemias en el futuro.

La sociedad debe dar prioridad urgente a esta problemática que afecta a todo ser vivo del planeta. El primer paso es comenzar por fomentar la conciencia en educación ambiental e intentar reducir la generación de residuos, siempre respaldado por el aporte de políticas implementadas por organizaciones, instituciones o el propio estado.

² El mundo de la basura: tras el rastro secreto de la basura - Elizabeth Royte.

El deshielo del permafrost puede alterar los cementerios históricos de ganado en el este de Siberia - Boris A. Revich y Marina A. Podolnaya

4. GLOSARIO

Dentro de este ítem se definirán los diversos conceptos empleados a lo largo del trabajo, a fin de lograr la mayor comprensión del mismo.

4.1. Residuos Sólidos

Surge durante la fabricación o uso de un producto. Este residuo puede utilizarse como sustituto de otro producto, como componente en otro proceso, o no tener utilidad. Se puede considerar como el material del que el hombre ha decidido deshacerse y que, en la mayoría de los casos, carece de valor económico para el uso común.

4.1.1. Clasificación

Existen distintas maneras de clasificar los residuos generados por cualquier tipo de comunidad que se trate o analice: por su peligrosidad, por su composición, por origen del descarte, el cual está relacionado con el tratamiento requerido y con un potencial aprovechamiento. Entonces se tienen,

- Domiciliario.
- Comerciales y de servicios.
- Institucionales.
- Construcciones y demoliciones.
- Hospitalarios.
- Industriales.
- Agrícolas Periurbanos.
- Servicios comunales.

Todas las localidades, en mayor o menor medida, generarán residuos correspondientes a todas las corrientes mencionadas anteriormente.

4.2. Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Según la Subsecretaría de Ambiente de la Nación³, *“los residuos sólidos urbanos son análogos a los denominados domiciliarios y pueden ser de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.”*

³ Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes del Ministerio del Interior - Gestión de residuos sólidos urbanos - <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/rsu>

4.3. Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)

Según el Anexo I - Reglamentación de la ley de la gestión integral de residuos domiciliarios N°25.916⁴, los residuos domiciliarios son aquellos elementos, objetos o sustancias, que se generan y desechan como consecuencia de actividades domésticas realizadas en los núcleos urbanos y rurales, comprendiendo aquellos asimilables en sus características a éstos cuyo origen sea comercial, institucional, asistencial e industrial.

4.4. Líquidos Lixiviados

Se definen como aquellos líquidos que están o estuvieron en contacto con residuos sólidos, siendo capaces de extraer materiales disueltos o en suspensión, y que a menudo contienen compuestos contaminantes por lo que son nocivos al medioambiente y la salud pública. Estos líquidos pueden originarse a partir de la misma humedad contenida por los residuos, agua de escorrentía y/o agua de lluvia.

Debido a su alto contenido de materia orgánica, resulta tóxico para los seres vivos por lo que se debe mantener alejado de cualquier tipo de fuente de agua y tratarlos correctamente. La mejor manera de prevenir su formación es mantener los residuos alejados de cualquier posible fuente de líquido.

4.5. Disposición inicial

Lugar en el cual el usuario deposita los residuos generados. Según la jurisdicción, este lugar puede ser la esquina de la cuadra, el frente del domicilio o contenedores que pueden ser plásticos o metálicos.

4.6. Disposición final

Sitio en el cual se desarrolla la etapa final de la gestión de residuos donde la fracción de rechazo es colocada de manera permanente. Esta fracción no es susceptible a ser sometida a algún proceso de valoración, como ser compostaje o reciclaje.

4.7. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)

Es un sistema de administración de los RSU que tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos enviados a disposición final, teniendo ante todo una mirada sostenible.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación trata el Plan GIRSU⁵ (PGIRSU) como una estrategia transversal que promueve el saneamiento ambiental y la optimización de recursos para garantizar una gestión eficiente de los residuos sólidos urbanos bajo el paradigma

⁴ Decreto 779/2022 - Gestión de residuos domiciliarios -
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-779-2022-375566/texto>

⁵Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Plan GIRSU -
<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/erradicacion-de-basurales>

de la economía circular. La gestión de residuos no es sólo una cuestión ambiental, sino que además tiene un enfoque sanitario, social y económico que merece un abordaje integral.

4.7.1. Etapas de un sistema GIRSU

4.7.1.1. Generación

El concepto se refiere a la generación de residuos como consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre. Como se mencionó anteriormente, estos pueden provenir de diversos orígenes como residencial, comercial, industrial, etc.

4.7.1.2. Recolección y transporte

Es la actividad consistente en recoger los residuos colocados en el sitio de disposición inicial y su carga en los vehículos recolectores. La recolección se diferencia de la siguiente manera:

- General donde no se discriminan los distintos tipos de residuos.
- Diferenciada se recolectan los residuos separados en origen por el usuario para su posterior tratamiento y valoración.

El transporte comprende el traslado de los residuos desde la disposición inicial hasta la disposición final pasando por los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.

4.7.1.3. Separación y tratamiento

Las plantas de separación son instalaciones a las cuales llegan los residuos provenientes de la recolección, sea esta diferenciada o no, para su clasificación, tratamiento, enfardado según el tipo de material, su posterior venta e ingreso a nuevos procesos productivos.

4.7.1.3.1. Reciclaje

Proceso de revalorización de desechos, donde son procesados y transformados en nuevos productos o materiales. El objetivo principal es disminuir la necesidad de extraer y producir materia virgen para procesos productivos.

4.7.1.3.2. Compostaje

Es otro proceso de valorización de los desechos donde se efectúa la descomposición de la fracción mayoritaria que componen los residuos, la orgánica, sumando si es posible material estructurante (chips de madera, hojas secas, etc). El producto de este proceso se denomina compost, el cual es un material rico en nutrientes que puede utilizarse como abono con distintos fines según el grado de impurezas de la mezcla.

Es un proceso biológico de tipo aeróbico en el cual la materia orgánica se degrada por la acción de organismos y microorganismos, y da como resultado un material biológicamente estable, libre de patógenos. Se emplea para mejorar la estructura del suelo, así como para proporcionar nutrientes al mismo.

Una vez formadas las pilas, comienzan las diferentes fases del compostaje (Ver Figura 1):

Fase Mesófila: se da un aumento de la temperatura hasta alcanzar los 45°C, produciéndose CO₂ y ácidos orgánicos que bajan el pH. Duración: 2-5 días.

Fase Termófila: la temperatura del material alcanza los 60°-70° causando la eliminación de organismos patógenos. Se libera amoníaco, aumentando tanto el pH como la demanda de O₂. Duración: 1-3 semanas.

Fase Mesófila (II): una vez agotado el carbono, la temperatura desciende, apareciendo hongos visibles.⁶ Duración: 2-5 semanas.

Fase de Maduración: la materia orgánica se encuentra degradada en su totalidad. Terminando por disminuir la temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente. Se forman ácidos húmicos y fúlvicos. Duración: 3-6 meses.



Figura 1. Proceso de compostaje. Fuente: "Compost Provincia de Santa Fe".

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

4.7.1.4. Compostaje de materia orgánica pura

Se obtiene compost únicamente a partir de la fracción orgánica de la basura prescindiendo de cualquier otro elemento (estructurante).

4.7.1.5. Transferencia

Las estaciones de transferencia son instalaciones en las que los residuos recogidos por los vehículos recolectores se transfieren a equipos de transporte de gran capacidad, que

⁶ El proyecto considera que la parte correspondiente a la Etapa de Descomposición abarca las tres primeras fases del proceso del compostaje.

posteriormente se encargan de transportar los residuos a plantas de tratamiento o centros de disposición final.

4.7.1.6. Disposición final: Relleno sanitario

La solución de relleno sanitario para la disposición final de RSU tiene en cuenta principios de ingeniería sanitaria para la adecuada disposición final de residuos a fin de evitar riesgos a la salud pública y el ambiente. Los rellenos sanitarios difieren mucho del simple enterramiento de los residuos y sus actuales características reducen significativamente el riesgo de impactos adversos al ambiente. Mediante esta tecnología los residuos quedan encapsulados entre los materiales de la cubierta superior y un sistema de membranas, lo que permite implementar sistemas de recolección y control de las emisiones líquidas y gaseosas.

4.8. Consorcios

Según la Real Academia Española, se entiende por consorcio a la “*agrupación de entidades para negocios importantes*”. En este aspecto, la Ley provincial N° 13.055/09 priorizará la posibilidad de obtener soluciones regionales a partir del tratamiento y la gestión mancomunada de los RSU en las distintas jurisdicciones implicadas a través de consorcios regionales, los cuales podrán 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 debiendo en todo momento 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.

4.9. Gases de efecto invernadero (GEI's)

Son aquellos gases que retienen la radiación que la Tierra refleja al espacio, produciendo así el efecto invernadero. Es decir, absorben la energía solar y mantienen el calor cerca de la superficie de la Tierra en lugar de liberarlo al espacio. Esto tiene implicaciones significativas para el cambio climático, ya que el exceso de gases de efecto invernadero debido a actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la gestión de residuos, provoca un aumento en la temperatura del planeta y cambios climáticos adversos. *Ver Figura 2.*

Gas	Fuente Emisora	Persistencia de las moléculas en la atmósfera (años)	Potencial de Calentamiento Global (PCG) Horizonte de tiempo: 100 años
CO_2 Dióxido de carbono	Quema de combustibles fósiles, cambios en el uso del suelo, producción de cemento	Variable	1
CH_4 Metano	Quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos	12±3	21
N_2O Óxido nitroso	Quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, cambios en el uso de la tierra	120	310
PFC Perfluorocarbonos	Producción de aluminio, solventes y productos contra incendios	2.600-50.000	6.500-9.200
HFC Hidrofluorocarbonos	Refrigeración y aire acondicionado, productos contra incendios y aerosoles	1,5-264	140-11.700
SF_6 Hexafluoruro de azufre	Aislantes térmicos	3.200	23.900

Figura 2. Gases de efecto invernadero. Fuente: Segundo Informe de Evaluación del IPCC

5. ANÁLISIS DE SITUACIÓN

5.1. Localización

La situación a tratar fue planteada por la ciudad de Roldán, emplazada al sur de la provincia de Santa Fe y precisamente a 25 km al noroeste de la ciudad de Rosario. Ver Figura 3 y 4.



Figura 3. Emplazamiento de Roldán en la provincia de Santa Fe. Fuente: elaboración propia.



Figura 4. Ubicación de la ciudad de Roldán. Fuente: elaboración propia.

5.2. Relevamiento

Se tuvo la oportunidad de tener contacto con el intendente actual de la ciudad de Roldán, quien nos acercó la preocupación que tenía la gestión con respecto a la GIRSU. En este proyecto, de carácter académico se apuntará a mejorar el sistema a nivel operativo, ambiental y económico, focos de la inquietud de la intendencia. Se buscó la reducción de los viajes realizados desde la ciudad hacia la disposición final propiedad de RESICOM⁷, ubicado en la ciudad de Ricardone a aproximadamente 20 km. de Roldán. Estos viajes, en un principio se realizaban mediante 3 camiones pertenecientes al municipio, de los cuales 2 resultaron averiados y en desuso. En la actualidad, los traslados de los residuos se llevan a cabo mediante 2 unidades de camiones compactadores: uno del municipio de Roldán, con una caja compactadora de capacidad para 17m³, y otra unidad adicional que se alquila a RESICOM, la cual posee una caja de 17m³ o 21m³ dependiendo del día de recolección.

Se destaca el mal estado del camión compactador propio que se encuentra en funcionamiento, ya que al día de hoy alcanza sólo un 62% de la capacidad de compactación. Esto genera una cantidad de viajes innecesarios al relleno sanitario generando costos extras, tiempo inoperante en el cual se podría recolectar residuos en la localidad y generando más contaminación por emisión de gases de efecto invernadero.

En paralelo, se destaca que de la jornada laboral de 7 hs diarias los camiones pasan cerca de 2,5 hs (35,71%) efectuando el transporte de residuos a disposición final o detenidos allí esperando a

⁷ RESICOM Ingeniería Ambiental S.R.L, empresa privada encargada de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y los compatibles con los residuos domiciliarios de la provincia de Santa Fe.

realizar la descarga. Esto último se debe a una mala coordinación entre la empresa privada y la gestión de la localidad encargada de esta área, lo cual origina las mismas consecuencias que se mencionaron anteriormente. A continuación, en la Figura 5, se puede ver el recorrido que realizan actualmente los camiones recolectores para transportar los residuos a disposición final.

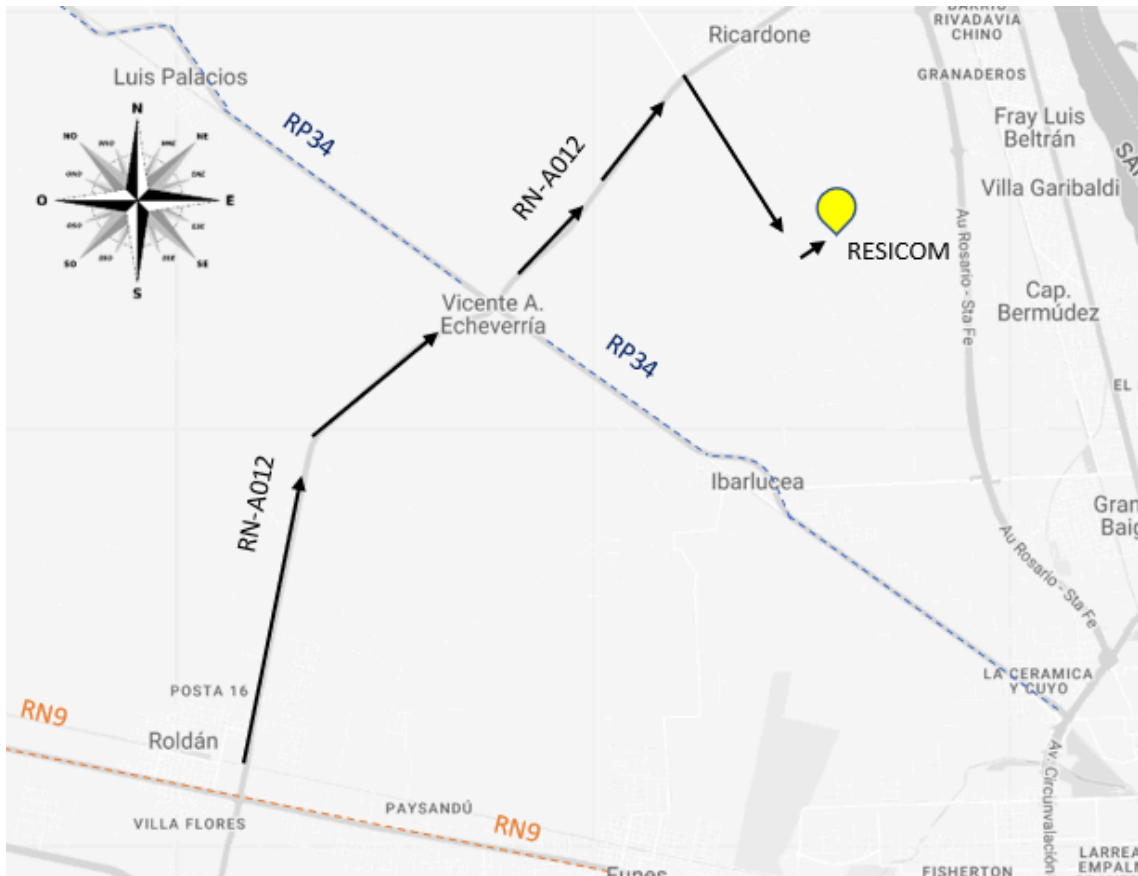


Figura 5. Recorrido actual de recolección de residuos a disposición final. Desde la ciudad de Roldán a Resicom (Ricardone). Recorrido de 23 km. Fuente: elaboración propia.

Al mismo tiempo, desde la mirada medioambiental, se pretende cumplir con lo dispuesto en la normativa provincial intentando lograr una gestión mancomunada de los RSU entre las distintas jurisdicciones. Efectuando un análisis sobre la ubicación de las demás localidades de los alrededores de Roldán y los demás rellenos sanitarios dentro del área metropolitana, los cuales ya se encuentran recibiendo residuos de todas estas localidades. Ver Figura 6.

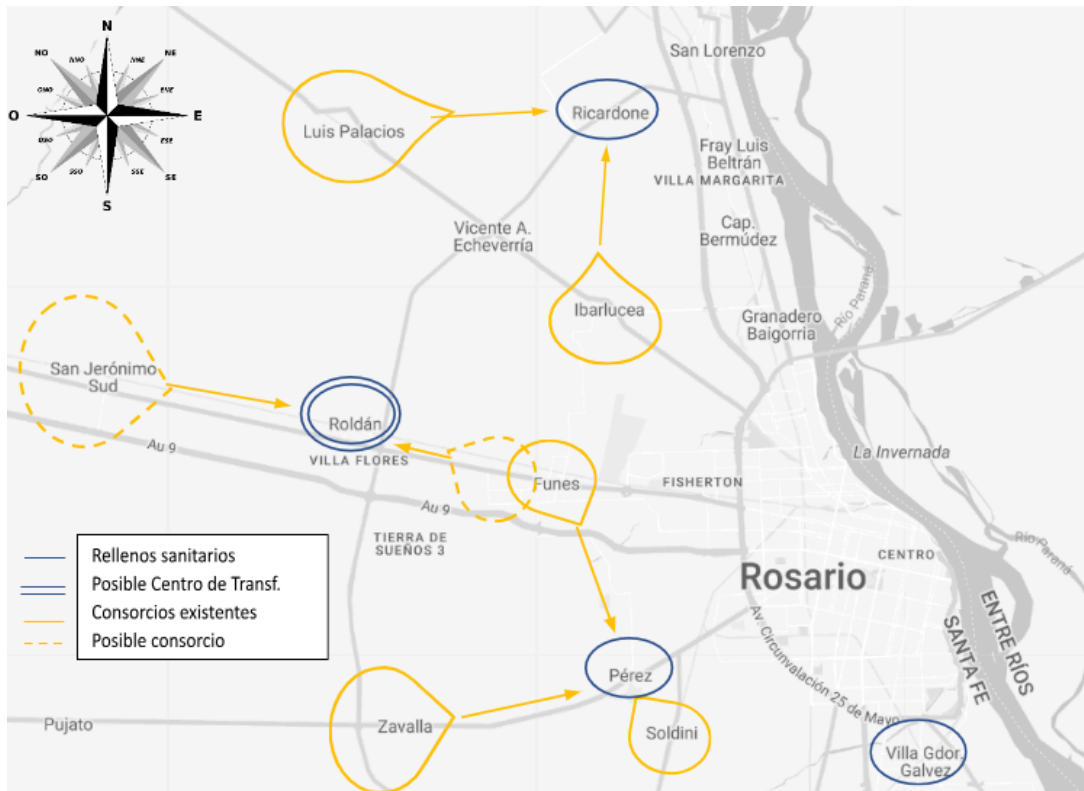


Figura 6. Factibilidad de un nuevo consorcio, Ubicaciones de disposición final actuales y sus correspondientes orígenes. Fuente: elaboración propia.

Si bien el proyecto final consiste en el diseño de una planta de compostaje para la ciudad de Roldán, se considera la posibilidad de ampliar la propuesta para incluir los residuos de San Jerónimo Sud y la zona oeste de Funes puesto que se identifica un potencial consorcio conformado estos para poder gestionar de manera conjunta los residuos orgánicos de la región. Sin embargo, se advierte que la falta de información y recursos disponibles impide la viabilidad de esta última solución. Ver Figura 7.

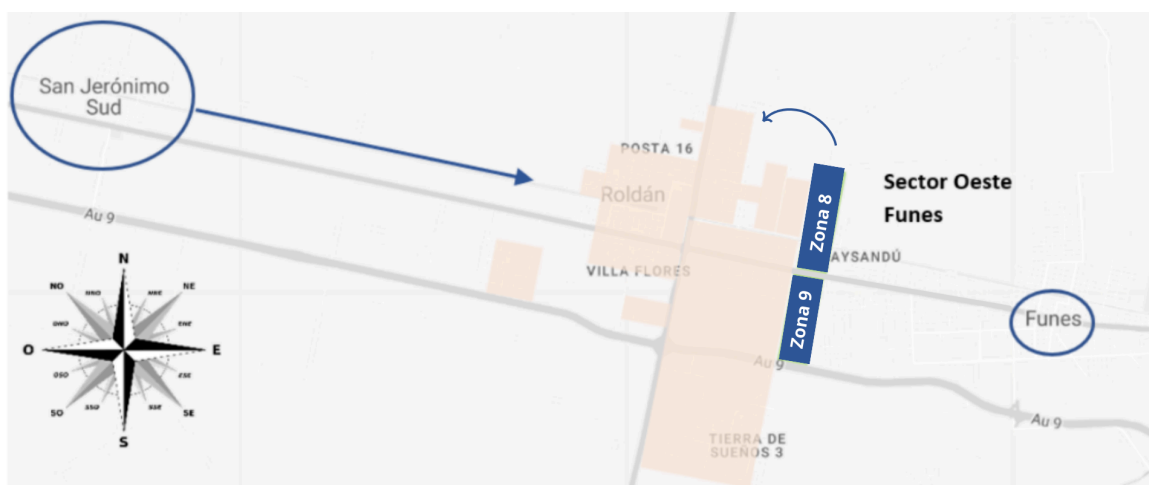


Figura 7. Zonas destinadas de recolección. Zona amarilla: Ciudad de Roldán. Zonas azules: Comuna de San Jerónimo Sud a la izquierda y Sector Oeste (Zona 8 y 9) de Funes a la derecha. Fuente: elaboración propia.

5.3. Localidades y estimación de población actual

Como es de público conocimiento el censo correspondiente al año 2020, resultó postergado debido a la pandemia Covid-19. Este censo pasó a efectuarse en el año 2022, por lo que aún se desconocen los resultados desagregados por localidad del Censo Nacional 2022. Consecuentemente, solo se tienen datos oficiales sólo hasta el censo del año 2010.

Por lo que además de realizar una proyección a futuro, primero se debe efectuar una estimación de la población actual de cada una de las partes que conformarán al nuevo consorcio (Roldán, San Jerónimo Sud, Funes Oeste). En la *Tabla 1* puede verse la evolución de la población de las ciudades de Roldán y Funes entre el año 1980 y 2010.

Gran Rosario	Año			
	1980	1991	2001	2010
Total Gran Rosario	985.653	1.124.092	1.165.749	1.239.346
Rosario	797.337	908.875	909.397	948.312
Villa Gobernador Gálvez	50.587	63.078	74.658	80.769
San Lorenzo	34.531	41.160	43.520	46.239
Granadero Baigorria	15.724	22.097	32.427	37.333
Capitán Bermúdez	23.114	26.078	27.060	29.425
Pérez	16.740	20.715	24.436	27.439
Funes	6.961	8.952	14.750	23.520
Fray Luís Beltrán	9.100	11.985	14.390	15.389
Roldán	7.901	9.382	11.468	14.299
Puerto General San Martín	7.412	9.383	10.871	13.409
Soldini	2.232	2.387	2.772	3.212

Tabla 1. Población de las localidades del Gran Rosario. Fuente: "Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años".

Las localidades involucradas en este estudio se extienden geográficamente sobre la ruta nacional RN9. Por otro lado, se destaca que las ciudades de Roldán y Funes actualmente carecen de separación alguna, teniendo continuidad entre ambas urbanizaciones, separadas por la calle San Sebastián. A continuación, se muestran los respectivos límites territoriales de las localidades. Ver *Figura 8 y 9*.

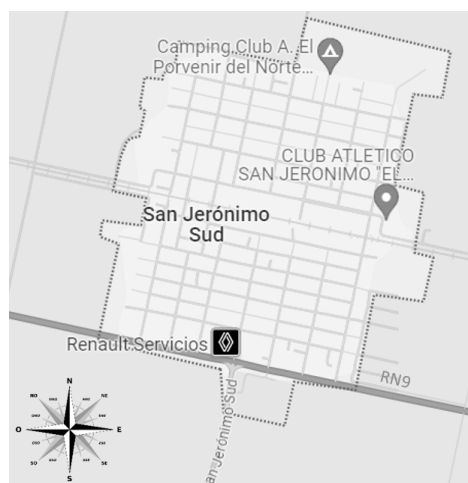


Figura 8. Delimitación territorial de San Jerónimo Sud. Fuente: elaboración propia.

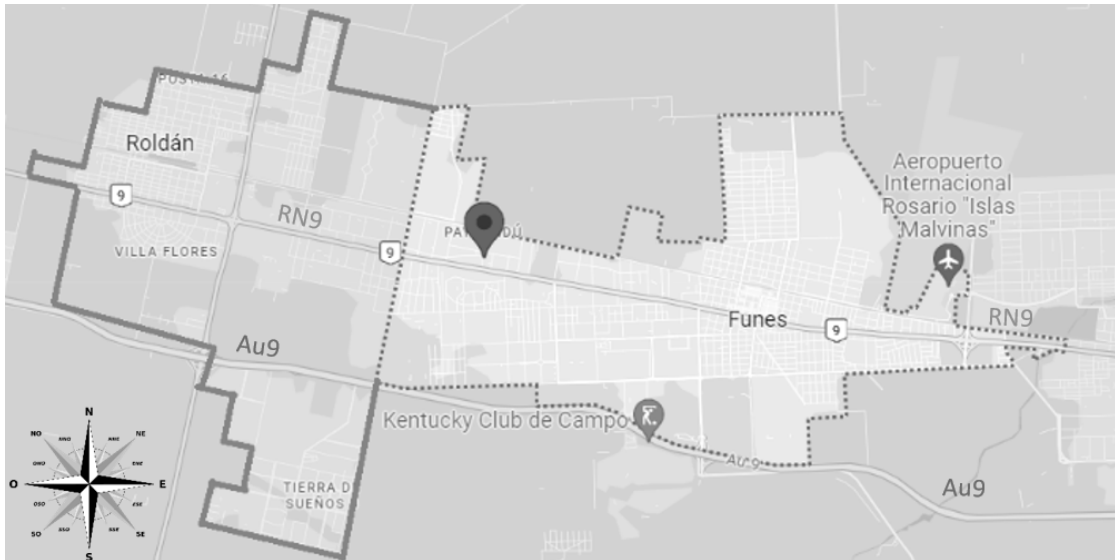


Figura 9. Delimitación territorial de las ciudades de Roldán y Funes. Fuente: elaboración propia.

5.3.1. Roldán

La descripción demográfica de la ciudad tiene cierta particularidad puesto que la misma tiene el rol de ser una ciudad de “fin de semana”, dentro de lo que se define como el Área Metropolitana de Rosario (AMR).

El crecimiento de Roldán como ciudad dormitorio superó considerablemente las expectativas, principalmente debido a la migración de parte de la población rosarina buscando una vida más apacible producto de diversos factores, entre ellos la inseguridad. En la Figura 10 puede verse el crecimiento porcentual poblacional que sufrió la ciudad de Roldán entre 1980 y 2010.

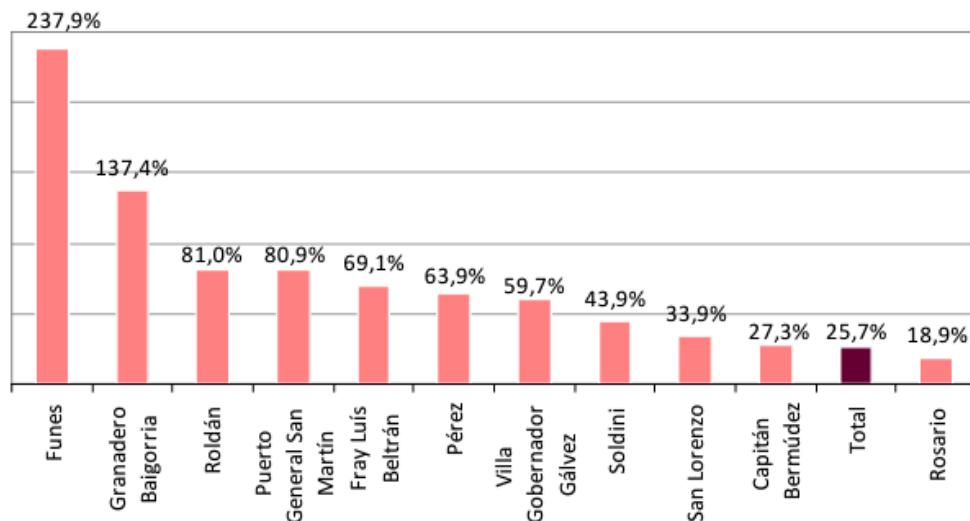


Figura 10. Crecimiento porcentual poblacional 1980-2010 en localidades del Gran Rosario. Fuente: “Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años”.

5.3.2. Oeste de Funes

La ciudad de Funes tradicionalmente desempeñaba un papel similar al de Roldán dentro del Área Metropolitana de Rosario (AMR). No obstante, en la actualidad, cada vez más personas eligen estas localidades como lugar de residencia permanente, lo que ha generado un crecimiento demográfico fuera de lo previsto. Este aumento se refleja en una cifra del 237,9% en un período de 30 años, como se muestra en la *Figura 10*. Las extensiones geográficas de la ciudad de Funes en los últimos años se ilustran en las *Figuras 11 y 12*.

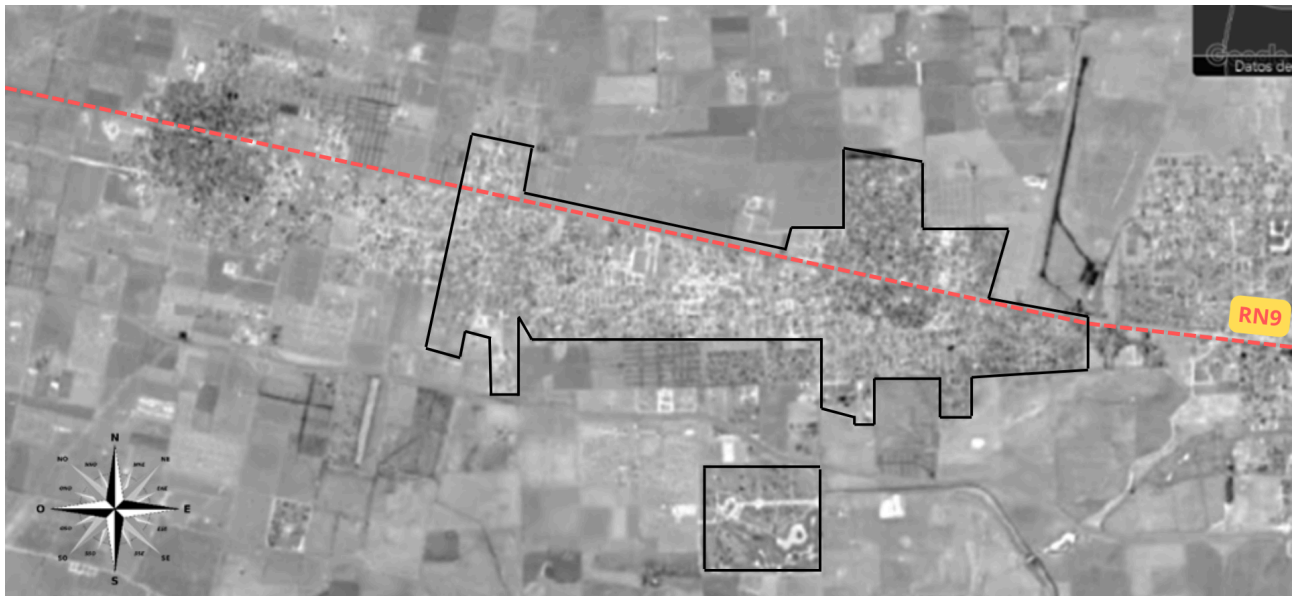


Figura 11. Extensión demográfica de la ciudad de Funes para el año 2010. Fuente: InfoFunes.

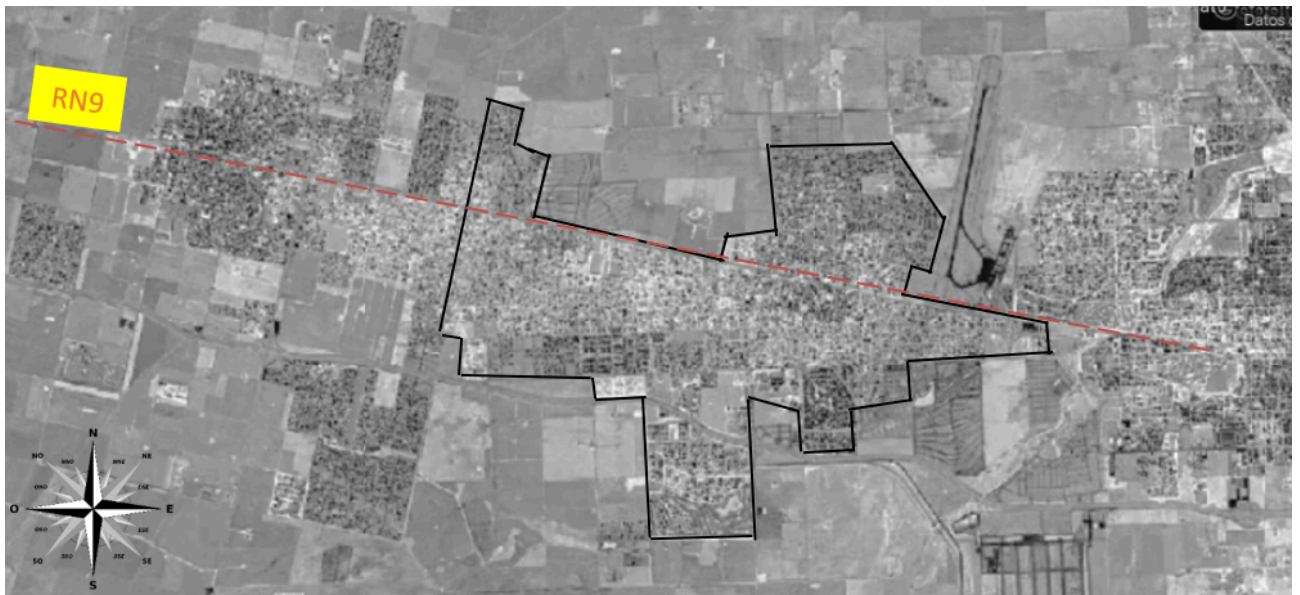


Figura 12. Extensión demográfica de la ciudad de Funes para el año 2022. Fuente: InfoFunes.

5.3.3. San Jerónimo Sud

En contraposición a lo que se observó en las otras localidades, la comuna manifiesta un crecimiento demográfico lento, pero al igual que las ciudades de Roldán y Funes, gran parte de la

población de la comuna empleaba las casas de la zona como residencias de fin de semana o descanso realizando la mayoría de las actividades en la ciudad de Rosario, sin embargo, fueron estableciéndose definitivamente en la comuna de manera paulatina debido a la seguridad y tranquilidad que la misma ofrece.

Simultáneamente, hay un gran movimiento migratorio de los jóvenes en etapa de estudios universitarios a diferentes ciudades referentes que albergan casas de estudios superiores.

5.3.4. Estimación de la población actual

Se realiza la estimación de población de las localidades de Roldán y la zona oeste de Funes aplicando el Método de las Tasas Medias Anuales Decrecientes. El mismo resulta apropiado para estos casos dado que es un análisis apto para localidades que reciben un considerable aporte migratorio, así como tienen un significativo crecimiento poblacional debido a diversos factores como ser la existencia de parques industriales, mejor calidad de vida, etc.

Para obtener los resultados correspondientes se deben tener presentes las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales. Estos últimos se calculan en base a los tres últimos censos oficiales, pero por las razones mencionadas al principio del *ítem 5.3 - Localidades y estimación de la población actual*, sólo se cuentan con los censos oficiales hasta el año 2010.

En el caso de Roldán, se logró conseguir la proyección realizada en el *“Plan Director de Desagües Cloacales de la provincia de Santa Fe”* para el año 2020, dato que facilitó el Ing. Rubén Fernández, quien forma parte del plantel de trabajo de dicho plan. A su vez, desde la Municipalidad de Roldán se brindó la información de la cantidad de personas que figuran en los padrones electorales de la ciudad para las elecciones del mes de agosto de 2023. Por lo que de esta manera se pudo recrear datos formales y más actuales sobre la población de Roldán, prescindiendo así de hacer una proyección al año 2022. En la *Tabla 2* puede verse la estimación de la evolución de la población de Roldán.

Año	Fuente	Poblacion
2010	Censo Nacional	14299
2020	Plan director de cloacas	27631
2022	Padron electoral	35000

Tabla 2. Antecedentes obtenidos de la población de Roldan. Fuente: elaboración propia.

Se debe resaltar, observando la *Tabla 2*, que la localidad tuvo una gran proliferación de urbanizaciones de diversa magnitud por lo que esto hace difícil estimar con precisión la población para un horizonte de diseño. Sin embargo, a los efectos académicos del proyecto se prosigue con los valores obtenidos en la tabla anterior.

Mientras para la zona Oeste de Funes (Ver *Figura 7*) se utilizó el Método de las Tasas Anuales Decrecientes resultando la siguiente población. Ver *Tabla 3*.

Año	Población
1991	264
2001	860
2010	823
2022	7510

Tabla 3. Estimación poblacional al año 2022 mediante el Método de las Tasas Medias Anuales Decrecientes. Fuente: elaboración propia.

Mientras que, para la comuna de San Jerónimo Sud, la estimación se realizó mediante el Método del Crecimiento Logístico. Este considera una etapa inicial de crecimiento acelerado, luego un crecimiento uniforme y por último una etapa de crecimiento desacelerado. Ver *Tabla 4*.

Año	Población
1991	2392
2001	2512
2010	2641
2022	2794

Tabla 4. Estimación poblacional al año 2022 mediante el método del crecimiento logístico. Fuente: elaboración propia.

5.4. Generación de residuos

Solo se obtuvieron registros de los RSU de la ciudad de Roldán brindados por la propia municipalidad, a través de tickets de pesaje y certificados de disposición final emitidos por RESICOM. Se cuentan con datos mensuales desde el enero 2022 hasta el mes de marzo 2023 y adicionalmente de los meses de diciembre de los años 2020 y 2021. Ver *Tabla 5*.

Poblacion		35000	
Toneladas mensuales		Toneladas diarias	Generacion per capita (2022)
12/2020	555.71	17.93	0.51
12/2021	590.1	19.04	0.54
01/2022	630.76	20.35	0.58
02/2022	495.04	17.68	0.51
03/2022	571.3	18.43	0.53
04/2022	450.38	15.01	0.43
05/2022	551.06	17.78	0.51
06/2022	520.6	17.35	0.50
07/2022	521.76	16.83	0.48
08/2022	564.19	18.20	0.52
09/2022	555.86	18.53	0.53
10/2022	558.8	18.03	0.52
11/2022	590.17	19.67	0.56
12/2022	667.28	21.53	0.62
01/2023	707.69	22.83	0.65
02/2023	586.99	20.96	0.60
03/2023	582.07	18.78	0.54
Promedio (kg RSU/hab.dia)			0.54

Tabla 5. Registro de RSU de la ciudad de Roldán. Fuente: elaboración propia.

Se destaca que el valor promedio per cápita es bajo con respecto a los valores teóricos de referencia brindados por el Banco Mundial⁸ para América Latina y el Caribe para el año 2016 (Ver Figura 24), desconociendo el motivo de esto. Sin embargo, este valor servirá como un mínimo de referencia, es decir, que a futuro la generación de residuos diaria per cápita deberá ser mayor que el valor obtenido en la Tabla 5.

Respecto a las localidades de San Jerónimo Sud y la zona oeste de Funes, no se ha podido llegar a tener un contacto con lo que se torna extremadamente imprecisa y compleja la estimación de los residuos sólidos urbanos producidos, así como sucede con la población. Por lo que finalmente, se procede a continuar considerando únicamente a la ciudad de Roldán como eje principal de la solución dejando abierta la posibilidad de integrar a alguna de estas localidades en un futuro.

Si bien el presente proyecto se centrará en los RSD generados por Roldán, a futuro una gestión conjunta puede ser una alternativa para fortalecer las gestiones locales y avanzar en las ODS, principalmente en la N°17: “Alianzas para lograr objetivos”. Este último tema se verá más detallado más adelante. Ver punto 9.2.

⁸ What a waste 2.0, una foto global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050. Banco Mundial.

6. MARCO LEGAL

6.1. Legislación internacional

Para garantizar la protección ambiental se constituyó el Acuerdo de París en el año 2016 a fin de afrontar al cambio climático y las consecuencias del mismo. Para ello cerca de 193 países se comprometieron a reducir las emisiones de gases efecto invernadero y colaborar juntos a fin de mitigar los impactos del cambio climático. De esta manera, al hacer eficiente los viajes de los camiones recolectores estamos aportando al cumplimiento del acuerdo, que apunta a disminuir los efectos adversos del cambio climático promoviendo las bajas emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI).

6.2. Legislación nacional

La adecuada gestión de los residuos sólidos domiciliarios está considerada dentro de la normativa argentina según la “*Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios N° 25.916*”. La cual corresponde ser aplicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación con objetivo de minimizar los residuos y optimizar el uso de los materiales a fin de que permanezcan en el ciclo económico un mayor tiempo.

Se hace uso del Plan GIRSU, que involucra tanto provincias como municipios, y que administra los residuos atendiendo no solo a la perspectiva ambiental sino también la social, sanitaria y económica.

Por otra parte, en concordancia con la Resolución Conjunta 1/2019 aplicada por el Ministerio de Producción y Trabajo, el compost producido solo se podrá emplear como fertilizante de plantas ornamentales, relleno de terrenos y cubiertas para rellenos sanitarios, puesto que el compost proviene de residuos que no fueron separados en origen y podría resultar peligroso para la salud humana en caso de emplearse en horticultura.

Por último, pero no menos importante se encuentra la “*Ley 27.270*”, sancionada por el Congreso de la Nación Argentina que aprueba y adhiere al Acuerdo de París.

6.3. Legislación provincial

A través de la “*Ley 13.055/09*”, la provincia de Santa Fe busca intervenir en la problemática de los residuos, centrándose en el concepto de *Basura Cero* a fines de administrar los residuos sólidos urbanos generados dentro del territorio, buscando además un alcance regional por parte de las localidades afectadas y contemplando el tratamiento de los residuos para aprovechar los mismos.

El compostaje, eje fundamental en nuestro proyecto, es un proceso de revalorización que resulta contemplado dentro de la misma normativa, precisamente en el artículo 32. El mismo aclara que el

tratamiento de los residuos sólidos urbanos debe comprender el aprovechamiento de los mismos, no incluyendo a los que se consideren inviables de ser reciclados o reutilizados en un proceso de transformación consistente en la conversión por métodos químicos (hidrogenación, oxidación húmeda o hidrólisis) o bioquímicos (compostaje, digestión anaerobia y degradación biológica). A su vez se cumple con el artículo 3, al estar dándole un fin útil a una gran parte de los residuos (alrededor del 40% correspondiente a la fracción orgánica).

Siguiendo con el hilo del compostaje, al intentar buscar una reducción progresiva de los residuos que tienen como disposición final los rellenos sanitarios se está cubriendo el artículo 2. En paralelo, la fracción de rechazo de la planta será derivada al relleno sanitario en la ciudad de Ricardone, cumpliendo el artículo 29.

Por otro lado, Santa Fe pone en efecto una serie de medidas estructurales y no estructurales a fin de lograr la estabilización de los aportes originados por escurrimientos superficiales procedentes de precipitaciones en la Cuenca de Aporte del Sistema del Arroyo Ludueña mediante la "Ley 13.246". Nuestro proyecto se centrará en los artículos 5, 7 y 8 de la mencionada normativa, contemplando la preservación de la dinámica hídrica superficial de la cuenca mediante la materialización de un almacenamiento transitorio de los volúmenes pluviales que generen las zonas impermeabilizadas (techos, revestimientos de patios, etc).

Además, según la Ley 11.730, las diferentes áreas de clasificación que menciona esta tendrán diversas limitaciones en cuanto al uso de los terrenos. Pudiendo inclusive llegar a prohibir algún tipo de construcción en estas áreas, será de vital importancia evaluar en la factibilidad del terreno del proyecto, si éste salvaguarda lo expresado en esta ley.

7. CENTRO DE COMPOSTAJE DISEÑADO

A forma de resumen, se presenta de manera general el diseño de la planta de compostaje mientras que la explicación en detalle y criterios adoptados se desarrollarán en el *ítem 8 - Elección de la tipología de emprendimiento a diseñar*.

La planta estará ubicada dentro de la zona industrial de Roldán puesto que desde su municipalidad se propuso emplear una serie de terrenos fiscales disponibles dentro de la zona, cercana al Km 47 de la Ruta Nacional A-012 (*Ver Figura 13*). Específicamente se trata de los lotes 13 a 18 de la manzana B23, resultando en un predio de 60,0 x 30,5 m y 1830 m² de superficie.

Además, a estos terrenos se les agrega un área de 10,0 x 60,0 m que corresponde a una calle pública actualmente en desuso, la cual, si bien está prevista como un acceso en las mensuras, la municipalidad configuró un Plan de Ordenamiento territorial para la zona y parque industrial, en el cual el acceso a dichas áreas se realice a través de un ingreso único al sur de la manzana B13. Para más detalle, *Ver Plano 0.a: Información extraída de plano de mensuras de loteo*.

Este espacio extra mencionado en el párrafo anterior se utilizará únicamente para la ubicación de un contenedor roll off destinado al acopio del material de rechazo que resulta de la clasificación de residuos para su posterior traslado a disposición final.

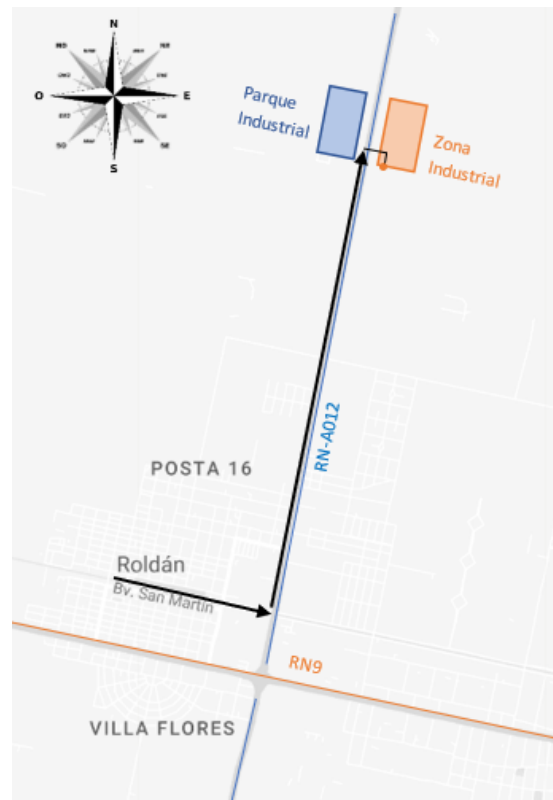


Figura 13. Recorrido propuesto de transporte de residuos al centro de compostaje centralizado. Fuente: elaboración propia.

Se efectuó un análisis de factibilidad sobre este terreno, tanto en distancia desde la localidad, el posible recorrido hacia el RESICOM, así como la probabilidad de anegamiento de la zona. Puesto que el proyecto incluye el manipuleo de residuos, el contacto de los mismos con agua generará líquidos lixiviados, los cuales son contaminantes para el medio ambiente y para la salud. Es por esto que se debe tener extrema precaución al momento de recolectar dichos líquidos.

En relación al primer punto, el terreno queda estratégicamente ubicado en dirección al RESICOM (Ver Figura 13 y 14). Los camiones compactadores transportarán los residuos recolectados al centro de compostaje, ubicado aproximadamente a 6,5 km de la localidad.

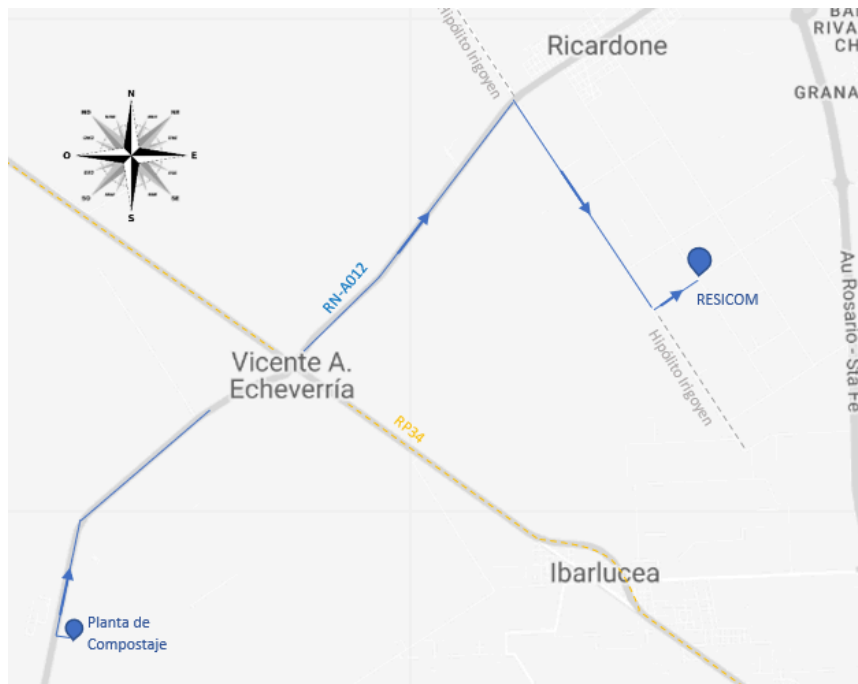


Figura 14. Recorrido desde el centro de compostaje centralizado hasta el RESICOM. Fuente: elaboración propia.

En cuanto al aspecto hidráulico del terreno, nuestro análisis comienza con la observación de las curvas de nivel de la zona. En primer lugar, se ubica el predio del proyecto, que resulta estar cercano a la curva de nivel de cota +37,50 m. Posteriormente, notamos una diferencia significativa en la distancia entre esta curva de nivel y la posterior, lo que denota la existencia de una extensa área llana de una pendiente media de 0,39 %, destacada en verde en la Figura 15.

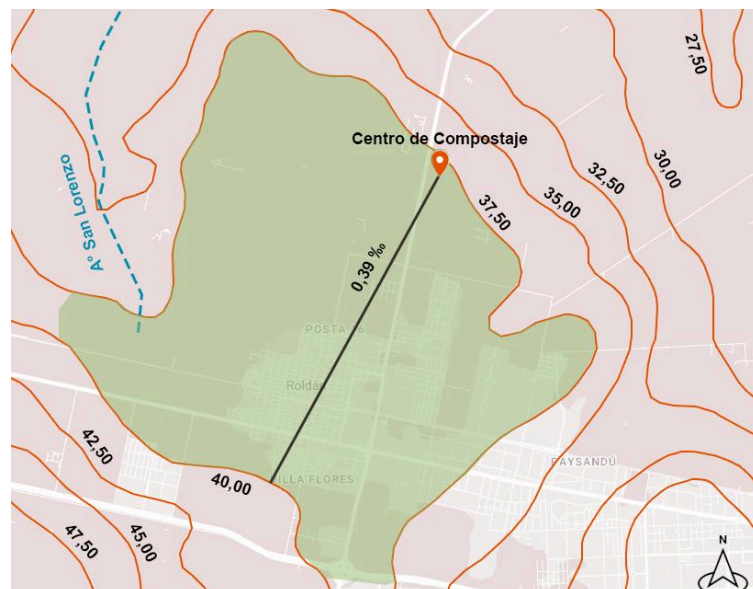


Figura 15. Análisis de la topografía de la zona. Fuente: elaboración propia.

Luego, se identifican los puntos más bajos de la zona para establecer cuál sería el escurrimiento natural del agua. Como se muestra en la *Figura 16*, estos se encuentran alejados de nuestra posición.

La falta de una buena densidad de curvas de nivel, debido a la extrema llanura, no permite establecer con claridad el comportamiento de los escurrimientos a nivel general. Sin embargo, lo mencionado en el párrafo anterior nos lleva a pensar que podría existir una línea divisoria de aguas que cruza nuestro predio.

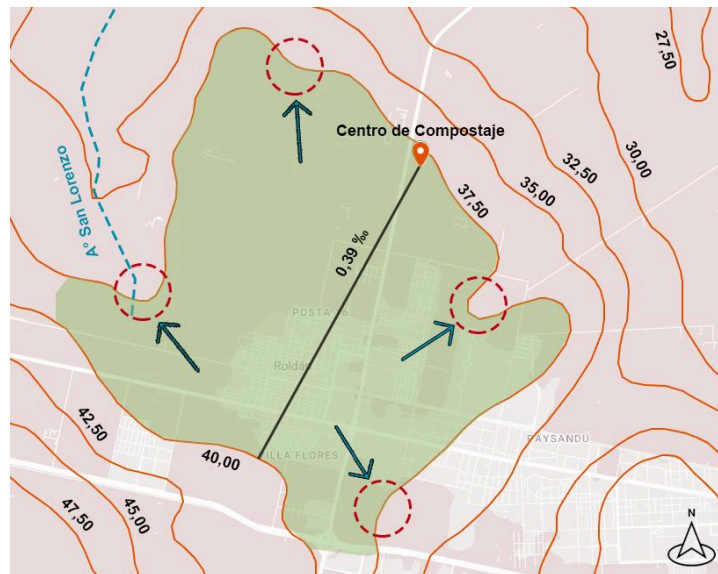


Figura 16. Análisis de la topografía de la zona. Ubicación de puntos bajos. Fuente: elaboración propia.

Entonces, al estudiar en detalle la zona del proyecto, se observa la presunta línea divisoria mencionada, la cual desvía las aguas para que continúen su recorrido en dirección suroeste-noreste. A continuación, en la *Figura 17* se muestra lo mencionado.

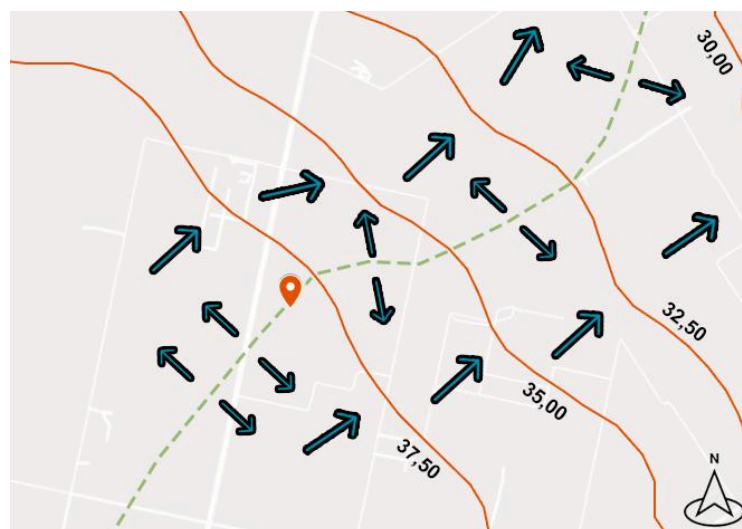


Figura 17. Análisis de la topografía de la zona. Dinámica hídrica local. Fuente: elaboración propia.

Con todas estas apreciaciones en mente, concluimos que el terreno del cual disponemos es apto para su utilización, al menos en cuanto a la dinámica hídrica, ya que no se trataría de una zona inundable.

Distribución del Centro de Compostaje

El esquema de la planta del centro, según *Figura 18*, contempla:

- Una nave industrial, la cual incluye zonas destinadas: descarga de los RSU; al lavado de los camiones al terminar el día luego de las descargas que realizan en el transcurso del mismo; las oficinas; una zona destinada a la clasificación y valorización del residuo, y una zona para fracción orgánica destinada al compost.
- Una segunda nave cuya finalidad es proteger las pilas del compost de la intemperie mientras se desarrolla la primera y más crítica fase del proceso.

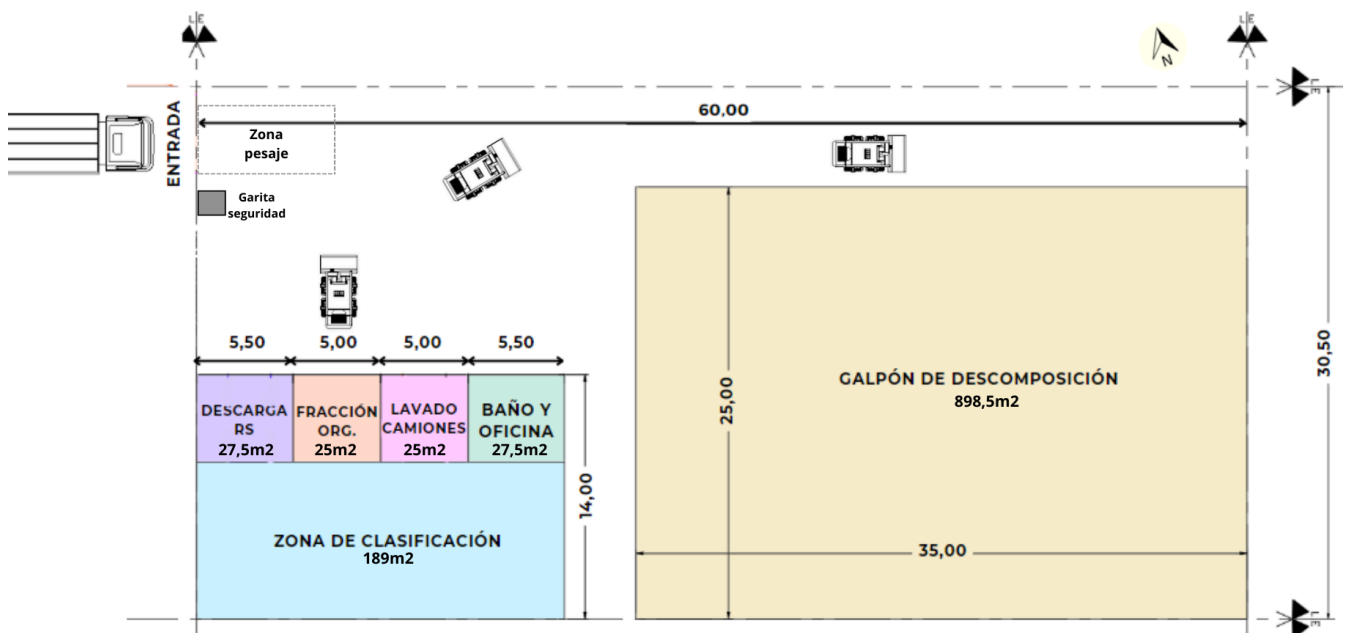


Figura 18. Distribución de zonas de la planta de compostaje. Fuente: elaboración propia.

La secuencia del proceso será desarrollada en el ítem 8.2.3 - *Secuencia del proceso.*

7. 1. Estudio de alternativas

A partir de la problemática planteada por la Municipalidad de Roldán se evaluaron una serie de alternativas que se desarrollan con distintos panoramas temporales para finalmente optar por la opción más viable desde el punto de vista ambiental y operativo.

7.1.1. Transporte directo: a corto plazo

Se consideró intervenir en la flota de los camiones de residuos, es decir, mantener la gestión de residuos como se encuentra actualmente mediante el incremento de la flota y/o aumento de la

capacidad de cada una de las unidades a necesitar para el período de diseño. Cabe destacar que, bajo esta alternativa, el transporte de residuos continuaría siendo dirigido directamente hacia el sitio de disposición final, siguiendo el procedimiento actual. Esta opción es pensada únicamente a nivel local y no regional, aspecto indeseable para las políticas ambientales.

Se considera que Roldán recolecta residuos 24 días al mes ya que los días domingo no hay servicio de recolección. Actualmente, la ciudad cuenta con:

- Flota total: dos unidades de 17 m³ (con capacidad de compactación 750kg/m³ se traslada 12,75t).
- Generación promedio de residuos de 570 tn/mes.
- Capacidad de compactación actual 465 kg/m³ (62% de la capacidad de compactación máxima, se traslada 7,90 tn)

Se proyecta la flota necesaria para fines del período de diseño, considerando 20 años de proyección (hacia el año 2046), en relación a la cantidad de residuos que se generarán.

Opción 1: Incremento de la flota manteniendo la capacidad de cada vehículo.

Para el fin del período de diseño se tiene una demanda de 1417 tn/mes⁹, lo cual requerirá realizar por lo menos 111 viajes mensuales efectuados por la totalidad de la flota. Considerando que cada unidad realice aproximadamente un viaje por día, entonces se deberá poseer mínimamente 5 vehículos recolectores con una caja de 17 m³ con una capacidad de compactación de 750kg/m³ (Ver Figura 19).

Opción 2: Incremento de la flota aumentando la capacidad de los vehículos.

Se propone un incremento en la flota mediante el aumento de la capacidad de los vehículos. En esta opción, se contempla una flota vehicular conformada por camiones compactadores con una capacidad de 21 m³, lo que equivale a transportar 15,75tn. Como resultado, sería necesario realizar al menos 90 viajes mensuales hacia el sitio de disposición final. Esta dinámica de transporte implica el empleo de 4 unidades de camiones con una capacidad de compactación de 750 kg/m³, cada uno con una capacidad de 21 m³.

Ambas opciones plantean a futuro la ampliación de la flota vehicular, hecho que será inevitable para mantener un sistema de recolección adecuado. Sin embargo, esto implica un mayor costo de inversión para la localidad y, por otro lado, mantenimiento de los equipos y mayores emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera teniendo como base el panorama actual. Lo más destacable de esta solución, es que resulta provisoria y local que aborda sólo la cuestión logística sin avanzar en otros aspectos normativos.

⁹ Ver ítem 8.1.2 - Residuos Sólidos Urbanos: Materia orgánica pura.



Figura 19. Camión recolector-compactador tipo adquirido por la Municipalidad de Roldán. Fuente: Municipalidad de Roldán.

7.1.2. Centro de Transferencia: Mediano y largo Plazo

En contraste a lo propuesto en el ítem 7.1.1-Transporte directo: a corto plazo, se aspiró a una solución de alcance regional, planteando en primera instancia un centro de transferencia para el nuevo consorcio¹⁰. Sin embargo, esta alternativa como tal se terminó desestimando por motivos detallados más adelante.

Como resultado, se comenzó a evaluar la incorporación de elementos adicionales para enriquecer el proceso, como la revalorización de los residuos, permitiendo así una transferencia indirecta.

Por ende, se planteó generar un punto intermedio entre las localidades y la disposición final para contener de manera provisoria los residuos con el objetivo de mejorar la eficiencia del transporte de los residuos.

Para ello se analizaron diversos criterios de evaluación¹¹ para ver la factibilidad de este proyecto. Se procede a detallarlos:

- Punto de recogida menor de 10 km del punto de vertido: no es conveniente estudiarlo.
- Punto de recogida entre 10 km y 20 km del punto de vertido: debe estudiarse.
- Punto de recogida superior a 20 km del punto de vertido: generalmente es rentable.
- Para menos de 50 tn/día: no es rentable.

Dado que la cantidad de residuos no superan las 50 tn/día, se decide descartar la posibilidad de realizar un centro de transferencia debido a la no rentabilidad. Se plantea en su lugar, como alternativa superadora, la presente propuesta de centro de separación y compostaje.

¹⁰ Como se habló en el ítem 5.2. este incluiría a las localidades de San Jerónimo Sud, Roldán y la zona oeste de Funes.

¹¹ Gestión Integral de Residuos Sólidos - Tchobanoglous, Theisen, Vigil (1994).

7.1.3. Centro de Compostaje: Largo Plazo

Definida como alternativa el centro de separación y compostaje se evalúan distintos proyectos de la región a fin de definir un estándar. A continuación, se muestran los diferentes centros existentes en la ciudad de Villa Gobernador Gálvez y en Rosario.

7.1.3.1 Antecedentes

Para el diseño del centro se tomaron como antecedentes las plantas de compostaje dentro del Área Metropolitana de Rosario:

- 1) Centro GIRSU (Villa Gobernador Gálvez)
- 2) Centro Ambiental de Tratamiento de Residuos (Rosario)

7.1.3.2. Centro GIRSU - Villa Gobernador Gálvez¹²

Mediante la cooperación del Ente de Coordinación Metropolitana de Rosario (ECOM), el ex Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente actualmente Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de la provincia de Santa Fe, y los respectivos municipios de Rosario y Villa Gobernador Gálvez se terminó por materializar el centro GIRSU.

El proyecto logra procesar los residuos sólidos de la ciudad de Villa Gobernador Gálvez, Pueblo Esther y Alvear, dejando como posibilidad de una segunda etapa que incluya más localidades del corredor sur del Área Metropolitana de Rosario.

El mismo, según *Figura 20*, contiene:

- Planta de separación y reciclaje.
- Planta de compostaje de orgánicos puros.
- Planta de tratamientos de áridos.
- Relleno sanitario.
- Planta de tratamiento de líquidos lixiviados.
- Instalaciones auxiliares.

¹² Actualmente, las plantas de separación y reciclaje, compostaje de orgánicos puros y tratamientos de áridos no se encuentran en funcionamiento.

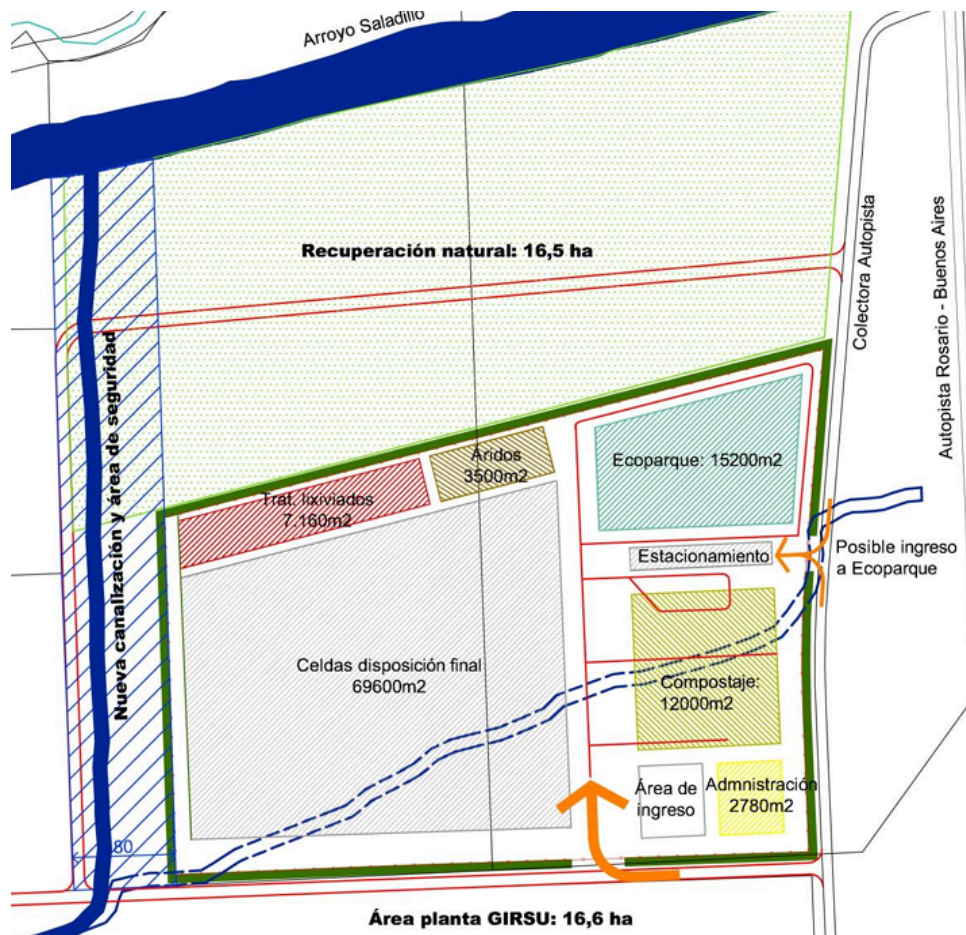


Figura 20. Alternativa Layout Planta GIRSU. Fuente: "Plan ejecutivo Metropolitano de Rosario"

7.1.3.3 Centro Ambiental de Tratamiento de Residuos¹³

En concordancia con el Plan Ambiental de Rosario, y en conjunto de la Secretaría de Ambiente y Espacio Público de la Municipalidad de Rosario se erigió la planta de la ciudad de Rosario. El cual contiene:

- Estación de transferencia.
- Planta de separación.
- Planta de biodigestión seca.
- Planta de compostaje de residuos orgánicos puros.

A continuación, en la *Figura 21*, se muestra un esquema de la planta de separación del centro.

¹³ Actualmente la planta de compostaje no está en funcionamiento debido a un incendio en dicho sector.

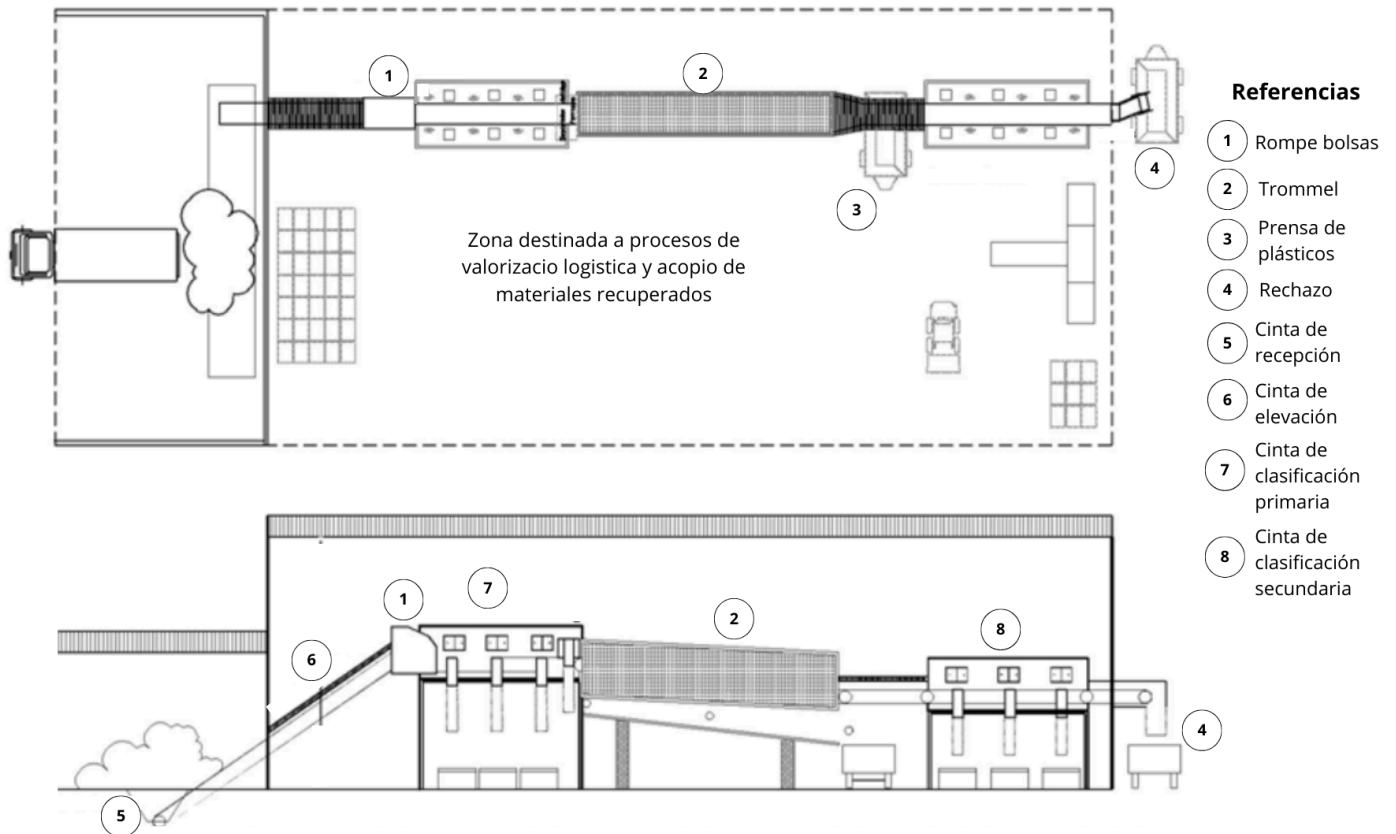


Figura 21. Planta y vista del Centro Ambiental de Tratamientos de Residuos. Fuente: CIS-FCEIA

8. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE EMPRENDIMIENTO A DISEÑAR

Habiendo estudiado las alternativas anteriores, se considera que la opción más sostenible a largo plazo es la de materializar un centro de compostaje para la fracción orgánica de los residuos sólidos generados por parte de la población de la ciudad de Roldán.

Solo se hará un procesamiento de la fracción orgánica debido a que tanto la poda como los verdes¹⁴ ya cuentan con una disposición final, un terreno ubicado frente al “Cementerio Municipal Roldán”. Ver Figura 22.

¹⁴ Se considera “verdes” a aquellos residuos que se obtienen de cortar pasto y del barrido de las hojas secas.



Figura 22. Ubicación de la disposición final de verdes y poda. Fuente: elaboración propia

8.1. Proyección de diseño: Población y Residuos

En este ítem se procede a estimar la población y los residuos generados a futuro. Se considera un periodo de diseño de 20 años a partir del año 2026, es decir, año de diseño 2046.

8.1.1. Población

Como se mencionó anteriormente en el ítem 5.3.4 - *Estimación de la población actual*, para obtener la población de diseño al año 2046, se emplea el Método de las Tasas Medias Anuales Decrecientes. Ver Tabla 6.

P1 (t1=2010)	14299
P2 (t2=2020)	27631
P3 (t3=2023)	35000
P0	35000
t3	2023
n1	10
n2	13
i1	0.068
i2	0.018
i	0.018
P (t=2046)	53176

Tabla 6. Proyección poblacional al año 2046 según Método de las tasas anuales decrecientes. Fuente: elaboración propia.

Entonces, la población de diseño se estima en 53.176 habitantes al año 2046. Como se aclaró anteriormente esta proyección no es estimada con certeza por el gran crecimiento que tuvo la localidad de Roldán.

8.1.2. Residuos Sólidos Urbanos: Materia orgánica pura

La composición de los residuos sólidos urbanos se caracteriza principalmente por la presencia predominante de material orgánico, como se observa en la *Figura 23*. Según las proyecciones del Banco Mundial para el futuro¹⁵, se espera que la cantidad total de residuos aumente en consonancia con el crecimiento poblacional. Sin embargo, se prevé que la fracción orgánica experimente un descenso, en contraste con la tendencia general.

En contrapartida, se anticipa un significativo incremento en la proporción de materiales reciclables, impulsado por los procesos industriales.

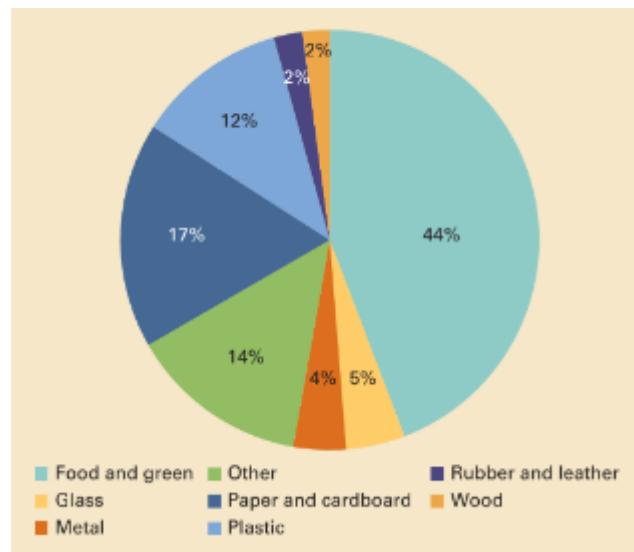


Figura 23. Composición actual de los residuos sólidos urbanos. Fuente: "Banco Mundial"

Se calcula la cantidad de residuos generados por Roldán, empleando las estimaciones de generación per cápita en América Latina y el Caribe para el año 2030. Ver *Figura 24*.

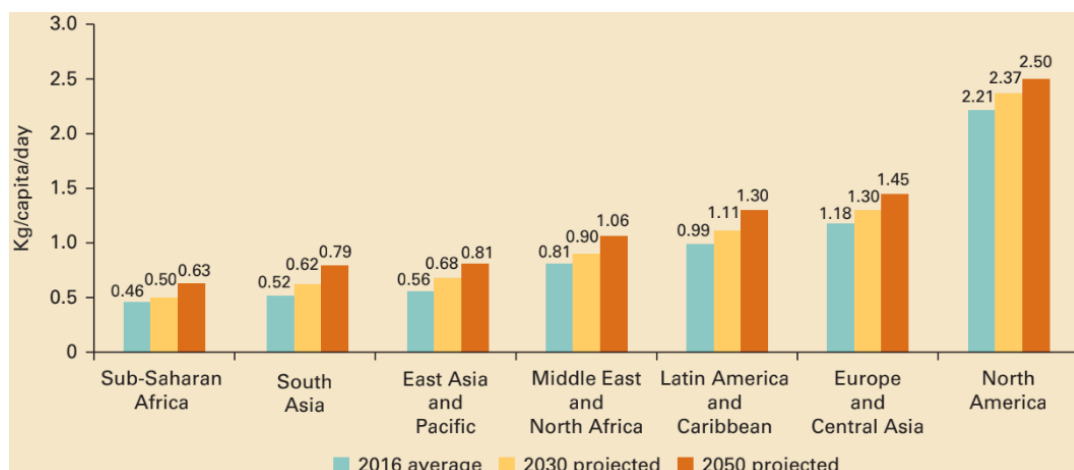


Figura 24. Generación per cápita al año 2030 y 2050. Fuente: *What a Waste 2.0*, Banco Mundial.

¹⁵ What a waste 2.0, una foto global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050. Banco Mundial.

Como criterio de trabajo, se considera que la tasa de generación per cápita se mantendrá constante en el tiempo hasta el año 2046. Luego, la cantidad de residuos diarios, generadas en el año de diseño es:

$$\text{Res. diarios} = \text{Población diseño} * \text{Generación per cápita 2046} = 59,02 \text{ tnRSU/día}$$

Para obtener la fracción orgánica pura de los RSU, se considera que esta representa un 40% del total¹⁶. Es decir, la planta deberá procesar 23,61 tn/día.

8.2. Diseño arquitectónico

A continuación, se detallan las diferentes áreas en función de las necesidades, requisitos, actividades y limitaciones asociadas a las instalaciones, al terreno y a las actividades que se pretenden desarrollar.

8.2.1. Distribución y superficies

8.2.1.1. Distribución

La infraestructura debe considerar como mínimo:

- 1) Valla perimetral que delimite toda la instalación.
- 2) Garita de ingreso y balanza móvil.
- 3) Área administrativa, baños, y zona de descanso del personal.
- 4) Protección frente a la lluvia para las pilas de compost, porque puede desfavorecer las características del material a compostar y para no incrementar la generación de lixiviados.
- 5) Disponer de zonas para la recepción de residuos, el almacenamiento del rechazo y almacenamiento transitorio y acopio de materiales reciclables.
- 6) Disponer de áreas para el procesamiento de los residuos, la separación manual de los mismos, el armado de las pilas, y para almacenar equipos y herramientas¹⁷.
- 7) La maquinaria y los equipos disponibles o planteados.
- 8) Contar con áreas para la maniobra y operación de vehículos y equipos sin perturbar las actividades operativas.
- 9) Las zonas complementarias para el movimiento del personal.
- 10) Zonas de lavado de camiones.
- 11) Sistemas de recogida y gestión de lixiviados y aguas pluviales: sistemas de canalización, retardadores y depósitos.
- 12) Contar con letreros y señalización dentro del predio y en su ruta de acceso al mismo.

Teniendo en consideración estas premisas, se plantearon las siguientes zonas¹⁸. Ver Figura 25.

¹⁶ El Banco Mundial menciona una fracción del 44% incluyendo orgánicos y verdes. En consulta con la Ingeniera Marozzi, se estimó únicamente a la fracción orgánica en un 40%.

¹⁷ Como se verá luego, no se generó un espacio adicional para almacenar los mismos, sino que se resguardaran en los correspondientes galpones, en los cuales se encuentren operando.

¹⁸ El layout completo de la planta de compostaje se encuentra en el Plano 1: Layout de la planta

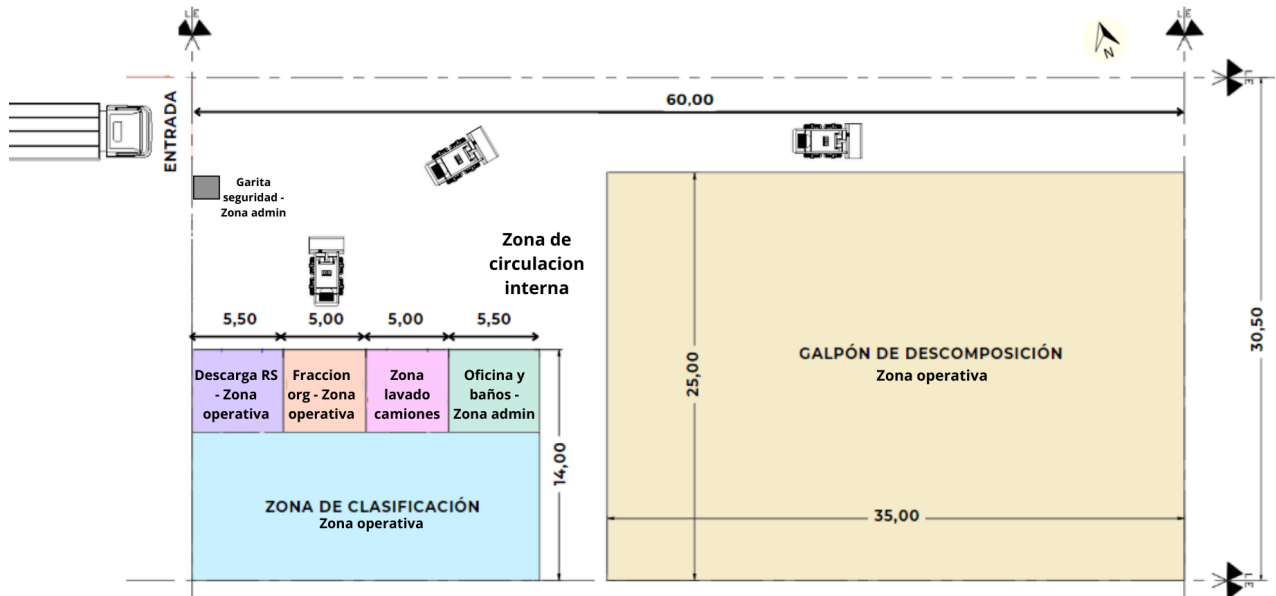


Figura 25. Funcionalidad de cada zona de la planta de compostaje. Fuente: elaboración propia.

- Zona de acceso y administrativa: abarcará los siguientes espacios:
 - Garita de ingreso: se realizará el control de ingresos y egresos del predio, en el cual habrá una balanza móvil para llevar a cabo los registros de residuos.
 - Oficina: se incluye el espacio administrativo, baños, y comedor para el plantel.
- Zona operativa:
 - Descarga y almacenamiento de los residuos.
 - Cintas transportadoras.
 - Separación: zona destinada a la preclasificación de los residuos, se realiza la apertura de bolsas de residuos, y también el retiro de elementos voluminosos y vidrios que puedan llegar a generar impurezas en el compost.
 - Tromel: máquina que efectúa la limpieza de los residuos mediante el cribado. De este proceso se obtiene: la fracción gruesa no pasante y fracción fina pasante. Ambas son transportadas mediante cintas.
 - La fracción gruesa es revalorizada mediante un proceso de clasificación donde se retiran cartones, plásticos.
 - La fracción fina (es decir, la fracción orgánica) se traslada a la “Zona de orgánicos”, a partir de ahí se armarán las pilas para comenzar la etapa de descomposición.
 - Descomposición¹⁹: zona destinada al proceso de descomposición de las pilas armadas.

¹⁹ Se remarca la ausencia de la zona destinada a la etapa de maduración debido a la falta de espacio en los lotes de estudio. Conclusión obtenida en el ítem 8.4.1.2.1.

- Zona de circulación interna: se contemplan tanto los espacios necesarios para realizar maniobras vehiculares como los espacios para la circulación peatonal de los trabajadores de la planta.
- Zona de lavado de camiones: se llevará a cabo la higienización de las cajas compactadoras, una vez que estos hayan descargado los residuos.

8.2.1.2. Dimensiones calculadas

A continuación, se determinaron las dimensiones de cada espacio de la planta de compostaje teniendo en cuenta distintos factores y datos que serán enumerados cuando corresponda.

8.2.1.2.1. Dimensiones referidas al proceso de compostaje

En este apartado se determinó las superficies necesarias correspondientes al proceso de descomposición y maduración de la fracción orgánica teniendo en cuenta los siguientes datos. Ver *Figura 26 y 28*.

- Duración de la etapa de descomposición: 6 semanas
- Duración etapa de maduración: 12 semanas
- Densidad de la fracción orgánica de los residuos: 600 kg/m³

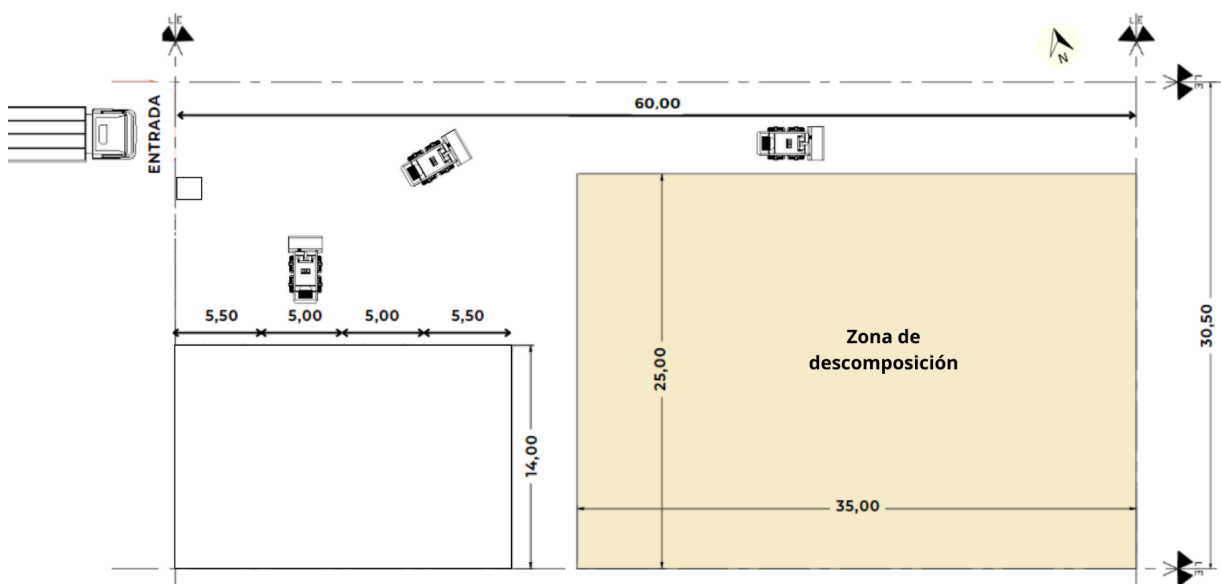


Figura 26. Superficie donde se desarrollará el proceso de descomposición. Fuente: elaboración propia.

Además, se tiene presente la generación de residuos proyectada en el ítem 8.3.2. A continuación se muestra una tabla resumen. Ver *Tabla 7*.

Datos		
Generación de residuos proyectados	[tn/día]	59,02
Porcentaje de fracción orgánica	-	0,4
Orgánicos proyectados	[tn/día]	23,61
Densidad fracción orgánica	[kG/m3]	600
Tiempo de descomposición	[días]	42
Tiempo de maduración	[días]	84

Tabla 7. Resumen de los datos necesarios para calcular las áreas de las diferentes etapas del compostaje.

A su vez, se contempla el espacio necesario para que el Backhus pueda operar correctamente²⁰ dentro de la zona de descomposición (Ver Figura 26) y se consideran las limitaciones físicas del terreno disponible. De todo este análisis se obtiene un área de galpón para el proceso de descomposición de 900 m². Ver cálculo del área necesaria de las pilas en el Anexo 1: Cálculo de pilas y parvas para las distintas etapas del compostaje.



Figura 27. Removedor autopropulsado Backhus A-45 accionando sobre pilas de descomposición.

En cuanto a la etapa de maduración, la altura de parva se encuentra condicionada por la distancia libre que presente el camión volcador. El área necesaria de parva de maduración es 960 m² (Ver Anexo 1). Se observa que sumado al área del galpón calculada anteriormente se supera el área del terreno disponible. Por ello y teniendo en cuenta que la maduración no es un proceso que pueda presentar efectos ambientales adversos, se opta por utilizar otros terrenos fiscales

²⁰ Según el performance-book de la Backhus A-45 necesita 5,20m para poder realizar la maniobra de giro del equipo de volteo.

disponibles que ofreció la municipalidad, como lugar para el desarrollo de esta etapa. Ver Figura 28.

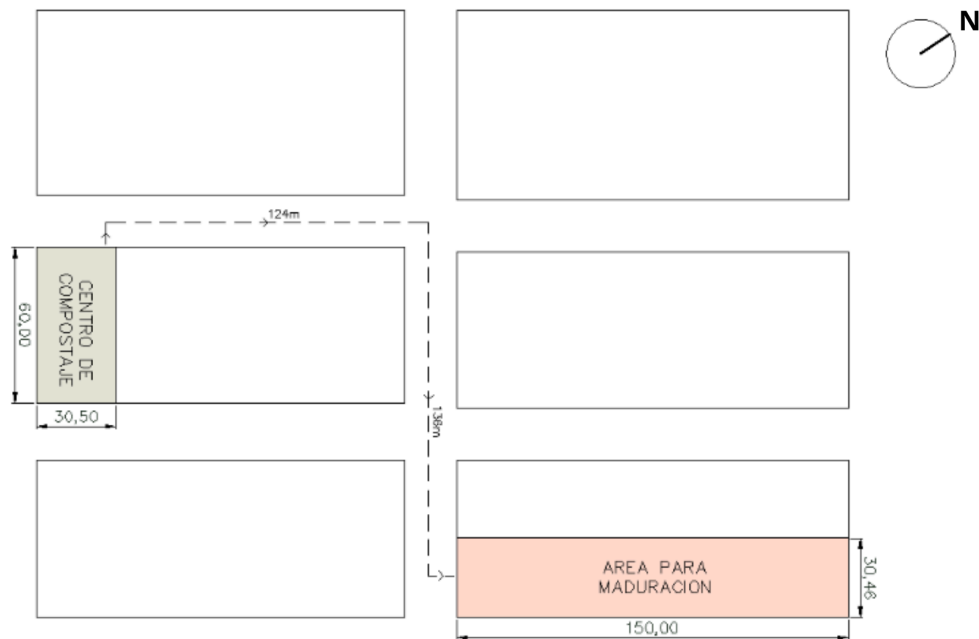


Figura 28. Ubicación de terrenos destinados a maduración. Fuente: elaboración propia.

Los mismos se localizan en los lotes 2 y 3 dentro de la manzana B20, (Ver Plano 0.a: Información extraída de plano de mensuras de loteo). El compost se trasladará a estos lotes mediante un camión volcador, el cual determinará la altura de la pila. Ver Figura A.2.12. - Anexo 2.

8.2.1.2.2. Dimensiones de la zona administrativa

En la Figura 29 puede verse donde se ubica el área administrativa, comprendiendo tanto los baños y oficina como la garita de entrada al centro de compostaje.

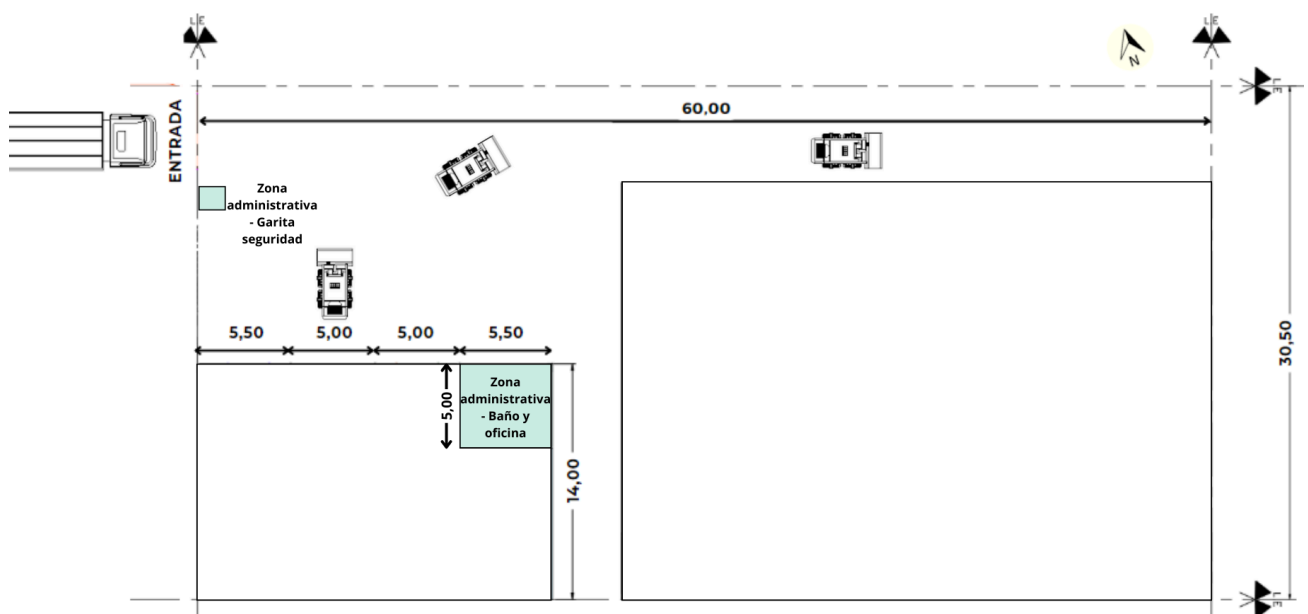


Figura 29. Ubicación de Zona Administrativa. Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de la oficina y baño se emplea de referencia el libro “El arte de proyectar Arquitectura” de Neufert, Theisen, Vigil. Dando como resultado la *Figura 30*.

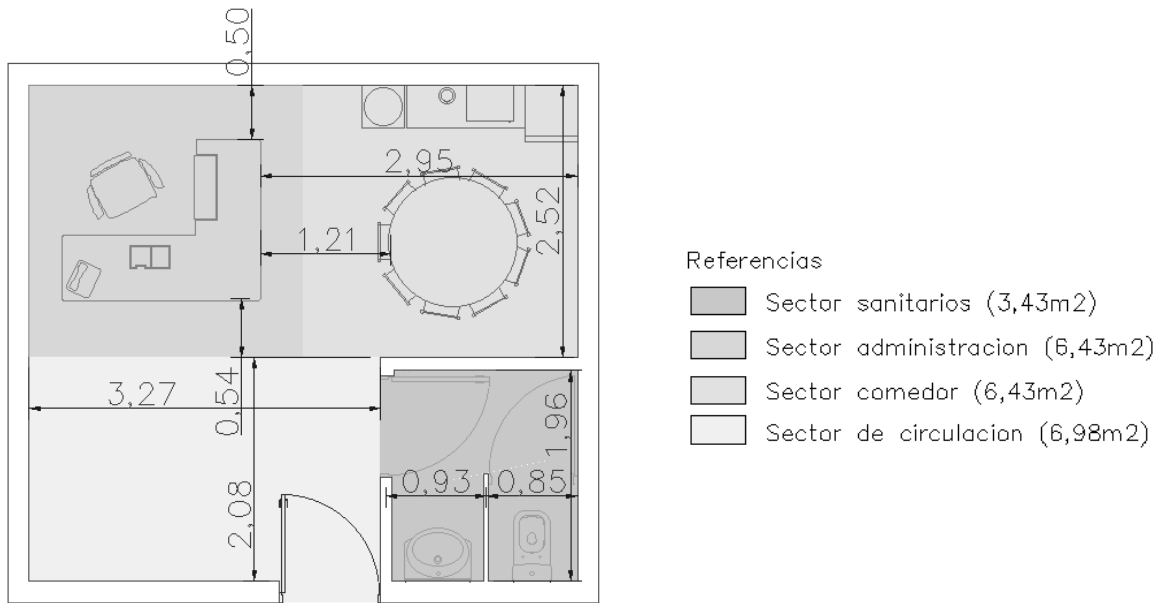


Figura 30. Planta de la oficina. Fuente: elaboración propia.

Mientras que para la garita de ingreso se utilizan medidas comerciales de 1,20 m x 1,20 m de marca Conte-Mas. Ver *Figura 31*.



Figura 31. Garita de ingreso marca Conte-Mas. Fuente: Conte-Mas

8.2.2. Equipos necesarios

Se enlistan los equipos necesarios para la realización de la secuencia del proceso.

- Caja Roll Off 30m3 marca VialErg. Ver *Figura A.2.1 - Anexo 2*.
- Camión Roll Off marca Facchini. Ver *Figura A.2.2 - Anexo 2*.

- Removedora autopropulsada BACKHUS A45 marca Eggersmann. Ver Figura A.2.3 - Anexo 2.
- Camión compactador 17m³ de marca Cor-Vial. Ver Figura A.2.4 - Anexo 2.
- Minicargadora 236D marca Caterpillar. Ver Figura A.2.5 - Anexo 2.
- Báscula móvil 30 toneladas Hook TGE - 30. Ver Figura A.2.6 - Anexo 2.

Para mayor detalle, Ver Anexo 2: Equipos.

8.2.3. Secuencia del proceso

El circuito que se emplearía sería el siguiente. Ver Figura 32.

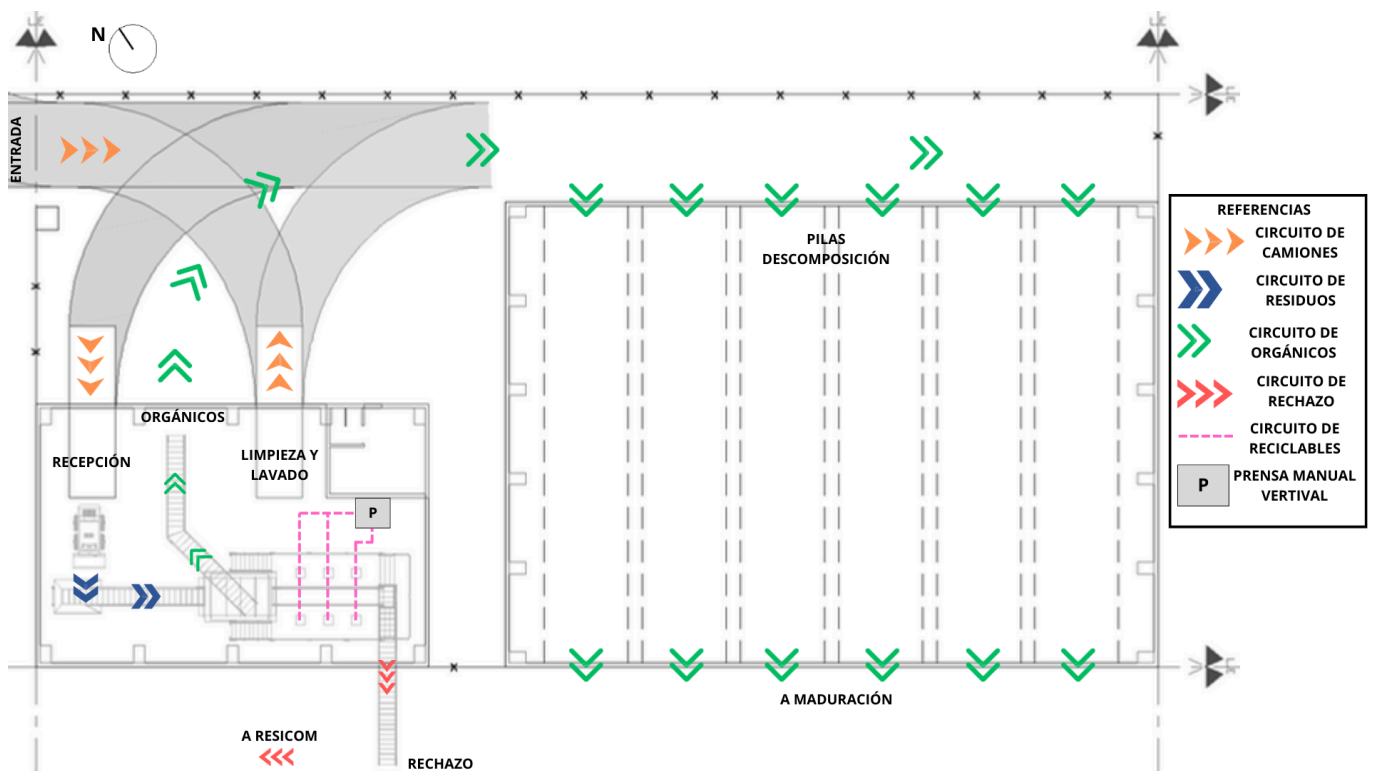


Figura 32. Recorrido dentro de la planta de compostaje. Fuente: elaboración propia.

Al inicio del proceso, el camión compactador accede al predio pasando por la garita de ingreso donde se registrará el peso de los residuos recibidos a través de la báscula. Seguidamente, estos volcarán los RSU en la *Zona de Recepción de Residuos* para luego pasar a la *Zona de Higienizado* en el caso que sea la última descarga del día. En cuanto a los residuos depositados, serán guiados hasta una tolva a nivel del suelo mediante la minicargadora (ver Figura A.2.7 - Anexo 2). A partir de este punto se inicia el circuito de valorización de los RSU, en donde se transportan los mismos por medio de cintas de alimentación hasta una zona de preclasificación y luego atraviesan el trommel de cribado (ver Figura A.2.8 - Anexo 2). La fracción fina pasante por las aberturas del trommel se deriva a la *Zona de Orgánicos* a través de una cinta elevadora a 45° para su posterior compostaje (ver Figura A.2.10 - Anexo 2). Por otro lado, la fracción gruesa no pasante se deriva hacia la plataforma de clasificación donde se obtendrán los materiales plausibles de ser

reciclados (ver Figura A.2.9 - Anexo 2) y el rechazo será llevado hacia una batea a la espera de su retiro con un camión roll on roll off (ver Figuras A.2.10 y A.2.1 - Anexo 2), mientras que los materiales reciclables se compactarán con una prensa vertical manual (ver Figura A.2.11 - Anexo 2).

La fracción orgánica de la Zona de orgánicos será trasladada por la minicargadora hacia el galpón de descomposición, para el armado de las pilas. Las mismas permanecerán allí por 6 semanas siendo aireadas y regadas según necesidad, aproximadamente cada 2 o 3 días. Pasado este período, estas pilas estarán en condiciones de ser transportadas mediante camiones volcadores a la zona de maduración ubicada en los terrenos destinados a esta etapa, mencionados en el ítem 4.7.1.3.2 - *Compostaje* donde permanecerán alrededor de 12 semanas.

Luego de este lento proceso se obtendrá compost.

8.2.4. Análisis circulaciones

Habiendo dado como válida la distribución de espacios preliminar en función de las necesidades subyacentes a los procesos que se dan dentro del predio, fue necesario verificar que los espacios destinados a la circulación sean suficientes en geometría y extensión para llevar adelante las maniobras de los equipos intervinientes en el funcionamiento de la planta. Para esto, se seguirán los lineamientos dados por el manual "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (7ma Edición - 2018)" de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

A tal efecto, fue necesario adoptar un vehículo de diseño. El equipo con dimensiones más exigentes que circula por el predio es el camión compactador, y considerando el abanico de los vehículos de diseño estándares que el manual pone a disposición, aquel que más se asemeja a la realidad es el camión de unidad simple (SU-9). Ver Figura 33.

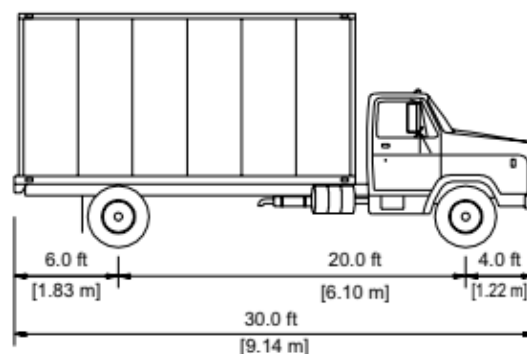


Figura 33. Vehículo de diseño SU-9. Fuente: AASHTO.

Por otro lado, también se analizaron las circulaciones necesarias tanto externas como internas al predio, lo que se tuvo como base las dimensiones mínimas para las trayectorias de este vehículo de diseño. Ver Figura 34.

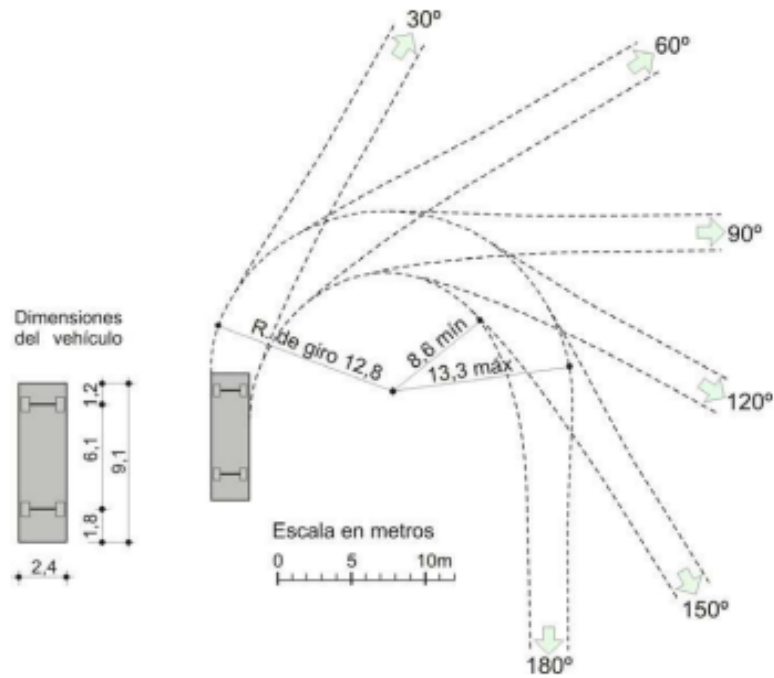


Figura 34. Dimensiones y mínima trayectoria para vehículo de diseño SU. Fuente: DNV – Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial.

El procedimiento de verificación es gráfico, y consiste en ubicar plantillas con las trayectorias de giro límite del vehículo de diseño adoptado en aquellos puntos en los cuales este necesita cambiar de dirección, para entonces comprobar que estas no se vean obstaculizadas. Puede observarse el análisis efectuado en el Plano 2: Análisis de circulaciones.

8.2.5. Materialidad

Debido a la versatilidad del acero, se optó por materializar las 2 zonas cubiertas con galpones de dicho material y utilizando ladrillos de HCCA, como cerramientos de las oficinas en el galpón de separación, de 20cm de espesor (no portantes). Mientras que para las fundaciones, plateas y pavimento se emplea hormigón. Ver Figura 35.

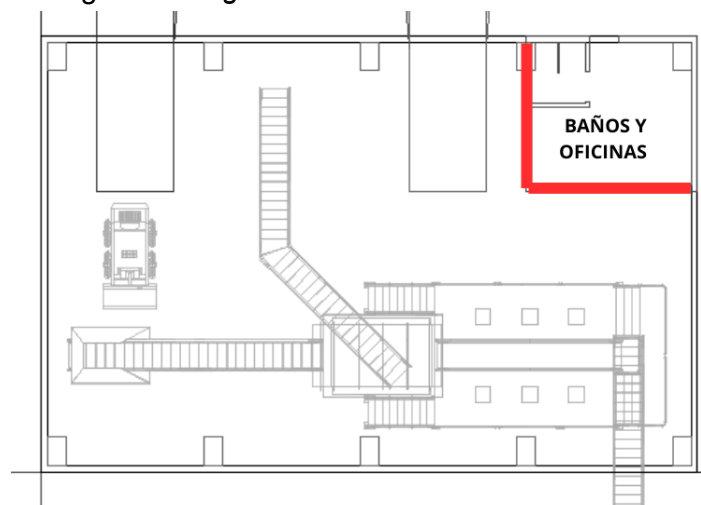


Figura 35. Ubicación de muros de HCCA. Fuente: Elaboración propia.

8.3. Alternativas estructurales estudiadas y memoria de cálculo

Se proyectan naves metálicas tanto para la “Zona de clasificación” como para la “Zona de descomposición” con fundaciones profundas de hormigón, así como fundaciones superficiales para el tromel²¹.

8.3.1. Hipótesis de cálculo

Se trabajará en base a un análisis elástico lineal, es decir, sin contemplar plastificaciones ni efectos de segundo orden.

Las características de los materiales, serán las siguientes:

- Hormigón - H-21:
 - Módulo de elasticidad: $E = 4700\sqrt{f'c}$
 - Resistencia característica: $f'c = 21 \text{ MPa}$
 - Peso específico: $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Acero - ADN 420:
 - Tensión de fluencia: $f_y = 420 \text{ MPa}$
 - Módulo de elasticidad: $E = 200000 \text{ MPa}$
 - Resistencia a tracción: $f_u = 500 \text{ MPa}$
 - Peso específico: $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
- Perfiles metálicos - F-36:
 - Tensión de fluencia: $f_y = 345 \text{ MPa}$
 - Módulo de elasticidad: $E = 200000 \text{ MPa}$
 - Resistencia a tracción: $f_u = 520 \text{ MPa}$
 - Peso específico: $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
- Suelo: las propiedades del suelo se adjuntan en el *Anexo 4: Estudio de Suelos*

Los lineamientos a emplear en el análisis estructural de las naves serán los descritos por el reglamento CIRSOC 301/2005 - Reglamento Argentino de Estructuras de Acero. Mientras que las solicitudes de viento a las que estará sometido el mismo será el CIRSOC 102/2005 - Reglamento Argentino de Acción del viento sobre las construcciones. Las demás sollicitaciones seguirán el CIRSOC 101/2005 - Reglamento Argentino de Cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.

En cuanto a las fundaciones se utilizará el CIRSOC 201/2005 - Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón.

A continuación, se enumeran las hipótesis de cálculo para las sollicitaciones de viento de ambos galpones (separación y descomposición)

²¹ Recomendación de diseño hecha por DEISA. (Desarrollo de Equipos Industriales S.A)

- Edificio parcialmente cerrado.
- Coeficiente de presión interna: $GC_{pi}=\pm 0,55$.
- Factor de ráfaga: $G=0,85$.
- Velocidad del viento: Roldán, $V= 50$ m/s.
- Factor topográfico: $K_{zt}: 1$.
- Factor de direccionalidad del viento: $K_d=0,85$.
- Factor de importancia: 1.
- Exposición: C.

Donde, el coeficiente de presión interna $G.C_{pi}$ se determina en función del tipo de cerramiento del edificio según *Tabla 8* del reglamento.

Clasificación de cerramiento	GC_{pi}
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+ 0,55 - 0,55
Edificios cerrados	+ 0,18 - 0,18

Tabla 8. Reglamento CIRSOC 102.

Para deformaciones, se considerarán valores admisibles contemplados en el CIRSOC 301, Capítulo A-L 4. Para las deformaciones verticales se considera una flecha total máxima admisible de $L/150$ teniendo en cuenta que se estudian elementos soportando cubiertas flexibles, luego para la flecha admisible por carga variable se considera $L/180$. Mientras que para el desplazamiento lateral se considera una flecha total admisible de $H/150$ y una flecha admisible por carga variable de viento de $H/160$.

A continuación, se hace un listado de los diferentes estados de carga a considerar para el dimensionamiento de los diversos elementos estructurales que componen las estructuras del proyecto.

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

Empleando como estados límite de servicio (ELS):

- $S_1=D+L_r$
- $S_2=D + W$

- $S3=D+ 0.7 (W+Lr)$

Mientras que para los estados límites últimos (ELU):

- $U1= 1.4D$
- $U2= 1.2D + 1.6Lr$
- $U3= 1.2D + 1.5W + 0.5Lr$
- $U4= 1.2D + 0.8W + 1.6Lr$
- $U4= 0.9D + 1.5W$

Los esquemas considerados para las naves industriales se muestran a continuación. Ver Figura 36 y 37.

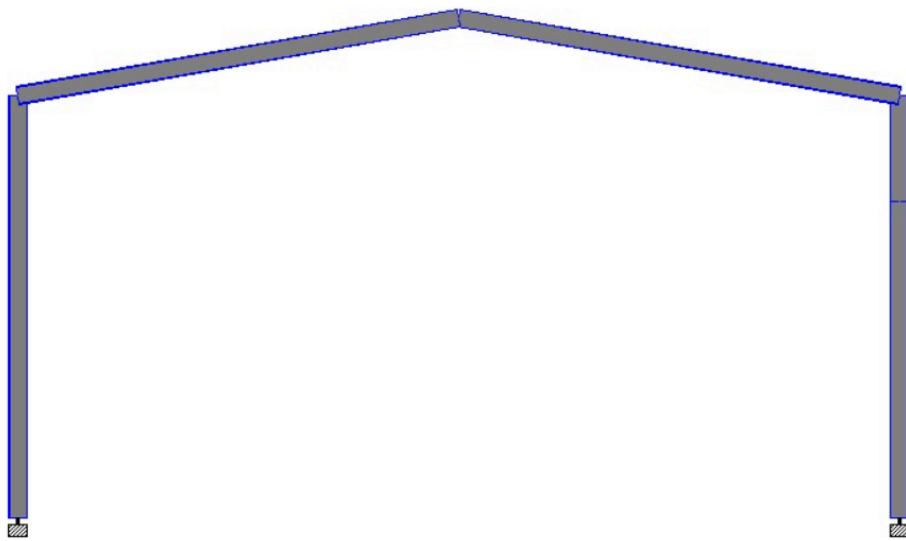


Figura 36. Vista 3D del pórtico tipo de galpón de separación. Fuente: Elaboración propia

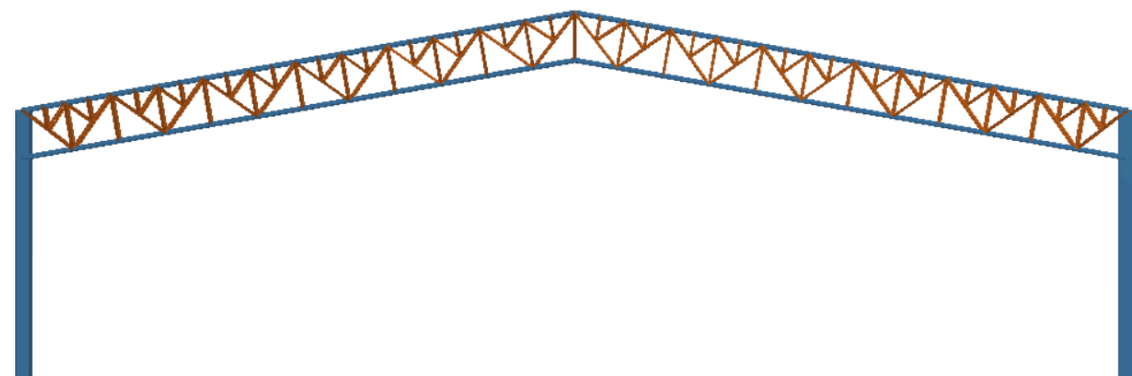


Figura 37. Vista 3D del pórtico tipo de galpón de descomposición. Fuente: Elaboración propia.

Dadas las dimensiones en planta del galpón de separación (12,70 m x 20 m), para esta nave se utilizan pórticos metálicos de alma llena. Para la nave de descomposición, cuya área a cubrir es aproximadamente 3,5 veces mayor (35 m x 23,75 m) que la nave de separación, se opta por utilizar pórticos con columnas de alma llena y vigas de sección armada. Esto se decide

considerando la restricción de la finalidad de la nave, que no permite la instalación de columnas intermedias.

La vinculación se considera empotrada materializada mediante fundaciones profundas tipo pilotes para ambas naves estudiadas.

Para mayor detalle Ver Anexo 3: *Cálculo de naves industriales*.

8.3.2. Naves industriales

Finalmente, para cada nave se obtuvieron la siguiente perfilería.

- Galpón de separación:
 - Columnas W250x38.5
 - Viga de techo W250x38.5
 - Puntales 2L 57x6.4 en cruz
 - Viga de contraviento
 - Montantes 2L 57x6.4 en cruz
 - Tensores $\phi 5/8''$
 - Arriostramiento lateral en K
 - Puntales 2L 64x6.4 en cruz
 - Tensores $\phi 5/8''$
 - Correas
 - Pared lateral y cubierta C200x70x25x3.2
 - Frontis C220X80X30X3.2
 - Chapa T101 N°22 e=0,71 mm
- Galpón de descomposición:
 - Columnas exteriores W460x68
 - Columna central de frontis W360x44.6
 - Falsas columnas W150x24
 - Viga dintel reticulada
 - Cordones W200x46.1
 - Diagonales L64x6.4
 - Montantes internos W150x13.5
 - Cercha reticulada
 - Cordones W250x25.3
 - Diagonales y montantes L51x6.4
 - Rompetramos L51x3.2
 - Puntales 2L 64x6,4 en cruz
 - Diafragmas verticales

Montantes 2L102x9.5 en cruz
 Diagonales $\phi 1''$

- Viga de contraviento

Montantes 2L102x9.5 en cruz
 Diagonales $\phi 1 \frac{3}{4}''$

- Arriostramientos laterales en cruz

Montantes 2L102x9.5 en cruz
 Diagonales $\phi 2''$

- Correas C260x100x30x4.75
- Chapa T101 N°22 e=0,71 mm

8.3.3. Fundaciones

El tromel se fundará con 4 bases aisladas, tomando como carga total 30 ton²² repartida en estos puntos de apoyo. Mientras que las fundaciones correspondientes a las columnas de los galpones se calcularán con las reacciones máximas concomitantes. Para el caso del galpón de descomposición los estados críticos son D+Lr y D+W paralelo con presión interna, de igual manera que en el galpón de separación. Para ver el cálculo de las fundaciones Ver Anexo 3: *Cálculo de naves industriales*.

Para ambos casos, se optó por emplear fundaciones profundas tipo pilotes para materializar un empotramiento de las columnas. De esta manera, se logran disminuir las deformaciones de las mismas, ya que poseen luces considerables. Ver *Tabla 9*.

Galpon de separacion			Galpon de descomposicion		
Cabezal	h (m)	0,8	Cabezal	h (m)	0,8
	a (m)	1,6		a (m)	1,6
	e (m)	0,6		e (m)	0,6
Pilote	ϕ (m)	0,4	Pilote	ϕ (m)	0,4
	L (m)	3,2		L (m)	3,2

Tabla 9. Fundaciones profundas de las naves industriales. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para las bases superficiales resultan las siguientes dimensiones. Ver *Tabla 10*.

Bases de Tromel	
Ancho (m)	0,8
Largo(m)	0,8
Altura (m)	0,2

Tabla 10. Bases superficiales del tromel. Fuente: Elaboración propia

²² Carga de diseño proporcionada por la empresa Desarrollos de Equipos Industriales S.A. (DEISA)

8.4. Pavimento interno de la planta

Se ha elegido implementar un pavimento rígido en toda la superficie de la planta, tanto en áreas de tránsito de camiones como en el interior de los galpones. Esta decisión se tomó tras descartar la alternativa de pavimento flexible debido al riesgo de dañar la estructura por la presencia de lixiviados altamente ácidos, combustibles que erosionan la capa asfáltica, etc.

A continuación, en la *Figura 38*, se muestran los sectores del pavimento interno: el de circulación vehicular externa y el correspondiente al pavimento interno de los galpones.

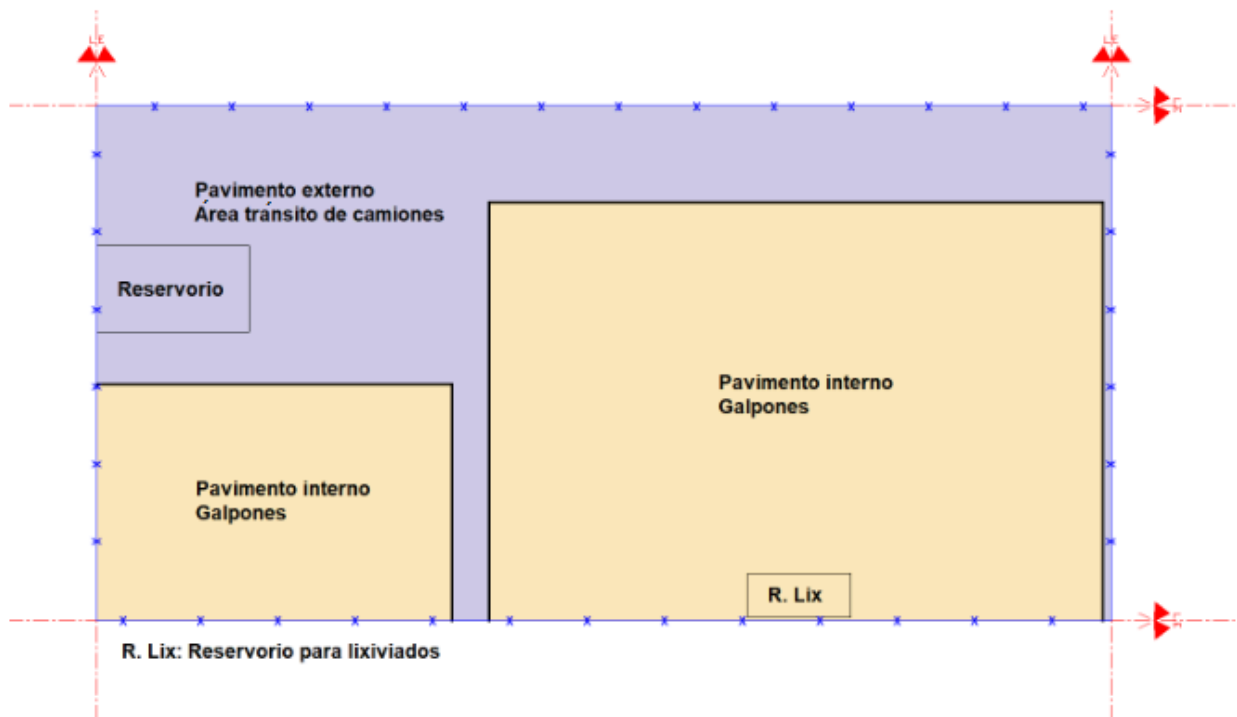


Figura 38. Sectores del pavimento interno del centro de compostaje: circulación vehicular externa y pavimento interno de galpones. Fuente: Elaboración propia.

Luego, se calcula el paquete estructural del pavimento de la planta de compostaje obteniendo lo que se muestra a continuación en la *Tabla 11*.

Pavimento rígido		
Capa	Espesor (m)	Material
Losa de pavimento	0,15	H-30
Base	0,10	H-8
Subrasante	-	Suelo del lugar con compactación especial

Tabla 11. Paquete estructural del pavimento rígido del centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realiza el diseño de juntas teniendo presente los procedimientos indicados por el Instituto de Cemento Portland²³. Los resultados se muestran en el Plano 24: Diseño y detalle de juntas. Para más información *Ver Anexo 5: Pavimento del Centro de Compostaje*.

8.5. Desagües Pluviales y Recolección de Líquidos lixiviados

8.5.1. Normativa

Se lleva a cabo el cumplimiento de las disposiciones establecidas por la ley provincial N° 13.246, con el objetivo de lograr la estabilización de los aportes provenientes de los escurrimientos superficiales hacia la Cuenca del Arroyo del Ludueña. Esta normativa prescribe la necesidad de almacenar transitoriamente el agua de lluvia de toda la superficie construida, asegurando que los escurrimientos superficiales resultantes no excedan los que se producían con anterioridad.

En consonancia con esta restricción, se planifica la implementación de embudos y canaletas en las cubiertas de los galpones, diseñados para dirigir el agua recolectada hacia un reservorio mediante un sistema de cañerías. Simultáneamente, se establece un sistema para el manejo del agua de lluvia que fluya directamente por el pavimento de circulación, canalizándola en un albañal ubicado a lo largo del lindero norte. Este albañal, a su vez, conduce el agua hacia el mismo reservorio mencionado anteriormente.

El reservorio está equipado con orificios estratégicos que descargan directamente en la cuneta externa al predio del centro de compostaje. En previsión de lluvias intensas que puedan provocar inundaciones en el reservorio, se incorpora un vertedero de rebalse para garantizar un funcionamiento eficiente incluso en condiciones de capacidad máxima.

8.5.2. Relevamiento topográfico

Los días 15 y 27 de septiembre de 2023, se llevaron a cabo campañas de nivelación del terreno objeto de estudio y la vía de acceso desde la RN A-012 hasta dicho predio. El propósito de estos trabajos fue obtener información detallada sobre las cotas del terreno natural en toda la zona, con el fin de facilitar el planeamiento de los desagües laterales de las futuras calzadas. Este planteamiento tiene el objetivo primordial de no perturbar el flujo de drenaje existente en la Zona Industrial.

Para la ejecución de estas mediciones, se utilizó un nivel óptico Gol 26 D con alcance de 100 metros, acompañado de una mira de la marca Bosch. Los resultados detallados de estas mediciones de nivelación se encuentran disponibles para su revisión en el Anexo 6: Nivelación del terreno.

²³ Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón - Instituto del Cemento Portland Argentino

8.5.3. Diseño y cálculo hidráulico

El estudio hidráulico llevado a cabo tiene dos objetivos particulares. En primer lugar, dimensionar las obras de captación, conducción y evacuación de las aguas pluviales para evitar el anegamiento del predio y la interferencia de las operaciones.

En segunda instancia, calcular los dispositivos de retención que se emplearán como almacenamiento con el fin regular el caudal de salida de agua pluvial²⁴. Este control se materializará mediante orificios y un vertedero.

En el caso de líquidos lixiviados se calcula un reservorio estanco según los lineamientos de la Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua del Estado Plurinacional de Bolivia.

Para la determinación de los caudales de diseño, se emplea el Método Racional por lo que se contemplan las siguientes hipótesis:

- Intensidad de lluvia constante en el tiempo.
- Intensidad de lluvia constante en el área de la cuenca.
- La relación entre caudal saliente y entrante de la cuenca es constante en el tiempo.
- La cuenca en estudio se considera pequeña.

Se utilizarán las ecuaciones de las curvas I-D-R en la zona de Zavalla para las recurrencias de diseño y tiempos de concentración de cada elemento componente particular del sistema de drenaje que se esté analizando. *Ver Tabla A.7.1 - Anexo 7.*

Por otro lado, se utilizaron velocidades correspondientes a las máximas promedios del flujo detalladas en el artículo 17.12 del decreto 4841/12 y se complementaron con otras consultadas a profesionales de la materia. *Ver Tabla A.7.2 - Anexo 7.*

En cuanto al coeficiente de escorrentía depende del tipo de superficie y recurrencia de diseño. *Ver Tabla A.7.3 - Anexo 7.*

8.5.3.1 Circuito de drenaje

Se analizan 3 (tres) circuitos de drenaje independientes, *ver Figura 39*, los cuales confluyen a un único punto de cierre a la salida del predio, el cual se une a la cuneta excavada en tierra correspondiente a la red de desagües interna del parque industrial alcanzando el punto más bajo de la zona de estudio, el cual se encuentra en el perfil P5 (*Ver Anexo 6: Nivelación del terreno*).

Entonces, se tienen dos zonas cubiertas correspondientes a los galpones y una zona al aire libre.

²⁴ De acuerdo con el artículo 5 del Decreto 4841/12 de la Provincia de Santa Fe.

- Superficie al aire libre: Es toda aquella superficie que no se encuentra cubierta, sin embargo, si cuenta con un alto grado de impermeabilización por la construcción de las losas del pavimento de hormigón. Tiene una superficie de aproximadamente 0,0672 Has.
- Galpón de clasificación: Es la extensión de terreno cubierta por el galpón de clasificación, por lo que se encuentra totalmente impermeabilizada. Tiene unas dimensiones de 21,0 x 14,0 m, por lo que la superficie es de 0,0294 Has.
- Galpón de descomposición: Es la extensión de terreno cubierta por el galpón de descomposición, por lo que se encuentra totalmente impermeabilizada. Tiene unas dimensiones de 35,0 x 23,75 m, por lo que la superficie es de 0,0832 Has.

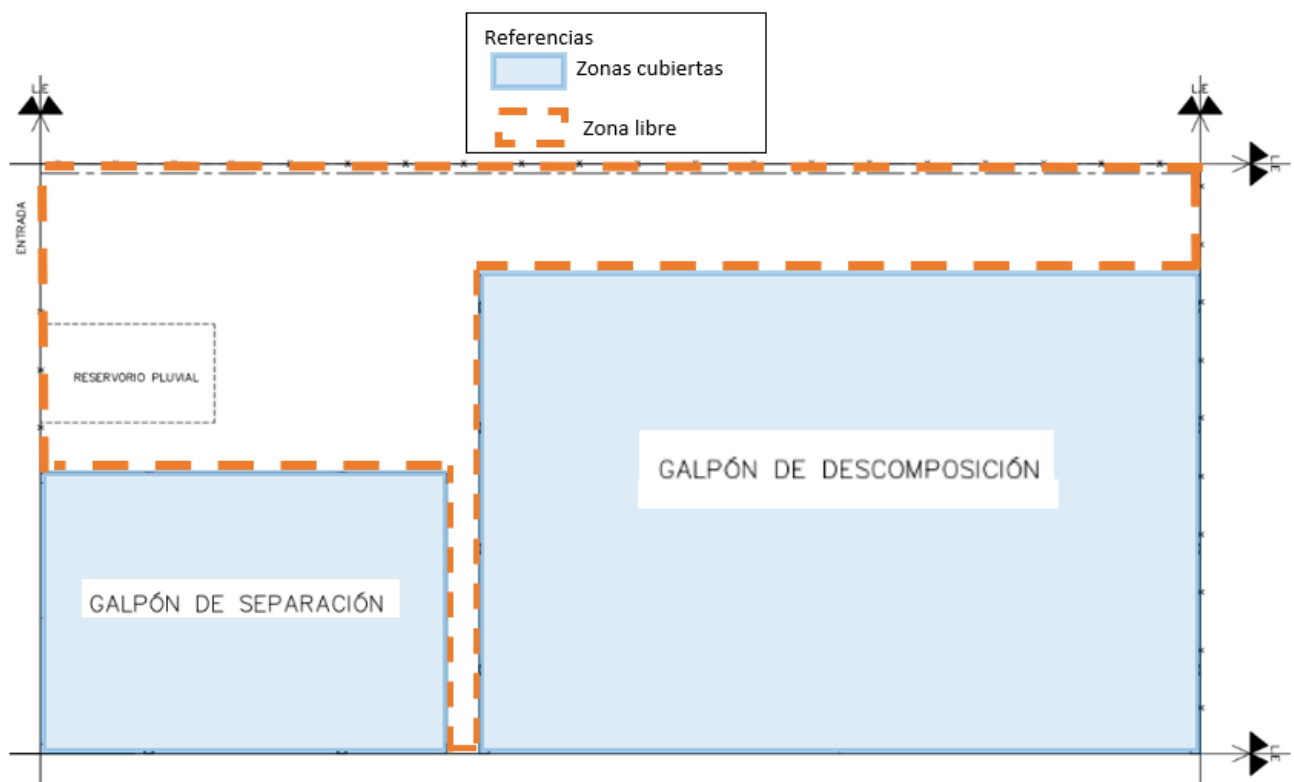


Figura 39. Zonas consideradas en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

8.5.3.2 Pluvial

Para poder determinar las dimensiones del reservorio se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- El volumen máximo a embalsar está dado por el excedente entre la situación modificada y la situación original, para precipitaciones de recurrencias de 100 años. Se calcula también el excedente para recurrencias de 10 años, para atenuar los efectos negativos de la impermeabilización del terreno para ambas recurrencias.

- Se adopta un tiempo de concentración mínimo de 10 (diez) minutos ya que para tiempos de lluvias menores los valores obtenidos de las curvas I-D-R resultan valores de intensidad muy elevados.
- Como la cuenca de estudio tiene superficie heterogénea, se calcula un coeficiente de escorrentía ponderado.

En paralelo, el diseño de albañales se calculará para una recurrencia de 5 años de acuerdo con los valores de referencia de la bibliografía específica.

Se comienza por analizar las cubiertas, para recolectar el agua de lluvia se disponen de canaletas en los extremos de los faldones de ambos galpones, los cuales tendrán una pendiente del 10°. Por otro lado, se colocan embudos y bajadas cada 100 m² de cubierta a desaguar.

El galpón de descomposición requiere 8 embudos y bajadas en toda la cubierta. En contraste, el galpón de separación, sólo necesita 3, sin embargo, se proyectan 2 en cada faldón para que ambos tengan la misma capacidad de desagüe. Ver *Figura 40*.

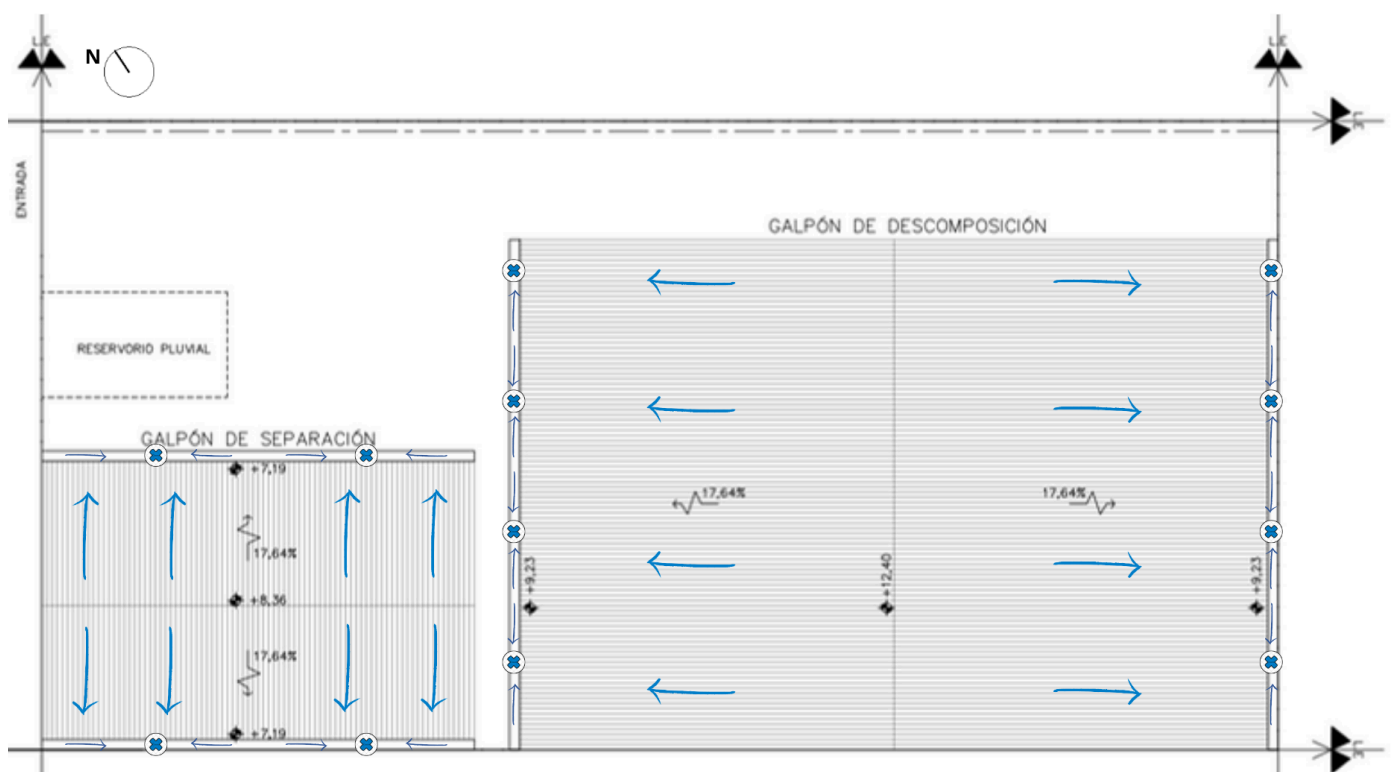


Figura 40. Dinámica hídrica de las cubiertas de las naves industriales. Fuente: Elaboración propia.

Para llegar a las distintas bocas de acceso, ubicadas en el pavimento del centro de compostaje, se proyectan bajadas y cañerías horizontales. Este recorrido, logra que el agua pluvial de las cubiertas de los galpones se dirija hacia el reservorio de hormigón empotrado en el pavimento del área de tránsito de camiones. Dicho reservorio tendrá una tapa de hormigón aislada del pavimento y un nivel inferior de -1,00 m. Ver *Figura 41*.

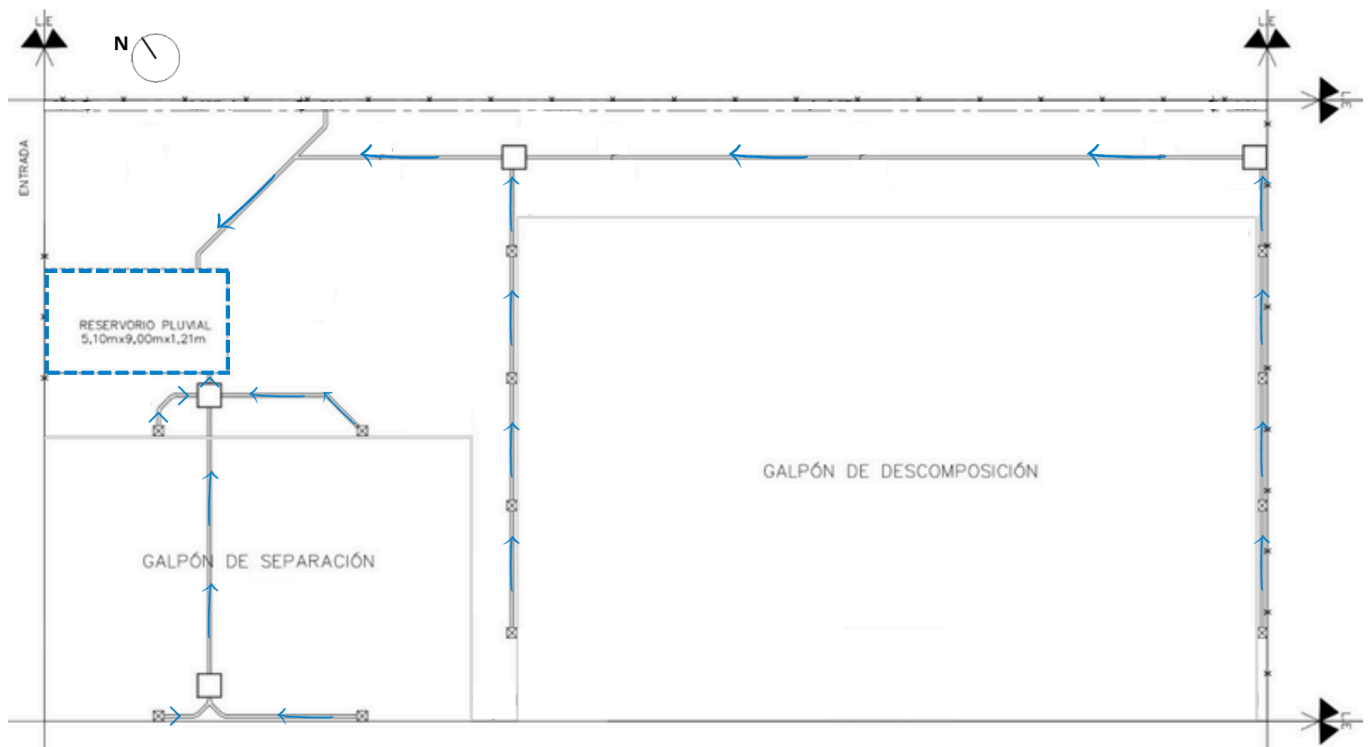


Figura 41. Dinámica hídrica y ubicación de reservorio pluvial. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en cuanto al drenaje del agua de lluvia sobre la superficie al aire libre, se establece una pendiente del 2% hacia el lindero norte. Este escurrimiento superficial será dirigido hacia dos albañales de hormigón con tapa, con dimensiones de 50 cm de ancho, y longitudes de 13,80 m y 46,20 m respectivamente. Estos albañales convergen en un punto bajo con una cota de -0,65 m, presentando pendientes del 1,09% y 0,32% respectivamente. La pendiente de los mismos, se determina considerando las limitaciones impuestas por la cota del punto más bajo de los albañales, la cual debe permitir el posterior desagüe hacia el reservorio. Además, se garantiza el cumplimiento de una velocidad mínima de 0,1 m/s dentro del albañal.

Una vez que el agua alcance el nivel más bajo, será conducida a través de una cañería inclinada a 45°, conectada al reservorio pluvial mencionado anteriormente. Ver *Figura 42*.

Para una vista completa del circuito de drenaje pluvial dirigirse al Plano 23 - Niveles y sentido de escurrimiento.

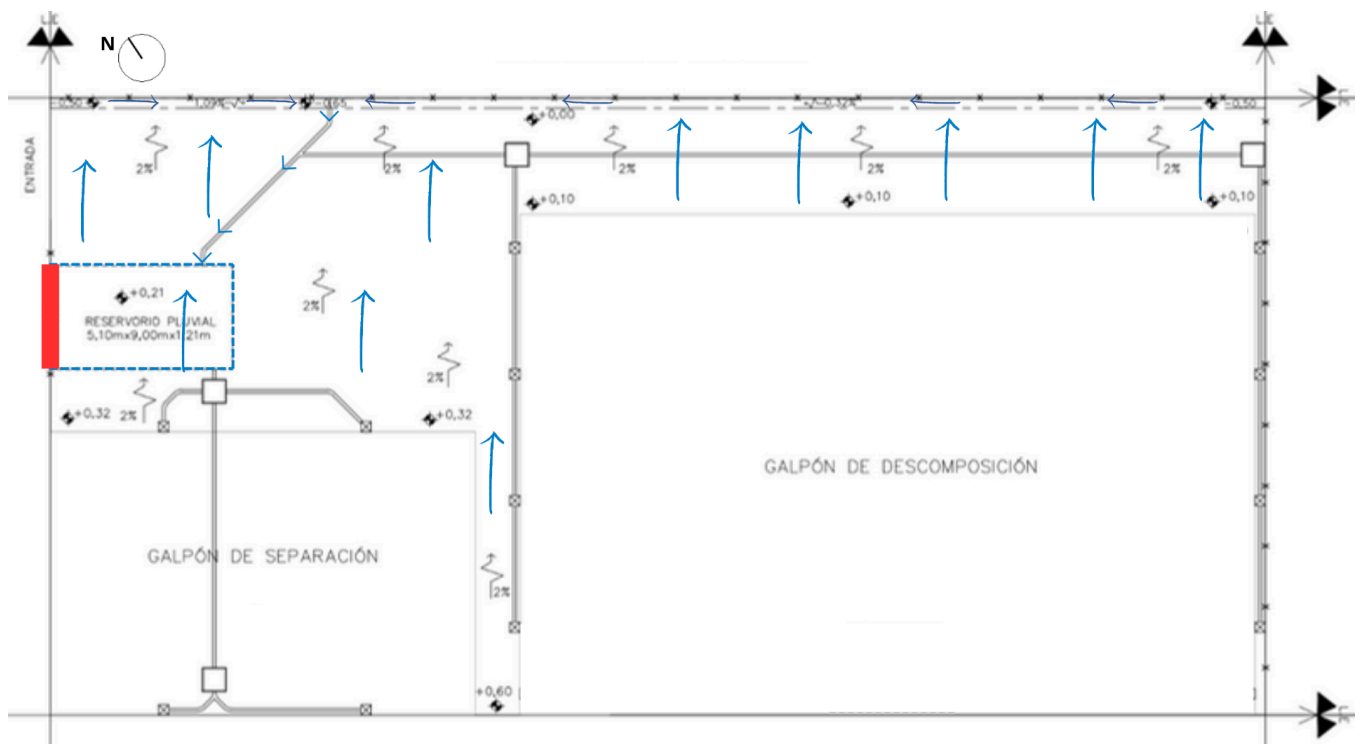


Figura 42. Dinámica hídrica pluvial sobre pavimento de circulación.

Como se mencionó anteriormente, la salida del reservorio (indicado con un rectángulo en la Figura 42) dispondrá de 6 orificios de descarga ubicados al fondo del reservorio calculados para una recurrencia de diseño de 10 años, y un vertedero de rebalse para recurrencia 100 años como se esquematiza en la Figura 43.

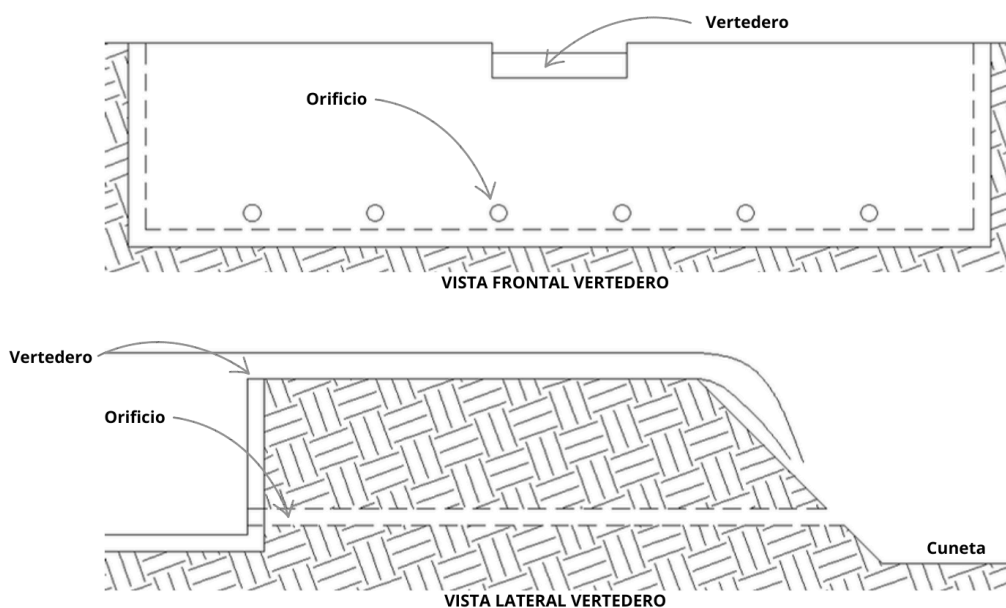


Figura 43. Salida del reservorio - Orificios y vertedero de rebalse.

8.5.3.2.1 Resultados

De todo el proceso iterativo resultó un reservorio para aguas pluviales de área de 9 m x 5,1 m y profundidad de 1,10 m. A su vez, los dispositivos de control resultaron en 6 orificios de 10 cm de diámetro y un vertedero de rebalse de 80 cm de longitud y 90 cm de altura.

Para mayor detalle del cálculo ver Anexo 7 - Memoria de cálculo hidráulico.

8.5.3.3. Líquidos lixiviados

Se diseña un reservorio destinado a la contención de lixiviados, los cuales serán extraídos con bombas para emplearse en el riego de las pilas de descomposición, cuando sea necesario. El mismo estará ubicado dentro del galpón de descomposición.

El sistema integral de recolección de estos líquidos se compone de diversos elementos, entre ellos el pavimento interno del galpón de descomposición, diseñado con una pendiente dirigida hacia el sur; dos albañales con una pendiente del 2%, siguiendo un enfoque similar a la recolección pluvial mencionada previamente; y, finalmente, el reservorio destinado a almacenar los lixiviados. Ver *Figura 44*.

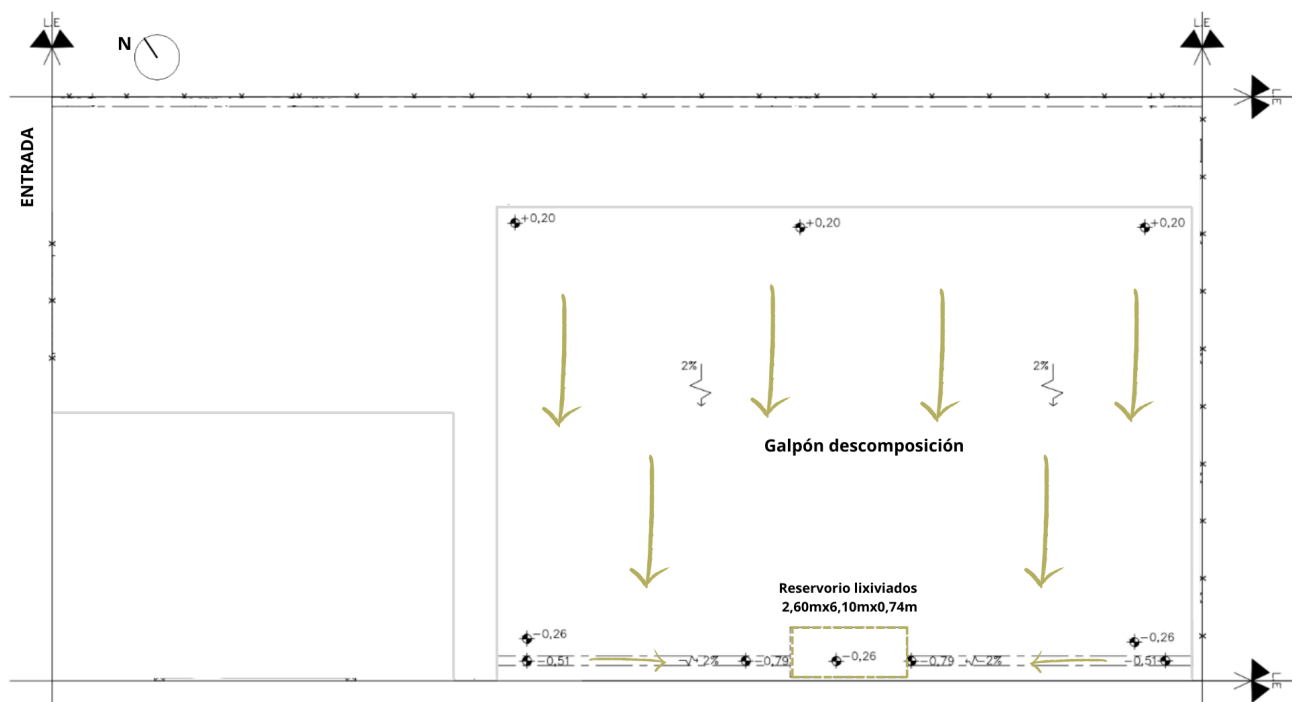


Figura 44. Ubicación del reservorio de líquidos lixiviados.

Según fue consultado a expertos en el tema, estas pilas no producirán elevada cantidad de lixiviados puesto que se encontrará protegido de la lluvia y cualquier tipo de fuente externa de agua. Ello, sumado a la necesidad de humedad permanente de la materia orgánica en el compostaje, y a la posibilidad de usar este líquido para regarla, despejan cualquier posibilidad de

rebalse del reservorio. Aun así, se analiza el caso de desborde del reservorio en el ítem 9.3 - *Gestión de los líquidos lixiviados*.

De igual manera, se calcula²⁵ el volumen de lixiviados a producir en la etapa de descomposición siguiendo los lineamientos de la Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua del Estado Plurinacional de Bolivia.

$$V_{lix} = Qd \cdot (0,05) \cdot \left(\frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}}\right) \cdot Td \cdot 1,5$$

Donde:

V_{lix} = volumen en m^3 de lixiviado que habrá que almacenar proveniente de la etapa de descomposición al año.

Qd = capacidad de diseño de la instalación, excluyendo el estructurante, expresada en tn/año.

Td = duración en semanas de la etapa de descomposición.

1,5 = Factor de seguridad.

Considerando que la planta sólo tendrá espacio para procesar el 72% de la fracción orgánica en el fin del periodo de diseño se tiene que la misma procesará 4.052 toneladas por año (Qd) en un proceso de compostaje de 6 semanas (Td).

$$V_{lix} = 4052 \frac{tn}{año} \cdot (0,05) \cdot \left(\frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}}\right) \cdot 6 \text{ semanas} \cdot 1,5 = 35,06 \frac{m^3}{año}$$

Se ejecutará un reservorio para almacenar por lo menos la cantidad de líquido lixiviado generado en un ciclo de proceso de descomposición, equivalente a $4,04 m^3$, el cual se encontrará enterrado. Considerando que las pilas del compostaje necesitarán de riego, aproximadamente dos veces a la semana, el reservorio nunca se encontrará lleno.

El reservorio de líquidos lixiviados resultó de dimensiones en planta de 2,60 m x 6,10 m con el nivel inferior ubicado en -1m. ($11,7 m^3$)

8.6. Acceso a la planta

8.6.1. Pavimento existente: Inspección visual

Para el acceso al terreno, se ingresa desde la RN A-012 siguiendo el recorrido indicado en la Figura 45.

²⁵ Dicho cálculo es aplicable a compostaje realizado en zonas cubiertas.

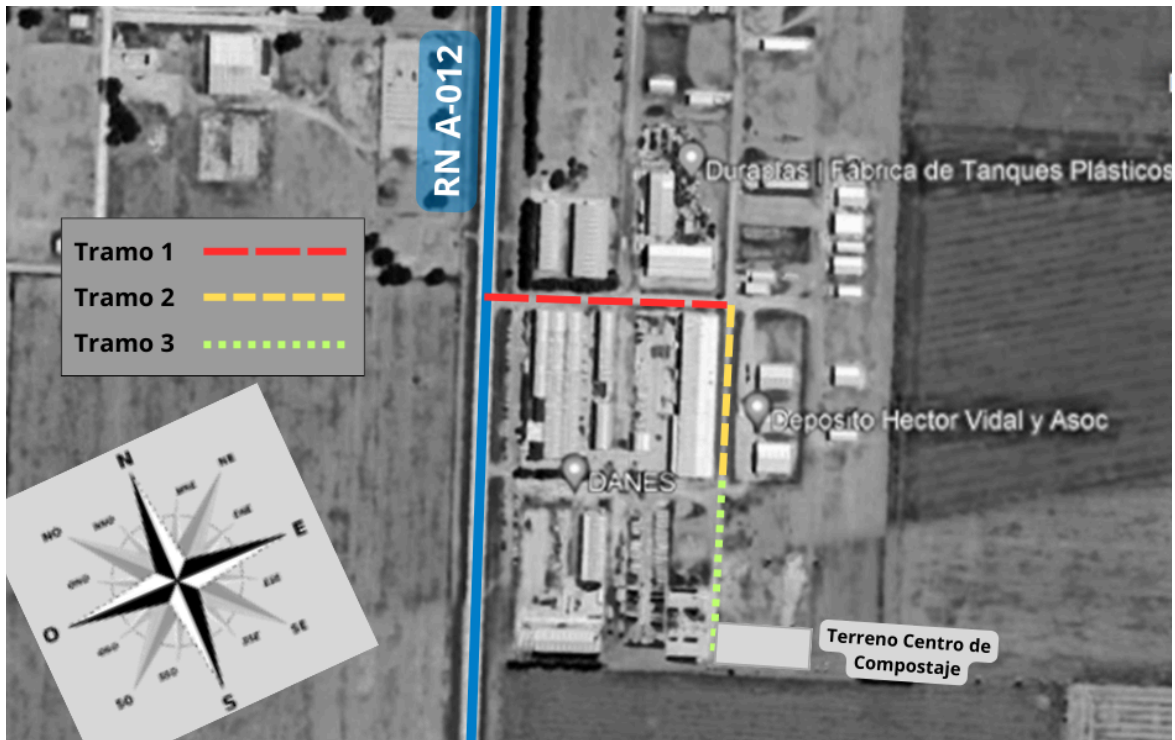


Figura 45. Planta del parque industrial de Roldán: acceso al terreno desde la RN A-012. Fuente: elaboración propia.

Se realizó una inspección visual del estado de todos los tramos, encontrando que para el Tramo 1 solo se tenía un camino sin ningún tipo de mejora (Ver Figura A.8.1 y Figura A.8.2). Para el Tramo 2 el camino presenta una capa de material proveniente de polvo de ladrillo (Ver Figura A.8.3). Mientras que para el Tramo 3, solo se cuenta con camino formado por el uso de los vecinos, es decir, sin ningún tipo de intervención (Ver Figura A.8.4). Las Figuras mencionadas se encuentran dentro del Anexo 8: Dossier fotográfico.

8.6.2. Geometría del acceso

Para poder proyectar el debido ingreso y egreso de los vehículos en la Zona Industrial, se propuso un carril de desaceleración sobre la RN A-012 en el sentido Sur-Norte, previo a una maniobra de giro a la derecha. Para retirarse de la zona se dispuso un carril de aceleración sobre la RN A-012 en el mismo sentido, luego de una maniobra de giro a la derecha. Para mayor claridad se plasmaron los movimientos en la Figura 46 y Plano 8C: Acceso - Carril deceleración y aceleración.

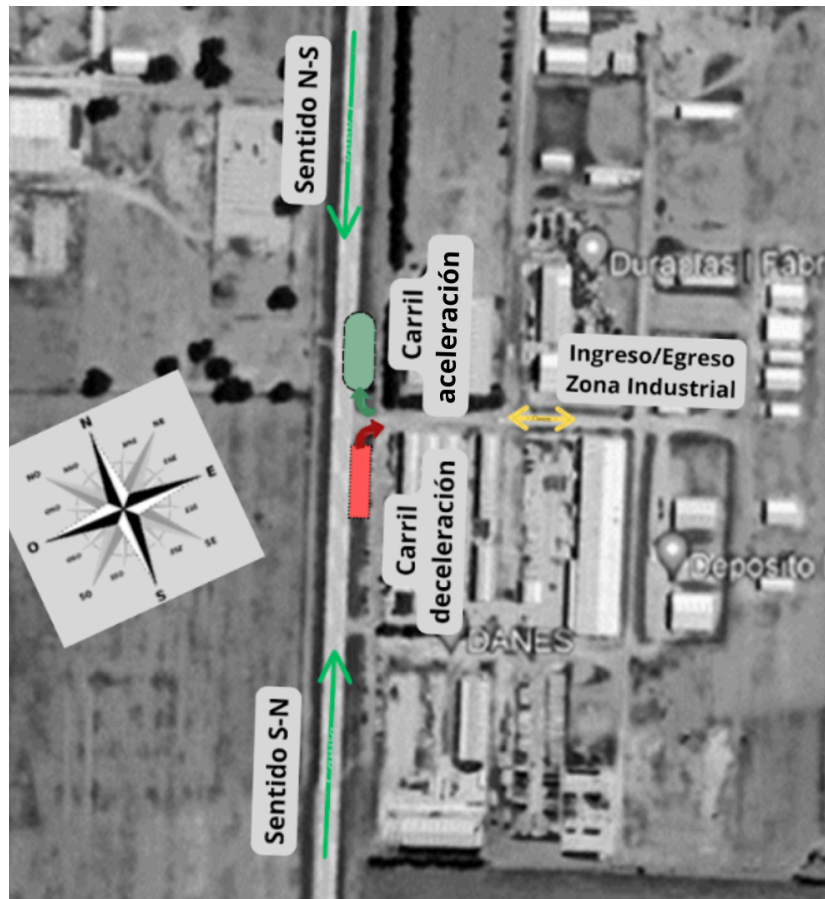


Figura 46. Carriles de desaceleración planteados. Fuente: Elaboración propia.

Se hicieron las siguientes consideraciones:

- Se consideró que hay un mayor flujo de circulación entrante a la zona industrial, proveniente desde la ciudad de Roldán, con respecto al flujo saliente de la zona (traslado del rechazo al relleno sanitario).
- Por otro lado, se tomó como vehículo de diseño SU, es decir camión de unidad única²⁶ para poder determinar las dimensiones y trayectorias mínimas de diseño.
- Se le adiciona a la longitud necesaria para el carril de desaceleración, una unidad del vehículo considerada de 9,10 m, medida que luego se redondea a 10 m. Esto es para generar un espacio de espera para realizar el giro a la derecha en caso de congestión en el tramo 1, de esta manera el vehículo que se encuentre detrás tendrá disponible la longitud requerida por AASTHO para realizar la maniobra en cuestión.

Se determina entonces la longitud de los carriles mencionados:

→ Carril de deceleración:

Deben poseer una longitud adecuada para permitir la reducción de la velocidad del tránsito saliente, hasta lograr una velocidad de salida segura. En las intersecciones a nivel, como en

²⁶ American Association of State Highway and Transportation Officials (2004)

nuestro caso, sirven también como dársena de espera para el tránsito con giro a izquierda, sin embargo no aplica a los alcances del presente proyecto.

Para que los carriles proyectados no resulten de una longitud considerable, se asume que los vehículos que van a transitar predominantemente por esos carriles tienen una velocidad límite para circular de 80 km/h por ser vehículos de gran porte, velocidad menor a la de diseño (110km/h). Además, por ser un estabilizado superficial, se considera una velocidad final para el ingreso al tramo 1 de 30 km/h, velocidad límite para el giro a la derecha. De todas estas consideraciones resulta el carril de deceleración con una longitud de 125 metros (ver *Tabla 12*), sumado a los 10 metros explicados anteriormente da una longitud final de 135 metros (incluyendo la cuña de 80 metros).

V	VMM	Velocidad rama								Cuña
		0	20	30	40	50	60	70	80	
60	55	105	100	90	80					80
70	63	125	115	105	95	80				80
80	70	140	135	125	110	95	80			80
90	77	160	155	145	130	120	95	80		80
100	85	190	180	170	155	140	120	95		80
110	91	205	200	190	175	160	140	115	85	80
120	98	230	225	215	200	185	165	140	110	80
130	104	255	250	240	225	210	185	160	130	80

Tabla 12. Longitudes de carriles de deceleración. Fuente: DNV – Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial.

→ Carril de aceleración:

Deben poseer una longitud suficiente para alcanzar una velocidad cercana a la velocidad promedio del tránsito directo. La explicación es similar al carril de deceleración, pero claramente se distingue que la longitud es prácticamente el doble, esto es debido a que el vehículo necesita mayor trayectoria para lograr la velocidad media de marcha propuesta.

Continuando con el mismo criterio del carril de deceleración, da como resultado una longitud de 225 metros (incluyendo los 110 metros de cuña). Ver *Tabla 13*.

V	VMM	Velocidad rama								Cuña
		0	20	30	40	50	60	70	80	
60	47	185	165	140	110					110
70	55	230	210	180	145	110				110
80	62	275	255	225	190	140				110
90	69	330	305	280	240	195	130			110
100	77	390	370	345	305	260	200	125		110
110	83	445	425	400	360	310	250	180	110	110
120	90	515	490	465	425	375	315	245	160	110
130	97	575	550	525	485	440	380	305	225	110

Tabla 13. Longitudes de carriles de aceleración. Fuente: DNV – Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial.

8.6.3. Renovación y ampliación de Obra Básica

Como ya se detalló anteriormente en este informe, en la actualidad ya se encuentran algunas calles internas construidas, sin embargo, no alcanzan a cubrir todo el trayecto hasta el predio donde se ubica la planta de compostaje. Es por esto que el proyecto incluirá también la propuesta de renovación y ampliación de la obra básica a lo largo de la trayectoria que sirve al funcionamiento de la planta.

En particular, se tratarán los siguientes aspectos:

- Diseño geométrico del trazado
- Propuesta y verificación hidráulica de alcantarillas

8.6.4. Criterios de diseño

Al estar interviniendo sobre un sector de un manzanero existente, en nuestra propuesta se buscó modificar lo menos posible la infraestructura actual.

Para comenzar con el diseño, se analizó el sentido de escurrimiento natural de las aguas. Este es hacia el noreste, por lo que se ubicó la última cota de fondo de cunetas proyectadas en la zona más baja de las cunetas existentes del sector estudiado, logrando así desaguar el área. Además, al hacer coincidir estos dos puntos se garantiza que la evacuación de estas aguas sea compatible con el proyecto actual.

A partir del requerimiento detallado en el párrafo anterior se propusieron distintas alternativas de rasante intentando mantener al mínimo el movimiento de suelo, pero también verificando que la pendiente longitudinal de cada tramo no sea nunca menor al 2‰ para así poder asegurar un mínimo escurrimiento longitudinal. Además, para las cunetas se adoptó una recurrencia de cinco años de acuerdo con los valores de referencia de la bibliografía específica.

La verificación de la capacidad hidráulica de las cunetas para evacuar los efluentes pluviales bajo condiciones de seguridad y operatividad se realizó por tramos de longitud variable en función del largo de las cuerdas. Para esto, se subdividió el área en estudio en subcuencas las cuales fueron trazadas bajo la hipótesis de que los actuales (y futuros) frentistas desaguan hacia su frente. Ver Plano N° 6.

Las escorrentías se calculan como si el manzanero completo fuera terreno virgen, puesto que el escurrimiento superficial no puede ser mayor a la situación de origen. Cada tramo se verifica considerando el aporte de las subcuencas sobre este, incluyendo el tramo de cuneta aguas arriba. Por otro lado, el tiempo de concentración fue adoptado como el máximo de todas las subcuencas de aporte, incluyendo el tramo de cuneta aguas arriba. Sin embargo, este debe ser al menos de 10 minutos como se mencionó anteriormente en este documento.

Como la cuenca de estudio tiene superficie heterogénea, se calcula un coeficiente de escorrentía ponderado.

La sección de las cunetas, se adopta como trapezoidal con taludes 1:1, y base de fondo 80 cm. Las mismas tendrán siempre una pendiente igual a la rasante. Se adoptó esta regla para lograr que la separación entre el coronamiento y las cunetas sea constante, ya que en caso contrario estos dos elementos no tendrían un desarrollo en planta paralelo, lo que resultaría inconveniente en la confección de un manzanero regular.

Otra regla del proyecto fue el de tapadas mínimas de alcantarillas. Al trabajar con un terreno tan plano, se buscó optimizar la sección hidráulica de las alcantarillas al máximo (Verificación numérica en Anexo 7: Memoria de cálculo hidráulico) con el objetivo de no tener que profundizar demasiado las cunetas, ni elevar tanto la rasante para garantizar estas tapadas.

En cuanto a las intersecciones, para asegurar un giro cómodo a los usuarios y un adecuado escurrimiento, se propuso generar en cada una de ellas un plano inclinado con pendiente hacia el noreste. Para esto se modifica el gálibo de las calzadas en un tramo de calle antes de ingresar a la intersección hasta que la pendiente transversal de la calzada se iguale a la pendiente longitudinal de la calle que se está por cruzar. Ver planos 8.a y 8.b - Planialtimetría.

Esta modificación del gálibo normal se dará con variación lineal en una longitud determinada a partir de la pendiente máxima relativa entre eje y borde de calzada para la velocidad de diseño adoptada. Ver *Figura 47*.

$$L = \frac{a_{calzada}}{2} \times \frac{p}{ir}$$

Donde:

a: ancho de calzada [m]

p: variación de la pendiente transversal [%]

ir: pendiente máxima relativa entre eje y borde de calzada [%]

$$L = \frac{6,00 \text{ m}}{2} \times \frac{3\% + 0,2\%}{0,75\%} = 12,80 \text{ m}$$

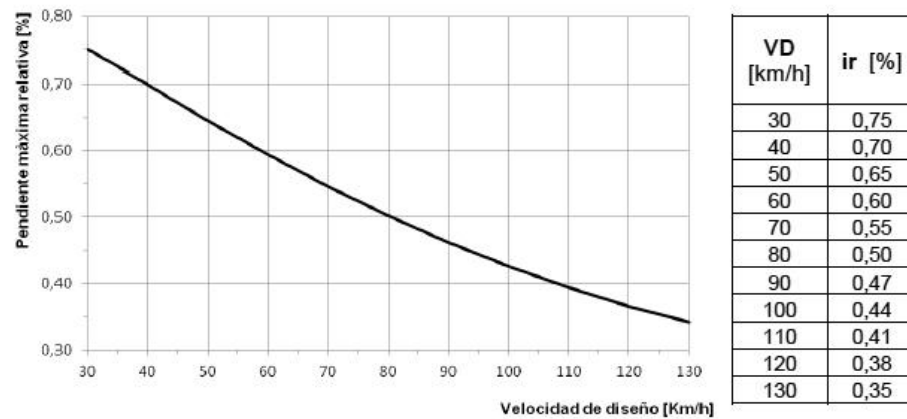


Figura 47. Máxima pendiente relativa entre eje y borde de calzada. Fuente: Cátedra Transporte II - Apunte "Alineamiento vial planimétrico".

Al salir de la intersección, se restituye el gálibo normal de la misma forma que fue modificado.

8.6.5. Términos de referencia

- Velocidad de diseño: 30 Km/h
- Calzada: 6,00 metros
- Banquina: 1,50 metros
- Coronamiento: 9,00 metros
- Talud: 1:1
- Ancho de solera cunetas: 0,80 metros
- Contratalud: 1:1
- Tipo de calzada: Estabilizado granular. $i_c = 3\%$
- Tipo de banquetas: Césped. $i_b = 4\%$
- Ancho zona de camino: 20,00 metros
- Alcantarillas: Plano tipo O-41211-I

8.6.6. Paquete estructural del acceso

Debido a que en el acceso a la Zona Industrial de Roldán no tendrá un alto volumen de tránsito pesado se prevé un paquete estructural para el camino de acceso materializado con un estabilizado granular. Este diseño permitirá, por ejemplo, en respuesta a un aumento notable en el tráfico de camiones en la zona, utilizarlo como base para aplicar una capa de rodamiento asfáltica, en caso de ser necesario en el futuro.

Teniendo en cuenta los espesores de las capas y las resistencias incrementales a medida que se avanza hacia la superficie, se ha definido el siguiente diseño. Ver Tabla 14.

Paquete estabilizado granular			
Capa	Espesor (m)	Material	CBR (%)
Base	0,15	Estabilizado granular	40
Subbase	0,10	Suelo seleccionado	20
Subrasante	-	Suelo del lugar con compactación especial	5

Tabla 14. Paquete estructural del camino de acceso al centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

9. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

9.1. Análisis de problemática e identificación de actores

A pedido de la cátedra se hizo una búsqueda de noticias que demostraran la problemática a tratar en el presente proyecto. Se investigaron noticias regionales tanto en diarios y redes sociales donde dan un panorama de la problemática. A su vez, se interactuó con la Subsecretaría de Ambiente de la ciudad de Roldán.

A criterio de equipo, lo que se puede resumir de la situación de Roldán, es que se ve una gestión municipal muy activa y preocupada por el Medio Ambiente, organizando charlas temáticas, proporcionando información a la comunidad y adecuando la recolección de los residuos²⁷ a la necesidad de la población [1], así como el aumento de contenedores y el reemplazo de los mismos en sitios donde fuese necesario.

Por otra parte, la Subsecretaría de Ambiente manifestó las diferentes problemáticas que padece la ciudad.

- Quema de contenedores: en su mayoría generados a causa de las personas que van a la ciudad a pasar el fin de semana y desechan restos de brasas calientes en los contenedores que en un principio eran de plástico, pero actualmente se está haciendo el cambio a contenedores metálicos [2].
- Picos de residuos en verano: contenedores desbordados, y perros callejeros terminan por buscar alimento en las bolsas de basura depositados fuera de los mismos. Ante esta situación, la municipalidad reforzó la recolección y contenedores en las zonas críticas [3].
- Calles sin pavimentar: en días de lluvia, se dificulta el recorrido de la recolección de los residuos, así como también el levantar los contenedores debido a que las ruedas de los mismos se empastan con el lodo que se forma [4].

²⁷ Se adjunta el cronograma de la recolección de residuos de la ciudad de Roldán en el Anexo 9: Cronograma de Recolección de Residuos.

9.2. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Las Naciones Unidas adoptaron estos Objetivos Globales en el año 2015, a fines de lograr la protección del planeta, el fin de la pobreza, paz y prosperidad de todas las personas para el año 2030, contando con la ayuda de los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y las personas. Los objetivos incluyen 17 metas distintas, las cuales se indican en la *Figura 48*.



Figura 48. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU).

9.2.1. Relación con el proyecto

Dada la dimensión del proyecto, estamos brindando la infraestructura necesaria a la ciudad de Roldán para poder realizar el proceso de compost a fin de reducir la cantidad de residuos que se dispondrían en el relleno sanitario, y reducir la cantidad de viajes a este sitio de disposición final. Al hacer esto estamos reduciendo la cantidad de GEI's que se producen en estos viajes y disminuyendo el impacto negativo de los mismo sobre la atmósfera. Entonces, los objetivos que nos atañen son:

9.2.1.1. Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles



Figura 49. Objetivo 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

“11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.”

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

“11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.”

El proyecto se relaciona con el objetivo puesto que se está adoptando un tratamiento de los RSU, el cual reduciría la cantidad de viajes a realizar a la disposición final, así como los efectos negativos (gases y lixiviados) del relleno sanitario. Entonces tenemos una política adoptada con el objetivo de mitigar el impacto sobre el medio ambiente.

9.2.1.2. Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura



Figura 50. Objetivo 9 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

“9.4. De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas”

Este objetivo nos atañe puesto que el proyecto busca realizar un tipo de tratamiento biológico de la fracción orgánica de los residuos sólidos que se generan en la ciudad de Roldán, y esto es posible con una infraestructura que sea lo más ambientalmente sostenible.

9.2.1.3. Objetivo 17: Alianzas para lograr objetivos



Figura 51. Objetivo 17 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

“17.17. Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas.”

Si bien no se pudo lograr la integración de las localidades de San Jerónimo Sud y la Zona Oeste de Funes, se puede decir que el proyecto queda ligado a este objetivo en un futuro ya que los terrenos linderos de la planta de compostaje pertenecen al RESICOM. Con lo cual podría darse una potencial alianza entre la localidad de Roldán y RESICOM en algún futuro cercano.

9.2.2. Cambio climático

El cambio climático es la modificación de la temperatura y del resto de variables del clima. Ver *Figura 52*.



Figura 52. Efecto invernadero. Fuente: Inventario Nacional de GEI's.

La actividad humana amenaza el propio medio circundante que habita, llegando a un punto donde las consecuencias del cambio climático ya son perceptibles para todos²⁸. En diversos informes del IPCC se reflejan los resultados que respaldan el rol que ocupa la influencia humana en los fenómenos meteorológicos y climáticos²⁹

El cambio climático es provocado principalmente por gases como CO₂ y metano, provenientes de diversas actividades antropogénicas³⁰ tales como: gases emitidos por los coches, desmonte de tierras y bosques, agricultura, actividades petroleras y de gas.

Las consecuencias que se tienen, no son únicamente el aumento de temperatura, sino además las sequías intensas, escasez de agua, incendios, deshielos, tormentas devastadoras y aumento del nivel del mar e intrusión del agua salada (ONU).

²⁸ Según la Organización Meteorológica Mundial.

²⁹ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

³⁰ Según Naciones Unidas

Un ejemplo notorio son las fuertes alteraciones en los ciclos de lluvia de Niño y Niña. Según el Servicio Meteorológico Nacional Argentino, se produjeron en estos últimos años una secuencia de dos Niñas seguidas y actualmente estamos ante un ciclo de El Niño que derivó en sequías considerables.

Y aunque los fenómenos El Niño y La Niña son de carácter natural, no resultan como consecuencia del cambio climático. Pero lo que sí ocurre, es que los impactos de este último conducen a escenarios diferentes de estos fenómenos. También lo que los caracteriza es su variabilidad³¹, no siempre se generan por las mismas condiciones, ni tampoco siguen los patrones esperados pudiendo causar efectos importantes o débiles³².

En concreto, las poblaciones y hábitats de la fauna y flora silvestres son los que reciben las consecuencias de los daños. Por ello es vital, para lograr la estabilización del clima, reducir de manera rápida, sostenida y sustancial las emisiones de GEI's y limitar otros gases contaminantes de la atmósfera.

9.2.3. Acciones que generan GEI's

Hoy en día, la principal consecuencia directa es el cambio climático, el cual es el término que utilizan los científicos para describir los complejos cambios, impulsados por las concentraciones de gases de efecto invernadero, que están afectando actualmente a los sistemas meteorológicos y climáticos de nuestro planeta.

En Argentina, dentro de lo que nos compete en este trabajo académico, los residuos alcanzan el 4.5% (16.46MtCO₂e) de las emisiones de dióxido de carbono. Ver *Figura 53*.

³¹ Pero se sabe que dependen de las variaciones de las temperaturas y presiones, tanto del océano como de la atmósfera (CIIFEN)

³² Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad de Columbia

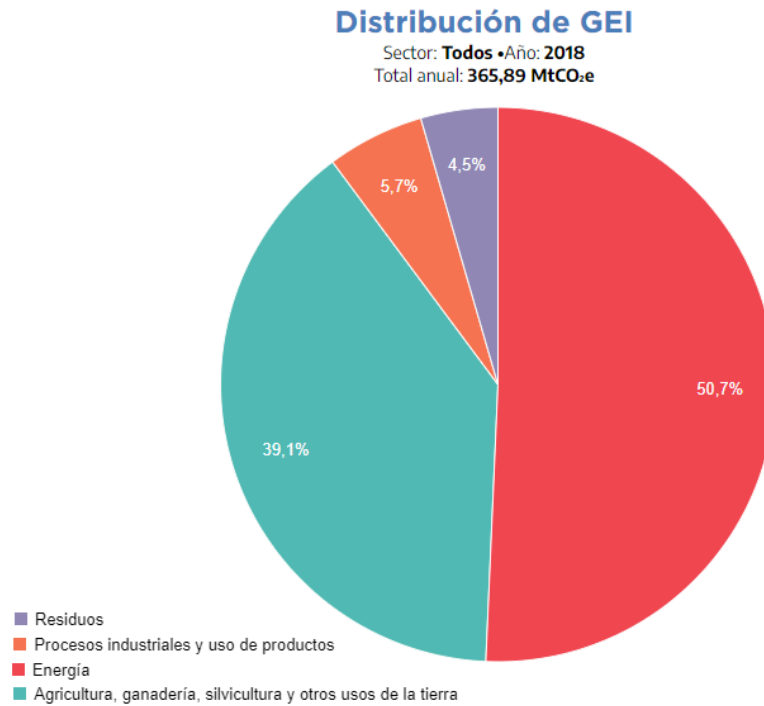


Figura 53. Proporción por sectores de orígenes de GEI. Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Monitoreo de Medidas de Mitigación.

A su vez, a nivel nacional en el sector de “Residuos” se incluye: eliminación de residuos sólidos (disposición, tratamiento y gestión de estos), incineración de residuos, y aguas residuales. Ver Figura 54

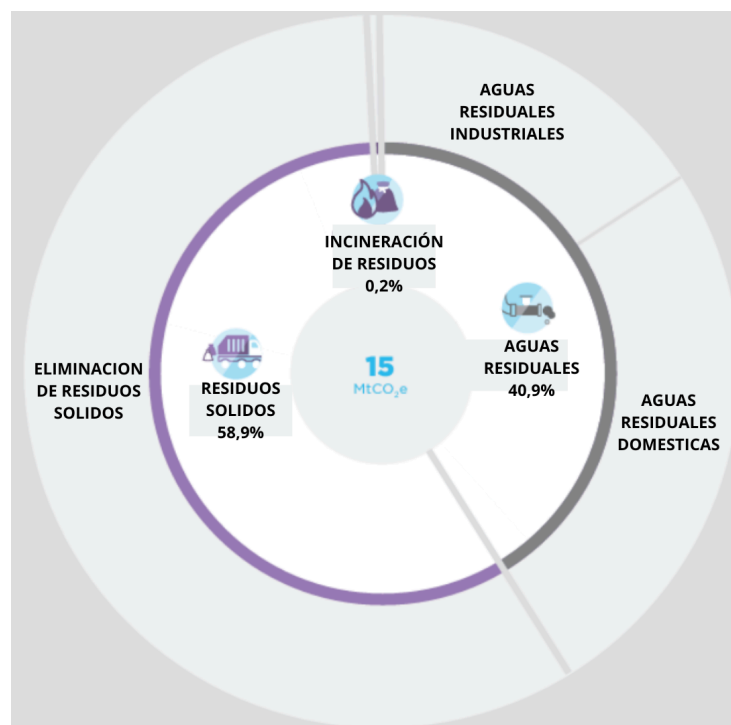


Figura 54. Porcentajes de rubros dentro del sector Residuos. Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Monitoreo de Medidas de Mitigación.

Mientras que, en la provincia de Santa Fe, la emisión del sector de Residuos al año 2018 fue de 1.23 MtCO₂e. Vale destacar que no se tienen valores de emisión equivalente en el área de tratamiento biológico por falta de actividad³³ en esta materia, ver *Tabla 15*.

4. Sector Residuos	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Millones de toneladas de CO2 equivalente (2)									
Total	0.94	0.95	0.99	1.02	1.05	1.09	1.17	1.20	1.23
4A. Eliminación de residuos sólidos	0.62	0.61	0.65	0.68	0.70	0.74	0.81	0.85	0.88
4B. Tratamiento biológico de los Residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4C. Incineración de residuos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0.32	0.33	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.36

Tabla 15. Emisiones de GEI's dentro del Sector de Residuos de la provincia de Santa Fe. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación

Por otro lado, se considera que el ítem correspondiente a la incineración de residuos no genera emisión de gases porque sólo se están contemplando los sitios habilitados para la disposición de residuos. En sitios clandestino (basurales y vertederos a cielo abierto) esta práctica se ve frecuentemente utilizada. Ver *Figura 55*



Figura 55. Incineración de basural clandestino: Fuente: Página 12.

³³ Como se mencionó en el ítem 7.3.1. y 7.3.2.

Si bien el proyecto apunta a mitigar el impacto de los residuos en la disposición final y su respectivo transporte a la misma, el proceso de compostaje genera GEI's. Del proceso de compostaje, las pilas liberan principalmente al medio ambiente: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), producto de la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos. Cabe mencionar que las emisiones de metano, persisten en el ambiente durante varias décadas aun después de la disposición final de los mismos³⁴.

A su vez, si bien se reduce la cantidad de viajes realizados, estos siguen emitiéndose lo cual no evita por completo la generación de GEI's producto del transporte de residuos. Una medida de mitigación sería cambiar los vehículos de combustión interna por aquellos que empleen gas o energía eléctrica o bien sean híbridos ya que estos liberan un 50% menos³⁵ de GEI's.

9.3. Gestión de los líquidos lixiviados

Como se mencionó en el ítem 8.5.3.3 - *Líquidos Lixiviados*, se recolectarán los lixiviados en un reservorio. En el hipotético caso que los líquidos superen la capacidad de dicho reservorio, se deberá caracterizar los mismos y evaluar su envío a la planta de la localidad o a la del relleno sanitario de RESICOM, cuantificando el nivel de contaminación.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se observó a lo largo del presente trabajo, la problemática en cuestión abarca, principalmente, diversas áreas de la ingeniería civil:

- Ingeniería sanitaria → dimensionamiento y cálculo de pilas de compost y determinación de la capacidad del centro de compostaje.
- Ingeniería estructural → diseño y dimensionamiento del layout del centro de compostaje y cálculo de estructuras metálicas con sus bases.
- Ingeniería vial → definición de circulaciones internas, camino de acceso al centro y estructuras de pavimento correspondientes.
- Ingeniería hidráulica → dimensionamiento de distintos elementos para el desagüe de precipitaciones.
- Aspecto arquitectónico → ubicación y diseño de los distintos espacios de trabajo: áreas de trabajo, áreas de servicio y descanso.

³⁴ Informe Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI)

³⁵ El vehículo eléctrico no genera GEI's.

Estas áreas no operan de manera independiente; más bien, interactúan y se influyen mutuamente en el diseño y desarrollo del centro de compostaje. Por lo tanto, la solución final propuesta surge de un enfoque integral que considera las interrelaciones entre estos aspectos.

Es crucial resaltar la significativa repercusión ambiental de este proyecto, dado que la gestión adecuada de residuos se entrelaza con aspectos sociales, económicos y ambientales fundamentales.

Se recalca que, al tratarse de un proyecto exclusivamente académico, los cálculos y dimensionamientos realizados en las diferentes áreas representan una ingeniería básica a nivel de anteproyecto, no apta para la construcción.

La planta de compostaje no será capaz de procesar la totalidad de la fracción orgánica proyectada, se logrará procesar el 47% de la misma. Es debido a esto que en caso de tener intenciones de regionalizar el procesamiento de la planta trabajando con residuos de otras localidades aledañas es absolutamente necesaria una ampliación del centro de compostaje hacia el lindero norte. No obstante, se logró demostrar la viabilidad técnica del diseño del centro de compostaje para una escala determinada que limita un posible crecimiento, recomendándose en ese sentido evaluar la posibilidad de incorporar superficie al proyecto en esa misma localización que se evalúa como muy favorable.

Este trabajo puede servir como punto para profundizar en el tema y como referencia para futuros proyectos de gestión de residuos.

Mientras que, las recomendaciones resultantes del estudio son las siguientes:

- Priorizar la implementación de proyectos de valorización de residuos: Esta medida implica la reintegración de los residuos en la cadena productiva, especialmente los orgánicos, que pueden transformarse en compost o en fuentes de energía. Se propone un plan de expansión para el centro de compostaje, contemplando la necesidad de un área más amplia para manejar los residuos sólidos municipales de manera integral.
- Iniciar un plan educativo y de concientización sobre la gestión de residuos: La participación activa del gobierno local en la promoción de composteras y su seguimiento es esencial para el éxito del programa. Asimismo, se destaca la importancia de la educación y la participación ciudadana en la gestión de residuos.
- Promover el tratamiento y valorización de residuos: Es crucial implementar estrategias que permitan el tratamiento adecuado de los residuos, evitando la contaminación y maximizando su aprovechamiento.

- Desarrollar una normativa provincial integral: Esta normativa, la cual puede ser impulsada por organizaciones no gubernamental (ONG), debería incluir procedimientos claros y aplicables para el tratamiento y aprovechamiento de residuos, estableciendo pautas para su gestión eficiente y sostenible. Además, sirve como base para posibles decisiones por parte del Estado.

En el contexto actual de crisis climática, es importante tener presente que estos proyectos de gestión de residuos, como el centro de compostaje mencionado, contribuyen significativamente a mitigar los efectos del cambio climático. La correcta gestión de residuos orgánicos a través del compostaje no solo reduce la cantidad de desechos enviados a vertederos, sino que también genera compost que puede utilizarse para mejorar la calidad del suelo y reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

Es esencial que los proyectos de gestión de residuos se integren en un marco más amplio de acciones orientadas hacia la sostenibilidad ambiental y la lucha contra el cambio climático. Considerar el ciclo completo de vida de los residuos, desde su generación hasta su tratamiento y reutilización, es fundamental para abordar estos desafíos ambientales de manera efectiva y contribuir a la resiliencia ante los impactos del cambio climático.

11. BIBLIOGRAFÍA

[1] Noticia de La Capital - Roldán presentó nuevo diseño de puntos verdes y recuperación de residuos - Último acceso 10/10/2023

<https://www.lacapital.com.ar/la-region/roldan-presento-nuevo-diseno-puntos-verdes-y-recuperacion-residuos-n10065193.html>

[2] Noticia de La Capital - Roldán comenzó a instalar contenedores metálicos para residuos - Último acceso 10/10/2023

<https://www.lacapital.com.ar/roldan-comenzo-instalar-contenedores-metalicos-residuos-n10042713.html>

[3] Noticia de El Roldanense- Sumaron 20 nuevos contenedores para mejorar la recolección - Último acceso 10/10/2023

<https://elroldanense.com/sumaron-20-nuevos-contenedores-para-mejorar-la-recoleccion-83989>

[4] Noticia de La Capital - Roldán: Obras de pavimentación en el barrio Plan Federal de Viviendas - Último acceso 10/10/2023

<https://www.lacapital.com.ar/la-region/roldan-obras-pavimentacion-el-barrio-plan-federal-viviendas-n10087227.html>

Banco Mundial (01/09/2022) - Lo que hay que saber sobre el cambio climático y la contaminación atmosférica - Último acceso 05/12/2023

<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/09/01/what-you-need-to-know-about-climate-change-and-air-pollution>

Banco Mundial (20/09/2018) - Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos - Último acceso 13/10/2023

<https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

National Geographic (12/03/2019) - Elizabeth Royte - ¿Es una buena idea quemar los residuos plásticos? - Último acceso 13/10/2023

<https://www.nationalgeographicla.com/planeta-o-plastico/2019/03/es-una-buena-idea-quemar-los-residuos-plasticos>

La Vanguardia (24/02/2021) - Abril Phillips - La historia de la humanidad contada a través de la basura - Último acceso 13/10/2023

<https://www.lavanguardia.com/historiayvida/20210220/6255806/historia-humanidad-contada-traves-basura.html>

BBC (31/05/2017) - Jasmin Fox-Skelly - Los peligros de las enfermedades ocultas bajo el hielo durante miles de años que están despertando - Último acceso 13/10/2023

<https://www.bbc.com/mundo/vert-earth-39851987>

DW (05/07/2022) - Último acceso 13/10/2023

<https://www.dw.com/es/deshielo-de-glaciares-tibetanos-revela-1000-microbios-desconocidos-potencialmente-peligrosos/a-62373260>

National Geographic (09/11/2022) - Francisco Jódar -El deshielo hace que salgan a la luz antiguos virus en el Tíbet- Último acceso 13/10/2023

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/deshielo-aflora-antiguos-virus-tibet_18986

Boletín Oficial de la República Argentina (28/11/2022) - Ley N° 25.916 “Gestión de Residuos Domiciliarios” - Último acceso 13/10/2023

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/276572/20221128>

Centro Ambiental Patagónico - ¿Qué es el GIRSU? - Último acceso 13/10/2023

<http://www.girsupatagonico.ar/contenido/girsu/2/que-es-girsu.html>

Provincia de Santa Fe - Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años. Período 1980 - 2010- Último acceso 13/10/2023

<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/179264/876067/file/gran%20rosario.pdf>

Provincia de Santa Fe - Plan Estratégico Territorial San Jerónimo Sud - Último acceso 13/10/2023

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_san_jeronimo_sud.pdf

Marco de gestión Ambiental y Social - Último acceso 13/10/2023

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/02/mgas_girsu_-_actualizado.pdf

Provincia de Santa Fe - Plan Ejecutivo Metropolitano de Rosario - Último acceso 13/10/2023

[https://mininterior.gob.ar/planificacion/pdf/planes-loc/SANTAFE/Plan-Ejecutivo-Metropolitano-de-Rosario-\(DAMI\).pdf](https://mininterior.gob.ar/planificacion/pdf/planes-loc/SANTAFE/Plan-Ejecutivo-Metropolitano-de-Rosario-(DAMI).pdf)

Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Estado Plurinacional de Bolivia - Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos mediante Compostaje y Lombricultura, 2012.
<https://s4991ff22c06ab43d.jimcontent.com/download/version/1517449846/module/7425326963/name/Gu%C3%ADa%20para%20el%20Aprovechamiento%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

Naciones Unidas - ¿Qué es el cambio climático? - Último acceso 08/12/2023

<https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

BBC (08/12/2021) - Lucía Blasco - En qué se diferencian El Niño y La Niña, los fenómenos cíclicos que pueden alterar el clima de todo el mundo - Último acceso 08/12/2023

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-59475688>

12. ANEXOS

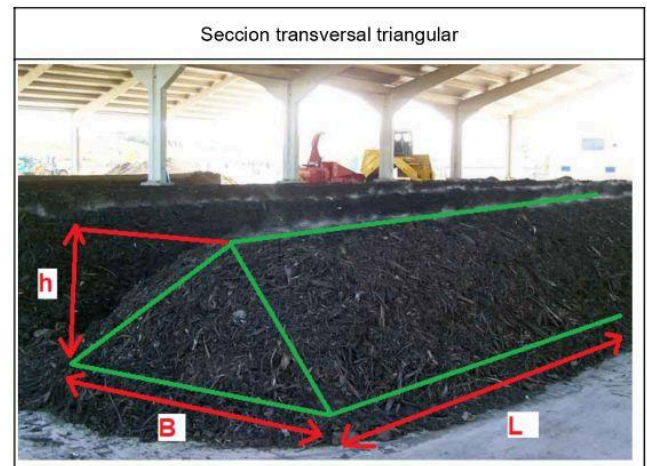
Anexo 1 - Cálculo de pilas y parvas para las distintas etapas del compostaje	77
Anexo 2 - Equipos	78
Anexo 3 - Cálculo de naves industriales	84
Anexo 4 - Estudio de suelos	137
Anexo 5 - Pavimento del centro de compostaje	155
Anexo 6 - Nivelación del terreno	157
Anexo 7 - Memoria de cálculo hidráulico	163
Anexo 8 - Dossier fotográfico	176
Anexo 9 - Cronograma de recolección de residuos Roldán	178

Anexo 1 - Cálculo de pilas y parvas para las distintas etapas del compostaje

Datos		
Generación de residuos proyectados	[tn/día]	59,02
Coefficiente de fracción orgánica	-	0,4
Orgánicos proyectados	[tn/día]	23,61
Densidad fracción orgánica	[kG/m3]	600
Tiempo de descomposición	[días]	42
Tiempo de maduración	[días]	84

Tabla A.1.1. Datos. Fuente: Elaboración propia.

Etapa de descomposición		
Tiempo de descomposición	[días]	42
Volumen de mezcla	[m3]	1652,56
Base (B)	[m]	4,5
Altura (h)	[m]	2,3
Area transversal	[m2]	5,18
Largo de la pila (L)	[m]	150
Ángulo de reposo	[°]	45,63
Superficie en planta	[m2]	675
Volumen de pila	[m3]	776,25



Nota 1: Las dimensiones y geometría de la sección transversal de la pila están limitadas por el **Removedor autopropulsado BackHus A45****

Nota 2: La longitud total de las pilas admite un procesamiento de 11,09tn de residuos orgánicos diarios.

**Ver Anexo 3 - Equipos

Tabla A.1.2. Cálculo de pilas de descomposición. Fuente: Elaboración propia.

Etapa de Maduración		
Tiempo de maduración	[días]	84
Coefficiente de reducción	-	0,6
Volumen de mezcla	[m3]	1983
Base mayor	[m]	12
Base menor	[m]	9
Altura	[m]	3
Largo de la pila	[m]	80
Superficie en planta	[m2]	960
Volumen de pila	[m3]	1319,9

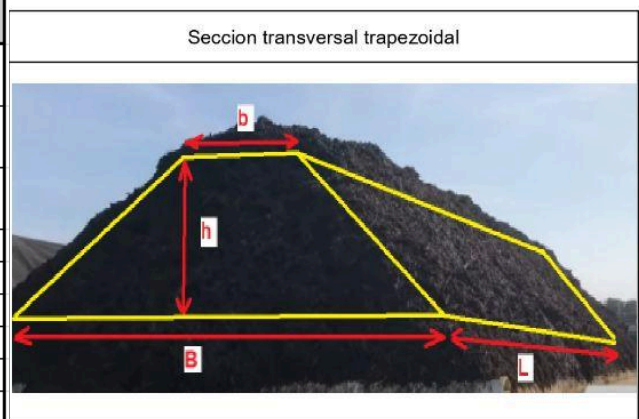


Tabla A.1.3. Cálculo de pilas de maduración. Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2 - Equipos

En este anexo se muestran figuras de los equipos necesarios para el desarrollo de las tareas en el centro de compostaje.

- Caja Roll off: empleada para recibir el rechazo del galpón de clasificación. A continuación, se la muestra en la *Figura A.3.1.*



Figura A.2.1. Caja Roll Off 30m3 marca VialErg. Fuente: VialErg.

- Camión Roll off: será la unidad capaz de transportar la caja Roll Off con el rechazo hacia RESICOM, destino final de los residuos que no pueden revalorizarse. A continuación, se muestra el camión en la *Figura A.3.2.*



Figura A.2.2. Camión Roll Off marca Facchini. Fuente: Facchini.

- Removedora autopropulsada Backhus A45: Se encarga del volteo o remoción de las pilas para darles una correcta oxigenación para que el proceso se desarrolle adecuadamente. El modelo se determinó en función de las dimensiones de las pilas de descomposición (ancho máximo permitido 4,5m y alto máximo permitido 2,3m) y la eficiencia de volteo del equipo,

la cual ronda en los 3.000 m³/ hora para este modelo en específico.¹ A continuación, se muestra el equipo requerido en la *Figura A.3.3*.



Figura A.2.3. Removedora autopropulsada A45 marca Eggersmann. Fuente: Eggersmann.

- Camión compactador: este equipo será necesario para la recolección de residuos de la ciudad de Roldán y el posterior transporte de los mismos hasta el centro de compostaje para su clasificación y valorización. Se recomiendan vehículos con una capacidad de caja compactadora de 21m³ con el objetivo de optimizar la eficiencia en la gestión integral de residuos. A continuación, se muestra el equipo requerido en la *Figura A.3.4*.



Figura A.2.4. Camión compactador marca Cor-Vial. Fuente: Cor-Vial.

¹ Backhus A 45 - <https://www.eggersmann-recyclingtechnology.com/es/maquinas-de-reciclaje/volteadores-de-backhus/productos/backhus-a-45/#c899>

- Minicargadora Caterpillar 236D: este equipo se encargará de múltiples tareas dentro del centro de compostaje, tales como acercar los RSU a la tolva de recepción para dar comienzo al proceso de clasificación de los residuos, transportar la materia orgánica y conformar las pilas de descomposición. A continuación, se muestra el equipo requerido en la *Figura A.3.5*.



Figura A.2.5. Minicargadora 236D marca Caterpillar. Fuente: Caterpillar.

- Báscula móvil 30t: este equipo será necesario para llevar a cabo registros diarios de ingresos de los RSU, y las salidas para cuantificar el compost obtenido. A continuación, se muestra el equipo requerido en la *Figura A.3.6*.



Figura A.2.6. Báscula móvil 30 toneladas Hook TGE - 30. Fuente: Don Agro.

- Tolva y cinta de alimentación: equipo de recepción de residuos mediante una tolva y da comienzo al proceso de clasificación mediante la elevación de los mismos por una cinta transportadora articulada con tablillas metálicas.



Figura A.2.7. Tolva y cinta de alimentación DEISA CC06100. Fuente: DEISA.

- Trommel: tambor giratorio, provisto de uñas especializadas para la apertura de bolsas y una zaranda con capacidad de clasificación hasta 8 cm. Su función es desgarrar bolsas de residuos y separar los materiales mediante un proceso de tamizado. Este equipo realiza la criba de los componentes orgánicos de menor diámetro que la malla, permitiendo su evacuación por la parte inferior del dispositivo. Aquellos residuos que no logren atravesar la malla son expulsados por el extremo del trommel.

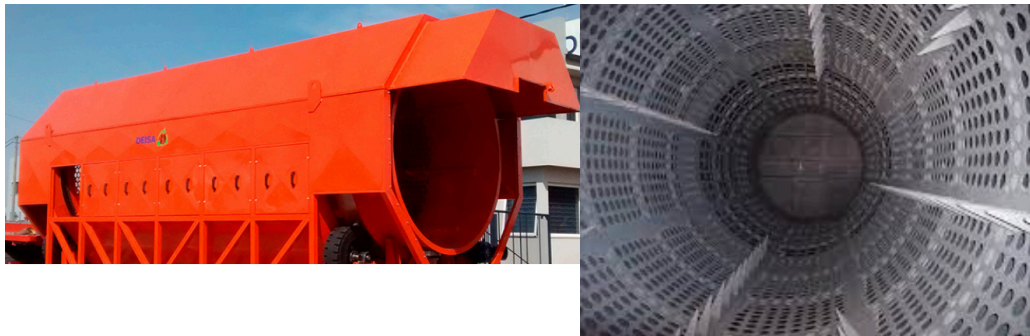


Figura A.2.8. Trommel preclasificador DEISA ZT04210. Fuente: DEISA.

- Cinta de clasificación elevada: Estructura elevada equipada con una cinta transportadora diseñada para la clasificación manual de residuos reciclables. Cuando se identifica un residuo reciclable, el clasificador lo dirige a un contenedor de residuos a través de conductos específicos. Los residuos no aptos para el reciclaje son rechazados y expulsados por el extremo opuesto de la cinta.



Figura A.2.9. Estructura elevada con cinta de clasificación DEISA CP14080. Fuente: DEISA.

- Cintas de elevación: cinta transportadora con tablillas para la elevación de residuos. Se utilizarán estas cintas para transportar los residuos orgánicos que hayan sido evacuados por la parte inferior del equipo y para transportar los residuos expulsados de la cinta de clasificación ya que se consideran rechazados y serán almacenados transitoriamente en la caja roll off para su posterior transporte a relleno sanitario.



Figura A.2.10. Cinta de elevación DEISA CB10100. Fuente: DEISA.

- Prensa vertical manual: prensa para compactar los materiales reciclables que se encuentran en los contenedores de residuos.



Figura A.2.11. Prensa vertical manual HSM-V-PRESS 60. Fuente: Asturalba.

- Camión volcador: equipo que transporta el compost del centro de compostaje luego de la etapa de descomposición hacia los terrenos de maduración.



Figura A.2.12. Camión volcador. Fuente: Scania.

Anexo 3 - Cálculo de naves industriales

Análisis estructural naves industriales

Solicitaciones de viento

Las flechas horizontales son debidas a las cargas del viento, estas últimas se determinan con el Procedimiento Analítico descrito en el Cap. 5 del Reglamento CIRSOC 102.

Dicho método tiene validez para estructuras que cumplan las siguientes condiciones:

1. La estructura es de forma regular
2. La estructura no posee características de respuesta que den lugar a cargas transversales de viento, desprendimientos de vórtices, inestabilidad debida a galope o flameo. Por su ubicación, tampoco deben merecer consideración especial los efectos de canalización o golpeteo en la estela debido a las obstrucciones a barlovento.

Se determina entonces la presión de diseño p , mediante la siguiente fórmula, extraida del item 5.12.2.1 (Ecuacion 15):

$$p = q G C_p - q_i (G C_{pi}) \left[N/m^2 \right]$$

Donde:

p : presión de diseño.

q : presión dinámica.

G : factor de ráfaga.

C_p : coeficiente de presión externa.

$G.C_{pi}$: coeficiente de presión interna.

La presión dinámica q , evaluada a la altura z , se calcula con la ecuación 13 del ítem 5.10:

$$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \left[N/m^2 \right]$$

Donde:

V : Velocidad básica.

K_z : Coeficiente de exposición.

K_d : Factor direccionalidad.

I : Factor de importancia.

K_{zt} : Factor topográfico.

q_h : la presión dinámica calculada a la altura h , en función del ángulo de la cubierta.

La estructura en estudio se encuentra ubicada en la Zona Industrial de la ciudad de Roldán, por lo que a partir de la Figura 1B - Cap. 6, y por la cercanía con la ciudad de Rosario, se determina la velocidad del viento de 50 m/s.

La exposición de la estructura es tipo C: “Terrenos abiertos: obstrucciones dispersas, alturas generalmente menores a 10 m, incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas”. Por lo tanto, el coeficiente de exposición se debe calcular con las fórmulas según la nota 2 de la tabla 5 del CIRSOC 102, en función de la altura analizada.

Para $5 \text{ m} \leq z \leq z_g$:

$$K_z = 2,01(z / z_g)^{2/\alpha}$$

Donde los coeficientes z_g y α se deben extraer de la tabla 4 del reglamento.

Exposición	α	z_g (m)	\hat{a}	\hat{b}	$\bar{\alpha}$	\bar{b}	c	ℓ (m)	$\bar{\varepsilon}$	z_{min} (m)
A	5,0	457	1/5	0,64	1/3,0	0,30	0,45	55	1/2,0	18,3
B	7,0	366	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	98	1/3,0	9,2
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5,0	4,6
D	11,5	213	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198	1/8,0	2,1

Tabla A.3.1. Coeficiente de exposición. Fuente: Reglamento CIRSOC 102.

El factor de direccionalidad define la probabilidad de ocurrencia de la dirección del viento en función del tipo de estructura, dicho valor se determina en función de la *Tabla A.3.2*.

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

Tabla A.3.2. Factor de direccionalidad. Fuente: Reglamento CIRSOC 102.

El factor de importancia se determina en función de la categoría del edificio. La situación en estudio se trata de una categoría tipo II, de acuerdo con la Tabla A-1 del CIRSOC 102, ya que el edificio proyectado no se enmarca en ninguna de las demás categorías. Por lo tanto, según la *Tabla A.3.3*, el factor de importancia es de 1,00.

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

Tabla A.3.3. Factor de importancia. Fuente: Reglamento CIRSOC 102.

El factor topográfico se considera igual a 1 debido que el edificio se encuentra en zona de llanura, donde los efectos del aumento de la velocidad del viento sobre lomas, escarpas y colinas no tiene incidencia.

El factor de ráfaga (G) tiene en cuenta los efectos de carga en la dirección del viento debidos a la interacción estructura-turbulencia del viento. Para estructuras rígidas, el factor de efecto de ráfaga se debe adoptar igual a 0,85.

Para la determinación del coeficiente de presión externa (C_p) para el sistema principal resistente frente a la fuerza del viento (SPRFV), se seguirá el procedimiento del Cap 6- Pág. 32. De acuerdo con las tablas que se muestran a continuación (Tabla A.3.4.), el coeficiente varía según se analicen paredes a barlovento, paredes a sotavento, paredes laterales, o cubiertas.

Coeficientes de presión en paredes, C_p

Superficie	L/B	C_p	Usar con
Pared a barlovento	Todos los valores	0,8	q_z
Pared a sotavento	0 – 1	-0,5	q_h
	2	-0,3	
	≥ 4	-0,2	
Paredes laterales	Todos los valores	- 0,7	q_h

Coeficientes de presión para cubiertas, C_p , para usar con q_h

Dirección del viento	Barlovento									Sotavento			
	h/L	Ángulo θ en grados								Ángulo θ en grados			
Normal a la cumbrera para $\theta \geq 10^\circ$	$\leq 0,25$	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	0,0*	0,4	0,4	0,010	-0,3	-0,5	-0,6
	0,5	-0,9	-0,7	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,0*	0,4	0,010	-0,5	-0,5	-0,6
	$\geq 1,0$	-1,3**	-1,0	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0,0*	0,3	0,010	-0,7	-0,6	-0,6
Normal a la cumbrera para $\theta < 10^\circ$ y paralela a la cumbrera para todo θ	$\leq 0,5$	Distancia horizontal desde el borde a barlovento				C_p	* Se da el valor para fines de interpolación						
		0 a h/2				-0,9	** El valor puede reducirse linealmente con el área sobre la cual es aplicable como sigue:						
		h/2 a h				-0,9							
		h a 2h				-0,5							
$\geq 1,0$	0 a h/2				-1,3**	Área (m^2)		Factor de reducción					
	> h/2				-0,7	≤ 10		1,0					
						25		0,9					
						≥ 100		0,8					

Tabla A.3.4. Coeficientes de presión externa. Fuente: Reglamento CIRSOC 102.

La presión dinámica a tener en cuenta depende del elemento analizado:

- $q = q_z$ para paredes a barlovento evaluada a la altura z sobre el terreno;

- q = qh para paredes a sotavento, paredes laterales y cubiertas, evaluada a la altura del alero.
 Cabe destacar que se analizaron dos direcciones de viento, viento paralelo a la cumbrera, y viento perpendicular a la cumbrera.

Galpón de descomposición

La presión dinámica irá variando en la altura debido a que el coeficiente de exposición depende de la misma. A continuación, en la *Tabla A.3.5.* se muestran las presiones obtenidas.

Calculo de qz		
h (m)	Kz	qz (kn/m2)
8,91	0,96	1,25
11,94	1,03	1,34

Tabla A.3.5. Presiones dinámicas para el Galpón descomposición Fuente: Elaboración propia.

Evaluando las condiciones necesarias para ser un edificio parcialmente cerrado, según *Figura A.3.1.*, se observan que no se cumplen las condiciones necesarias. Sin embargo, se lo considera como tal ya que en la analizando la dinámica de las tareas a realizar dentro de dicho galpón, se dará la oportunidad donde un portón se encuentre cerrado y otro abierto. En ese caso se cumplirán las condiciones necesarias para clasificar al edificio como parcialmente cerrado, con lo cual el coeficiente G.Cpi es de ± 0,55.

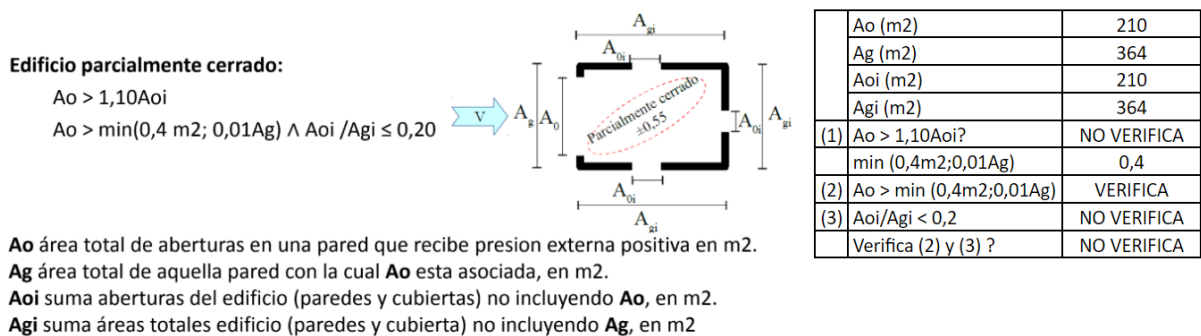


Figura A.3.1. Condiciones necesarias para edificio parcialmente cerrado. Fuente: Reglamento CIRSOC 102.

A continuación, se muestra la *Figura A.3.2.* en planta de los vientos analizados.

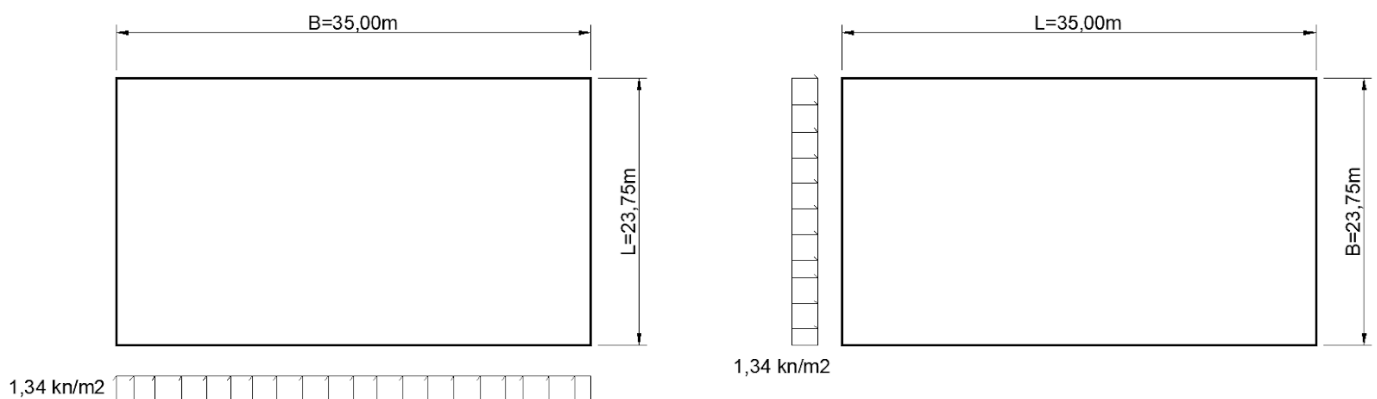


Figura A.3.2. Dirección de los vientos analizados - Galpón de descomposición. Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen se tienen los siguientes parámetros para el galpón de descomposición en relación a la carga de viento.

- Velocidad del viento: Roldán, $V = 50$ m/s.
- Edificio parcialmente cerrado.
- Categoría: II.
- Exposición: C.
- Factor de direccionalidad del viento: $K_d = 0,85$.
- Factor topográfico: $K_{zt} = 1$.
- Factor de ráfaga: $G = 0,85$.
- Factor de importancia: 1.

Galpón de separación

Debido a la variación de alturas con respecto al galpón de descomposición, las presiones dinámicas del galpón de separación son las siguientes. En la *Figura A.3.6.*, se muestran las presiones dinámicas obtenidas para el galpón de separación.

Calculo de q_z		
h (m)	K_z	q_z (kn/m ²)
6	0,9	1,17
7,1	0,93	1,21

Tabla A.3.6. Presiones dinámicas Galpón separación. Fuente: Elaboración propia.

Evaluando las condiciones necesarias para ser un edificio parcialmente cerrado, se cumplen todas las condiciones expresadas en la *Tabla A.3.7.*, con lo cual el factor $G.C_{pi}$ es de $\pm 0,55$.

	A_o (m ²)	69,1
	A_g (m ²)	120
	A_{oi} (m ²)	1,6
	A_{gi} (m ²)	81,9
(1)	$A_o > 1,10A_{oi}$?	VERIFICA
	$\min(0,4m^2; 0,01A_g)$	0,4
(2)	$A_o > \min(0,4m^2; 0,01A_g)$	VERIFICA
(3)	$A_{oi}/A_{gi} < 0,2$	VERIFICA
	Verifica (2) y (3) ?	VERIFICA

Tabla A.3.7. Verificaciones condiciones necesarias para condición parcialmente cerrado. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la *Figura A.3.3.* en planta de los vientos analizados.

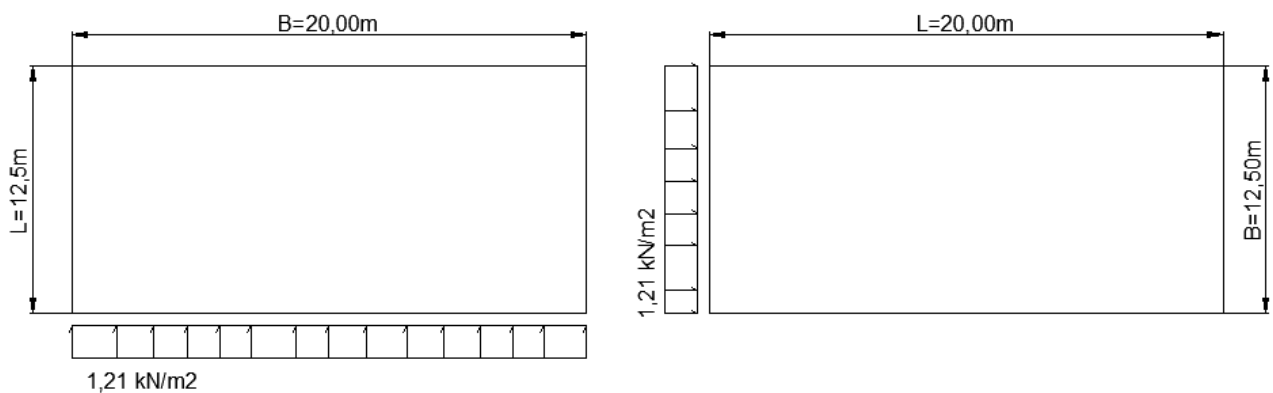


Figura A.3.3. Dirección de los vientos analizados - Galpón de separación. Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen se tienen los siguientes parámetros para el galpón de separación en relación a la carga de viento.

- Velocidad del viento: Roldán, $V= 50\text{ m/s}$.
- Edificio parcialmente cerrado.
- Categoría: II.
- Exposición: C.
- Factor de direccionalidad del viento: $K_d=0,85$.
- Factor topográfico: $K_{zt}: 1$.
- Factor de ráfaga: $G=0,85$.
- Factor de importancia: 1.

Estados de carga

Se hace un listado de los diferentes estados de carga a considerar para el dimensionamiento de los diversos elementos estructurales que componen las estructuras del proyecto.

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

Combinaciones de carga

Empleando como estados límite de servicio (ELS):

- $S_1=D+L_r$
- $S_2=D + W$
- $S_3=D+ 0.7 (W+L_r)$

Mientras que para los estados límites últimos (ELU):

- $U_1= 1.4D$
- $U_2= 1.2D + 1.6L_r$

- $U3 = 1.2D + 1.5W + 0.5Lr$
- $U4 = 1.2D + 0.8W + 1.6Lr$
- $U4 = 0.9D + 1.5W$

Al final de este anexo se muestran los cálculos de las presiones de diseño y dimensionamiento de secciones de elementos.

Cálculo de secciones

Dadas las dimensiones del galpón de separación, 12,70mx20m, para esta nave se emplean secciones de alma llena. En la *Figura A.3.4.* se observa el modelado de la estructura del mismo.

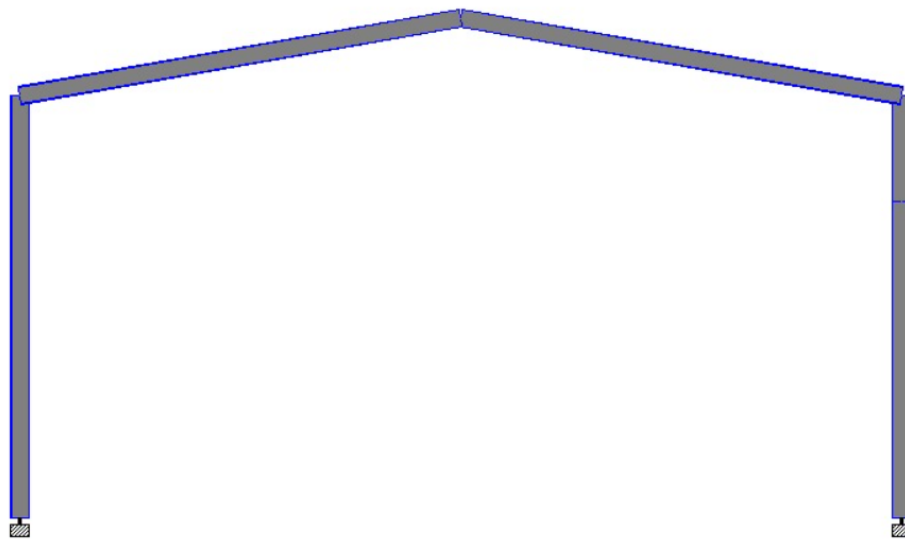


Figura A.3.4. Vista 3D del pórtico tipo de galpón de separación. Fuente: Elaboración propia

Mientras que para el galpón de descomposición (35mx23,75m) se usarán secciones de alma llena para las columnas y secciones armadas para las vigas, esto puede observarse en la *Figura A.3.5.*

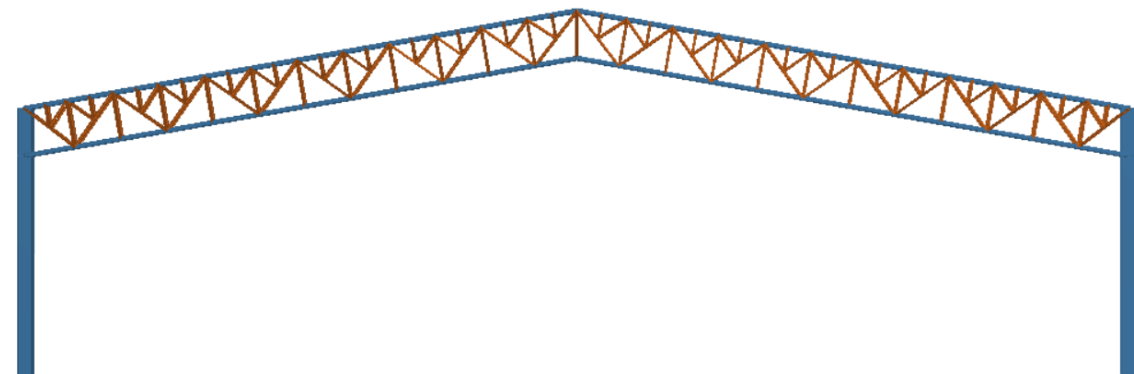


Figura A.3.5. Vista 3D del pórtico tipo de galpón de separación. Fuente: Elaboración propia.

Se modelaron las estructuras en el programa Staad.Pro vi8, proponiendo inicialmente secciones para cada elemento de pórtico e iterando hasta conseguir secciones definitivas mencionadas en el cuerpo del presente trabajo.

Deformaciones resultantes

Galpón de descomposición

En cuanto a desplazamientos máximos siguiendo los lineamientos del reglamento CIRSOC 301, para la nave de descomposición se tiene un desplazamiento máximo vertical de 9,95cm donde el admisible es $L/150=3500\text{cm}/150=23,33$ cm. Este desplazamiento vertical se da para el nodo central en la combinación D+Lr. Ver *Figura A.3.6*.

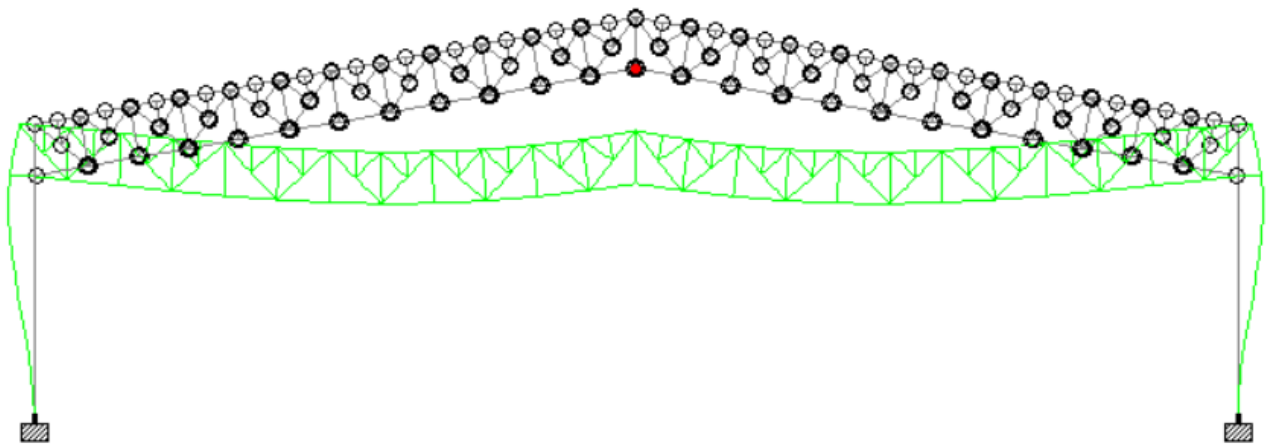


Figura A.3.6. Desplazamiento máximo vertical - Nave de descomposición. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a desplazamientos horizontales, el máximo admisible es $H/150$. Considerando $H=691$ cm, resultan 4,61cm de desplazamiento horizontal máximo. De lo procesado en Staad, la deflexión máxima se da en el nodo derecho del cordón inferior, con un valor de 2,07 cm para la misma combinación mencionada anteriormente (D+Lr). Ver *Figura A.3.7*.

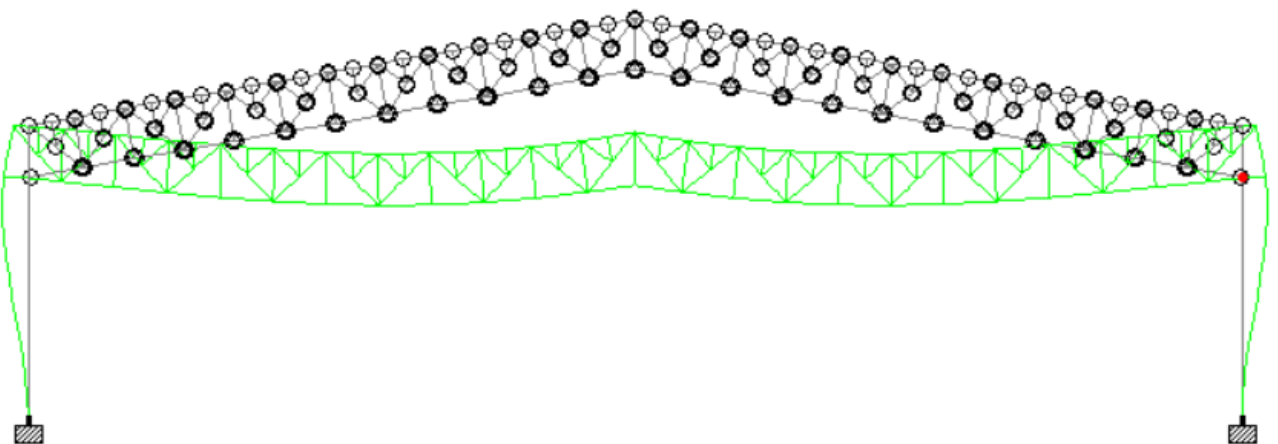


Figura A.3.7. Desplazamiento máximo horizontal - Nave de descomposición. Fuente: Elaboración propia

Galpón de descomposición

Para la nave de separación se tiene un desplazamiento máximo vertical de 5,03cm donde el admisible es $L/150=1250\text{cm}/180=6,94\text{cm}$. Este desplazamiento vertical se da para el nodo central en la combinación Wperpendicular con presión interna. Ver *Figura A.3.8*.

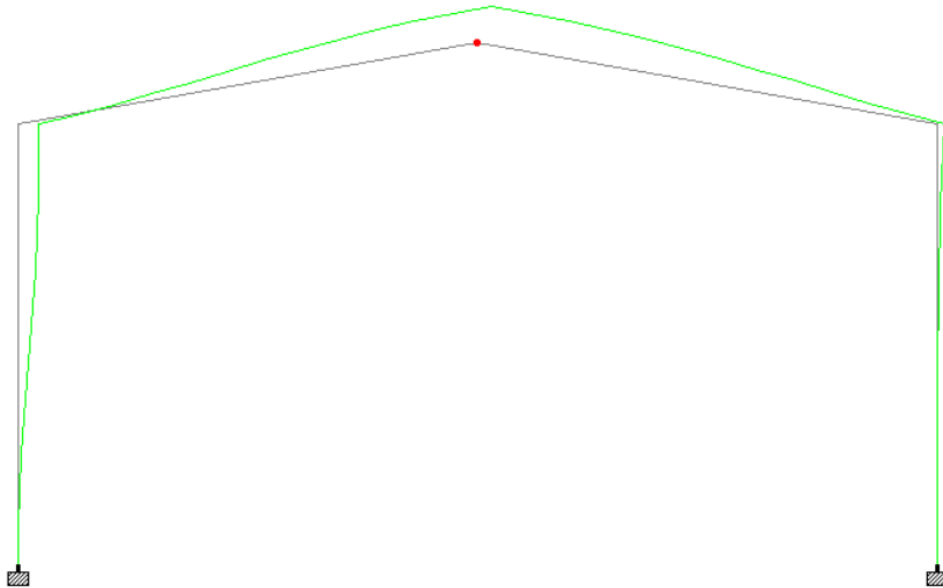


Figura A.3.8. Desplazamiento máximo horizontal- Nave de separación. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a desplazamientos horizontales, el máximo admisible es $H/150$. Considerando $H=600\text{cm}$, resultan 4,00cm de desplazamiento horizontal máximo. De lo procesado en Staad, la deflexión máxima se da en el nodo izquierdo del pórtico, con un valor de 2,84 cm para la misma combinación mencionada anteriormente (Wperpendicular con presión interna). Ver *Figura A.3.9*.

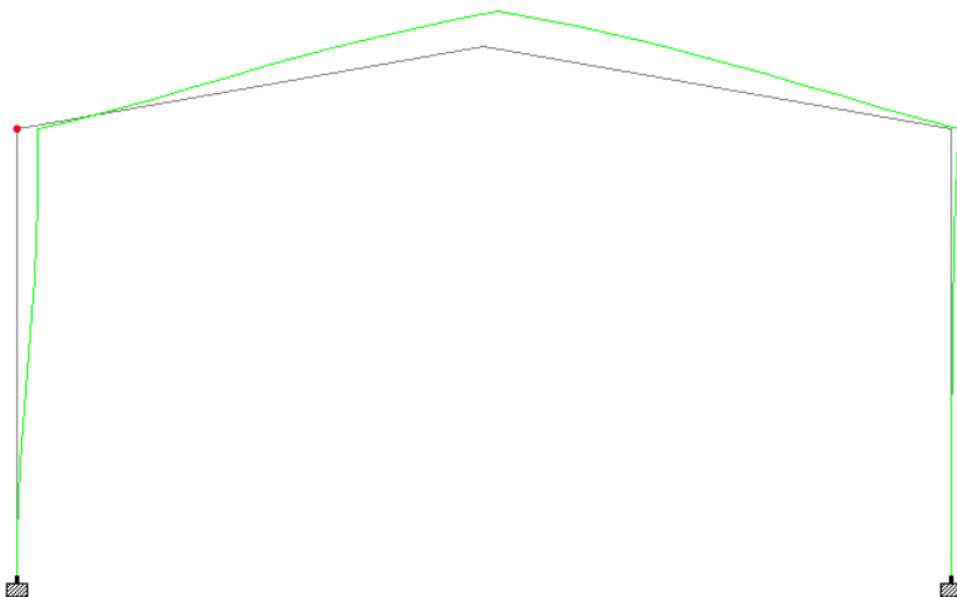


Figura A.3.9. Desplazamiento máximo horizontal- Nave de separación. Fuente: Elaboración propia

Galpón de descomposición - SPRFV - Coeficientes y presiones de diseño

Cargas de Viento	
Ubicación	Rosario
Velocidad del viento	50
Clasificación de cerramientos	
Categoría	II
Factor de importancia	1
Exposición	C
Kz (z=8,91)	0,96
Kz (z=11,94)	1,03
Factor de ráfaga (G)	0,85
Factor de direccionalidad (Kd)	0,85
Factor topográfico (Kzt)	1
Presión dinámica (qz) [kN/m ²]	1,25
Presión dinámica (qh) [kN/m ²]	1,34

Dimensiones del Edificio - Galpon de Descomposición	
Altura del alero (h)	8,91
Altura total del edificio	11,94
Dimensión menor en planta	23,75
Dimensión mayor en planta	35
Ángulo de inclinación de la cubierta	10
Distancia entre pórticos	4,75
Separación falsas columnas en frentis	5,85

Tabla A.3.8. Datos para el cálculo de presión de diseño en SPRFV. Fuente: Elaboración propia.

Presión de diseño para Sistema Principal				
Dirección del viento		Perpendicular a la cumbrera		
Dimensión horizontal en la dirección del viento (L)		35		
Dimensión horizontal normal al viento (B)		23,75		
Relación L/B		1,47		
Relación h/L		0,255		
GCp.int (Edificio parcialmente cerrado) [+/-]		0,55		
Factor de ráfaga		0,85		
Cubierta				
Superficie		Cp	GCp.ext	
Barlovento		-0,7	-0,595	
Sotavento		-0,3	-0,255	
0 a h/2		-	-	
h/2 a h		-	-	
h a 2h		-	-	
> 2h		-	-	
Paredes				
Superficie		Cp	GCp.ext	
Pared a barlovento		0,8	0,68	
Pared a sotavento		-0,3	-0,255	
Paredes laterales		-0,7	-0,595	
Presión de diseño para cubiertas				
		qh. GCp (-)	qh. GCp (+)	
Presión en Barlovento [kN/m]		-0,287	-7,297	
Presión en Sotavento [kN/m]		1,880	-5,130	
Presión en 0 a h/2 [kN/m]		-	-	
Presión en h/2 a h [kN/m]		-	-	
Presión en h a 2h [kN/m]		-	-	
Presión > 2h [kN/m]		-	-	
Presión de diseño para paredes				
Superficie		qh. GCp (-)	qh. GCp (+)	
Presión en Pared a barlovento [kN/m]		7,306	0,772	
Presión en Pared a sotavento [kN/m]		1,880	-5,130	
Presión en Paredes laterales [kN/m]		-0,287	-7,297	

Presión de diseño para Sistema Principal			
Dirección del viento		Paralelo a la cumbrera	
Dimensión horizontal en la dirección del viento (L)		23,75	
Dimensión horizontal normal al viento (B)		35	
Relación L/B		0,68	
Relación h/L		0,375	
GCp.int (Edificio parcialmente cerrado) [+/-]		0,55	
Factor de ráfaga		0,85	
Cubierta			
Superficie		Cp	GCp.ext
Barlovento		-	-
Sotavento		-	-
0 a h/2		-0,9	-0,765
h/2 a h		-0,9	-0,765
h a 2h		-0,5	-0,425
> 2h		-0,3	-0,255
Paredes			
Superficie		Cp	GCp
Pared a barlovento		0,8	0,68
Pared a sotavento		-0,5	-0,425
Paredes laterales		-0,7	-0,595
Presión de diseño para cubiertas			
Superficie		qh. GCp (-)	qh. GCp (+)
Presión en Barlovento [kN/m]		-	-
Presión en Sotavento [kN/m]		-	-
Presión en 0 a h/2 [kN/m]		-1,370	-8,381
Presión en h/2 a h [kN/m]		-1,370	-8,381
Presión en h a 2h [kN/m]		0,797	-6,214
Presión > 2h [kN/m]		1,880	-5,130
Presión de diseño para paredes			
Superficie		qh. GCp (-)	qh. GCp (+)
Presión en Pared a barlovento [kN/m ²]		1,538	0,163
Presión en Pared a sotavento [kN/m ²]		0,168	-1,308
Presión en Paredes laterales [kN/m ²]		-0,060	-1,536

Tabla A.3.9. Cálculo de la presión de diseño para el Sistema principal. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - CyR - Coeficientes y presiones de diseño

Correas	
Frontis	
Luz max (m)	5,84
Ancho influencia max.(m)	1,5
A1=L x S (m2)	8,76
A1=(L^2)/3 (m2)	11,37
A.efectiva (m2)	11,37
Laterales	
Luz (m)	4,75
Separacion (m)	1,5
A1=L x S (m2)	7,13
A1=(L^2)/3 (m2)	7,52
A.efectiva (m2)	7,52
Cubierta	
Luz (m)	4,75
Separacion (m)	1,46
A1=L x S (m2)	6,94
A1=(L^2)/3 (m2)	7,52
A.efectiva (m2)	7,52

Chapas	
Luz (m)	1,10
Paso	0,253
A1=L x S (m2)	0,28
A1=(L^2)/3 (m2)	0,40
A.efectiva (m2)	0,40

Reduccion $\theta \leq 10^\circ$	0,9
qh [kN/m2]	1,34
GCp int	-0,55
	0,55

CÁLCULO DE PRESIONES CyR						
Elemento	Zona	Área efectiva	(+) G . Cp	(-) G . Cp	Pdiseño (+) [kN/m2]	Pdiseño (-) [kN/m2]
CORREAS	Cubierta	7,52	0,20	-0,95	1,01	-2,01
				-1,20		-2,35
				-1,40		-2,62
	Pared Lateral	7,52	0,77	-0,86	1,76	-1,89
				-0,99		-2,07
				-0,81		-1,82
Pared Frontis	11,37	0,80	-0,90	1,81	-1,95	
CHAPAS	Cubierta y Paredes	0,40	0,30	-1,00	1,14	-2,08
				-1,80		-3,15
				-2,80		-4,49
			0,90	-0,99	1,95	-2,07
				-1,26		-2,43

Tabla A.3.11. Cálculo de presión de diseño en CyR. Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.3.10. Datos para el cálculo de presión de diseño en CyR.

Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Cálculo sobrecarga para cubierta

Sobrecargas mínimas para cubiertas (Lr)		
Componentes y Revestimientos		
Separación entre correas (m)	1,46	
Luz correa (m)	4,75	
Area tributaria (m2)	6,94	
R1	1	At<19
θ (°)	10	
F= 0,12 * pendiente cubierta	2,1	
R2	1	F<4
Sobrecarga de techo: Lr=0,96 R1 R2 [kN/m2]	0,96	
Sistema Resistente (Portico)		
Luz del portico (m)	35	
Separacion entre porticos (m)	4,75	
Area tributaria (m2)	166,25	
R1	0,6	At>56
F= 0,12 * pendiente cubierta	2,1	
R2	1	F<4
Sobrecarga de techo: Lr=0,96 R1 R2 [kN/m2]	0,58	

Tabla A.3.12. Cálculo de Sobrecarga para cubierta.

Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Verificación de chapas

DATOS	
Chapa T101 N°22	
Espesor [mm]	0,71
Separación correas de techo [m]	1,46
Separacion correas paredes y frontis (m)	1,5
Ancho total chapa [m]	1,1
Paso de la chapa [m]	0,253
Peso propio de la chapa qD [kN/m2]	0,0607273
Pendiente de la cubierta	17,63
θ (°)	10

Tabla A.3.13. Datos para el cálculo de Sobrecarga en chapas.

Fuente: Elaboración propia.

PRESIONES / SUCCIONES				
Elemento	Zona	Presión Máxima [kn/m2]	Succión Máxima [kn/m2]	
CHAPAS	Cubierta	1	1,14	-2,08
		2		-3,15
		3		-4,49
Paredes	4	1,95	-2,07	
	5		-2,43	

Lr (sin proyectar)
Sobrecarga Mínima [kN/m2]
0,96

Componente Perpendicular a la Chapa	
qD' [kN/m2]	0,000586
qLr' [kN/m2]	0,93

Tabla A.3.14. Cálculo de Sobrecarga en chapas. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Verificación de chapas

CARGAS ADMISIBLES (Según SIDERAR) - CUBIERTA							
Cargas admisibles de presión o sobrecarga gravitatoria:							
Luz [m]	1,40	1,60	1,46		1,5	1,00	
Flexión [kN/m ²]	3,46	2,63	3,21	3,21	3,045	6,85	6,85
Flecha [kN/m ²]	4,85	3,23	4,36	4,04	3,045	13,42	6,85
Cargas admisibles de succión:							
Luz [m]	1,40	1,60	1,46		1,5	1,00	
Flexión [kN/m ²]	-3,21	-2,47	-2,99	-2,99	-2,84	-6,23	-6,23
Flecha [kN/m ²]	-5,45	-3,67	-4,91	-4,56	-2,84	-14,83	-6,23

Tabla A.3.15. Cargas admisibles en cubierta. Fuente: Elaboración propia.

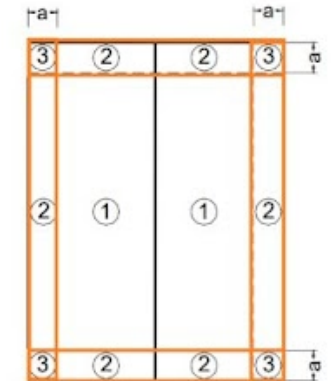
VERIFICACIÓN DE CHAPAS (Separación 1,46 m)									
SECTOR	ZONA	COMB. SERV. PRESIÓN (kn/m ²)			VERIFICACIÓN	COMB. SERV. SUCCIÓN (kn/m ²)		VERIFICACIÓN FLEXIÓN	
Cubierta	1	q (1,2 y3)	qD' + qWp	1,14	VERIFICA	q (1,2 y3)	q1 = qD' + qW	-2,08	VERIFICA
	2		qD' + qLr'	0,93	VERIFICA			-3,15	NO VERIFICA
	3		qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,45	VERIFICA			-4,49	NO VERIFICA
Paredes	4	q (4,5)	qW	1,95	VERIFICA	q4	q1 = qW	-2,07	VERIFICA
	5							q5	q1 = qW

Tabla A.3.16. Verificación de chapas en cubierta con separación de correas de 1,46m. Fuente: Elaboración propia.

Se verifican separación mínima según tabla de 1m en zonas 2 y 3 colocando rompeteramos en los porticos para evitar flexión en los cordones del reticulado
Como la separación entre correas es 74cm. Al verificar para separación de 1m, la separación mínima estará en buenas condiciones

VERIFICACIÓN DE CHAPAS (Separación 1,00 m)									
SECTOR	ZONA	COMB. SERV. PRESIÓN			VERIFICACIÓN	COMB. SERV. SUCCIÓN		VERIFICACIÓN FLEXIÓN	
Cubierta	2	q (1,2 y3)	qD' + qWp	1,14	VERIFICA	q (1,2 y3)	q1 = qD' + qW	-3,15	VERIFICA
	3		qD' + qLr'	0,93	VERIFICA			-4,49	VERIFICA
			qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,45	VERIFICA				

Tabla A.3.17. Verificación de chapas en cubierta con separación de correas de 1,00m. Fuente: Elaboración propia.



a (m)	0,1*L	2,375
	0,4*h	3,564
	min(0,1L ; 0,4h)	2,375
	0,04L	0,95
	1m	1

Tabla A.3.18. Cálculo del ancho a.

Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Cálculo de correas

CORREAS DE PARED LATERAL		
PERFIL PROPUESTO		
Perfil C-260-100-30-4,75		
ht [mm]	260	
bt [mm]	100	
dt [mm]	30	
t=ri [mm]	4,75	
Ag [cm ²]	23,22	
Peso correa	0,182	kn/m
Ix [cm ⁴]	2377,85	
Iy [cm ⁴]	300,94	
Sx [cm ³]	182,91	
CORREAS - Laterales (Zona 4 y 5)		
Luz	4,75	m
Separación	1,50	m
θ (°)	10	grados

Tabla A.3.18. Datos correas laterales. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS FRONTIS		
PERFIL PROPUESTO		
Perfil C-260-100-30-4,75		
ht [mm]	260	
bt [mm]	100	
dt [mm]	30	
t=ri [mm]	4,75	
Ag [cm ²]	23,22	
Peso correa	0,182	
Ix [cm ⁴]	2377,85	
Iy [cm ⁴]	300,94	
Sx [cm ³]	182,91	
CORREAS - Frontis (Zona 4 y 5)		
Luz max	5,84	m
Separación	1,50	m
θ (°)	10	grados

Tabla A.3.19. Datos correas de frontis. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS DE CUBIERTA		
PERFIL PROPUESTO		
Perfil C-260-100-30-4,75		
ht [mm]	260	
bt [mm]	100	
dt [mm]	30	
t=ri [mm]	4,75	
Ag [cm ²]	23,22	
Peso correa	0,182	
Ix [cm ⁴]	2377,85	
Iy [cm ⁴]	300,94	
Sx [cm ³]	182,91	
CORREAS - Cubierta (Zona 1 2 y 3)		
Luz	4,75	m
Separación Z1	1,46	m
Separación Z2 y Z3	0,73	m
θ (°)	10	grados

Tabla A.3.20. Datos correas de cubierta. Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL Y PARAMETROS		
Acero F-24		
Fy	21,50	kN/cm ²
Fu	37,00	kN/cm ²
E	21000	kN/cm ²
Densidad acero	78,50	kN/m ³

Tabla A.3.21. Material y parámetros. Fuente: Elaboración propia.

Cargas			
Permanente D	Chapa	0,0008791	kN/m
	Ppio Correa	0,002	kN/m
	qD total	0,00264	kN/m
Sobrecarga Lr	1,40		kN/m
Flecha			
fadm (Carga de Viento) - Luz/180	2,64		cm
fadm (D+Lr) - Luz/150	3,17		cm

Tabla A.3.22. Cargas y flechas admisibles. Fuente: Elaboración propia.

CARGAS DE VIENTO						
ELEMENTO	ZONA	MAX. PRESION		MAX. SUCCION		
		[kn/m ²]	[kn/m]	[kN/m ²]	[kN/m]	
CORREAS	Cubierta	1		1,47	-2,01	-2,94
		2	1,01		-2,35	-1,71
		3		0,73	-2,62	-1,91
	Paredes Laterales	4		1,76	-1,89	-2,83
		5		2,65	-2,07	-3,10
	Paredes Frontis	4		1,81	-1,82	-2,74
		5		2,72	-1,95	-2,92

Tabla A.3.23. Cargas de viento sobre correas. Fuente: Elaboración propia.

Zona 1	Servicio	Presion	D+Lr	1,40	kN/m => f	0,19	cm	OK
			D+Wp	1,47	kN/m => f	0,20	cm	OK
			D + 0.7 (Wp+ Lr)	2,01	kN/m => f	0,27	cm	OK
	Última	Succion	D+Wn	-2,94	kN/m => f	0,39	cm	OK
			Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	2,91	kn/m		
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	3,41	kn/m		
				Max (q1,q2)	3,41	kn/m		
Succión	0.9D+1.5Wn	-4,41	kn/m					
Zona 2	Servicio	Presion	D+Lr	1,40	kN/m => f	0,19	cm	OK
			D+Wp	0,74	kN/m => f	0,10	cm	OK
			D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,49	kN/m => f	0,20	cm	OK
	Última	Succion	D+Wn	-1,71	kN/m => f	0,23	cm	OK
			Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	1,80	kn/m		
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,83	kn/m		
				Max (q1,q2)	2,83	kn/m		
Succión	0.9D+1.5Wn	-2,57	kn/m					
Zona 3	Servicio	Presion	D+Lr	1,40	kN/m => f	0,19	cm	OK
			D+Wp	0,74	kN/m => f	0,10	cm	OK
			D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,49	kN/m => f	0,20	cm	OK
	Última	Succion	D+Wn	-1,91	kN/m => f	0,25	cm	OK
			Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	1,80	kn/m		
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,83	kn/m		
				Max (q1,q2)	2,83	kn/m		
Succión	0.9D+1.5Wn	-2,86	kn/m					
Zona 4	Servicio	Presion	D+Lr	-	-	-	-	-
			D+Wp	2,65	kN/m => f	0,35	cm	OK
			D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,85	kN/m => f	0,25	cm	OK
	Última	Succion	D+Wn	-2,83	kN/m => f	0,38	cm	OK
			Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,97	kn/m		
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,12	kn/m		
				Max (q1,q2)	3,97	kn/m		
Succión	0.9D+1.5Wn	-4,24	kn/m					
Zona 5	Servicio	Presion	D+Lr	-	-	-	-	-
			D+Wp	2,65	kN/m => f	0,35	cm	OK
			D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,85	kN/m => f	0,25	cm	OK
	Última	Succion	D+Wn	-3,10	kN/m => f	0,41	cm	OK
			Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,97	kn/m		
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,12	kn/m		
				Max (q1,q2)	3,97	kn/m		
Succión	0.9D+1.5Wn	-4,65	kn/m					

Tabla A.3.24. Verificación de las zonas en servicio y en estado último. Fuente: Elaboración propia.

Cubierta							
Mu Zona 1		Mu Zona 2		Mu Zona 3		Determinante	
Mu+ [kNm]	9,63	Mu+ [kNm]	7,97	Mu+ [kNm]	7,97	Mu- det (kn/m)	9,63
Mu- [kNm]	-12,42	Mu- [kNm]	-7,24	Mu- [kNm]	-8,07	Mu+ det (kn/m)	12,42

cb	1,29
Lb [m]	4,75
Fe [kN/cm ²]	120,15
2,78Fy [kN/cm ²]	59,77
0,56Fy	12,04
Fc [kN/cm ²]	21,50
R (216 < d < 292mm)	0,4

Arriestrado en el chapeado (1)			Chapeado en succión (2)		
Md= ϕ S Fy			Md= R Md+		
Md+	35,39	kNm	Md-	14,16	kNm
Verificación			Verificación		
Mu+/Md+	0,27	OK	Mu-/Md-	0,88	OK

Tabla A.3.25. Verificación de las correas de cubierta. Fuente: Elaboración propia.

Paredes Laterales					
Mu Zona 4		Mu Zona 5		Determinante	
Mu+ [kNm]	11,20	Mu+ [kNm]	11,20	Mu- det (kn/m)	11,20
Mu- [kNm]	-11,96	Mu- [kNm]	-13,11	Mu+ det (kn/m)	13,11

Zona 4	
cb	1,29
Lb [m]	4,75
Fe [kN/cm ²]	120,15
2,78Fy [kN/cm ²]	59,77
0,56Fy	12,04
Fc [kN/cm ²]	21,50
R (216 < d < 292mm)	0,4

Zona 5	
cb	1,29
Lb [m]	2,38
Fe [kN/cm ²]	240,31
2,78Fy [kN/cm ²]	59,77
0,56Fy	12,04
Fc [kN/cm ²]	21,50
R (216 < d < 292mm)	0,4

Arriestrado en el chapeado (1)			Chapeado en succión (2)			Arriestrado al medio (3) - Zona 5		
Md= ϕ S Fy			Md= R Md+			Md= ϕ S Fc		
Md+	35,39	kNm	Md-	14,16	kNm	Md-	35,39	kNm
Verificación			Verificación			Verificación		
Mu+/Md+	0,32	OK	Mu-/Md-	0,84	OK	Mu-/Md-	0,37	OK

Tabla A.3.26. Verificación de las correas laterales. Fuente: Elaboración propia.

Paredes Frontis			
Mu Zona 4		Mu Zona 5	
Mu+ [kNm]	16,92	Mu+ [kNm]	16,92
Mu- [kNm]	-18,08	Mu- [kNm]	-19,82

cb	1,29
Lb [m]	2,92
Fe [kN/cm ²]	195,45
2,78Fy [kN/cm ²]	59,77
0,56Fy	12,04
Fc [kN/cm ²]	21,50
R (216 < d < 292mm)	0,4

Arriestrado en el chapeado (1)			Chapeado en succión (2)			Arriestrado al medio (3)		
Md= ϕ S Fy			Md= R Md+			Md= ϕ S Fc		
Md+	35,39	kNm	Md-	14,16	kNm	Md-	35,39	kNm
Verificación			Verificación			Verificación		
Mu+/Md+	0,48	OK	Mu-/Md-	1,40	NC	Mu-/Md-	0,56	OK

Tabla A.3.27. Verificación de las correas de frontis. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Frontis - Cálculo falsa columna

PROPIEDADES GENERALES	
L [m]	2,97
Separacion porticos [m]	4,75
Long de infl. cubierta [m]	2,38
Ancho de infl. cubierta [m]	5,84
Long de infl. frente [m]	5,84
Ancho de infl. frente [m]	2,97

Tabla A.3.28. Propiedades generales. Fuente: Elaboración propia.

ESTADOS DE CARGA ULTIMOS
E1=1,2D+1,6Lr+0,8W (presión interna)
E2=1,2D+1,6Lr+0,8W (succión interna)
E3=1,2D+1,6Lr
E4=0,9D +1,5W (presión interna)
E5=0,9D +1,5W (succión interna)
E6=1,2D +1,5W +0,5Lr (presión interna)
E7=1,2D +1,5W + 0,5Lr (succión interna)

CARGAS ULTIMAS - VERTICALES	
Combinacion	kN
qu1	62,48
qu2	-51,37
qu3	41,62
qu4	54,83
qu5	-158,64
qu6	66,53
qu7	-146,94

ESTADOS DE SERVICIO		
Combinacion		kN/m
D+Lr	qs1	-
D+Wp	qs2	8,98
D + 0.7 (Wp+ Lr)	qs3	6,29
D+Wn	qs4	0,95
Flecha máx : L/160 [cm]	1,9	MINIMO un W
Inercia mínima [cm ⁴]	25	...

Tabla A.3.29. Estados últimos y estados de servicio. Fuente: Elaboración propia.

CARGAS ULTIMAS - HORIZONTALES (D=0 Lr=0)			
Combinacion	kN/m	Reaccion Rh (kN)	Momento Mh (kNm)
qu1	7,19	10,67	15,85
qu2	0,76	1,13	2,68
qu3	-	-	-
qu4=qu6	13,47	20,01	58,43
qu5=qu7	1,42	2,11	6,18

Tabla A.3.30. Cargas horizontales últimas. Fuente: Elaboración propia.

ESFUERZOS ULTIMOS MAXIMOS	
Compresion (kN)	66,53
Traccion (kN)	158,64
Momento (kNm)	58,43

Tabla A.3.31. Esfuerzos máximos últimos. Fuente: Elaboración propia.

PROPIEDADES			
PERFIL ADOPTADO			
h [mm]	160,00	W 150x150x24	
tw [mm]	6,60		
bf/2t	4,98		
hw/tw	18,30		
Area [cm ²]	30,58		
Ix [cm ⁴]	1336,00		
Sx [cm ³]	167,00		
rx [cm]	6,6		
Zx [cm ³]	192,00		
Iy [cm ⁴]	184,00		
ry [cm]	2,45		
J [cm ⁴]	9,16		
Lp [cm]	126,00		Carga Alma
Lr [cm]	600,00		

DIMENSIONAMIENTO		
Pandeo Local		
Verificación ala		
λ_p	9	Tabla B.5.1 Caso 1
bf/2tf	4,98	VERIFICA
Verificación alma		
$P_u/\phi P_y$	0,007	
λ_p	89	Tabla B.5.1 Caso 13
hw/tw	18,30	VERIFICA
Pandeo Global		
Pandeo Eje X		
kx	1	VERIFICA
Lx	297	
λ_x	45,0	
Pandeo Eje Y		
ky	1	VERIFICA
Ly	297	
λ_y	121,2	
Compresión		
λ_c	1,32	VERIFICA
Fcr [kN/cm ²]	16,59	
ϕ	0,85	
Pd [kN]	431	
P_u/P_d	0,15	

Propiedades del material	
Acero F-36	
Fy [Mpa]	345
E [Mpa]	210000
γ [KN/m ³]	78,5
G [Mpa]	77200

Tracción		VERIFICA
Tn [kN]	1055,0	
ϕ	0,9	
Td [kN]	949,5	
Tu/Td	0,08	
Flexión		VERIFICA
Plastificación		
Mp [kNm]	66,2	
My [kNm]	576,2	
1,5 My [kNm]	864,2	
Mp [kNm]	66,24	
Pandeo lateral torsional		
Cb	1,29	
Lb [cm]	102	
Lp [cm]	126	
Lr [cm]	600	
$L_b < L_r$		
FL [kN/cm ²]	34,50	
Mr [kNm]	57,6	
Flexión		
Mn [kNm]	86,0	
ϕ	0,9	
Md [kNm]	77,41	
Mu/Md	0,75	

Tabla A.3.32.1. Dimensionamiento de la falsa columna. Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.3.32. Dimensionamiento de la falsa columna. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Frontis - Cálculo viga dintel

PROPIEDADES GENERALES	
L [m]	17,50
Long de infl. frente [m]	17,50
Ancho de infl. frente [m]	3,00

ESTADOS DE CARGA ULTIMOS	
E1=1,2D+1,6Lr+0,8W (presión interna)	
E2=1,2D+1,6Lr+0,8W (succión interna)	
E3=1,2D+1,6Lr	
E4=0,9D +1,5W (presión interna)	
E5=0,9D +1,5W (succión interna)	
E6=1,2D +1,5W +0,5Lr (presión interna)	
E7=1,2D +1,5W + 0,5Lr (succión interna)	

ESTADOS DE SERVICIO		
Flecha máx : L/160 [cm]	10,94	VERIFICA
Flecha Staad (cm)	1,70	

CARGAS ULTIMAS - VERTICALES				
Combinacion	viga d(kN)	Porton(kN/m)		
qu1=qu2=qu3	55,81	1,2		
qu4=qu5	41,86			
qu6=qu7	55,81			

CARGAS ULTIMAS - HORIZONTALES				
Combinacion	kN/m	Rh col. falsa LARGA (kN)	Rh col. falsa CORTA (kN)	Carga en nodo (ELU)
qu1	3,69	10,67	10,67	7,16
qu2	0,39	1,13	1,13	0,76
qu3	-	-	-	-
qu4=qu6	6,92	20,01	20,01	13,43
qu5=qu7	0,73	2,11	2,11	1,42

Tabla A.3.34. Carga últimas verticales y horizontales. Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.3.33. Propiedades generales y estados de carga en servicio y últimos. Fuente: Elaboración propia.

Cordón superior e inferior - Cargas horizontales

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	-
Pu [kN]	194
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	194
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	-
Tu [kN]	395
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	194

Tabla A.3.35. Solicitaciones determinantes. Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del material	
Acero F-36	
Fy [Mpa]	345
E [Mpa]	210000
γ [KN/m³]	78,5
G [Mpa]	77200

Tabla A.3.36. Propiedades del material. Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del perfil individual		
PERFIL ADOPTADO		
Ag (m2)	58,90	W 200x200x46,1
b [cm]	20,30	
t [cm]	1,10	
Ix[cm4]	4579,00	
Iy [cm4]	1544,00	
rx (cm)	8,81	
ry (cm)	5,13	
ABOLLAMIENTO LOCAL		
λ	9,19	
λr	13,82	
No hay pandeo local		

Tabla A.3.37. Dimensionamiento del cordón superior e inferior. Fuente: Elaboración propia.

PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	194	
Pandeo global x		
Kx	1,00	
Lx	584,00	cm
λ_x	66,29	
Pandeo global y		
Ky	1,00	
Ly	194,00	cm
λ_y	37,82	
λ_{det}	66,29	
λ_c	0,72	
Fcr	27,72	kN/cm ²
ϕ_c	0,85	
Pn= Fcr*Ag	1632,46	kN
Pd= ϕ_c *Pn	1387,59	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.37.1. Dimensionamiento del cordón superior e inferior. Fuente: Elaboración propia.

Cordón inferior - Cargas verticales

L (m)	5,84
SOLICITACIONES	
Flexion	
Mu (kNm)	9,72
Reacciones Carga D - SERVICIO	
Rextremos (kN)	8,35
Rinternos (kN)	13,36
Reacciones Carga 1,2D - ULTIMAS	
Rextremos (kN)	10,02
Rinternos (kN)	16,03

Tabla A.3.38. Solicitaciones cordón inferior. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	395	
Fluencia		
Ag [cm ²]	58,90	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	23,50	
Rn	1384,15	
ϕ	0,90	
Rd	1245,74	
Rotura		
Ag [cm ²]	58,90	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	44,18	
Fu [kN/cm ²]	37,00	
Rn	1634,48	
ϕ	0,75	
Rd	1225,86	

Tabla A.3.37.2. Dimensionamiento del cordón superior e inferior. Fuente: Elaboración propia.

Flexión		VERIFICA
Plastificación		
Mp [kNm]	11,7	
My [kNm]	10,6	
1,5 My [kNm]	15,9	
Mp [kNm]	11,70	
Pandeo lateral torsional		
Cb	1,29	
Lb [cm]	584	
Lp [cm]	264	
Lr [cm]	1043	
Lb < Lr		
X1 [Mpa]	-	
FL (kN/cm ²)	23,5	
Mr [kNm]	10,6	
Flexión		
Mn (kNm)	14,5	
ϕ	0,9	
Md (kNm)	13,06	
Mu/Md	0,74	

Tabla A.3.39. Dimensionamiento del inferior. Fuente: Elaboración propia.

Diagonales - Cargas horizontales

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	20
Pu [kN]	68
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	140
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	20
Tu [kN]	58
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	140

Tabla A.3.40. Solicitaciones cordón inferior.
 Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del perfil individual		
PERFIL ADOPTADO		
Ag (m)	7,87	L 64X64X6,4
b [cm]	6,35	
t [cm]	0,64	
Iz [cm ⁴]	47,37	
Iv [cm ⁴]	11,49	
ex=ey [cm]	1,80	
rx=ry [cm]	1,93	
rz	2,45	
rv	1,21	

Tabla A.3.41. Propiedades individuales. Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del material	
Acero F-24	
Fy [Mpa]	235
E [Mpa]	210000
γ [KN/m ³]	78,5
G [Mpa]	77200

ABOLLAMIENTO LOCAL	
λ	9,92
λr	11,10
No hay pandeo local	

Tabla A.3.42. Propiedades del material y abollamiento.
 Fuente: Elaboración propia.

PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	68	
Pandeo global Z		
Kx	1,00	
Lx	140,00	cm
λx	57,14	
Pandeo global V		
Ky	1,00	
Ly	140,00	cm
λy	115,70	
RESISTENCIA A COMPRESION		
λdet	115,70	
λc	1,26	
Fcr	12,06	kN/cm ²
φc	0,85	
Pn= Fcr*Ag	94,92	kN
Pd= φc*Pn	80,68	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.43. Verificación a pandeo global y compresión. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	58	
Fluencia		
Ag [cm ²]	7,87	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	23,50	
Rn	184,95	
φ	0,90	
Rd	166,45	
Rotura		
Ag [cm ²]	7,87	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	5,90	
Fu [kN/cm ²]	37,00	
Rn	218,39	
φ	0,75	
Rd	163,79	

Tabla A.3.44. Verificación a tracción. Fuente: Elaboración propia.

Montantes internos - Cargas horizontales

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	79
Pu [kN]	10
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	100
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	81
Tu [kN]	97
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	100

Tabla A.3.45. Solicitaciones.
 Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del perfil individual		
PERFIL ADOPTADO		
Área un perfil Ag [cm ²]	13,57	L 89X89X7,9
b [cm]	8,89	
t [cm]	0,79	
Iz [cm ⁴]	160,47	
Iv [cm ⁴]	38,85	
ex=ey [cm]	2,47	
rx=ry [cm]	2,71	
rz	3,44	
rv	1,69	

Tabla A.3.46. Propiedades individuales. Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del material	
Acero F-24	
Fy [Mpa]	235
E [Mpa]	210000
γ [KN/m ³]	78,5
G [Mpa]	77200
ABOLLAMIENTO LOCAL	
λ	11,25
λr	13,45
No hay pandeo local	

Tabla A.3.47. Propiedades del material y abollamiento..
 Fuente: Elaboración propia.

PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	10	
Pandeo global x		
Kz	1,00	
Lz	100,00	cm
λz	29,07	
Pandeo global y		
Kv	1,00	
Lv	100,00	cm
λv	59,17	
RESISTENCIA A COMPRESION		
λdet	59,17	
λc	0,65	
Fcr	19,74	kN/cm ²
φc	0,85	
Pn= Fcr*Ag	267,84	kN
Pd= φc*Pn	227,67	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.48. Verificación a pandeo global y compresión. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	97	
Fluencia		
Ag [cm ²]	15,00	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	23,50	
Rn	352,50	
φ	0,90	
Rd	317,25	
Rotura		
Ag [cm ²]	15,00	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	11,25	
Fu [kN/cm ²]	37,00	
Rn	416,25	
φ	0,75	
Rd	312,19	

Tabla A.3.49. Verificación a tracción. Fuente: Elaboración propia.

Montantes de borde - Cargas horizontales

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	1/2
Pu [kN]	92
Combinación	ELU 5
Longitud [cm]	100
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	81
Tu [kN]	63,94
Combinación	ELU 6
Longitud [cm]	100

Tabla A.3.50. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del perfil individual	
PERFIL ADOPTADO	
Área un perfil Ag [cm ²]	17,29
b [cm]	10,00
t [cm]	0,54
Ix [cm ⁴]	683,00
Iy [cm ⁴]	91,20
ry [cm]	2,30
rx [cm]	6,27

W
150x100x13,5

Propiedades del material	
Acero F-36	
Fy [Mpa]	345
E [Mpa]	210000
γ [KN/m ³]	78,5
G [Mpa]	77200

Tabla A.3.51. Propiedades. Fuente: Elaboración propia.

ABOLLAMIENTO LOCAL	
λ	9,26
λr	13,82
No hay pandeo local	

PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	92	
Pandeo global x		
Kx	1,00	
Lx	100,00	cm
λx	15,95	
Pandeo global y		
Ky	1,00	
Ly	100,00	cm
λy	43,48	

RESISTENCIA A COMPRESION		
λdet	43,48	
λc	0,47	
Fcr	31,40	kN/cm ²
φc	0,85	
Pn= Fcr*Ag	542,88	kN
Pd= φc*Pn	461,45	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.52. Verificación a pandeo global y compresión.
 Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	64	
Fluencia		
Ag [cm ²]	17,29	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	23,50	
Rn	406,32	
φ	0,90	
Rd	365,68	
Rotura		
Ag [cm ²]	17,29	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	12,97	
Fu [kN/cm ²]	37,00	
Rn	479,80	
φ	0,75	
Rd	359,85	

Tabla A.3.53. Verificación a tracción.
 Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Frontis - Cálculo columna central de frontis

PROPIEDADES GENERALES	
L [m]	10
Separación de porticos	4,75
Long de infl. cubierta [m]	2,38
Ancho de infl. cubierta [m]	5,84
Long de infl. frente [m]	10,00
Ancho de infl. frente [m]	5,84
Distancia de la viga dintel a apoyo superior (m)	4,00

Propiedades del material	
Acero F-36	
Fy [Mpa]	345
E [Mpa]	210000
γ [KN/m ³]	78,5
G [Mpa]	77200

Propiedades del Material		W 360x44,6
PERFIL ADOPTADO		
h [mm]	352,00	
hw [mm]	332,00	
tf [mm]	9,80	
b (mm)	171,00	
tw (mm)	6,90	
bf/2tf	8,72	
hw/tw	48,12	
h/tw	51,01	
Area [cm ²]	57,70	
Aw [cm ²]	22,91	
Ix [cm ⁴]	12258,00	
Sx [cm ³]	696,50	
rx [cm]	14,58	
Zx [cm ³]	784,30	
Iy [cm ⁴]	818,00	
Sy [cm ³]	95,70	
ry [cm]	3,77	
Zy [cm ³]	148,00	
J [cm ⁴]	16,70	
Lp [cm]	159,00	Carga alma
Lr [cm]	418,00	

Tabla A.3.54. Propiedades. Fuente: Elaboración propia.

ESTADOS DE CARGA ULTIMOS	
E1=1,2D+1,6Lr+0,8W (presión interna)	
E2=1,2D+1,6Lr+0,8W (succión interna)	
E3=1,2D+1,6Lr	
E4=0,9D +1,5W (presión interna)	
E5=0,9D +1,5W (succión interna)	
E6=1,2D +1,5W +0,5Lr (presión interna)	
E7=1,2D +1,5W + 0,5Lr (succión interna)	

ESTADOS DE SERVICIO	
Flecha máx : L/160 [cm]	6,3
Inercia mínima [cm ⁴]	14036

ESFUERZOS ULTIMOS MAXIMOS	
Compresión [KN]	55,73
Corte [KN]	66,29
Momento [KNm]	157,37

Tabla A.3.55. Estados últimos y de servicio. Fuente: Elaboración propia.

REACCIONES	
Combinación 1: 1,2D+1,6Lr+0,8W (presión interna)	
R verticales [kN]	55,00
R longitudinal superior [kN]	39,44
M Max horizontal [kNm]	59,34
Combinación 2: 1,2D+1,6Lr+0,8W (succión interna)	
R verticales [kN]	39,73
R longitudinal superior [kN]	3,74
M Max horizontal [kNm]	8,87
Combinación 3: 1,2D+1,6Lr	
R verticales [kN]	37,93
R longitudinal superior [kN]	-
M Max horizontal [kNm]	-
Combinación 4: 0,9D+1,5W (presión interna)	
R verticales [kN]	47,46
R longitudinal superior [kN]	66,29
M Max horizontal [kNm]	157,37
Combinación 5: 0,9D+1,5W (succión interna)	
R verticales [kN]	18,84
R longitudinal superior [kN]	7,00
M Max horizontal [kNm]	16,59
Combinación 6: 1,2D+1,5W + f1Lr (presión interna)	
R verticales [kN]	55,73
R longitudinal superior [kN]	66,29
M Max horizontal [kNm]	157,37
Combinación 7: 1,2D+1,5W + f1Lr (succión interna)	
R verticales [kN]	27,11
R longitudinal superior [kN]	7,00
M Max horizontal [kNm]	16,59

Tabla A.3.56. Reacciones. Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONAMIENTO			
Pandeo Local			
Verificación ala			
λ_p	9,15	Tabla B.5.1 Caso 1	
$b_f/2t_f$	8,72	VERIFICA	
Verificación alma			
λ_p	90,53	Tabla B.5.1 Caso 9	
h_w/t_w	48,12	VERIFICA	
Pandeo global			
k_x	1	VERIFICA	
L_x	1000		
λ_x	68,6		
k_y	1	VERIFICA	
L_y	600		
λ_y	159,2		
λ_c	1,74	VERIFICA	
f_{cr} [kN/cm ²]	10,03		
ϕ	0,85		
P_d [kN]	492		
P_u/P_d	0,113		
Flexión			
Plastificación			
M_p [kNm]	270,6	VERIFICA	
M_y [kNm]	240,3		
$1,5 M_y$ [kNm]	360,4		
M_p [kNm]	270,58		
Pandeo lateral torsional tramo superior			
C_b	1,29		
L_b [cm]	204		
L_p [cm]	159		
L_r [cm]	418		
$L_p < L_b < L_r$			
X_1 [Mpa]	14617,0		
M_{cr} [kNm]	310,7		
M_{pl} inf [kNm]	288,84		
Flexión			
M_n [kNm]	270,6		
ϕ	0,9		
M_d [kNm]	243,5		
M_u/M_d	0,65		

Tabla A.3.57. Dimensionamiento columna central.
Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACION A CORTE		
V_{max} [Kn]	66,29	VERIFICA
$A_w = d \cdot t_w$	22,91	
h_w/t_w	48,12	
$h_w/t_w < 260$		
$1,10 \cdot (k_v \cdot E / F_y)^{0,5}$	59,22	
Límite 1 > h_w/t_w		
V_n [KN]	474,2	
ϕ	0,9	
V_d [kN]	426,8	
VERIFICACIÓN COMBINADA		
Combinación 1		
P_u1 [kN]	55	VERIFICA
ϕP_n [kN]	492	
$P_u1/\phi P_n$	0,112	
M_u1 [kNm]	59,34	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u1/\phi M_n$	0,24	
Verificación combinada 1	0,30	
Combinación 2		
P_u2 [kN]	39,73	VERIFICA
ϕP_n2 [kN]	492	
$P_u2/\phi P_n$	0,081	
M_u2 [kNm]	8,87	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u2/\phi M_n$	0,04	
Verificación combinada 2	0,08	
Combinación 3		
P_u3 [kN]	37,93	VERIFICA
ϕP_n3 [kN]	492	
$P_u3/\phi P_n$	0,077	
M_u3 [kNm]	0,00	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u3/\phi M_n$	0,00	
Verificación combinada 3	0,04	

Tabla A.3.57.1. Dimensionamiento columna central.
Fuente: Elaboración propia.

Combinación 4		
P_u4 [kN]	47,46	VERIFICA
ϕP_n [kN]	492	
$P_u4/\phi P_n$	0,096	
M_u4 [kNm]	157,37	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u4/\phi M_n$	0,65	
Verificación combinada 4	0,69	
Combinación 5		
P_u5 [kN]	18,84	VERIFICA
ϕP_n [kN]	492	
$P_u5/\phi P_n$	0,038	
M_u5 [kNm]	16,59	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u5/\phi M_n$	0,07	
Verificación combinada 5	0,09	
Combinación 6		
P_u6 [kN]	55,73	VERIFICA
ϕP_n [kN]	492	
$P_u6/\phi P_n$	0,113	
M_u6 [kNm]	157,37	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u6/\phi M_n$	0,65	
Verificación combinada 6	0,70	
Combinación 7		
P_u7 [kN]	27,11	VERIFICA
ϕP_n [kN]	492	
$P_u7/\phi P_n$	0,055	
M_u7 [kNm]	16,59	
ϕM_n [kNm]	243,5	
$M_u7/\phi M_n$	0,07	
Verificación combinada 7	0,10	

Tabla A.3.57.2. Dimensionamiento columna central.
Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Pórtico típico - Cálculo de elementos

Deformaciones				
Vertical				Verificacion
Def adm (cm)	Flecha total (cm)	L/150	23,33	
	Flecha por sobrecarga util (cm)	L/180	19,44	
Staad	Flecha total (cm)	Combinacion 40 (Nodo 6)	9,95	VERIFICA
	Flecha por sobrecarga util (cm)	Combinacion 4 (Nodo 6)	6,65	VERIFICA
Horizontal				Verificacion
Def adm (cm)	Flecha total (cm)	H/150	4,61	
	Viento	H/160	4,32	
Staad	Flecha total (cm)	Combinacion 40 (Nodo 7)	2,07	VERIFICA
	Flecha por sobrecarga util (cm)	Combinacion 6 (Nodo 5)	1,46	VERIFICA

Tabla A.3.58. Deformaciones del galpón de descomposición. Fuente: Elaboración propia.

Cordón superior

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	137
Pu [kN]	532
Combinación	15
Longitud [cm]	74
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	195
Tu [kN]	525
Combinación	34
Longitud [cm]	74

Tabla A.3.59. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

ABOLLAMIENTO LOCAL	
Elementos rigidizados	
λ	36,07
λ_r	36,76
No hay pandeo local	
Elementos no rigidizados	
λ	6,07
λ_r	13,82
No hay pandeo local	

Tabla A.3.61. Abollamiento local. Fuente: Elaboración propia.

PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	532	
Pandeo global x		
Kx	1,00	
Lx	74,00	cm
λ_x	7,17	
Pandeo global y		
Ky	1,00	
Ly	148,00	cm
λ_y	69,23	
λ_{det}	69,23	
λ_c	0,89	
Fcr	24,70	kN/cm ²
ϕ_c	0,85	
Pn= Fcr*Ag	805,16	kN
Pd= ϕ_c *Pn	684,39	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.62. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	525	
Fluencia		
Ag [cm ²]	32,60	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	34,50	
Rn	1124,70	
ϕ	0,90	
Rd	1012,23	
Rotura		
Ag [cm ²]	32,60	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	24,45	
Fu [kN/cm ²]	52,00	
Rn	1271,40	
ϕ	0,75	
Rd	953,55	

Tabla A.3.62.1. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

CORDON SUPERIOR	
PERFIL ADOPTADO	
Ag (Cm2)	32,60
bf (cm)	10,20
tf (cm)	0,84
hw (cm)	22,00
tw (cm)	0,61
Ix[cm ⁴]	3473,00
Iy [cm ⁴]	149,00
rx (cm)	10,32
ry (cm)	2,14
W250x25,3	

Tabla A.3.60. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

Cordón inferior

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	136
Pu [kN]	358
Combinación	34
Longitud [cm]	148
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	151
Tu [kN]	423
Combinación	15
Longitud [cm]	148

Tabla A.3.63. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

CORDON SUPERIOR		
PERFIL ADOPTADO		
Ag (Cm2)	32,60	W250x25,3
bf (cm)	10,20	
tf (cm)	0,84	
hw (cm)	22,00	
tw (cm)	0,61	
Ix[cm4]	3473,00	
Iy [cm4]	149,00	
rx (cm)	10,32	
ry (cm)	2,14	

Tabla A.3.64. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

ABOLLAMIENTO LOCAL	
Elementos rigidizados	
λ	36,07
λ_r	36,76
No hay pandeo local	
Elementos no rigidizados	
λ	6,07
λ_r	13,82
No hay pandeo local	

PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	358	
Pandeo global x		
Kx	1,00	
Lx	148,00	cm
λ_x	14,34	
Pandeo global y		
Ky	1,00	
Ly	148,00	cm
λ_y	69,23	
VERIFICA		
Adet	69,23	
λ_c	0,89	
Fcr	24,70	kN/cm2
ϕ_c	0,85	
Pn= Fcr*Ag	805,16	kN
Pd= ϕ_c *Pn	684,39	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.65. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	423	
Fluencia		
Ag [cm2]	32,60	VERIFICA
Fy [kN/cm2]	34,50	
Rn	1124,70	
ϕ	0,90	
Rd	1012,23	
Rotura		
Ag [cm2]	32,60	VERIFICA
Ae [cm2] = 0.75 Ag	24,45	
Fu [kN/cm2]	52,00	
Rn	1271,40	
ϕ	0,75	
Rd	953,55	

Tabla A.3.65.1. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Diagonales y montantes

SOLICITACIONES	
COMPRESIÓN	
Barra más exigida N°	214
Pu [kN]	93
Combinación	15
Longitud [cm]	104
TRACCIÓN	
Barra más exigida N°	214
Tu [kN]	94
Combinación	34
Longitud [cm]	104

Tabla A.3.66. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Propiedades del perfil individual	
PERFIL ADOPTADO	
Ag (m)	6,17
b [cm]	5,08
t [cm]	0,64
Iz [cm ⁴]	23,10
Iv [cm ⁴]	5,80
ex=ey [cm]	1,49
rx=ry [cm]	1,53
rz	1,93
rv	0,97

L 51x51x6,4

Tabla A.3.67. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

ABOLLAMIENTO LOCAL		
λ	7,94	
λ_r	11,10	
No hay pandeo local		
PANDEO GLOBAL		
COMPRESION		
Pu [kN]	93	
Pandeo global Z		
Kx	1,00	
Lx	104,00	cm
λ_x	53,89	
Pandeo global V		
Ky	1,00	
Ly	104,00	cm
λ_y	107,22	
RESISTENCIA A COMPRESION		
λ_{det}	107,22	
λ_c	1,17	
Fcr	19,46	kN/cm ²
ϕ_c	0,85	
Pn= Fcr*Ag	120,04	kN
Pd= ϕ_c *Pn	102,04	kN
VERIFICA		

Tabla A.3.68. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	94	
Fluencia		
Ag [cm ²]	6,17	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	34,50	
Rn	212,87	
ϕ	0,90	
Rd	191,58	
Rotura		
Ag [cm ²]	6,17	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	4,63	
Fu [kN/cm ²]	52,00	
Rn	240,63	
ϕ	0,75	
Rd	180,47	

Tabla A.3.68.1. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Columnas

Propiedades del perfil		
PERFIL ADOPTADO		
d [mm]	459,00	W460x68
hw [mm]	404,00	
tf [mm]	15,40	
bf [mm]	154,00	
tw [mm]	9,10	
bf/2tf	5,00	
hw/tw	44,40	
h/tw	50,44	
Area [cm ²]	87,60	
Aw [cm ²]	36,76	
Ix [cm ⁴]	29851,00	
Sx [cm ³]	1300,70	
rx [cm]	18,46	
Zx [cm ³]	1495,40	
Iy [cm ⁴]	941,00	
Sy [cm ³]	122,20	
ry [cm]	3,28	
Zy [cm ³]	192,40	
J [cm ⁴]	52,29	
Lp [cm]	139,00	
Lr [cm]	384,00	alma

Tabla A.3.69. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

ESFUERZOS ÚLTIMOS MÁXIMOS	
Compresión [KN]	189,00
Corte [KN]	213,00
Momento [KNm]	410,00
Tracción [KN]	183,00

Tabla A.3.70. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

DIMENSIONAMIENTO			
Pandeo Local			
Verificación ala			
λp	13,82	Tabla B.5.1 Caso 1	
bf/2tf	5,00	VERIFICA	
Verificación alma			
λp	92,77	Tabla B.5.1 Caso 9	
hw/tw	44,40	VERIFICA	
Pandeo global			
kx	1	VERIFICA	
Lx	691		
λx	37,4		
ky	1	VERIFICA	
Ly	600		
λy	182,9	VERIFICA	
λc	2,00		
Fcr [kN/cm ²]	7,60		
Ø	0,85		
Pd [kN]	566		
Pu/Pd	0,334		
Flexión			
Plastificación			
Mp [kNm]	515,9	VERIFICA	
My [kNm]	448,7		
1,5 My [kNm]	673,1		
Mp [kNm]	515,91		
PLT			
Cb	1,29		
Lb [cm]	150		
Lp [cm]	139		
Lr [cm]	384		
Lp<Lb<Lr			
Flexión			
Mn [kNm]	515,9	VERIFICA	
φ	0,9		
Md [kNm]	464,3		
Mu/Md	0,88		

Tabla A.3.71. Dimensionamiento columnas. Fuente: Elaboración propia.

TRACCIÓN		
Tu [kN]	183	
Fluencia		
Ag [cm ²]	87,60	VERIFICA
Fy [kN/cm ²]	34,50	
Rn	3022,20	
φ	0,90	
Rd	2719,98	
Rotura		
Ag [cm ²]	87,60	VERIFICA
Ae [cm ²] = 0.75 Ag	65,70	
Fu [kN/cm ²]	52,00	
Rn	3416,40	
φ	0,75	
Rd	2562,30	

Tabla A.3.71.1. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Pórtico típico - Cálculo de fundaciones

ELS 40	D+Lr TOTAL	
ELS 41	D+Wparalelo(+)	
Estados determinantes	ELS 40 (Nodo 3)	ELS 41 (Nodo 3)
Fx	70,7	-27,9
Fy	-131,6	94
Mz	212	130,8
	(-) : Compresion	
	(+) : Traccion	

Tabla A.3.72. Combinaciones y solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

	qf (kn/m2)	qp (kn/m2)
-1,00 a -2,00	70	-
-2,00 a -4,00	89,4	773,1
-4,00 a -6,00	58,1	519
-6,00 a -11,5	19,8	198,3

Tabla A.3.73. Tensiones admisibles. Fuente: Elaboración propia.

ELS 40		
∅ pilote	0,4	m
Separacion pilotes	1	m
Pilote 1	146,2	kn
Pilote 2	-277,8	kn
ELS 41		
∅ pilote	0,4	m
Separacion pilotes	1	m
Pilote 1	177,8	kn
Pilote 2	-83,8	kn
Calculo Pilote		
Area	0,13	m2
Relacion L/∅	8	23
Longitud pilote rec(m)	3,2	9,2
3∅ de penetracion min	1,2	m
Long pilote (m)	3,2	m
qp	97,15	kn
qf nec	180,65	kn
qf	327,25	kn
q total (compresion)	424,40	kn
q total (traccion)	327,25	kn
Cabezal		
Alto (m)	h	0,67
	d	0,54
Alto adopt (m)	0,8	m
Ancho	1,6	m
Espesor	0,6	m

Tabla A.3.74. Cálculo de pilotes y cabezal. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Pórtico típico - Cálculo de armadura de pilotes

Acero: ADN-420							
Hormigón: H-21							
Tipo	∅ pil.	∅ punta	f'c	Sección pilote	Ag nec	0,01 Ag nec	As mín
Pilote	(m)	(m)	(kN/cm2)	(cm2)	(cm2)	(cm2)	(cm2)
P1	0,4	0,4	2,1	1256,6	166,18	1,66	6,28
				Armadura Longit.		Estribos	
As deter.		∅	cant	As	∅	Sep.	
(cm2)		(mm)		cm2	(mm)	(cm)	
6,28		12	6	6,79	6	14	

Tabla A.3.75. Cálculo de armadura de pilotes. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Pórtico típico - Cálculo de placa base y pernos de anclaje

Unión: Columna - Base			
Propiedades del perfil de la columna			
Perfil columna	W 460x68		
d	459,00	mm	
Propiedades del material			
Acero F-36			
Fy	34,5	KN/cm2	
Fu	45	KN/cm2	
E	20000	KN/cm2	
Hormigon H-25			
f'c	2,5	KN/cm2	
fi c	0,6		

Tabla A.3.76. Propiedades del perfil y materiales.

Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de la placa metálica		
dim en X placa: A	70	cm
dim en Y placa: B	25	cm
Distancia bulon-borde en X e Y: L	6	cm
Espesor placa: tp	6	cm
Dimensiones de la base de hormigón		
dim en X hormigon: AF	80	cm
dim en Y hormigon: BF	35	cm
Espesor grout: G	5	cm
Nariz de corte		
Perfil	W 150x37.1	
dim X nariz: AN	15,4	cm
dim Y nariz: BN	16,2	cm
Longitud nariz: P	20	cm
X	12,5	cm

Tabla A.3.77. Dimensionamiento elementos de la base.

Fuente: Elaboración propia.

Solicitaciones		
Compresion		
Mu	185,02	KNm
Vu	38,95	KN
Pu	177,75	KN
M* = Mu + Vu . x	671,90	KNcm
excentricidad e	3,78	cm
B/6	11,67	cm
B/2	35,00	cm
Traccion		
Mu	243,12	KNm
Vu	81,94	KN
Tu	182,70	KN
M* = Mu + Vu . x	1267,37	KNcm
excentricidad e	6,94	cm
B/6	11,67	cm
B/2	35,00	cm

Tabla A.3.78. Solicitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Verificacion presiones verticales del hormigon		
area placa base: A1	1750,00	cm2
momento resistente placa base: S1	7291,67	cm3
area hormigon A2	2800,00	cm2
tension maxima del hormigon: $f_p = P_u / A_1 + M^* / S_1$	0,19	KN/cm2
$\Phi_c =$	0,60	
lim superior 1 de tension en hormigon: $0,85 * f_i * c * f'c$	1,28	KN/cm2
lim superior 2 de tension en hormigon: $1,7 * f_i * c * f'c$	2,55	KN/cm2
$\zeta f_p > \text{lim sup de tension en hormigon?}$	Verifica	
Verificacion presiones horizontales del hormigon en nariz		
area frontal nariz de corte=	249,48	cm2
tension del hormigon: $ph = V_u / \text{area frontal}$	0,328	KN/cm2
limite superior	1,071	KN/cm2
$ph \leq \text{limite superior tension del hormigon?}$	Verifica	

Verificacion flexion placa por compresion del hormigon		
longitud voladizo placa: W	12,05	cm
Momento flector maximo en placa: $M_u \text{ placa}$	351,60	KNcm
momento resistente plastico placa: Z_p	225,00	cm3
momento nominal placa: M_n	7762,50	KNcm
momento diseño placa: M_d	6986,25	KNcm
$\zeta M_u \text{ placa} \leq M_d \text{ placa?}$	Verifica	
Verificacion flexion nariz		
Momento flector máximo nariz: $M_u \text{ nariz} =$	1024,250	KNcm
Momento resistente plástico nariz: $Z_n =$	124	cm3
Momento nominal nariz: $M_n =$	2914	KNcm
Momento de diseño nariz: $M_d =$	2622,6	KNcm
$(M_u \text{ nariz} \leq M_d \text{ nariz}) ?$	Verifica	

Verificacion a traccion - Flexion de placa		
Para la dirección c		
dist eje alma - proyeccion 45°: b	10	cm
dist borde perfil - eje bulon: c	5	cm
Tub	49,24	KN
$M_u = 0,5 * \text{Tub} * c$	123,10	KNcm
$Z_c = b * t^2 / 4$	90,00	cm3
$M_d = f_i * M_{pl} = 0,9 * f_y * Z$	1903,50	KNcm
$(M_u \leq M_d) ?$	Verifica	
Para la dirección d		
dist eje alma - proyeccion 45°: a	10	cm
dist borde perfil - eje bulon: d	6	cm
Tub	49,24	KN
$M_u = 0,5 * \text{Tub} * d$	147,72	KNcm
$Z = a * t^2 / 4$	90,00	cm3
$M_n = f_i * M_{pl} = 0,9 * f_y * Z$	2794,50	KNcm
$(M_u \leq M_n) ?$	Verifica	

Verificacion a traccion pernos		
D	1	pulgadas
	2,54	cm
A_g	5,07	cm2
F_u	45	KN/cm2
ϕ	0,75	
T_n	171,01	KN
T_d	128,26	KN
T_u	49,24	KN
$(T_u \leq T_d) ?$	Verifica	

Verificacion de arrancamiento - Placa de anclaje		
ϕ	0,7	
ψ	1	
$f'c$	25	Mpa
N_p : arrancamiento nominal total	182,70	KN
N_p por perno	22,838	KN
A_{brg} NETA	0,00011	m2
A_{brg} NETA	1,14	cm2
Area bulon	5,07	cm2
Area nec placa TOTAL	6,21	cm2
Area placa adoptada	9	cm2

Anclaje de pernos		
Perno 1 1/4"	2,54	cm
L_d	588	mm
L_d adop	60	cm
Separacion armadura col - perno	5,4	cm
Long perdida por linea de rotura a 45° - por yuxtaposición	5,4	cm
$\text{Prof} = 1 \frac{1}{4}'' + L_d \text{ adop} + \text{long perdida}$	71,40	cm
Profundidad adoptada	70	cm

Tabla A.3.79. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de descomposición - Sistema de contraviento - Cálculo de elementos

Puntales

PUNTALES			
N°	Presión de diseño (kN/m ²)	Área influencia (m ²)	Axial [kN]
Puntal 1	1,538	10,06	15,47
Puntal 2		4,27	6,57
Puntal 3		2,19	3,37
Puntal 4		27,5	42,30
Puntal 5		4,38	6,74
Puntal 6		30,5	46,91
Puntal 7		4,38	6,74
Puntal 8		33,51	51,54
Puntal 9		4,38	6,74

Tabla A.3.80. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
λ_r	13,13
bf/tf	9,92
Q	1
Comportamiento entre presillas	
rv [cm]	1,21
Presillas	8
a	67,86
Pandeo global s/ eje z	
l	94,74
A	15,74
r [cm]	2,45
k	1
λ	193,61
λ_c	2,11
Verificación a compresión	
λ_{det}	2,11
Fcr	4,62
ϕ_c	0,85
Pd	61,79
Pu/Pd	0,83
Verificación esbeltez localizada	
a/ri	56,16
3/4 λ	145,21

Tabla A.3.82. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Puntal más solicitado	Puntal 8
Propiedades Geométricas	
Denominación	2 x L 64 x 64 x 6,4 en "X"
Ag [cm ²]	7,87
b [cm]	6,35
t [cm]	0,64
Iz [cm ⁴]	47,37
Iv [cm ⁴]	11,49
Ix = Iy [cm ⁴]	29,43
ex = ey [cm]	1,8
Separación [cm]	0,8
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [KN/m ³]	
G [kN/cm ²]	7720
Longitud [cm]	475

Tabla A.3.81. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

Diafragmas verticales

VIGA DE CONTRAVIENTO		
Barra	Esfuerzo	Axial [kN]
Montante	Compresión	-
Diagonal	Tracción	63,11

Tabla A.3.83. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Montantes Viga de Contraviento		VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Propiedades Geométricas		λ_r	13,13
Denominación	-	bf/tf	10,69
Ag [cm ²]	18,63	Q	1
b [cm]	10,16	Comportamiento entre presillas	
t [cm]	0,95	r_v [cm]	1,95
Iz [cm ⁴]	289,07	Presillas	6
Iv [cm ⁴]	70,56	a	95
Ix = Iy [cm ⁴]	179,81	Pandeo global s/ eje z	
ex = ey [cm]	2,85	I	578,14
Separación [cm]	0,8	A	37,26
Fy [kN/cm ²]	23,5	r [cm]	3,94
E [kN/cm ²]	20000	k	1
γ [kN/m ³]		λ	120,59
G [kN/cm ²]	7720	λ_c	1,32
Longitud [cm]	475	Verificación a compresión	
		λ_{det}	1,32
		Fcr	11,39
		ϕ_c	0,85
		Pd	360,62
		Pu/Pd	#¡VALOR!
		Verificación esbeltez localizada	
		a/ri	48,81
		3/4 λ	90,44

Tabla A.3.84. Verificación montante. Fuente: Elaboración propia

Diagonal Viga de Contraviento	
Propiedades Geométricas	
d (cm)	2,54
A	5,07
Ae	3,80
Fy	23,5
Fu	37
E	20000
gamma	77,3
G	7720
Longitud [cm]	498
VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Fluencia del área bruta	
Rn	119,08
ϕ	0,90
Rd	107,17
Rotura del área neta	
Rn	140,61
ϕ	0,75
Rd	105,46
Rd	105,46
Tu/Td	0,60

Tabla A.3.85. Verificación diagonal. Fuente: Elaboración propia

Viga de contraviento a nivel de cordón inferior

VIGA DE CONTRAVIENTO		
Barra	Esfuerzo	Axial [kN]
Montante	Compresión	286,15
Diagonal	Tracción	276,21

Montantes Viga de Contraviento	
Propiedades Geométricas	
Denominación	2 x L 102 x 102 x 9,5 en "X"
Ag [cm ²]	18,63
b [cm]	10,16
t [cm]	0,95
Iz [cm ⁴]	289,07
Iv [cm ⁴]	70,56
Ix = Iy [cm ⁴]	179,81
ex = ey [cm]	2,85
Separación [cm]	0,8
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [KN/m ³]	
G [kN/cm ²]	7720
Longitud [cm]	475

Tabla A.3.86. Solicitaciones y perfil adoptado.
 Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
λ_r	13,13
bf/tf	10,69
Q	1
Comportamiento entre presillas	
rv [cm]	1,95
Presillas	6
a	95
Pandeo global s/ eje z	
I	578,14
A	37,26
r [cm]	3,94
k	1
λ	120,59
λ_c	1,32
Verificación a compresión	
λ_{det}	1,32
Fcr	11,39
ϕ_c	0,85
Pd	360,62
Pu/Pd	0,79
Verificación esbeltez localizada	
a/ri	48,81
3/4 λ	90,44

Tabla A.3.87. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia

Diagonal Viga de Contraviento	
Propiedades Geométricas	
d (cm)	4,445
A	15,52
Ae	11,64
Fy	23,5
Fu	37
E	20000
gamma	77,3
G	7720
Longitud [cm]	888
VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Fluencia del área bruta	
Rn	364,67
ϕ	0,90
Rd	328,20
Rotura del área neta	
Rn	430,62
ϕ	0,75
Rd	322,97
Rd	322,97
Tu/Td	0,86

Tabla A.3.87.1. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia

Arriostramientos laterales

ARRIOSTRAMIENTO LATERAL		
Barra	Esfuerzo	Axial [kN]
Montante	Compresión	304,4
Diagonal	Tracción	360,15

Montantes Arriostramientos Laterales	
Propiedades Geométricas	
Denominación	2 x L 102 x 102 x 9,5 en "X"
Ag [cm ²]	18,63
b [cm]	10,16
t [cm]	0,95
Iz [cm ⁴]	289,07
Iv [cm ⁴]	70,56
Ix = Iy [cm ⁴]	179,81
ex = ey [cm]	2,85
Separación [cm]	0,8
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [KN/m ³]	
G [kN/cm ²]	7720
Longitud [cm]	475

Tabla A.3.88. Solicitaciones y perfil adoptado.

Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
λ_r	13,13
bf/tf	10,69
Q	1
Comportamiento entre presillas	
rv [cm]	1,95
Presillas	6
a	95
Pandeo global s/ eje z	
I	578,14
A	37,26
r [cm]	3,94
k	1
λ	120,59
λ_c	1,32
Verificación a compresión	
λ_{det}	1,32
Fcr	11,39
ϕ_c	0,85
Pd	360,62
Pu/Pd	0,84
Verificación esbeltez localizada	
a/ri	48,81
3/4 λ	90,44

Tabla A.3.89. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia

Diagonal Viga de Contraviento	
Propiedades Geométricas	
d (cm)	5,08
A	20,27
Ae	15,20
Fy	23,5
Fu	37
E	20000
gamma	77,3
G	7720
Longitud [cm]	562
VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Fluencia del área bruta	
Rn	476,31
ϕ	0,90
Rd	428,67
Rotura del área neta	
Rn	562,45
ϕ	0,75
Rd	421,83
Rd	421,83
Tu/Td	0,85

Tabla A.3.89.1. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia

Galpón de separación - SPRFV - Coeficientes y presiones de diseño

Cargas de Viento	
Ubicación	Rosario
Velocidad del viento	50
Clasificación de cerramientos	
Categoría	II
Factor de importancia	1
Exposición	C
Kz (z=6)	0,96
Kz (z=7,1)	1,03
Factor de ráfaga (G)	0,85
Factor de direccionalidad (Kd)	0,85
Factor topográfico (Kzt)	1
Presión dinámica (qz) [kN/m2]	1,25
Presión dinámica (qh) [kN/m2]	1,34

Dimensiones del Edificio - Galpon de Separacion	
Altura del alero (h)	6
Altura total del edificio	7,10
Dimensión menor en planta	12,5
Dimensión mayor en planta	20
Ángulo de inclinación de la cubierta	10
Distancia entre pórticos	5

Tabla A.3.90. Datos . Fuente: Elaboración propia

Presión de diseño para Sistema Principal			
Perpendicular a la cumbrera		Paralelo a la cumbrera	
Dirección del viento	Perpendicular a la cumbrera	Dirección del viento	Paralelo a la cumbrera
Dimensión horizontal en la dirección del viento (L)	12,5	Dimensión horizontal en la dirección del viento (L)	20
Dimensión horizontal normal al viento (B)	20	Dimensión horizontal normal al viento (B)	12,5
Relación L/B	0,63	Relación L/B	1,60
Relación h/L	0,480	Relación h/L	0,300
GCp.int (Edificio parcialmente cerrado) [+/-]	0,55	GCp.int (Edificio parcialmente cerrado) [+/-]	0,55
Factor de ráfaga	0,85	Factor de ráfaga	0,85
Cubierta			
Superficie	Cp	GCp.ext	
Barlovento	-0,884	-0,7514	
Sotavento	-0,484	-0,4114	
0 a h/2	-	-	
h/2 a h	-	-	
h a 2h	-	-	
> 2h	-	-	
Paredes			
Superficie	Cp	GCp.ext	
Pared a barlovento	0,8	0,68	
Pared a sotavento	-0,5	-0,425	
Paredes laterales	-0,7	-0,595	
Presión de diseño para cubiertas			
	qh. GCp (-)	qh. GCp (+)	
Presión en Barlovento [kN/m2]	-0,270	-1,746	
Presión en Sotavento [kN/m2]	0,186	-1,290	
Presión en 0 a h/2 [kN/m2]	-	-	
Presión en h/2 a h [kN/m2]	-	-	
Presión en h a 2h [kN/m2]	-	-	
Presión > 2h [kN/m2]	-	-	
Presión de diseño para paredes			
Superficie	qh. GCp (-)	qh. GCp (+)	
Presión en Pared a barlovento [kN/m2]	1,650	0,174	
Presión en Pared a sotavento [kN/m2]	0,168	-1,308	
Presión en Paredes laterales [kN/m2]	-0,060	-1,536	

Tabla A.3.91. Cálculo de presión de diseño para el galpón de separación para SPRFV. Fuente: Elaboración propia

Galpón de separación - C y R- Coeficientes y presiones de diseño

Correas	
Frontis	
Luz max (m)	6
Ancho influencia max.(m)	1,5
A1=L x S (m2)	9
A1=(L^2)/3 (m2)	12,00
A.efectiva (m2)	12,00
Laterales	
Luz (m)	5
Separacion (m)	1,5
A1=L x S (m2)	7,50
A1=(L^2)/3 (m2)	8,33
A.efectiva (m2)	8,33
Cubierta	
Luz (m)	5
Separacion (m)	1,5
A1=L x S (m2)	7,50
A1=(L^2)/3 (m2)	8,33
A.efectiva (m2)	8,33

Chapas	
Luz (m)	1,50
Paso	0,253
A1=L x S (m2)	0,38
A1=(L^2)/3 (m2)	0,75
A.efectiva (m2)	0,75
Reduccion $\theta \leq 10^\circ$	0,9
qh [kN/m2]	1,34
G _{Cp} int	-0,55
	0,55

Tabla A.3.93. Datos chapas. Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO DE PRESIONES CyR						
Elemento	Zona	Área efectiva	(+) G . Cp	(-) G . Cp	Pdiseño (+) [kN/m2]	Pdiseño (-) [kN/m2]
CORREAS	Cubierta	1	8,33	0,20	1,01	-0,90
		2				-1,15
		3				-1,30
	Pared Lateral	4	8,33	0,77	1,76	-0,86
		5				-0,99
Pared Frontis	4	12,00	0,72	1,70	-0,81	
	5				-0,15	
CHAPAS	Cubierta y Paredes	1	0,75	0,30	1,14	-1,00
		2				-1,80
		3				-2,80
		4				-0,20
	5	0,91	1,96	-0,50		

Tabla A.3.94. Cálculo de presiones en CyR. Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.3.92. Datos correas. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Cálculo sobrecarga para cubierta

Sobrecargas mínimas para cubiertas (Lr)		
Componentes y Revestimientos		
Separación entre correas (m)	1,5	
Luz correa (m)	5	
Area tributaria (m2)	7,50	
R1	1	At<19
θ (°)	10	
F= 0,12 * pendiente cubierta	2,1	
R2	1	F<4
Sobrecarga de techo: Lr=0,96 R1 R2 [kN/m2]	0,96	

Tabla A.3.95. Sobrecarga en cubierta. Fuente: Elaboración propia.

Sistema Resistente (Portico)		
Luz del portico (m)	12,5	
Separacion entre porticos (m)	5	
Area tributaria (m2)	62,5	
R1	0,6	At>56
F= 0,12 * pendiente cubierta	2,1	
R2	1	F<4
Sobrecarga de techo: Lr=0,96 R1 R2 [kN/m2]	0,58	

Tabla A.3.95.1. Sobrecarga en cubierta. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Verificación de chapas

DATOS	
Chapa T101 N°22	
Espesor [mm]	0,71
Separación correas de techo [m]	1,50
Separación correas paredes y frontis (m)	1,5
Ancho total chapa [m]	1,1
Paso de la chapa [m]	0,253
Peso propio de la chapa qD [kN/m ²]	0,0607273
Pendiente de la cubierta	17,63
θ (°)	10

Tabla A.3.96. Datos. Fuente: Elaboración propia.

PRESIONES / SUCCIONES			
Elemento	Zona	Presión Máxima [kn/m ²]	Succión Máxima [kn/m ²]
CHAPAS	Cubierta	1	1,14
		2	
		3	
Paredes	4	1,96	-1,01
	5		-1,41
Lr (sin proyectar)		Componente Perpendicular a la Chapa	
Sobrecarga Mínima [kN/m ²]		qD' [kN/m ²]	0,059805
0,96		qLr' [kN/m ²]	0,93

Tabla A.3.97. Datos. Fuente: Elaboración propia.

CARGAS ADMISIBLES (Según SIDERAR) - CUBIERTA						
Cargas admisibles de presión o sobrecarga gravitatoria:						
Luz [m]	1,40	1,60	1,5	1,00		
Flexión [kN/m ²]	3,46	2,63	3,045	6,85		6,85
Flecha [kN/m ²]	4,85	3,23	4,04	3,045	13,42	6,85
Cargas admisibles de succión:						
Luz [m]	1,40	1,60	1,5	1,00		
Flexión [kN/m ²]	-3,21	-2,47	-2,84	-2,84	-6,23	-6,23
Flecha [kN/m ²]	-5,45	-3,67	-4,56	-2,84	-14,83	-6,23

Tabla A.3.98. Cargas admisibles en cubierta. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN DE CHAPAS (Separación 1,50 m)									
SECTOR	ZONA	COMB. SERV. PRESIÓN (kn/m ²)			VERIFICACIÓN	COMB. SERV. SUCCIÓN (kn/m ²)			VERIFICACIÓN FLEXIÓN
Cubierta	1	qD' + qWp	1,20	VERIFICA	q (1,2 y3)	q1 = qD' + qW	-2,02	VERIFICA	
	2	qD' + qLr'	0,99	VERIFICA			-3,09	NO VERIFICA	
	3	qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,51	VERIFICA			-4,43	NO VERIFICA	
Paredes	4	q (4,5)	qW	1,96	VERIFICA	q4	q1 = qW	-1,01	VERIFICA
	5					q5	q1 = qW	-1,41	VERIFICA

Tabla A.3.99. Verificación de chapas. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN DE CHAPAS (Separación 1,00 m)									
SECTOR	ZONA	COMB. SERV. PRESIÓN (kn/m ²)			VERIFICACIÓN	COMB. SERV. SUCCIÓN (kn/m ²)			VERIFICACIÓN FLEXIÓN
Cubierta	1	q (1,2 y3)	qD' + qWp	1,20	VERIFICA	q (1,2 y3)	q1 = qD' + qW	-2,02	VERIFICA
	2		qD' + qLr'	0,99	VERIFICA			-3,09	VERIFICA
	3		qD' + 0,7*(qLr' + qw)	1,51	VERIFICA			-4,43	VERIFICA
Paredes	4	q (4,5)	qW	1,96	VERIFICA	q4	q1 = qW	-1,01	VERIFICA
	5					q5	q1 = qW	-1,41	VERIFICA

Tabla A.3.99.1. Verificación de chapas. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Cálculo de correas

CORREAS DE PARED LATERAL		CORREAS FRONTIS		CORREAS DE CUBIERTA		CORREAS - Laterales (Zona 4 y 5)			MATERIAL Y PARAMETROS		
PERFIL PROPUESTO		PERFIL PROPUESTO		PERFIL PROPUESTO		Luz	5,00	m	Acero F-24		
Perfil C-200-70-25-3,2		Perfil C-220-80-30-3,2		Perfil C-200-70-25-3,2		Separación	1,50	m	Fy	23,50	kN/cm ²
ht [mm]	200	ht [mm]	220	ht [mm]	200	θ (°)	10	grados	Fu	37,00	kN/cm ²
bt [mm]	70	bt [mm]	80	bt [mm]	70				E	20000	kN/cm ²
dt [mm]	25	dt [mm]	30	dt [mm]	25				Densidad acero	78,50	kN/m ³
t=ri [mm]	3,2	t=ri [mm]	3,2	t=ri [mm]	3,2						
Ag [cm ²]	11,81	Ag [cm ²]	13,41	Ag [cm ²]	11,81						
Peso correa	0,093	Peso correa	0,105	Peso correa	0,093						
Ix [cm ⁴]	704,66	Ix [cm ⁴]	980,57	Ix [cm ⁴]	704,66						
Iy [cm ⁴]	78,01	Iy [cm ⁴]	120,38	Iy [cm ⁴]	78,01						
Sx [cm ³]	70,47	Sx [cm ³]	89,14	Sx [cm ³]	70,47						
Cargas											
Permanente D	Chapa	0,0897070	kN/m								
	Ppio Correa	0,001	kN/m								
	qD total	0,09060	kN/m								
Sobrecarga Lr	1,40		kN/m								
						CORREAS - Frontis (Zona 4 y 5)					
						Luz	6,00	m			
						Separación	1,50	m			
						θ (°)	10	grados			
						CORREAS - Cubierta (Zona 1, 2 y 3)					
						Zona 1			Zona 2 y 3		
						Luz	5	m	Luz	5	m
						Separación	1,5	m	Separación	0,75	m
						θ (°)	10	grados	θ (°)	10	grados

Tabla A.3.101. Datos correas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.3.100. Correas adoptadas. Fuente: Elaboración propia.

CARGAS DE VIENTO						
ELEMENTO	ZONA	MAX. PRESION		MAX. SUCCION		
		[kn/m ²]	[kn/m]	[kN/m ²]	[kN/m]	
CORREAS	Cubierta	1	1,14	1,71	-2,08	-3,12
		2		0,86	-3,15	-2,36
		3			-4,49	-3,37
	Paredes Laterales	4	1,96	2,94	-1,01	-1,51
		5			-1,41	-2,11

Tabla A.3.102. Cargas de viento. Fuente: Elaboración propia.

Flecha		
fadm (Carga de Viento) - Luz/180	2,78	cm
fadm (D+Lr) - Luz/150	3,33	cm

Tabla A.3.103. Flechas admisibles. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS DE CUBIERTA	Zona 1	Servicio	Presion	D+Lr	1,58	kN/m => f	0,91	cm	OK	
				D+Wp	1,69	kN/m => f	0,98	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	2,22	kN/m => f	1,28	cm	OK	
		Última	Succion	D+Wn	-2,74	kN/m => f	1,58	cm	OK	
				Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,18	kn/m			
					1.2D+1.6Lr+0.8Wp	3,66	kn/m			
	Max (q1,q2)	3,66	kn/m							
	0.9D+1.5Wn	-4,21	kn/m							
	Zona 2	Servicio	Presion	D+Lr	0,83	kN/m => f	0,48	cm	OK	
				D+Wp	0,89	kN/m => f	0,51	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,15	kN/m => f	0,67	cm	OK	
		Última	Succion	D+Wn	-1,57	kN/m => f	0,91	cm	OK	
				Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	1,64	kn/m			
					1.2D+1.6Lr+0.8Wp	1,88	kn/m			
	Max (q1,q2)	1,88	kn/m							
	0.9D+1.5Wn	-2,44	kn/m							
	Zona 3	Servicio	Presion	D+Lr	0,83	kN/m => f	0,48	cm	OK	
				D+Wp	0,89	kN/m => f	0,51	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,15	kN/m => f	0,67	cm	OK	
		Última	Succion	D+Wn	-1,73	kN/m => f	1,00	cm	OK	
Presión				1.2D+0.5Lr+1.5Wp	1,64	kn/m				
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	1,88	kn/m				
	Max (q1,q2)	1,88	kn/m							
0.9D+1.5Wn	-2,67	kn/m								

Tabla A.3.104. Estado de servicio y último en correas. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS LATERALES	Zona 4	Servicio	Presión	D+Lr	0,00	kN/m => f	0,00	cm	OK	
				D+Wp	2,65	kN/m => f	1,53	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,85	kN/m => f	1,07	cm	OK	
		Última	Succión	D+Wn	-2,83	kN/m => f	1,63	cm	OK	
				Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,97	kn/m			
					1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,12	kn/m			
	Max (q1,q2)	3,97	kn/m							
			Succión	0.9D+1.5Wn	-4,24	kn/m				
	Zona 5	Servicio	Presión	D+Lr	0,00	kN/m => f	0,00	cm	OK	
				D+Wp	2,65	kN/m => f	1,53	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,85	kN/m => f	1,07	cm	OK	
		Última	Succión	D+Wn	-3,10	kN/m => f	1,79	cm	OK	
Presión				1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,97	kn/m				
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,12	kn/m				
	Max (q1,q2)	3,97	kn/m							
		Succión	0.9D+1.5Wn	-4,65	kn/m					
CORREAS DE FRONTIS	Zona 4	Servicio	Presión	D+Lr	0,00	kN/m => f	0,00	cm	OK	
				D+Wp	2,56	kN/m => f	2,20	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,79	kN/m => f	1,54	cm	OK	
		Última	Succión	D+Wn	-2,74	kN/m => f	2,36	cm	OK	
				Presión	1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,83	kn/m			
					1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,04	kn/m			
	Max (q1,q2)	3,83	kn/m							
			Succión	0.9D+1.5Wn	-4,11	kn/m				
	Zona 5	Servicio	Presión	D+Lr	0,00	kN/m => f	0,00	cm	OK	
				D+Wp	2,56	kN/m => f	2,20	cm	OK	
				D + 0.7 (Wp+ Lr)	1,79	kN/m => f	1,54	cm	OK	
		Última	Succión	D+Wn	-1,41	kN/m => f	1,21	cm	OK	
Presión				1.2D+0.5Lr+1.5Wp	3,83	kn/m				
				1.2D+1.6Lr+0.8Wp	2,04	kn/m				
	Max (q1,q2)	3,83	kn/m							
		Succión	0.9D+1.5Wn	-2,11	kn/m					

Tabla A.3.105. Estado de servicio y último en correas. Fuente: Elaboración propia.

Cubierta									
Mu Zona 1		Mu Zona 2		Mu Zona 3		Determinante			
Mu+ [kNm]	11,44	Mu+ [kNm]	5,89	Mu+ [kNm]	5,89	Mu- det (kn/m)		11,44	
Mu- [kNm]	-13,17	Mu- [kNm]	-7,64	Mu- [kNm]	-8,34	Mu+ det (kn/m)		13,17	

cb	1,29	Arriostrado en el chapeado (1)			Chapeado en succión (2)			Arriostrado al medio (3)		
Lb [m]	2,50	Md= ϕ S Fy			Md= R Md+			Md= ϕ S Fc		
Fe [kN/cm ²]	45,06	Md+	14,90	kNm	Md-	9,69	kNm	Md-	14,16	kNm
Fc [kN/cm ²]	22,33	Verificación			Verificación			Verificación		
R (216 < d < 292mm)	0,65	Mu+/Md+	0,77	OK	Mu-/Md-	1,36	MC	Mu-/Md-	0,93	OK

Tabla A.3.106. Verificación de correas en cubierta. Fuente: Elaboración propia.

Paredes Laterales					
Mu Zona 4		Mu Zona 5		Determinante	
Mu+ [kNm]	12,41	Mu+ [kNm]	12,41	Mu- det (kn/m)	12,41
Mu- [kNm]	-13,25	Mu- [kNm]	-14,53	Mu+ det (kn/m)	14,53

cb	1,29	Arriostrado en el chapeado (1)			Chapeado en succión (2)			Arriostrado al tercio (3)		
Lb [m]	1,67	Md= ϕ S Fy			Md= R Md+			Md= ϕ S Fc		
Fe [kN/cm ²]	101,37	Md+	14,90	kNm	Md-	9,69	kNm	Md-	14,90	kNm
Fc [kN/cm ²]	23,50	Verificación			Verificación			Verificación		
R (216 < d < 292mm)	0,65	Mu+/Md+	0,83	OK	Mu-/Md-	1,50	MC	Mu-/Md-	0,97	OK

Tabla A.3.106.1. Verificación de correas laterales. Fuente: Elaboración propia.

Paredes Frontis					
Mu Zona 4		Mu Zona 5		Determinante	
Mu+ [kNm]	17,25	Mu+ [kNm]	17,25	Mu- det (kn/m)	17,25
Mu- [kNm]	-18,48	Mu- [kNm]	-9,51	Mu+ det (kn/m)	18,48

cb	1,29	Arriostrado en el chapeado (1)			Chapeado en succión (2)			Arriostrado al medio (3)		
Lb [m]	3,00	Md= ϕ S Fy			Md= R Md+			Md= ϕ S Fc		
Fe [kN/cm ²]	41,99	Md+	18,85	kNm	Md-	7,54	kNm	Md-	17,69	kNm
Fc [kN/cm ²]	22,05	Verificación			Verificación			Verificación		
R (216 < d < 292mm)	0,4	Mu+/Md+	0,92	OK	Mu-/Md-	1,26	MC	Mu-/Md-	0,54	OK

Tabla A.3.106.2. Verificación de correas de frontis. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Cálculo de viga dintel

PERFIL PROPUESTO		SOLICITACIONES ELEMENTO	
W150x24,0		N	0,00
d [mm]	160,00	Mx	-17,28
bf [mm]	102,00	My	6,53
tw [mm]	6,60	V	-13,83
bf/2tw	4,95		
d'/tw	17,48		
Peso [kg/m]	24,00		
Área [cm ²]	31,50		
Ix [cm ⁴]	1,38		
Wx [cm ³]	173,00		
rx [cm]	6,63		
Zx [cm ³]	197,60		
Iy [cm ⁴]	183,00		
Wy [cm ³]	35,90		
ry [cm]	2,41		
Zy [cm ³]	55,80		
Fy [kN/cm ²]	34,50		
E [kN/cm ²]	20000,00		
G [kN/cm ²]	7720,00		
J [cm ⁴]	11,08		
Cw [cm ⁶]	10,21		

Tabla A.3.107. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

RESISTENCIA AL CORTE		
Aw	10,56	cm ²
h/tw	17,48	-
Límite 1	58,99	-
Límite 2	73,92	-
Límite 3	260,00	-
Vn	218,592	kN
φc	0,90	-
Vu	196,73	kN
Ratio (Vu/Vd)	0,07	-

Tabla A.3.108. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Verificación sección		
Alas		
bf/2tw	4,95	
λr	13,48	
Almas		
d'/tw	17,48	
λr	35,87	
Qs	1,00	
Qa	1,00	
Q	1,00	
Pandeo en el plano y-z		
kx	1,31	
Lx	600,00	cm
kx . Lx	786,00	cm
λx	118,55	
Pandeo en el plano x-z		
ky	1,00	
Ly	300,00	cm
ky . Ly	300,00	cm
λy	124,48	
Resistencia de diseño a compresión		
λdet	124,48	
λc	1,65	
√Q λc	1,65	
Fcr	11,16	kN/cm ²
φc	0,85	
Pn	351,55	kN
Pd	298,82	kN
Ratio (Pu/Pd)	0,00	

Tabla A.3.108.1. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

RESISTENCIA A FLEXIÓN EN LA MAYOR INERCIA		
Resistencia nominal por plastificación		
My	59,69	kNm
1,5 x My	89,53	kNm
Mp	68,17	kNm
Mn plast	68,17	kNm
Resistencia nominal por LTB		
Aplicacion carga	Carga en el ala	
Lp	92,26	cm
Lr	333,16	cm
Lb	500,00	cm
Mr	47,75	kNm
Cb	1,00	-
X1	29793,21	MPa
X2	0,00	MPa-2
Fcr	31799,51	
Mn PLT	173,00	kNm
Resistencia de diseño a flexión - Eje X		
Mn	68,17	kNm
φb	0,90	-
Md	61,35	kNm
Ratio (Mu/Md)	0,28	-
Resistencia de diseño a flexión - Eje Y		
Mn	18,58	kNm
φb	0,90	-
Md	16,72	kNm
Ratio (Mu/Md)	0,39	-
VERIFICACIÓN FLEXIÓN COMPUESTA DISIMÉTRICA		
Pu	0,00	kN
Pd	298,82	kN
Pu/Pd	0,00	-
Mux/Mdx	0,28	-
Muy/Mdy	0,39	-
VERIFICACIÓN DE INTERACCIÓN	0,67	-

Tabla A.3.108.2. Perfil adoptado. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Pórtico típico - Cálculo de elementos

PERFIL PROPUESTO	
W250x38,5	
d [mm]	262,00
bf [mm]	147,00
tw [mm]	6,60
bf/2tw	6,56
d'/tw	33,27
Peso [kg/m]	38,50
Área [cm ²]	49,60
I _x [cm ⁴]	6,06
W _x [cm ³]	462,40
r _x [cm]	11,05
Z _x [cm ³]	517,80
I _y [cm ⁴]	594,00
W _y [cm ³]	80,80
r _y [cm]	3,46
Z _y [cm ³]	124,10
F _y [kN/cm ²]	34,50
F _r [kN/cm ²]	6,90
F _l [kN/cm ²]	27,60
E [kN/cm ²]	20000,00
G [kN/cm ²]	7720,00
J [cm ⁴]	17,63
C _w [cm ⁶]	93,24

Tabla A.3.109. Perfil adoptado.
Fuente: Elaboración propia.

SOLICITACIONES ELEMENTO	
N	72,31
M _x	114,12
M _y	0,00
V	65,98

Tabla A.3.110. Solicitaciones.
Fuente: Elaboración propia.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Verificación abollamiento		
Ala		
bf/2tw	6,56	
λ _r	13,48	
Alma		
d'/tw	33,27	
λ _r	35,87	
Q _s	1,00	
Q _a	1,00	
Q	1,00	
Pandeo en el plano y-z		
k _y	1,31	
L _x	600,00	cm
k _x · L _x	786,00	cm
λ _x	71,13	
Pandeo en el plano x-z		
k _y	1,00	
L _y	600,00	cm
k _y · L _y	600,00	cm
λ _y	173,41	
Resistencia de diseño a compresión		
λ _{det}	173,41	
λ _c	2,29	
√Q λ _c	2,29	
F _{cr}	5,75	kN/cm ²
φ _c	0,85	
P _n	285,25	kN
P _d	242,46	kN
Ratio (P _u /P _d)	0,30	

Tabla A.3.111. Verificaciones.
Fuente: Elaboración propia.

RESISTENCIA A FLEXIÓN EN LA MAYOR INERCIA		
Verificación abollamiento		
Ala - Caso: 1		
bf/2tw	6,56	
λ _p	9,15	
λ _r	22,34	
Alma - Caso: 13		
d'/tw	33,27	
P _u	72,31	
φ _b P _y	1540,1	
P _u /φ _b P _y	0,047	
λ _p	78,84	
λ _r	132,47	
Resistencia nominal por plastificación		
M _y	159,53	kNm
1,5 x M _y	239,29	kNm
M _p	178,64	kNm
M _n plast	178,64	kNm
RESISTENCIA AL CORTE		
A _w	17,292	cm ²
h/tw	33,27	-
Límite 1	58,99	-
Límite 2	73,92	-
Límite 3	260,00	-
V _n	357,9444	kN
φ _c	0,90	-
V _u	322,15	kN
Ratio (V _u /V _d)	0,20	-

Tabla A.3.111.1. Verificaciones.
Fuente: Elaboración propia.

Resistencia nominal por LTB		
Aplicacion carga	Carga en el ala	
L _p	132,46	cm
L _r	283,26	cm
L _b	1,50	cm
M _r	127,62	kNm
C _b	1,00	-
X ₁	17643,61	MPa
X ₂	0,00	MPa-2
FL	276,00	MPa
M _n PLT	127,62	kNm
Resistencia de diseño a flexión - Eje X		
M _n	127,62	kNm
φ _b	0,90	-
M _d	114,86	kNm
Ratio (M _u /M _d)	0,99	
Resistencia de diseño a flexión - Eje Y		
M _n	41,81	kNm
φ _b	0,90	-
M _d	37,63	kNm
Ratio (M _u /M _d)	0,00	-

VERIFICACIÓN FLEXIÓN COMPUESTA y/o DISIMÉTRICA		
P _u	72,31	kN
P _d	242,46	kN
P _u /P _d	0,30	-
M _{ux} /M _{dx}	0,71	-
M _{uy} /M _{dyx}	0,00	-
VERIFICACIÓN DE INTERACCIÓN	0,93	-

Tabla A.3.111.2. Verificaciones.
Fuente: Elaboración propia.

Deformaciones				
Vertical				Verificacion
Def adm (cm)	Flecha total (cm)	L/150	8,33	
	Flecha por sobrecarga util (cm)	L/180	6,94	
Staad	Flecha total (cm)	Combinacion 14 (Nodo 3)	4,74	VERIFICA
	Flecha por sobrecarga util (cm)	Combinacion 5 (Nodo 3)	5,03	VERIFICA
Horizontal				Verificacion
Def adm (cm)	Flecha total (cm)	H/150	4,00	
	Viento	H/160	3,75	
Staad	Flecha total (cm)	Combinacion 5 (Nodo 2)	2,84	VERIFICA
	Flecha por sobrecarga util (cm)	Combinacion 14 (Nodo 2)	2,79	VERIFICA

Tabla A.3.112. Deformaciones. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Pórtico típico - Cálculo de placa base y pernos de anclaje

Unión: Columna - Base		
Propiedades del perfil de la columna		
Perfil columna	W 250x38	
d	262,00	mm
Propiedades del material		
Acero F-36		
Fy	34,5	KN/cm ²
Fu	45	KN/cm ²
E	20000	KN/cm ²
Hormigon H-25		
f'c	2,5	KN/cm ²
fi c	0,6	

Tabla A.3.113. Datos. Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de la placa metalica		
dim en X placa: A	50	cm
dim en Y placa: B	25	cm
Distancia bulon-borde en X e Y: L	6	cm
Espesor placa: tp	6	cm
Dimensiones de la base de hormigón		
dim en X hormigon: AF	60	cm
dim en Y hormigon: BF	35	cm
Espesor grout: G	5	cm
Nariz de corte		
Perfil	W 150x13	
dim X nariz: AN	14,8	cm
dim Y nariz: BN	10	cm
Longitud nariz: P	20	cm
X	12,5	cm

Tabla A.3.114. Dimensiones. Fuente: Elaboración propia.

Solicitaciones		
Compresion		
Mu	45	KNm
Vu	15,00	KN
Pu	49,00	KN
M* = Mu + Vu . x	232,50	KNcm
Excentricidad e	4,74	cm
B/6	4,17	cm
B/2	12,50	cm
Traccion		
Mu	109	KNm
Vu	41,00	KN
Tu	61,00	KN
M* = Mu + Vu . x	621,50	KNcm
Excentricidad e	10,19	cm
B/6	8,33	cm
B/2	30,00	cm

Tabla A.3.115. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Verificación presiones verticales del hormigón		
area placa base: A1	1250,00	cm ²
momento resistente placa base: S1	5208,33	cm ³
area hormigón A2	2100,00	cm ²
tensión máxima del hormigón: $f_p = P_u / A_1 + M^* / S_1$	0,08	KN/cm ²
$\Phi_c =$	0,60	
lim superior 1 de tensión en hormigón: $0,85 * f_i c * f' c$	1,28	KN/cm ²
lim superior 2 de tensión en hormigón: $1,7 * f_i c * f' c$	2,55	KN/cm ²
$f_p > \text{lim sup de tensión en hormigón}?$	Verifica	
Verificación presiones horizontales del hormigón en nariz		
area frontal nariz de corte=	148	cm ²
tensión del hormigón: $p_h = V_u / \text{área frontal}$	0,277	KN/cm ²
limite superior	1,071	KN/cm ²
$p_h \leq \text{limite superior tensión del hormigón}?$	Verifica	

Verificación flexión placa por compresión del hormigón		
longitud voladizo placa: W	11,9	cm
Momento flector máximo en placa: $M_u \text{ placa}$	148,41	KNcm
momento resistente plástico placa: Z_p	225,00	cm ³
momento nominal placa: M_n	7762,50	KNcm
momento diseño placa: M_d	6986,25	KNcm
$M_u \text{ placa} \leq M_d \text{ placa}?$	Verifica	
Verificación flexión nariz		
Momento flector máximo nariz: $M_u \text{ nariz}$	512,500	KNcm
Momento resistente plástico nariz: Z_n	124	cm ³
Momento nominal nariz: M_n	2914	KNcm
Momento de diseño nariz: M_d	2622,6	KNcm
$(M_u \text{ nariz} \leq M_d \text{ nariz})?$	Verifica	

Verificación a tracción - Flexión de placa		
Para la dirección c		
dist eje alma - proyección 45°: b	10	cm
dist borde perfil - eje bulón: c	5	cm
Tub	20,57	KN
$M_u = 0,5 * \text{Tub} * c$	51,43	KNcm
$Z_c = b * t^2 / 4$	90,00	cm ³
$M_d = f_i * M_{pl} = 0,9 * f_y * Z$	1903,50	KNcm
$(M_u \leq M_d)?$	Verifica	
Para la dirección d		
dist eje alma - proyección 45°: a	10	cm
dist borde perfil - eje bulón: d	6	cm
Tub	20,57	KN
$M_u = 0,5 * \text{Tub} * d$	61,72	KNcm
$Z = a * t^2 / 4$	90,00	cm ³
$M_n = f_i * M_{pl} = 0,9 * f_y * Z$	2794,50	KNcm
$(M_u \leq M_n)?$	Verifica	

Verificación a tracción pernos		
D	1	pulgadas
	2,54	cm
Ag	5,07	cm ²
Fu	45	KN/cm ²
ϕ	0,75	
Tn	171,01	KN
Td	128,26	KN
Tu	20,57	KN
$(T_u \leq T_d)?$	Verifica	

Verificación de arrancamiento - Placa de anclaje		
ϕ	0,7	
ψ	1	
$f' c$	25	Mpa
Np: arrancamiento nominal total	61,00	KN
Np por perno	7,625	KN
Abrg NETA	0,00004	m ²
Abrg NETA	0,38	cm ²
Area bulón diámetro 25.7	5,07	cm ²
Area nec placa TOTAL	5,45	cm ²
Area placa adoptada	9	cm ²

Anclaje de pernos		
Perno 1"	2,54	cm
Ld	588	mm
Ld adop	60	cm
Separación armadura col - perno	5,4	cm
Long pérdida por línea de rotura a 45° - por yuxtaposición	5,4	cm
Prof = 1 1/4" + Ld adop + long pérdida	71,40	cm
Profundidad adoptada	70	cm

Tabla A.3.116. Verificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Pórtico típico - Cálculo de fundaciones

Estados determinantes	ELS 14 (Nodo 1)	ELS 10 (Nodo 5)
Fx	28,66	-8,34
Fy	48,65	-31,52
Mz	72,98	19,17
	(-) : Compresion	
	(+) : Traccion	

Tabla A.3.117. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

	qf (kn/m2)	qp (kn/m2)
-1,00 a -2,00	70	-
-2,00 a -4,00	89,4	773,1
-4,00 a -6,00	58,1	519
-6,00 a -11,5	19,8	198,3

Tabla A.3.118. Resistencia de punta y fricción. Fuente: Elaboración propia.

Galpon de separacion		
Cabezal	h (m)	0,8
	a (m)	1,6
	e (m)	0,6
Pilote	∅ (m)	0,4
	L (m)	3,2

Tabla A.3.119. Dimensiones.

Fuente: Elaboración propia.

ELS 14 (Nodo 1)		
∅ pilote	0,4	m
Separacion pilotes	1	m
Pilote 1	97,31	kn
Pilote 2	-48,66	kn
ELS 10 (Nodo 5)		
∅ pilote	0,4	m
Separacion pilotes	1	m
Pilote 1	3,41	kn
Pilote 2	-34,93	kn
Calculo Pilote		
Area	0,13	m2
Relacion L/∅	8	23
Longitud pilote rec(m)	3,2	9,2
3∅ de penetracion min	1,2	m
Long pilote (m)	3,2	m
qp	97,15	kn
qf nec	-62,22	kn
qf	327,25	kn
q total (compresion)	424,40	kn
q total (traccion)	327,25	kn
Cabezal		
Alto (m)	h	0,67
	d	0,61
Alto adopt (m)	0,8	m
Ancho	1,6	m
Espesor	0,6	m

Tabla A.3.120. Cálculo de pilote y cabezal. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Sistema de contraviento - Cálculo de elementos

Puntales

PUNTALES			
N°	Presión de diseño (kN/m ²)	Área influencia (m ²)	Axial [kN]
Puntal 1	1,650	8,95	14,77
Puntal 2		19,62	32,38

Tabla A.3.121. Puntales. Fuente: Elaboración propia.

Puntal 1		VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Propiedades Geométricas		λ_r	13,13
Denominación	2 x L 57 x 57 x 6,4 en "X"	bf/tf	8,92
Ag [cm ²]	6,96	Q	1
b [cm]	5,71	Comportamiento entre presillas	
t [cm]	0,64	rv [cm]	1,08
Iz [cm ⁴]	32,87	Presillas	8
Iv [cm ⁴]	8,1	a	71,43
Ix = Iy [cm ⁴]	20,49	Pandeo global s/ eje z	
ex = ey [cm]	1,63	I	65,74
Separación [cm]	0,8	A	13,92
Fy [kN/cm ²]	23,5	r [cm]	2,17
E [kN/cm ²]	20000	k	1
γ [KN/m ³]		λ	230,08
G [kN/cm ²]	7720	λ_c	2,51
Longitud [cm]	500	Verificación a compresión	
		λ_{det}	2,51
		Fcr	3,27
		ϕ_c	0,85
		Pd	38,69
		Pu/Pd	0,38
		Verificación esbeltez localizada	
		a/ri	66,21
		3/4 λ	172,56

Tabla A.3.122. Verificación. Fuente: Elaboración propia.

Puntal 2		VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Propiedades Geométricas		λ_r	13,13
Denominación	2 x L 57 x 57 x 6,4 en "X"	bf/tf	8,92
Ag [cm ²]	6,96	Q	1
b [cm]	5,71	Comportamiento entre presillas	
t [cm]	0,64	rv [cm]	1,08
Iz [cm ⁴]	32,87	Presillas	8
Iv [cm ⁴]	8,1	a	71,43
Ix = Iy [cm ⁴]	20,49	Pandeo global s/ eje z	
ex = ey [cm]	1,63	I	65,74
Separación [cm]	0,8	A	13,92
Fy [kN/cm ²]	23,5	r [cm]	2,17
E [kN/cm ²]	20000	k	1
γ [KN/m ³]		λ	230,08
G [kN/cm ²]	7720	λ_c	2,51
Longitud [cm]	500	Verificación a compresión	
		λ_{det}	2,51
		Fcr	3,27
		ϕ_c	0,85
		Pd	38,69
		Pu/Pd	0,84
		Verificación esbeltez localizada	
		a/ri	66,21
		3/4 λ	172,56

Tabla A.3.122.1. Verificación. Fuente: Elaboración propia.

Puntales

Puntal mas solicitado: Puntal 3	
Propiedades Geométricas	
Denominación	2 x L 57 x 57 x 6,4 en "X"
Ag [cm ²]	6,96
b [cm]	5,71
t [cm]	0,64
Iz [cm ⁴]	32,87
Iv [cm ⁴]	8,1
Ix = Iy [cm ⁴]	20,49
ex = ey [cm]	1,63
Separación [cm]	0,8
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [KN/m ³]	
G [kN/cm ²]	7720
Longitud [cm]	500
VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
λ _r	13,13
b _f /t _f	8,92
Q	1
Comportamiento entre presillas	
r _v [cm]	1,08
Presillas	8
a	71,43
Pandeo global s/ eje z	
I	65,74
A	13,92
r [cm]	2,17
k	1
λ	230,08
λ _c	2,51
Verificación a compresión	
λ _{det}	2,51
F _{cr}	3,27
φ _c	0,85
P _d	38,69
P _u /P _d	# REF!
Verificación esbeltez localizada	
a/r _i	66,21
3/4 λ	172,56

Tabla A.3.122.2. Verificación. Fuente: Elaboración propia.

Viga de contraviento

VIGA DE CONTRAVIENTO		
Barra	Esfuerzo	Axial [kN]
Montante	Compresión	33,96
Diagonal	Tracción	30,69

Tabla A.3.123. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Montantes Viga de Contraviento		VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Propiedades Geométricas			
Denominación	2 x L 57 x 57 x 6,4 en "X"	λ _r	13,13
Ag [cm ²]	6,96	b _f /t _f	8,92
b [cm]	5,71	Q	1
t [cm]	0,64	Comportamiento entre presillas	
Iz [cm ⁴]	32,87	r _v [cm]	1,08
Iv [cm ⁴]	8,1	Presillas	6
Ix = Iy [cm ⁴]	20,49	a	100
ex = ey [cm]	1,63	Pandeo global s/ eje z	
Separación [cm]	0,8	I	65,74
Fy [kN/cm ²]	23,5	A	13,92
E [kN/cm ²]	20000	r [cm]	2,17
γ [KN/m ³]		k	1
G [kN/cm ²]	7720	λ	230,08
Longitud [cm]	500	λ _c	2,51
		Verificación a compresión	
		λ _{det}	2,51
		F _{cr}	3,27
		φ _c	0,85
		P _d	38,69
		P _u /P _d	0,88
		Verificación esbeltez localizada	
		a/r _i	92,70
		3/4 λ	172,56

Tabla A.3.124. Verificación montante. Fuente: Elaboración propia.

Diagonal Viga de Contraviento	
Propiedades Geométricas	
d (cm)	1,588
A	1,98
A _e	1,49
F _y	23,5
F _u	37
E	20000
γ	77,3
G	7720
Longitud [cm]	800
VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Fluencia del área bruta	
R _n	46,54
φ	0,90
R _d	41,89
Rotura del área neta	
R _n	54,96
φ	0,75
R _d	41,22
R _{d det}	41,22
T _u /T _d	0,74

Tabla A.3.125. Verificación diagonal. Fuente: Elaboración propia.

Arriostramientos laterales

ARRIOSTRAMIENTO LATERAL - Las "V" invertidas		
Barra	Esfuerzo	Axial [kN]
Montante	Compresión	28,66
Diagonal	Tracción	28,66

Tabla A.3.126. Solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Diagonal Viga de Contraviento	
Propiedades Geométricas	
d [cm]	1,588
A	1,98
Ae	1,49
Fy	23,5
Fu	37
E	20000
gamma	77,3
G	7720
Longitud [cm]	583
VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
Fluencia del área bruta	
Rn	46,54
ϕ	0,90
Rd	41,89
Rotura del área neta	
Rn	54,96
ϕ	0,75
Rd	41,22
Rd det	41,22
Tu/Td	0,70

Tabla A.3.127. Verificación diagonal. Fuente: Elaboración propia.

Montantes Arriostramientos Laterales	
Propiedades Geométricas	
Denominación	2 x L 64 x 64 x 6,4 en "X"
Ag [cm ²]	7,87
b [cm]	6,35
t [cm]	0,64
Iz [cm ⁴]	47,37
Iv [cm ⁴]	11,49
Ix = Iy [cm ⁴]	29,43
ex = ey [cm]	1,8
Separación [cm]	0,8
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [KN/m ³]	
G [kN/cm ²]	7720
Longitud [cm]	583

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA	
λ_r	13,13
bf/tf	9,92
Q	1
Comportamiento entre presillas	
rv [cm]	1,21
Presillas	6
a	116,6
Pandeo global s/ eje z	
I	94,74
A	15,74
r [cm]	2,45
k	1
λ	237,63
λ_c	2,59
Verificación a compresión	
λ_{det}	2,59
Fcr	3,07
ϕ_c	0,85
Pd	41,02
Pu/Pd	0,70
Verificación esbeltez localizada	
a/ri	96,50
3/4 λ	178,22

Tabla A.3.128. Verificación montante. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Trommel - Cálculo de patas de apoyo

	Carga	Unidad
Carga vertical trommel	300	KN
Cant. apoyo	4	
Carga c/ apoyo	75	KN

Tabla A.3.129. Solicitación. Fuente: Elaboración propia.

Datos		
Fy	235	Mpa
E	200000	Mpa
H	2	m
Compresión simple		
1 - Esfuerzo interno último		
Pu	90	kN
2 - Geometría de la sección IPN		
Perfil	140	
Ag	18,2	cm ²
Ix	573	cm ⁴
rx	5,61	cm
Iy	35,2	cm ⁴
ry	1,39	cm
h	140	mm
bf	66	mm
tf	8,6	mm
tw	5,7	mm
hw	109	mm
3 - Abollamiento		
3.1 - Ala		
bf/(2 tf)	3,84	
λ_r	16,33	
Qs	1	
3.2 - Alma		
hw / tw	19,12	
λ_r	43,45	
Qa	1	
Q = Qs . Qa	1	
4 - Verificación pandeo global		
4.1 - Pandeo según eje x (plano y-z)		
kx	1,00	
Lx	200	cm
kx . Lx	200,00	cm
λ_x	35,64	
4.2 - Pandeo según eje y (plano x-z)		
ky	1	
Ly	200	cm
ky . Ly	200	cm
λ_y	143,81	
4.3 - Cálculo de la resistencia de diseño a compresión		
λ_{det}	143,81	
λ_c	1,57	
$\sqrt{Q} . \lambda_c$	1,57	
Fcr	8,37	kN/cm ²
ϕ_c	0,85	
Pn	152,34	kN
$\phi_c . Pn$	129,49	kN

Tabla A.3.130. Verificación patas de apoyo del trommel. Fuente: Elaboración propia.

Galpón de separación - Trommel - Cálculo de bases

Materiales		
H	25	MPa
Acero ADN	420	MPa
Φb	6	mm
	8	
	10	
	12	
	16	
	20	
	25	

Tabla A.3.131. Materiales. Fuente: Elaboración propia.

Datos del suelo	
CF [m]	σ adm [kN/m2]
-1,00	198
-2,00	282
-3,00	370
-4,00	350
-6,00	320
Adoptada	-2,00
Profundidades > -2,00 m.	
Φ [°]	8
Cu [kN/m2]	100
γ [kN/m3]	18,6

Tabla A.3.132. Datos de suelo. Fuente: Elaboración propia.

Columna N°	Dimensiones columna		Dimensiones fuste		Cargas		σ adm [kN/m2]
	Lx [cm]	Ly [cm]	Cx [cm]	Cy [cm]	Ps [kN]	Pu [kN]	
C1 = C2 = C3 = C4	20	20	25	25	75,14	90,34	282

Tabla A.3.133. Datos de columnas. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Columna	SOLERA											Bases de Tromel		
	A mín [m2]	Dimensiones [m]	ax [m]	ay [m]	A adopt [m2]	A adopt ≥ A mín?	Lvx [m]	Lvy [m]	Lv máx [m]	h mín [m]	h adopt [m]	Ancho (m)	Largo(m)	Altura (m)
Central	0,27	0,6	0,8	0,8	0,64	SÍ	27,5	27,5	27,5	13,75	20	0,8	0,8	0,2

Tabla A.3.134. Cálculo de bases de trommel. Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4 - Estudio de suelos

ESTUDIO DE SUELOS

NAVE INDUSTRIAL

ROSARIO



UBICACIÓN DE LA OBRA:
Ruta Nacional A 012
(2134) Roldán · Santa Fe · República Argentina

CONTENIDO:

I. Objetivos del Informe.

II. Datos Previos.

- II.A- UBICACIÓN DE LA OBRA
- II.B- NORMAS DE REFERENCIA
- II.C- CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS

III. Descripción de los trabajos realizados.

- III.A- TAREAS DE CAMPO
- III.B- TAREAS DE LABORATORIO
- III.C- TAREAS DE GABINETE

IV. Resultados de los ensayos realizados.

- IV.A- REFERENCIAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS
- IV.B- EVALUACION DE LA CONSISTENCIA DEL SUELO
- IV.C- CLASIFICACIÓN SUCS
- IV.D- PLANILLAS DE RESULTADOS - ESTRATIGRAFÍA

V. Análisis de Gabinete – Cálculos.

- V.A- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES DIRECTAS CON COTA DE FUNDACIÓN DEBAJO DE -2,00m
- V.B- CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA BASES AISLADAS
- V.C- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES
- V.D- EXCAVACIONES Y EMPUJES
- V.E- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES INDIRECTAS
- V.F- CUADRO RESUMEN PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE PILOTES

VI. Conclusiones

- VI.A DESCRIPCIÓN DEL PERFIL
- VI.B CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES

I. - OBJETIVOS DEL INFORME.

Se realizaron 3 sondeos hasta 12,00m de profundidad para conocer las características geotécnicas del sitio donde se construirá la nave industrial en la localidad de Roldán provincia de Santa Fe. Durante la realización de los mismos se obtuvieron muestras de suelo, que fueron sometidas a pruebas de laboratorio cuyos resultados se utilizaron para el análisis y la realización de cálculos de gabinete. El objetivo de este informe es la presentación de los resultados obtenidos con el fin de:

- Clasificar los suelos existentes desde el punto de vista geotécnico.
- Determinar la estratigrafía del lugar.
- Determinar las características físicas y mecánicas de los distintos estratos.
- Evaluar y determinar las características de las distintas alternativas de fundación.

II. – DATOS PREVIOS

A.- UBICACIÓN DE LA OBRA:

Los sondeos se realizaron en el sector donde se construirá la nueva nave industrial lindera al área reparaciones ubicada en Ruta Nacional A 012 · Km 47 (2134) Roldán · Santa Fe · República Argentina



.- NORMAS DE REFERENCIA:

Para la realización de los trabajos de campaña se tuvieron en cuenta las siguientes normas:

Norma IRAM 10517, Método de determinación de la resistencia a la penetración y de obtención de muestras mediante sacatestigos abiertos longitudinalmente (ensayo SPT).

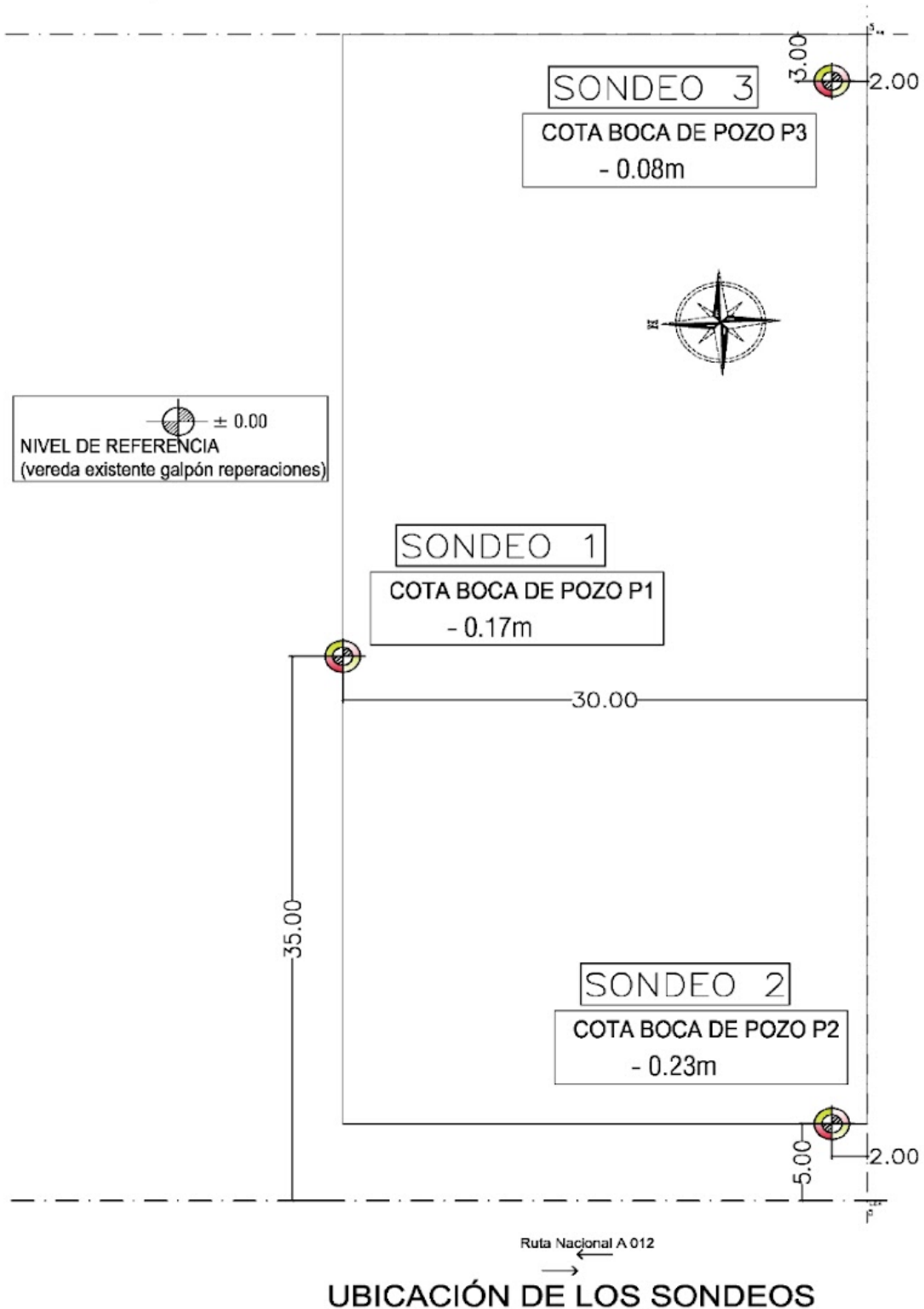
Norma IRAM 10535, Descripción de los suelos mediante análisis tacto-visual
Los trabajos de laboratorio se realizaron siguiendo las siguientes normas:

Norma IRAM 10519, Método de determinación de la humedad natural.

Norma IRAM 10.513 Determinación del límite líquido.

- Norma IRAM 10.502 Determinación del límite líquido e índice de plasticidad.
- Norma ASTM D2937 Determinación de humedad natural y densidad de suelo seco.
- AASHTO M145-66 – IRAM 10.509 Clasificación SUCS.
- IRAM 10.507 Ensayo granulométricos.
- IRAM 10.529 Ensayo triaxial.

C.- CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS:



III. – DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- TAREAS DE CAMPO:

Los sondeos se realizaron los días 13, 14 y 15 de Diciembre del 2022. Los mismos consistieron en tres perforaciones de 12,00m de profundidad con obtención de muestras cada 1,0 a 2,0 m aproximadamente con sacamuestras de zapatas intercambiables. Estas operaciones se ejecutaron según norma IRAM 10517 determinando el número de golpes necesario para hincar 30 cm el tomamuestras golpeándolo con una maza de 63,5 kg desde una altura de 76 cm. Este número, denominado N es un indicador del grado de consistencia del suelo, el que luego es vertido a los gráficos y perfiles de cada sondeo.

Durante la realización de los sondeos fue realizada una clasificación preliminar de los mismos.

Así mismo se verificó el nivel de napa freática, el que se encuentra indicado en los perfiles de cada sondeo.

B.- TAREAS DE LABORATORIO:

Con las muestras obtenidas se realizaron ensayos de laboratorio para obtención de humedad natural, densidad natural, determinación de límite líquido y plástico e índice de plasticidad, clasificación SUCS, ensayos granulométricos y triaxiales, siempre teniendo en cuenta las normas de referencia indicadas precedentemente.

C.- TAREAS DE GABINETE:

En base a los resultados de campaña y laboratorio se realizó un modelo del perfil estratigráfico del suelo con el fin de evaluar las tensiones admisibles, coeficientes de balasto y cálculo de la capacidad portante de pilotes, a los efectos de evaluar las distintas alternativas de fundación.

IV. – RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.

A.- REFERENCIAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS:

En este informe se ha utilizado el siguiente listado de abreviaturas y símbolos:

N:	Número de golpes del Ensayo de Penetración estándar (SPT).
γ_{sat} :	Densidad del suelo saturado.
Qu:	Resistencia a compresión simple a partir del S.P.T.
SUCS:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
LL, LP y IP:	Límite líquido, límite plaste e índice de Plasticidad.
NP:	No Plástico.
γ :	Densidad del suelo húmedo.
ω :	Humedad natural del suelo.
Pasa#200:	Porcentaje de partículas que pasan el tamiz 200.
C:	Cohesión.
ϕ :	Ángulo de fricción Interna.
mv:	Módulo de compresibilidad volumétrica.
qu:	Capacidad portante última.
Nc, Nq, Nf:	Factores de capacidad de carga de Terzaghi.
σ_{adm} , σ_c y σ_t :	Tensión admisible, tensión de confinamiento y tensión de trabajo.
ΔH :	Asentamiento de bases directas.
K:	Coefficiente de variación de tensión.

K_A : Coeficiente de empuje activo.

B.- EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUELO:

Se realizó la determinación del valor de consistencia en base al número N determinado durante la extracción de muestras según las siguientes tablas:

Consistencia	N	Identificación Manual	γ_{sat} g/cm ³	Qu (kg/cm ²)
Dura	>30	Se marca difícilmente	>2	>4,0
Muy rígida	15 30	Se marca con la uña pulgar.	2,08 2,24	2,0-4,0
Rígida	8 15	Se marca con el Pulgar.	1,92 2,08	1,0-2,0
Media	4 8	Moldeable bajo presiones fuertes.	1,76 1,92	0,5-1,0
Blanda	2 4	Moldeable bajo presiones débiles.	1,6 1,76	0,25-0,50
Muy Blanda	<2	Se deshace entre los dedos.	1,44 1,6	0-0,25

Para suelos Arcillosos (Hunt, 1984 en IGME 1987)

N_{SPT}	Compacidad
0-4	Muy Floja
5 - 10	Floja
11 - 30	Media
31-50	Densa
>50	Muy densa

Para suelos arenosos podemos determinar el grado de compacidad con la tabla precedente.

C.- CLASIFICACIÓN SUCS.

En base a los ensayos granulométricos y a los límites de Atterberg se ha realizado la clasificación de los suelos según el "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos" cuyos criterios se presentan a continuación. Luego incluimos la "Carta de Plasticidad de Casgrande" indicando en la misma la ubicación en la se encuentran los suelos detectados.

DIVISION MAYOR		simbolo	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS	Las partículas de 0,074 mm de diámetro (malla no. 200) son, aprox., las más pequeñas visibles a simple vista	<p>GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR LA MALLA N° 4</p> <p>ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR LA MALLA N° 4</p> <p>Para clasificación visual puede usarse 1/2 cm como equivalente abertura malla n° 4</p> <p>GRAVA LIMPIA poco o nada de partículas finas.</p> <p>GRAVA CON FINOS cantidad apreciable de partículas finas</p>	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	<p>Coefficiente de uniformidad Cu: Mayor a 4</p> <p>Coefficiente de curvatura Cc: entre 1 y 3</p> <p>$Cu = (D_{60}) / (D_{10})$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$</p>		
			GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW		
			GM	d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y fino.	Límites de Atterberg debajo de la "línea A" o I.P. mayor que 4	Arriba de la línea "A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			u	Gravas arcillosas mezclas de grava, arena y arcilla.	Límites de Atterberg arriba de la "línea A" o I.P. mayor que 7		
			GC	Gravas arcillosas mezclas de grava, arena y arcilla.		$Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor a 6	$Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \cdot D_{60}$ entre 1 y 3
			SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos		No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	
			SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.		No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	
			SM	d	Arenas limosas, mezcla de arenas y limo.	Límites de Atterberg debajo de la "línea A" con I.P. menor que 4	Arriba de la línea "A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
			u	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla	Límites de Atterberg debajo de la "línea A" con I.P. mayor que 7		
			SC	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla			
SUELOS DE PARTICULAS FINAS	Las partículas de 0,074 mm de diámetro (malla no. 200) son, aprox., las más pequeñas visibles a simple vista	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LÍQUIDO MENOR DE 50%	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillas ligeramente plásticos.	<p>EQUIVALENCIA DE SÍMBOLOS</p> <p>G = GRAVAS, M = LIMOS, S = ARENAS, C = ARCILLAS, O = SUELOS ORGÁNICOS, W = BIEN GRADUADOS, P = MAL GRADUADOS, PT = TURBA, L = BAJA COMPRESIBILIDAD, H = ALTA COMPRESIBILIDAD.</p>		
			CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
			LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50%	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos.	
				CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.	
				OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Las partículas de 0,074 mm de diámetro (malla no. 200) son, aprox., las más pequeñas visibles a simple vista		PT	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

SUELOS DE PARTICULAS FINAS

Las partículas de 0,074 mm de diámetro (malla no. 200) son, aprox., las más pequeñas visibles a simple vista

LIMOS Y ARCILLAS
LÍMITE LÍQUIDO MENOR DE 50%

LIMOS Y ARCILLAS
LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50%

SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS

D.- PLANILLAS DE RESULTADOS – ESTRATIGRAFÍA.

En base a los ensayos de campaña y laboratorio se han realizado los siguientes cuadros donde se sintetizan los resultados tanto del ensayos SPT realizado en campaña, como de los ensayos de humedad, densidad, límites y triaxiales, con los que se ha podido determinar el perfil estratigráfico. Dichos perfiles para cada pozo se muestran a continuación.

Obs.: las cotas de boca de pozo están obtenidas respecto al nivel superior de vereda perimetral de galpon reparaciones; siendo entonces este punto el cero correspondiente al plano de referencia.



Pozo N°: 1
Lugar: Ruta Nacional A 012 - Km 52
Cota Boca Pozo: -0,17 m (referidas al nivel superior de vereda galpón reparaciones)
Nivel Freático: -8,00 m

Obra: NAVE INDUSTRIAL
(2134) Roldán - Santa Fe - República Argentina

Fecha: 27/10/2022

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ (g/cm ³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	mv (cm ² /kg)
	0	-0,17		0 10 20 30 40 50							0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1	-1,17	10		Marrón rojizo oscuro con vetas negras; homogéneo; plasticidad media ■ Consistencia rígida	1,87	17,49	37,25	16,25	98,64		1,00	8	0,0067
2	2	-2,17	14		Marrón rojizo con puntos negros; plasticidad media ■ Consistencia rígida	1,88	22,83	32,58	17,01	98				
3	3	-3,17	27		Marrón rojizo con puntos negros, presencia de pequeñas concreciones calcáreas muy aisladas; plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,91	27,18	31,15	18,93	96,58		0,98	29	0,0029
4	4	-4,17	22		Marrón rojizo con puntos negros; plasticidad media; presencia de nódulos y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia muy rígida	1,85	29,48	36,54	18,75	96,04		1,28	24	0,0041
5	5				Marrón rojizo con puntos negros y vetas; presencia de nódulos medianamente cementados ■ Consistencia muy rígida									
6	6	-6,17	20			1,87	26,95	39,86	20,04	94,97				
6	7				Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia rígida									
8	8	-8,17	14			1,84	36,42	35,59	20,81	92,15		0,60	6	0,0133
7	9				Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia rígida									
10	10,00	-10,17	13			1,86	30,60	41,82	20,00	91,37		0,35	5	0,0148
8	11				Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos medianamente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia muy rígida									
12	12,00	-12,17	21			1,90	34,87	32,28	19,38	91,53		0,40	5	

Pozo N°: 2

Lugar: Ruta Nacional A 012 - Km 52

Cota Boca Pozo: -0,23 m (referidas al nivel superior de vereda galpón reparaciones)

Nivel Freático: -8,00 m

Obra: NAVE INDUSTRIAL

(2134) Roldán - Santa Fe - República Argentina

Fecha: 27/10/2022

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ (g/cm³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm²)	φ (°)	mv (cm²/kg)
1	1	1,00	-1,23	17	Marrón oscuro con vetas negras; compacto; plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,95	19,86	36,97	16,52	97,95	1,30	15	0,0027	
2	2	2,00	-2,23	16	Marrón rojizo con concreciones calcáreas muy aisladas; plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,99	25,52	32,96	16,86	96,43	0,98	13	0,0067	
3	3	3,00	-3,23	46	Marrón rojizo con puntos negros; presencia de pequeñas concreciones calcáreas muy aisladas; plasticidad media ■ Consistencia dura	1,88	19,39	32,51	18,64	96,18	1,20	29	0,0035	
4	4	4,00	-4,23	33	Marrón rojizo con puntos negros; plasticidad media; presencia de nódulos y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia dura	1,89	23,05	37,22	17,93	96,16				
5	5	6,00	-6,23	21	Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos medianamente cementados y concreciones calcáreas aisladas ■ Consistencia muy rígida	1,89	28,83	40,54	19,97	94,82	0,76	18	0,0067	
6	7	8,00	-8,23	22	Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos medianamente cementados y concreciones calcáreas aisladas ■ Consistencia muy rígida	1,88	35,71	37,57	21,05	92,46				
7	9	10,00	-10,23	30	Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas aisladas ■ Consistencia muy rígida	1,87	28,19	38,94	20,32	89,94				
8	11	12,00	-12,23	31	Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas aisladas ■ Consistencia dura	1,90	33,29	33,41	21,43	90,17				

Pozo N°: 3
 Lugar: Ruta Nacional A 012 - Km 52
 Cota Boca Pozo: -0,08 m (referidas al nivel superior de vereda galpón reparaciones)
 Nivel Freático: -8,00 m

Obra: NAVE INDUSTRIAL
 (2134) Roldán - Santa Fe - República Argentina

Fecha: 27/10/2022

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ (g/cm ³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	mv (cm ² /kg)
	0	-0,08		0 10 20 30 40 50							0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1	1,00	-1,08	17	Marrón rojizo con vetas negras, compacto; plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,89	20,83	38,15	16,88	98		1,50	8	0,0044
2	2	2,00	-2,08	16	Marrón rojizo con concreciones calcáreas muy aisladas; plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,90	25,71	33,59	16,98	97,24				
3	3	3,00	-3,08	34	Marrón rojizo con puntos negros, presencia de pequeñas concreciones calcáreas aisladas; plasticidad media ■ Consistencia dura	1,86	21,54	32,45	18,66	97,04				
4	4	4,00	-4,08	28	Marrón rojizo con puntos negros, presencia de pequeñas concreciones calcáreas muy aisladas; plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,95	23,85	37,56	20,15	94,92		0,88	24	0,0052
5	5	5,00	-5,08		Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia muy rígida									
6	6	6,00	-6,08	23		1,88	21,61	40,11	20,21	95,83				
6	7	7,00	-7,08		Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia muy rígida									
6	8	8,00	-8,08	23		1,90	32,33	38,10	20,33	92,49				
7	9	9,00	-9,08		Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia muy rígida									
7	10	10,00	-10,08	16		1,90	37,34	31,47	20,31	91,54		0,52	5	0,0148
8	11	11,00	-11,08		Marrón rojizo con puntos negros; presencia de nódulos levemente cementados y concreciones calcáreas muy aisladas ■ Consistencia rígida									
8	12	12,00	-12,08	15		1,88	29,62	32,46	19,57	90,07				

V. – ANALISIS DE GABINETE - CÁLCULOS.

Utilizando tanto la información obtenida en campaña como en laboratorio, se ha realizado, en gabinete, el análisis de los resultados a los efectos de determinar el comportamiento mecánico de los diferentes sustratos de suelos en función de los requerimientos de esta obra en particular.

A.- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES DIRECTAS CON COTA DE FUNDACIÓN DEBAJO DE -2,00m

De acuerdo a los ensayos realizados se han podido determinar los parámetros mecánicos para el cálculo de la capacidad portante para fundaciones directas utilizando la teoría de Terzaghi, como se muestra a continuación

CIMENTACIÓN CORRIDA

$$qu = c' \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Caso III Nivel Freático dz B

TIPO DE FALLA: INTERMEDIA (INTERPOLADA)

Cota Napa= 800 cm
 $\phi = 8^\circ$
 $c = 1,00 \text{ Kg/cm}^2$ (se adopta 50 % de c)
 $c' = 0,50 \text{ Kg/cm}^2$
 $N_c = 8,487$
 $N_q = 2,159$
 $N_\gamma = 0,331$
 coef. Seg. = 3
 $\gamma = 0,00186 \text{ Kg/cm}^3$
 $B = 50 \text{ cm}$
 $D_f = 70 \text{ cm}$
 $q = 0,13 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_{adm.} = 1,52 \text{ Kg/cm}^2$

$qu_{III} = 4,54 \text{ Kg/cm}^2$

CIMENTACIÓN AISLADA CUADRADA

$$qu = 1.30 \cdot c' \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Caso III Nivel Freático dz B

TIPO DE FALLA: INTERMEDIA (INTERPOLADA)

Cota Napa= 800 cm
 $\phi = 13^\circ$
 $c = 0,98 \text{ Kg/cm}^2$ (se adopta 50 % de c)
 $c' = 0,49 \text{ Kg/cm}^2$
 $N_c = 11,165$
 $N_q = 3,505$
 $N_\gamma = 0,978$
 coef. Seg. = 3
 $\gamma = 0,00186 \text{ Kg/cm}^3$
 $B = 100 \text{ cm}$
 $L = 100 \text{ cm}$
 $D_f = 200 \text{ cm}$
 $q = 0,37 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_{adm.} = 2,82 \text{ Kg/cm}^2$

$qu_{III} = 8,49 \text{ Kg/cm}^2$

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA BASES AISLADAS:

Cimentación Aislada de sección Cuadrada

Lado: 1,00 m
 Cota de fundación: -2,00 m
 Tensión de trabajo: 2,82 Kg/cm²

$$\Delta H = H \cdot [\sigma_t - \sigma_c] \cdot K \cdot m_v$$

Df [cm]	γ [kg/cm ³]	σ_{ic} [Kg/cm ²]	$(\sigma_t - \sigma_c)$ [kg/cm ²]	ΔDF [cm]	k	mv [cm ² /kg]	Δh [cm]
-100	0,00186	0,186	2,634	20	1,0	0,0067	0,35
-120	0,00186	0,223	2,597	20	0,8	0,0067	0,28
-140	0,00186	0,260	2,5596	20	0,4	0,0067	0,14
-160	0,00186	0,298	2,5224	20	0,2	0,0067	0,07
-180	0,00186	0,335	2,4852	20	0,1	0,0067	0,03
Deformación total:							0,87

C.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES:

De acuerdo a las formulas planteadas y con los datos de campaña y laboratorio se ha podido determinar el siguiente cuadro resumen de cotas y tensiones para fundaciones directas o superficiales:

Profundidad Respecto Boca de Pozo [m]	σ_{adm} Para bases aisladas [kg/cm ²]	σ_{adm} Para bases corridas [kg/cm ²]	σ_{adm} Para Plateas [kg/cm ²]	Coefficiente de Balasto Vertical Estimado (placa 30x30) [kg/cm ³]	Coefficiente de Balasto Horizontal Estimado [kg/cm ³]	Tensión horizontal admisible $\sigma_{h adm.}$ [kg/cm ²]
- 0,70 A	---	1,52 A	1,80	4,50 A	3,15 A	--- ---
- 1,00	1,98	1,56		4,00	2,80	1,02
- 1,00 A	1,98 A	1,56 A	---	4,00 A	3,20 A	1,02 A
- 2,00	2,82	2,00		4,00	3,20	1,35
- 2,00 A	2,82 A	2,00 A	---	4,00 A	3,24 A	1,35 A
- 3,00	3,70	3,00		6,00	4,92	2,00
- 3,00 A	3,70 A	3,00 A	---	6,00 A	4,86 A	2,00 A
- 4,00	3,50	2,80		5,10	4,18	1,81
- 4,00 A	3,50 A	2,80 A	---	5,10 A	4,13 A	1,81 A
- 6,00	3,20	2,70		4,00	3,28	1,72

D.- EXCAVACIONES Y EMPUJES:

Para excavaciones temporales si no cambian las condiciones de humedad, para suelos cohesivos, como los detectados en el primer estrato, la altura sin empuje activo puede calcularse según la siguiente expresión:

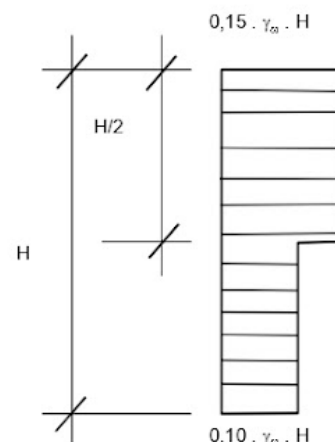
$$Z = \frac{2C \cdot \sqrt{Ka}}{\gamma \cdot Ka}$$

Para el caso en estudio se obtiene una altura estable de 7,00m a la cual se le podrá aplicar algún coeficiente de seguridad en función de las condiciones imperantes. Para excavaciones a mayor profundidad o cuando permanezcan por un tiempo prolongado, se debe calcular la entibación con un empuje según el siguiente diagrama:

Diagrama Envolvente de Empuje Aparente

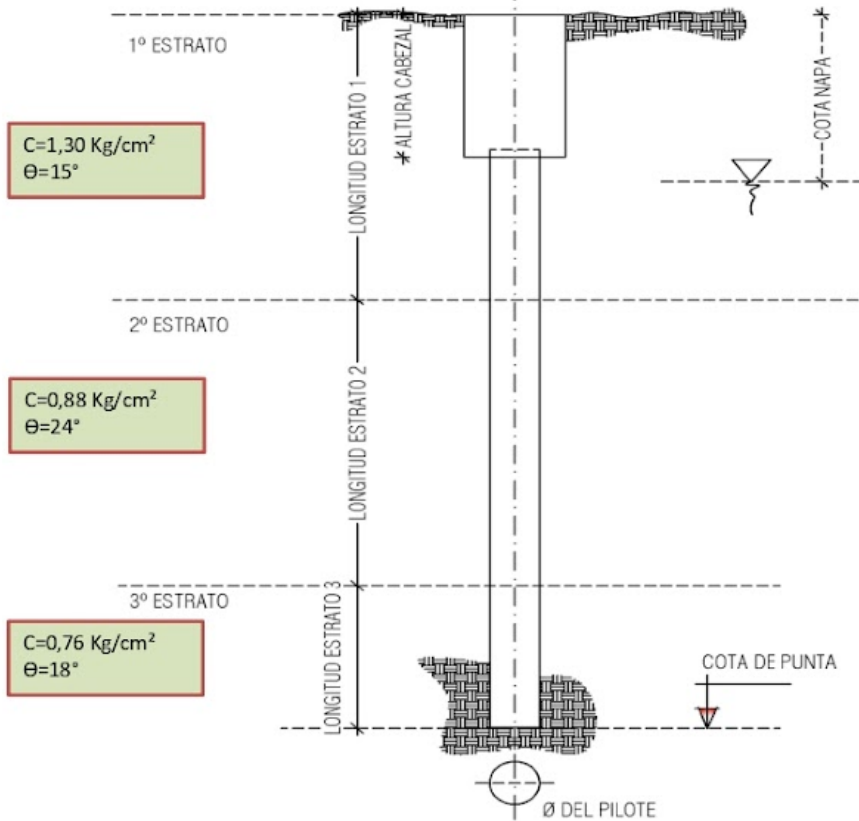
Arcillas y limos de origen eólico (Loes Pampeano) compactas fuertemente preconsolidadas por desecación.

Con $\gamma_{\omega} = 1T/m^3$



E.- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES INDIRECTAS:

Con los ensayos triaxiales y la estratigrafía de los suelos del lugar se ha realizado un modelo matemático de tres estratos para el cálculo de la capacidad portante de fundaciones indirectas, a continuación se muestra el ejemplo de un pilote tipo, seguido de un cuadro de resumen para diferentes alternativas de diámetro y cota de punta.



PILOTE PROPUESTO		Diámetro	Cota Punta	Altura Cabezal
Pilote tipo	[m]	0,50	-5,50	0,80

ANÁLISIS CAPACIDAD DE CARGA PILOTE			
CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL (carga de punta y fricción)			
Capacidad de carga por punta (Q_p)			
Superficie de punta de cada pilote	[m ²]	S_p	0,196
Peso propio del pilote	[t]	P_p	2,214
Relación D/Ø	[°]	ζ	11
Relación Ø/L	[°]	ψ	0,106
Factor de forma	[°]	sc	1,021
Factor de profundidad	[°]	dc	1,5406
Factor combinado de forma y profundidad	[°]	sc.dc	1,57
Factor de capacidad de carga	[°]	N_c	13,20
Factor de capacidad de carga	[°]	N_q	5,10
Esfuerzo vertical efectivo	[t/m ²]	q	10,23
Coefficiente de seguridad	[°]	V_F	3
Cohesión	[Kg/cm ²]	C'_3	0,38
Resistencia admisible de punta $q_p = (c'.N_c + q.N_q)sc.dc / v =$	[t/m ²]	qp	53,67
Capacidad portante de punta $Q_p = q_p.S_p =$	[t]	Qp	10,53

Se adopta cota napa -8 m

Si bien el nivel freático no fue detectado durante el transcurso de los sondeos adoptamos el mismo a 8,00m en función de otros trabajos realizados en la zona y teniendo en cuenta la época de sequía que está transcurriendo.

Capacidad de carga por fricción (Q _f)			Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3
Longitud del estrato atravesado por el pilote	[m]	E	1,20	2,00	1,50
Área de acción fricción	[m ²]	A _n	1,88	3,14	2,36
Angulo de fricción interna	[°]	Ø	15	24	18
Factor de adherencia	[°]	S32	0,36	1,00	0,52
Factor de adherencia	[°]	S5	2,06	3,41	2,41
Cohesión	[Kg/cm ²]	C _n	0,65	0,44	0,38
Coefficiente de seguridad	[°]	v _f	2,00	2,00	2,00
Profundidad del estrato	[m]	D _f	2,00	4,00	5,50
Resistencia admisible por fricción lateral $q_f = (1/2 \cdot \gamma'_s \cdot D_f \cdot S_{32} + c' \cdot S_s) / v =$	[t/m ²]	q _f	7,030	9,362	5,909
Capacidad portante por fricción $Q_f = A_n \cdot q_f =$	[t]	Q _f	13,24	29,40	13,92
Capacidad de carga de cada pilote (Q _p +Q _f)	[t]	Q	64,88		

F. - CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE PILOTES

Para el cálculo simplificado de la capacidad portante para pilotes con otras alternativas de diámetro y cota de punta se presenta el siguiente cuadro:

Profundidad Respecto boca de pozo [m]	Ø40/60	Ø40/60	Coeficiente de Balasto Horizontal [kg/cm ³]	Parámetros del suelo adoptados	
	q _f	q _p		Cohesión [Kg/cm ²]	Angulo de fricción [°]
	Por fricción lateral [t/m ²]	Por punta [t/m ²]			
-1,00	—	—	120/B*	1,30	15
A	—	—	A		
-2,00	7,00	—	100/B*	0,88	24
A	8,52	67,87	A		
-4,00	9,36	86,75	130/B*	0,76	18
A	5,59	47,20	A		
-6,00	6,03	56,60	100/B*	0,52	5
A	2,00	17,27	A		
-11,50	1,96	22,39	60/B*		

Capacidad de carga por fricción y punta para distintas alternativas

*B: Ø Pilote [cm]

Obs.:

A- Se recomienda una penetración de 2 a 3 Ø en el estrato resistente para la adopción de la tensión por punta

B- Relaciones longitud / diámetro recomendadas

	Ø 40	Ø 50	Ø 60
Max.	23	28	33
Min.	8	8	7

C- Separación entre pilotes 2.5 . Ø

VI. – CONCLUSIONES.

A.- DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Reuniendo toda la información obtenida, tanto de campaña, como de laboratorio se ha podido determinar el perfil de los suelos de la siguiente forma:

Luego de los primeros 0,40m del material del terraplén compactado se encontró un suelo arcilloso homogéneo, compacto, de color marrón rojizo oscuro con vetas negras; con valores de plasticidad media; y con un contenido de humedad promedio del 22%. La consistencia de estos suelos varía de rígida a muy rígida y se extiende hasta una profundidad de -2,30m aproximadamente respecto de nivel de comienzo de los sondeos.

A partir de allí y hasta los -4,20m se encuentra una capa formada por suelos arcillosos de plasticidad media y coloración marrón rojizo con puntos negros; con presencia de nódulos y concreciones calcáreas muy aisladas en su masa; de consistencia muy rígida a dura.

Luego hasta los -6,30m encontramos un manto formado por suelos arcillosos con una plasticidad levemente mayor respecto a las demás capas sondeadas, color marrón rojizo claro con puntos negros; con presencia de nódulos medianamente cementados y pequeñas concreciones calcáreas (tosquillas) dispersas; de consistencia muy rígida.

Por último se detectó un estrato formado por suelos arcillosos de coloración marrón rojizo, de consistencia rígida a dura, con menor plasticidad que en las capas superiores y con presencia aleatoria de concreciones calcáreas; este estrato se extiende hasta la cota máxima alcanzada por los sondeos.

En el mes de Diciembre, durante la ejecución del trabajo de campo no se detectó el nivel freático. En función de otros trabajos realizados en la zona y teniendo en cuenta la época de sequía que está transcurriendo se adoptó el nivel freático para el cálculo de la capacidad portante de pilotes a -8,00m, siendo este valor variable a lo largo del año.

B.- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES.

En función de los trabajos de gabinete, apoyados en los ensayos de campaña y laboratorio, se realizó el análisis de las distintas alternativas de fundación en función de los requerimientos de esta obra en particular.

De acuerdo a los mismos se planteó la fundación de muros o tabiques mediante cimentaciones superficiales corridas a una profundidad de -0,70m respecto de nivel de terreno natural resultando una tensión admisible de $1,52\text{kg/cm}^2$. Se recomienda que de optar por este tipo de fundación se controle la superficie de contacto de la cimentación verificando sectores que pudieran contener excesos de humedad.

Para la fundación de cargas concentradas, como las que se presentan en una estructura independiente, si se recurre a una cimentación mediante bases directas aisladas, puede fundarse a una profundidad de -2,00m, respecto del nivel de terreno natural, con una tensión admisible, de $2,82\text{kg/cm}^2$. Para esta cota y tensión, se planteó una base cuadrada de 1.00m de lado obteniéndose un asentamiento estimado menor de 1,00cm. En el punto V-C se presentan los valores de tensión admisibles para otras cotas de fundación. Con los datos del cuadro del punto citado anteriormente podemos resolver la fundación con macizos tipo Sulzberger o monobloque rígido.

También es posible recurrir a un sistema mediante cimentaciones indirectas o profundas tipo pilotes. Para este caso se ha planteado un modelo matemático en función de considerar tres estratos, un pilote de $\varnothing 0,50\text{m}$, un cabezal de 0,80m de altura, y una cota de punta -5,50m, el cuál arroja una capacidad portante de 64,88tn.

Así mismo, en el punto V-F se presentan los valores admisibles de fricción y tensión de punta para el cálculo simplificado de pilotes con otras alternativas de diámetros y cotas de punta.

Para la realización de excavaciones temporales, durante la obra, en el punto V-D se ha realizado un cálculo de la altura máxima estable, siempre que permanezcan abiertas un tiempo reducido y que no se produzcan variaciones en la humedad del suelo. Dicha altura, para esta obra particular varía en torno a 7,00m y en función de las variables locales que se presenten se podrá adoptar algún coeficiente de seguridad. En el caso de tener que diseñar una entibación se presenta el diagrama de empujes en el punto V-D

Finalmente cabe mencionar que todas las recomendaciones del presente informe están basadas en datos obtenidos en lugares puntuales, razón por la cual si en la ejecución de las fundaciones se encuentra alguna situación que difiere de la información presentada se deberá consultar para definir los criterios a adoptar.

Rosario, 02 de Enero de 2023.

Anexo 5 - Pavimento del Centro de Compostaje

Cálculo del paquete estructural y diseño de juntas

Para el cálculo del pavimento rígido se utiliza la herramienta Pavement Designer del American Concrete Pavement Association. Para ello se proyecta el espectro de cargas que circulará por la planta en función de la cantidad de camiones que depositarán sus residuos, resultando un total de 109.500 ejes acumulados para el año de diseño. Se coloca una sola capa de subbase de hormigón H-8 de 10cm de espesor. Luego, el programa de cálculo recomienda un espesor de 9cm para la losa H-30 con pasadores. Sin embargo, por cuestiones constructivas la losa se realiza con un espesor de 15cm.

Para las dimensiones de las losas se mantiene una relación entre ancho y largo menor a 1,25. En cuanto a la separación de juntas, se rigen por la siguiente ecuación.

$$ML = H \cdot C$$

Donde, ML es la máxima separación entre juntas, H es el espesor de la losa y C es un factor que depende del tipo de subbase utilizada. En este caso, H=15 cm y C=21 para bases de hormigón pobre.

Para el tipo de juntas utilizadas en el área de tránsito de camiones se utilizará el *Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón* del Instituto del Cemento Portland Argentino, en particular el Capítulo 3 - Juntas, intersecciones y transiciones.

- Juntas de aislación para separar el pavimento rígido de estructuras fijas como galpones, tapas de reservorio.
- Juntas transversales de contracción, permiten controlar las fisuras intermedias de la losa. Se colocan separadores para transferir la carga de una losa a otra.
- Juntas longitudinales de articulación, se ejecutan para controlar la fisuración cuando dos o más carriles se ejecutan simultáneamente. Se emplean barras de unión para mantener anclada la junta, garantizando un transferencia de carga a largo plazo.
- Juntas longitudinales ensambladas a borde libre, se ejecuta cuando la calzada se construye en distintas etapas o por fajas. Se debe realizar un machimbrado para permitirle a las fajas un cierto grado de movimiento longitudinal.
- Juntas de transición, para proveer una transición suave entre el pavimento de hormigón interno y estabilizado del camino de acceso, logrando de esta manera minimizar asentamientos diferenciales, expansiones y demás movimientos relativos que pudieran afectar la calidad del pavimento en el sector. Las mismas se localizan en los alrededores del terreno.

Por otro lado, para la zona de los galpones se plantean únicamente juntas de contracción, sin pasadores, ya que no se prevé la circulación de maquinaria pesada, por lo que no es necesario este mecanismo de transferencia de cargas. Las cargas actuantes en esta zona corresponden al peso de las pilas de descomposición y los diferentes equipos de operación, tales como la minicargadora y la volteadora BackHus.

Se identifican estructuras fijas como lo son los galpones, reservorios y albañales, para determinar dónde se colocarán las uniones de aislamiento. Además, se utilizan los vértices de estas estructuras fijas como los puntos de referencia para definir el resto de las juntas. Este enfoque garantiza una disposición uniforme y evita la necesidad de realizar calados ante el desfase de juntas.

Anexo 6 - Nivelación del terreno

A continuación se exponen los resultados de las campañas de nivelación realizadas en septiembre de 2023 junto con un esquema que indica la ubicación de los perfiles considerados. Ver Figura A.6.1. Los perfiles denominados "P" pertenecen a la nivelación del camino de acceso, mientras que los denominados "TN" pertenecen al terreno donde se proyecta el centro de compostaje.

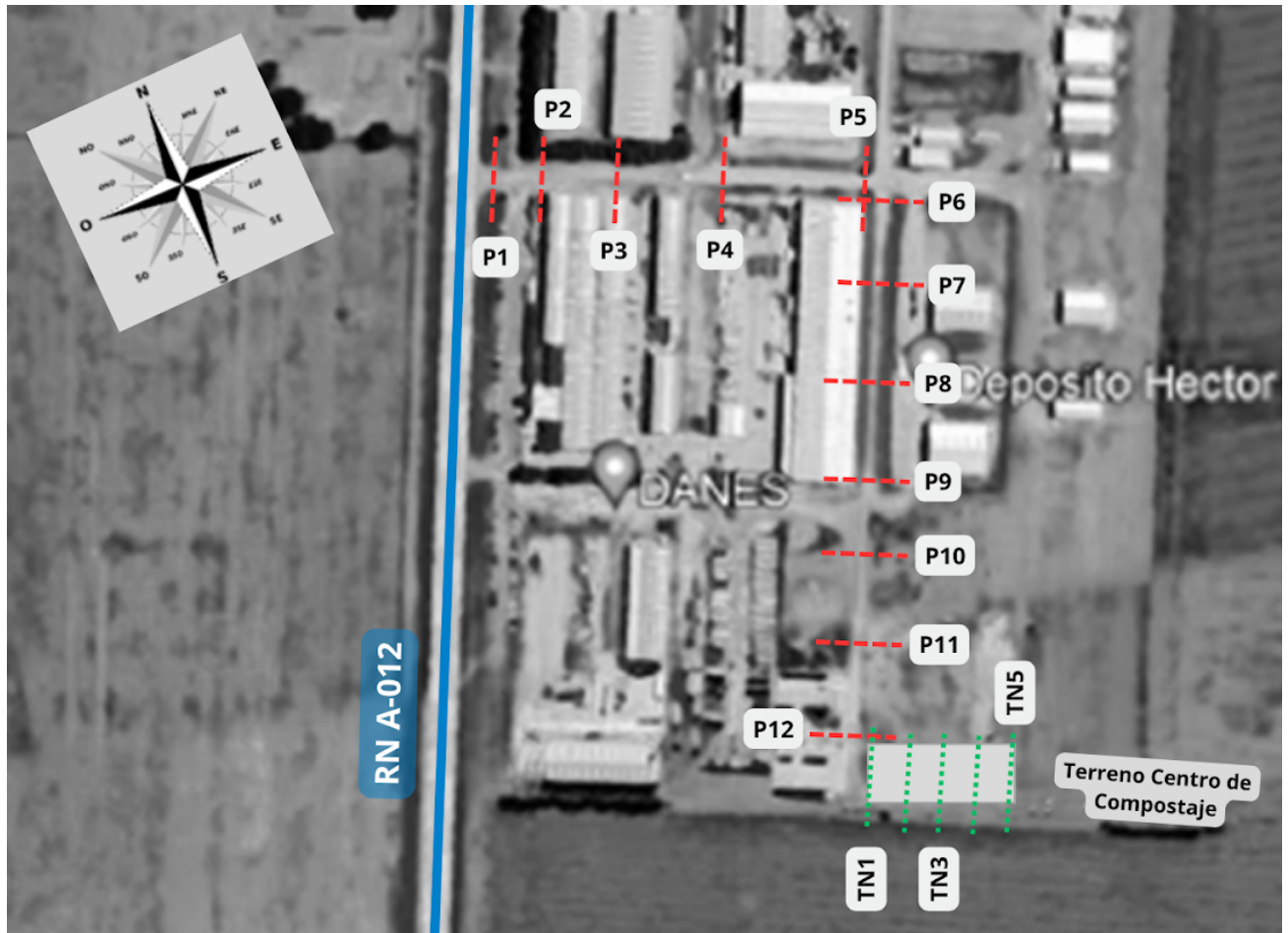


Figura A.6.1. Ubicación de perfiles transversales relevados. Fuente: Elaboración propia.

Nivelación del camino de acceso desde RN A-012 al Centro de compostaje (P1 a P12)

Estacion	Perfil	Descripcion	Hilos	Angulo	Lectura atrás	Altura instrumento	Lectura adelante	Cota	Distancia
1	PF		Superior	0	1.32	101.060		100.00	51.5
			Medio		1.06				
			Inferior		0.805				
	P1	A - fondo cuneta	Superior	358			2.31		
			Medio		2.057				
			Inferior		1.802				
		B - borde camino	Superior	2			1.302		
			Medio		1.048				
			Inferior		0.8				
		C - centro	Superior	5			1.318		
			Medio		1.063				
			Inferior		0.81				
		D - borde camino	Superior	9.5			1.185		
			Medio		0.931				
			Inferior		0.68				
		E - cuneta	Superior	10.5			2.29		
			Medio		2.04				
			Inferior		1.79				
	P2	A - lindero	Superior	356			1.3		
			Medio		1.14				
			Inferior		0.98				
		B - cuneta	Superior	0			1.4		
			Medio		1.24				
			Inferior		1.08				
		C - borde camino	Superior	2.5			1.439		
			Medio		1.28				
			Inferior		1.122				
		D - centro	Superior	9			1.478		
			Medio		1.32				
			Inferior		1.16				
		E - borde camino	Superior	15			1.462		
			Medio		1.3				
			Inferior		1.13				
		F - cuneta	Superior	23			1.578		
			Medio		1.408				
			Inferior		1.239				
	G - lindero	Superior	23		1.491				
		Medio		1.319					
		Inferior		1.141					
	P3	A - lindero	Superior	205			1.281		
			Medio		1.175				
			Inferior		1.069				
B - cuneta		Superior	198		2.182				
		Medio		2.081					
		Inferior		1.98					
C - borde camino		Superior	192		1.559				
		Medio		1.46					
		Inferior		1.361					
D - centro		Superior	180		1.61				
		Medio		1.511					
		Inferior		1.415					
E - borde camino		Superior	165		1.861				
		Medio		1.768					
		Inferior		1.661					
F - cuneta	Superior	165		1.942					
	Medio		1.837						
	Inferior		1.731						
G - lindero	Superior	159		1.689					
	Medio		1.578						
	Inferior		1.465						
			Superior		1.694				

Tabla A.6.1.1 Nivelación camino de acceso desde RN A-012 al centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

Estacion	Perfil	Descripcion	Hilos	Angulo	Lectura atrás	Altura instrumento	Lectura adelante	Cota	Distancia
2	P3*	-	Medio	0	1.401	100.883		99.48	58.9
			Inferior		1.105				
			Superior						
	P4	A - lindero	Superior	314			1.142	99.80	11.3
			Medio		1.087				
			Inferior		1.029				
		B - cuneta	Superior	326			2.241	98.69	10.2
			Medio		2.19				
			Inferior		2.139				
	C - borde camino	Superior	342		1.518		99.41	9.6	
		Medio		1.47					
		Inferior		1.422					
	D - centro	Superior	9		1.545		99.38	9.5	
		Medio		1.5					
		Inferior		1.45					
	E - borde camino / cuneta	Superior	32		1.705		99.23	11.1	
		Medio		1.649					
		Inferior		1.594					
	F - lindero (poste)	Superior	39		1.613		99.34	14.4	
		Medio		1.541					
		Inferior		1.469					
	P5	A - lindero	Superior	176			1.48	99.84	67
			Medio		1.045				
			Inferior		0.81				
		B - cuneta	Superior	174			2.787	98.43	67.8
			Medio		2.449				
			Inferior		2.109				
		C - borde camino	Superior	171			1.76	99.46	68
			Medio		1.42				
			Inferior		1.08				
D - centro		Superior	168		1.837	99.38	67.2		
		Medio		1.5					
		Inferior		1.165					
E - borde camino		Superior	165		1.908	99.30	65.9		
		Medio		1.58					
		Inferior		1.249					
F - cuneta	Superior	164		2.165	99.05	66			
	Medio		1.834						
	Inferior		1.505						
G - lindero	Superior	161		2.025	99.19	66			
	Medio		1.69						
	Inferior		1.365						
3	P5*	-	Superior	0	1.49	100.624		99.19	11.7
			Medio		1.431				
			Inferior		1.373				
	P6	A - lindero	Superior	-			-	99.84	-
			Medio		-				
			Inferior		-				
		B - cuneta	Superior	285			2.272	98.45	19.1
			Medio		2.177				
			Inferior		2.081				
		C - borde camino	Superior	278			1.298	99.42	18.5
			Medio		1.205				
			Inferior		1.113				
		D - centro	Superior	264			1.389	99.32	17.7
			Medio		1.301				
			Inferior		1.212				
	E - borde camino / cuneta	Superior	250		1.382		99.34	19	
		Medio		1.288					
		Inferior		1.192					
	F - lindero	Superior	244		1.515		99.21	20	
		Medio		1.415					

Tabla A.6.1.2. Nivelación camino de acceso desde RN A-012 al centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

Estacion	Perfil	Descripcion	Hilos	Angulo	Lectura atrás	Altura instrumento	Lectura adelante	Cota	Distancia			
4	P7	A - lindero	Inferior	276		101.024	1.315	99.82	55.3			
			Superior				1.08					
			Medio				0.805					
		B - cuneta	Inferior	273			0.527					
			Superior				2.2					
			Medio				1.925					
		C - borde camino	Inferior	271			1.65					
			Superior				1.51					
			Medio				1.239					
		D - centro	Inferior	266			0.963					
			Superior				1.51					
			Medio				1.239					
		borde cami	Inferior	263			0.968					
			Superior				1.585					
			Medio				1.31					
		F - lindero	Inferior	258			1.04					
			Superior				1.548					
			Medio				1.27					
		4	P8	-	Inferior		0	1.861	101.024		99.35	28
					Medio			1.67				
					Superior			1.581				
A - lindero	Inferior			178			1.315					
	Superior					1.12						
	Medio					0.925						
B - cuneta	Inferior			173		2.105						
	Superior					1.91						
	Medio					1.719						
C - borde camino	Inferior			170		1.655						
	Superior					1.461						
	Medio					1.269						
D - centro	Inferior			165		1.69						
	Superior					1.5						
	Medio					1.305						
E - borde camino	Inferior			160		1.748						
	Superior					1.552						
	Medio					1.36						
F - lindero	Inferior			159		1.703						
	Superior					1.509						
	Medio					1.312						
4	P9	A - lindero	Inferior	171		101.024	1.785	99.62	76.5			
			Superior				1.403					
			Medio				1.02					
		B - cuneta	Inferior	170			2.32					
			Superior				1.933					
			Medio				1.555					
		C - borde camino	Inferior	169			1.882					
			Superior				1.5					
			Medio				1.112					
		D - centro	Inferior	166			1.885					
			Superior				1.505					
			Medio				1.125					
		E - borde camino	Inferior	163			1.84					
			Superior				1.46					
			Medio				1.08					
		F - lindero	Inferior	160			1.855					
			Superior				1.47					
			Medio				1.089					
		4	P9*	-	Inferior		0	1.985	101.024		99.55	80.7
					Superior			1.58				
					Medio			1.178				

Tabla A.6.1.3. Nivelación camino de acceso desde RN A-012 al centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

Estacion	Perfil	Descripcion	Hilos	Angulo	Lectura atrás	Altura instrumento	Lectura adelante	Cota	Distancia
5	P10	A - lindero	Superior	344		101.134	1.692	99.64	40.5
			Medio		1.49				
			Inferior		1.287				
		B - "cuneta"	Superior	348			1.835	99.50	40.5
			Medio		1.632				
			Inferior		1.43				
		C - borde camino	Superior	358			1.742	99.59	39.8
			Medio		1.542				
			Inferior		1.344				
		D	Superior	0			1.758	99.58	40
			Medio		1.558				
			Inferior		1.358				
	E	Superior	7		1.78		99.56	41.5	
		Medio		1.572					
		Inferior		1.365					
	P11	A	Superior	275			1.373	99.79	6.1
			Medio		1.342				
			Inferior		1.312				
		B	Superior	291			1.581	99.57	3.5
			Medio		1.564				
			Inferior		1.546				
		C	Superior	49			1.465	99.69	3.4
			Medio		1.448				
			Inferior		1.431				
		D	Superior	68			1.52	99.65	7.8
			Medio		1.481				
			Inferior		1.442				
	E	Superior	73		1.514		99.69	12.9	
		Medio		1.449					
		Inferior		1.385					
P12	A	Superior	175		1.63	99.89	78.5		
		Medio		1.24					
		Inferior		0.845					
	B	Superior	162		1.805	99.72	78		
		Medio		1.415					
		Inferior		1.025					
	C	Superior	160		1.805	99.73	77.5		
		Medio		1.402					
		Inferior		1.03					

Tabla A.6.1.4. Nivelación camino de acceso desde RN A-012 al centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

Nivelación del terreno correspondiente al centro de compostaje (TN1 a TN5)

Estacion	Perfil	Descripcion	Hilos	Angulo	Lectura atrás	Altura instrumento	Lectura adelante	Cota	Distancia		
6	PF	bulón rojo grande	Superior	0	1.555	101.021		99.72	50.3		
			Medio		1.302						
			Inferior		1.052						
	TN1	A		Superior	338			1.553	99.67	39.4	
				Medio			1.353				
				Inferior			1.159				
		B			Superior		4		1.508	99.72	40.6
					Medio			1.303			
					Inferior			1.102			
		C			Superior		27		1.521	99.74	49.2
					Medio			1.278			
					Inferior			1.029			
	TN2	A		Superior	321			1.523	99.63	26.1	
				Medio			1.392				
				Inferior			1.262				
		B			Superior		14		1.483	99.67	26.2
					Medio			1.351			
					Inferior			1.221			
		C			Superior		39		1.589	99.63	39.1
					Medio			1.391			
					Inferior			1.198			
	TN3	A		Superior	298			1.49	99.61	16.1	
				Medio			1.409				
				Inferior			1.329				
		B			Superior		35		1.4	99.70	15.9
					Medio			1.321			
					Inferior			1.241			
		C			Superior		61		1.602	99.57	31
					Medio			1.449			
					Inferior			1.292			
TN4	A		Superior	247		1.512	99.57	12.7			
			Medio		1.449						
			Inferior		1.385						
	B			Superior	100		1.342	99.74	12.3		
				Medio		1.281					
				Inferior		1.219					
	C			Superior	90		1.563	99.60	29.3		
				Medio		1.417					
				Inferior		1.27					
TN5	A		Superior	196		1.59	99.55	24.9			
			Medio		1.467						
			Inferior		1.341						
	B			Superior	138		1.609	99.54	25		
				Medio		1.483					
				Inferior		1.359					
	C			Superior	117		1.629	99.57	35.8		
				Medio		1.45					
				Inferior		1.271					

Tabla A.6.2. Nivelación terreno correspondiente al centro de compostaje. Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7 - Memoria de cálculo hidráulico

Introducción

El estudio hidráulico llevado a cabo tiene dos objetivos particulares. En primer lugar, dimensionar las obras de captación, conducción y evacuación de las aguas pluviales, tanto en el predio como en el camino de acceso al mismo de manera que se eviten las interferencias de las operaciones. En segunda instancia, calcular los dispositivos de retención que se emplearán como almacenamiento con el fin regular el caudal de salida, todo de acuerdo con el artículo 5 del Decreto 4841/12 de la Provincia de Santa Fe, el cual establece que toda obra que se realice en la cuenca del Arroyo Ludueña no podrá incrementar los escurrimientos superficiales que generan, en relación a aquellos que se producían antes del cambio del uso del suelo.

Recurrencias de diseño

La normativa de aplicación mencionada al principio de este apartado indica en el artículo 5.1 que la evaluación del incremento de los escurrimientos superficiales se realizará para una lluvia de 100 (cien) años de recurrencia, y para una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, sin embargo, a criterio propio se adoptó un tiempo de concentración mínimo de 10 (diez) minutos ya que para tiempos de lluvias menores los valores obtenidos de las curvas I-D-R dan valores de intensidad muy elevados.

Para las obras de conducción (cunetas o albañales) se adoptó una recurrencia de 5 (cinco) años de acuerdo con los valores de referencia de la bibliografía específica.

Método racional

Este es un método simple para calcular caudales en cuencas pequeñas y establece que el caudal generado por la cuenca es proporcional al caudal de la lluvia caída bajo la siguiente expresión.

$$Q = A \times I \times C$$

Donde: A → Área de la cuenca (km²)

I → Intensidad de la lluvia (mm/h)

C → Coeficiente de escorrentía

Intensidad de la lluvia de diseño

Se utilizarán las ecuaciones de las curvas I-D-R en la zona de Zavalla para las recurrencias de diseño y tiempos de concentración de cada elemento componente particular del sistema de drenaje que se esté analizando.

ΔT (D)	Tr mayor (R)					
	2	5	10	25	50	100
5	138,72	180,04	206,32	238,59	262,07	285,17
10	121,38	157,53	180,53	208,77	229,31	249,52
15	104,04	135,03	154,74	178,94	196,55	213,87
30	59,73	77,52	88,83	102,73	112,84	122,78
60	34,68	45,01	51,58	59,65	65,52	71,29
120	21,19	27,51	31,52	36,45	40,04	43,57
180	17,34	22,5	25,79	29,82	32,76	35,65
360	11,08	14,38	16,48	19,05	20,93	22,77
720	6,98	9,06	10,39	12,01	13,19	14,36
1440	4,01	5,21	5,97	6,9	7,58	8,25
2880	2,12	2,8	3,25	3,82	4,24	4,66
4320	1,51	1,98	2,3	2,7	3	3,3

Tabla A.7.1. Curvas I-D-R parametrizadas para la zona de estudio. Fuente: CURIHAM - FCEIA.

Tiempo de concentración

Para calcular los tiempos de concentración se utilizaron velocidades correspondientes a los valores de referencia de la velocidad máxima promedio del flujo detalladas el artículo 17.12 del decreto 4841/12 y se complementaron con otras consultadas a profesionales de la materia. Se dejan asentadas a continuación aquellas que afectan al proyecto.

Tipo de flujo	Velocidad [m/s]
No concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines	0,10
No concentrado en pavimentos	0,35
En zanjas y canales excavados	1,10
En conductos de hormigón	1,30
En cubiertas de chapa	0,40
En conductos metálicos	0,80

Tabla A.7.2. Velocidades del flujo según el tipo de flujo. Fuente: Decreto 4841/12.

Coefficiente de escorrentía

Se utilizaron los coeficientes de escorrentía expuestos en la Tabla 3 del Decreto 4841/12.

Se muestran a continuación los correspondientes a los tipos de superficies y recurrencias que afectan al proyecto.

Superficie de escurrimiento	Coeficiente de escorrentía	
	Recurrencia (años)	
	5	100
Áreas desarrolladas		
Superficies asfálticas	0,77	0,95
Concreto/Techo	0,80	0,97
Zonas verdes Condición buena (cubierta de paso mayor al 75% del área)		
Terreno plano. Pendiente 0-2%	0,23	0,36

Tabla A.7.3. Coeficientes de escorrentía empleados en el proyecto. Fuente: Decreto 4841/12.

Coeficiente de escorrentía ponderado

Al aplicar la ecuación del Método Racional, el coeficiente de escorrentía debe ser único para toda la cuenca, por lo que en aquellas que presenten una superficie heterogénea se hará una ponderación de acuerdo a las extensiones de las mismas de la siguiente manera.

$$C_{PONDERADO} = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + \dots + C_n \times A_n}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Diseño y verificación hidráulica de cunetas

La verificación de la capacidad hidráulica de las cunetas para evacuar los efluentes pluviales bajo condiciones de seguridad y operatividad se realizó por tramos de longitud variable en función del largo de las cuerdas y los cambios de pendiente. Para esto, se subdividió el área en estudio en subcuencas las cuales fueron trazadas bajo la hipótesis de que los actuales (y futuros) frentistas desaguan hacia su frente.

La sección adoptada fue la trapecial, con taludes 1:1 y base de fondo de 0,80 metros. La pendiente del tramo en estudio fue determinada como el cociente entre el desnivel y la longitud.

Los bajos caudales con los que tratamos debido a las regulaciones en los escurrimientos superficiales y la necesidad de profundizar las cunetas para garantizar las tapadas mínimas de las alcantarillas hicieron que las mismas funcionen en buenas condiciones incluso para recurrencias de 100 años, por lo que las intensidades de lluvia utilizadas corresponden a esta última.

El caudal en las cunetas se determinó utilizando la ecuación de Chezy-Manning, por lo que se iteró sobre la variable del tirante hasta alcanzar un caudal igual al generado por las precipitaciones, permitiendo así determinar el nivel del agua.

Tramo	A-B	B-C	D-E	E-F	G-H	I-J	K-L	M-N	N-F	Ñ-O	O-P	P-Q
Cuencas aguas arriba (CAA)	0.000	Tramo A-B	0.000	Tramo D-E	0.000	0.000	0.000	Tramos K-L/G-H/I-J	Tramo M-N	0.000	Tramo Ñ-O	Tramo O-P
A x CAA	0.000	0.223	0.000	0.191	0.000	0.000	0.000	0.513	0.557	0.000	0.090	0.134
TC Aguas arriba (min)	0.000	14.273	0.000	10.344	0.000	0.000	0.000	11.212	11.813	0.000	9.091	9.692
Cuencas	Cuencas											
Cuenca incorporada	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Area Ci (Has)	0.621	0.521	0.532	0.574	0.574	0.600	0.250	0.122	0.093	0.250	0.122	0.093
Recurrencia (años)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
C medio (Cm)	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360
A x Cm	0.223	0.188	0.191	0.207	0.207	0.216	0.090	0.044	0.034	0.090	0.044	0.034
A x Ctot	0.223	0.411	0.191	0.398	0.207	0.216	0.090	0.557	0.590	0.090	0.134	0.168
Long. esc. Mantiforme (m)	60.000	30.000	36.425	36.425	36.425	40.000	40.000	36.425	33.199	40.000	36.425	33.199
Vel. esc. Mantiforme (m/s)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Tc Mantiforme (min)	10.000	5.000	6.071	6.071	6.071	6.667	6.667	6.071	5.533	6.667	6.071	5.533
Long. esc. cuneta (m)	141.000	150.000	141.000	150.000	150.000	150.000	80.000	39.651	33.199	80.000	39.651	33.199
Vel. esc. cuneta (m/s)	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Tc cuneta (min)	2.136	2.273	2.136	2.273	2.273	2.273	1.212	0.601	0.503	1.212	0.601	0.503
Tc cuenca (min)	12.136	7.273	8.207	8.344	8.344	8.939	7.879	6.672	6.036	7.879	6.672	6.036
Tc total (min)	12.136	14.273	8.207	10.344	8.344	8.939	7.879	11.212	11.813	7.879	9.091	9.692
Duracion (min)	12.136	14.273	10.000	10.344	10.000	10.000	10.000	11.212	11.813	10.000	10.000	10.000
Intensidad (mm/h)	234.262	219.075	249.520	247.100	249.520	249.520	249.520	240.890	236.620	249.520	249.520	249.520
Caudal (m3/s)	0.145	0.250	0.133	0.273	0.143	0.150	0.062	0.372	0.388	0.062	0.093	0.116
Cunetas	Cunetas											
Cota inicial (m)	99.049	98.727	99.049	98.727	98.917	98.976	98.916	98.617	98.497	98.893	98.593	98.474
Cota final (m)	98.767	98.430	98.767	98.430	98.617	98.676	98.676	98.497	98.430	98.653	98.474	98.406
Longitud (m)	141.000	150.000	141.000	150.000	150.000	150.000	80.000	39.651	33.199	80.000	39.651	33.199
Pendiente	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.30%	0.30%	0.20%	0.30%	0.30%	0.20%
Sección	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal
Base de fondo (m)	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
Talud (m/m)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tirante (m)	0.290	0.400	0.280	0.420	0.290	0.300	0.160	0.440	0.500	0.160	0.210	0.260
Área (m2)	0.316	0.480	0.302	0.512	0.316	0.330	0.154	0.546	0.650	0.154	0.212	0.276
Perímetro mojado (m)	1.620	1.931	1.592	1.988	1.620	1.649	1.253	2.045	2.214	1.253	1.394	1.535
Caudal admisible (m3/s)	0.146	0.256	0.138	0.284	0.144	0.155	0.063	0.375	0.392	0.064	0.100	0.120
Qadm/Qlluvia	1.007	1.023	1.036	1.040	1.007	1.038	1.009	1.008	1.011	1.024	1.080	1.032
η	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
Vel. cuneta (m/s)	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Tiempo de transito (min)	2.136	2.273	2.136	2.273	2.273	2.273	1.212	0.601	0.503	1.212	0.601	0.503
Tc siguiente cuenca	14.273	16.545	10.344	12.616	10.616	11.212	9.091	11.813	12.316	9.091	9.692	10.195

Tabla A.7.4.. Verificación hidráulica de cunetas. R = 100 años. Fuente: Elaboración propia

Diseño y verificación hidráulica del reservorio

El volumen del reservorio fue determinado gráficamente como el área encerrada entre las curvas de los hidrogramas de la situación original y la modificada para 100 años de recurrencia.

Para el análisis de este proyecto podemos distinguir 4 (cuatro) superficies que corresponden a distintas subcuencas.

1. Cuenca de la situación original: Es el terreno virgen, y representa el estado actual del mismo. Es tal como nos los encontramos antes de cualquier intervención. Tiene unas dimensiones de 60,0 x 30,5 m, por lo que la superficie es de 0,183 Has.
2. Cuenca de la situación modificada: Es la misma extensión que la situación original pero con su superficie antropizada debido a la construcción de la obra.

Volumen a embalsar

Con todos los datos presentados hasta ahora y aplicando entonces la ecuación del Método Racional, se calculan los caudales de aporte de la cuenca, tanto para el terreno virgen, como para la situación modificada por la ejecución de la obra.

El volumen máximo a embalsar viene dado por el excedente para precipitaciones de recurrencias de 100 años, sin embargo, se calcula también el excedente para recurrencias de 10 años ya que, como se verá más adelante, la obra de descarga estará diseñada para atenuar los efectos negativos de la impermeabilización del terreno para ambas recurrencias.

Volumen a embalsar para R=10 años

SITUACIÓN ACTUAL		
Cálculo Tiempo de Concentración		
Longitud	[m]	67,31
Velocidad	[m/s]	0,1
tc	[mín]	11,22
Cálculo del Caudal de Diseño		
Área de la Subcuenca	[m ²]	1830
Coefficiente de Escorrentía	-	0,36
Intensidad de Diseño	[mm/h]	174,24
Caudal de Diseño (Situación Actual)	[m³/s]	0,032

Tabla A.7.5 Método racional. Situación original. R = 10 años. Fuente: Elaboración propia.

SITUACIÓN MODIFICADA					
Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 1 del galpón 1)			Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 2 del galpón 1)		
Recorrido 1			Recorrido 1		
Longitud	[m]	7	Longitud	[m]	7
Velocidad	[m/s]	0,4	Velocidad	[m/s]	0,4
tc	[mín]	0,2916666667	tc	[mín]	0,2916666667
Recorrido 2			Recorrido 2		
Longitud	[m]	30	Longitud	[m]	16
Velocidad	[m/s]	0,8	Velocidad	[m/s]	0,8
tc	[mín]	0,625	tc	[mín]	0,3333333333
Recorrido 3			Recorrido 3		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1,1	Velocidad	[m/s]	0,35
tc	[mín]	0	tc	[mín]	0
Recorrido 4			Recorrido 4		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[mín]	0	tc	[mín]	0
Recorrido 5			Recorrido 5		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[mín]	0	tc	[mín]	0
tc TOTAL	[mín]	0,9166666667	tc TOTAL	[mín]	0,625

Cálculo del Caudal de Diseño			Cálculo del Caudal de Diseño		
Área de la Subcuenca	[m ²]	147	Área de la Subcuenca	[m ²]	147
Coefficiente de Escorrentía	-	0,83	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97
Intensidad de Diseño	[mm/h]	206,32	Intensidad de Diseño	[mm/h]	206,32
Caudal de Diseño	[m ³ /s]	0,007	Caudal de Diseño	[m ³ /s]	0,008
Determinación del Escorrentía Ponderado			Determinación del Escorrentía Ponderado		
Superficie Impermeable	[m ²]	147	Superficie Impermeable	[m ²]	147
Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97
Superficie Permeable	[m ²]	0	Superficie Permeable	[m ²]	0
Coefficiente de Escorrentía	-	0,95	Coefficiente de Escorrentía	-	0,95
Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,97

Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 1 del galpón 2)			Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 2 del galpón 2)			Cálculo Tiempo de Concentración (Pavimentos)		
Recorrido 1			Recorrido 1			Recorrido 1		
Longitud	[m]	17,5	Longitud	[m]	17,5	Longitud	[m]	6
Velocidad	[m/s]	0,4	Velocidad	[m/s]	0,4	Velocidad	[m/s]	0,35
tc	[min]	0,7291666667	tc	[min]	0,7291666667	tc	[min]	0,2857142857
Recorrido 2			Recorrido 2			Recorrido 2		
Longitud	[m]	40	Longitud	[m]	75	Longitud	[m]	58
Velocidad	[m/s]	0,8	Velocidad	[m/s]	0,8	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[min]	0,8333333333	tc	[min]	1,5625	tc	[min]	0,7435897436
Recorrido 3			Recorrido 3			Recorrido 3		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	30,5	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	0,35	Velocidad	[m/s]	0,35	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[min]	0	tc	[min]	1,452380952	tc	[min]	0
Recorrido 4			Recorrido 4			Recorrido 4		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	30,5	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1,3	Velocidad	[m/s]	1,3	Velocidad	[m/s]	1,1
tc	[min]	0	tc	[min]	0,391025641	tc	[min]	0
Recorrido 5			Recorrido 5			Recorrido 5		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1,3	Velocidad	[m/s]	1	Velocidad	[m/s]	1
tc	[min]	0	tc	[min]	0	tc	[min]	0
tc TOTAL	[min]	1,5625	tc TOTAL	[min]	4,13507326	tc TOTAL	[min]	1,029304029

Cálculo del Caudal de Diseño			Cálculo del Caudal de Diseño			Cálculo del Caudal de Diseño		
Área de la Subcuenca	[m2]	437,5	Área de la Subcuenca	[m2]	437,5	Área de la Subcuenca	[m2]	704,75
Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,95
Intensidad de Diseño	[mm/h]	206,32	Intensidad de Diseño	[mm/h]	206,32	Intensidad de Diseño	[mm/h]	206,32
Caudal de Diseño	[m3/s]	0,024	Caudal de Diseño	[m3/s]	0,024	Caudal de Diseño	[m3/s]	0,038
Determinación del Escorrentía Ponderado			Determinación del Escorrentía Ponderado			Determinación del Escorrentía Ponderado		
Superficie Impermeable	[m2]	875	Superficie Impermeable	[m2]	437,5	Superficie Impermeable	[m2]	704,75
Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,95
Superficie Permeable	[m2]	0	Superficie Permeable	[m2]	0	Superficie Permeable	[m2]	0
Coefficiente de Escorrentía	-	0,95	Coefficiente de Escorrentía	-	0,34	Coefficiente de Escorrentía	-	0,34
Coefficiente de Escorrentía Ponderado	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía Ponderado	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía Ponderado	-	0,95

Caudal de Diseño (Situación Modificada)	[m3/s]	0,102
--	---------------	--------------

Tabla A.7.6. Método racional. Situación modificada. R = 10 años. Fuente: Elaboración propia.

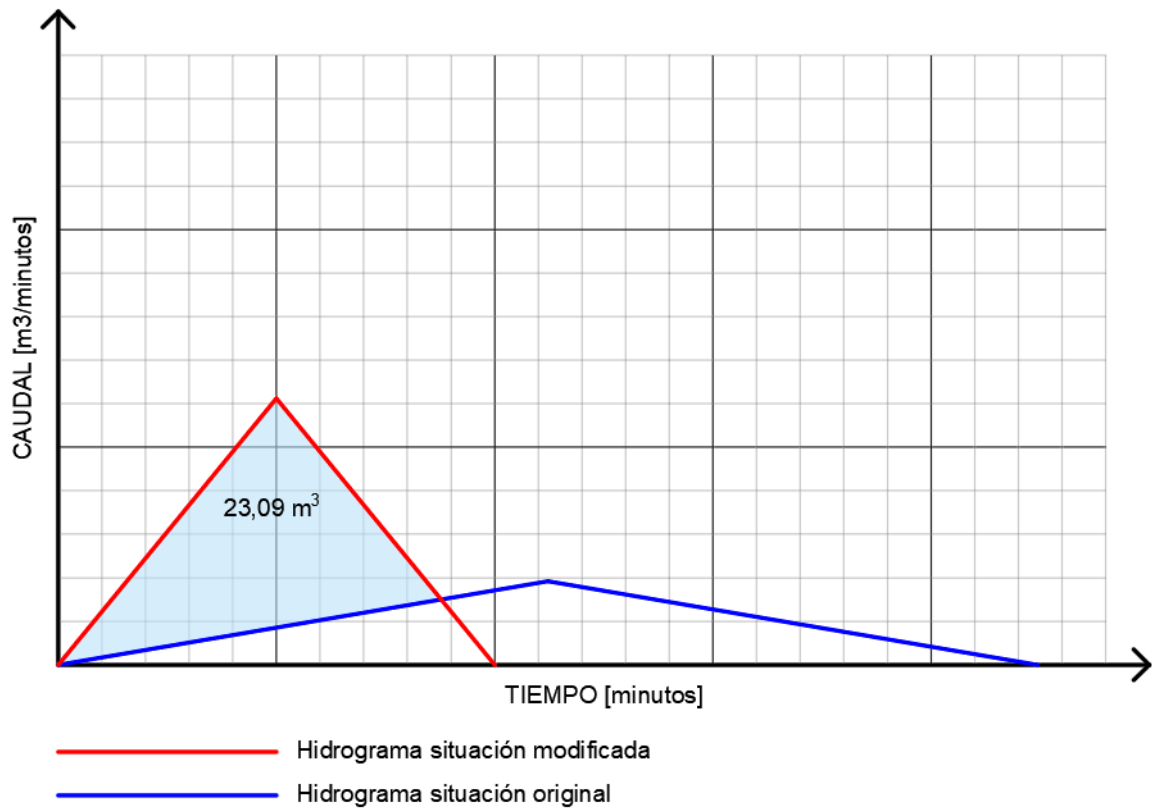


Figura A.7.1. Hidrogramas y determinación gráfica del volumen a embalsar. R = 10 años. Fuente: Elaboración propia.

Volumen a embalsar para R=100 años

SITUACIÓN ACTUAL		
Cálculo Tiempo de Concentración		
Longitud	[m]	67,31
Velocidad	[m/s]	0,1
tc	[mín]	11,22
Cálculo del Caudal de Diseño		
Área de la Subcuenca	[m²]	1830
Coefficiente de Escorrentía	-	0,36
Intensidad de Diseño	[mm/h]	240,82
Caudal de Diseño (Situación Actual)	[m³/s]	0,044

Tabla A.7.7. Método racional. Situación original. R = 100 años. Fuente: Elaboración propia.

SITUACIÓN MODIFICADA					
Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 1 del galpón 1)			Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 2 del galpón 1)		
Recorrido 1			Recorrido 1		
Longitud	[m]	7	Longitud	[m]	7
Velocidad	[m/s]	0,4	Velocidad	[m/s]	0,4
tc	[mín]	0,2916666667	tc	[mín]	0,2916666667
Recorrido 2			Recorrido 2		
Longitud	[m]	30	Longitud	[m]	16
Velocidad	[m/s]	0,8	Velocidad	[m/s]	0,8
tc	[mín]	0,625	tc	[mín]	0,3333333333
Recorrido 3			Recorrido 3		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1,1	Velocidad	[m/s]	0,35
tc	[mín]	0	tc	[mín]	0
Recorrido 4			Recorrido 4		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[mín]	0	tc	[mín]	0
Recorrido 5			Recorrido 5		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[mín]	0	tc	[mín]	0
tc TOTAL	[mín]	0,9166666667	tc TOTAL	[mín]	0,625

Cálculo del Caudal de Diseño			Cálculo del Caudal de Diseño		
Área de la Subcuenca	[m2]	147	Área de la Subcuenca	[m2]	147
Coefficiente de Escorrentía	-	0,83	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97
Intensidad de Diseño	[mm/h]	285,17	Intensidad de Diseño	[mm/h]	285,17
Caudal de Diseño	[m3/s]	0,010	Caudal de Diseño	[m3/s]	0,011
Determinación del Escorrentía Ponderado			Determinación del Escorrentía Ponderado		
Superficie Impermeable	[m2]	147	Superficie Impermeable	[m2]	147
Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97
Superficie Permeable	[m2]	0	Superficie Permeable	[m2]	0
Coefficiente de Escorrentía	-	0,95	Coefficiente de Escorrentía	-	0,95
Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,97

Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 1 del galpón 2)			Cálculo Tiempo de Concentración (Faldón 2 del galpón 2)			Cálculo Tiempo de Concentración (Pavimentos)		
Recorrido 1			Recorrido 1			Recorrido 1		
Longitud	[m]	17,5	Longitud	[m]	17,5	Longitud	[m]	6
Velocidad	[m/s]	0,4	Velocidad	[m/s]	0,4	Velocidad	[m/s]	0,35
tc	[min]	0,7291666667	tc	[min]	0,7291666667	tc	[min]	0,2857142857
Recorrido 2			Recorrido 2			Recorrido 2		
Longitud	[m]	40	Longitud	[m]	75	Longitud	[m]	58
Velocidad	[m/s]	0,8	Velocidad	[m/s]	0,8	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[min]	0,8333333333	tc	[min]	1,5625	tc	[min]	0,7435897436
Recorrido 3			Recorrido 3			Recorrido 3		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	30,5	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	0,35	Velocidad	[m/s]	0,35	Velocidad	[m/s]	1,3
tc	[min]	0	tc	[min]	1,452380952	tc	[min]	0
Recorrido 4			Recorrido 4			Recorrido 4		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	30,5	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1,3	Velocidad	[m/s]	1,3	Velocidad	[m/s]	1,1
tc	[min]	0	tc	[min]	0,391025641	tc	[min]	0
Recorrido 5			Recorrido 5			Recorrido 5		
Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0	Longitud	[m]	0
Velocidad	[m/s]	1,3	Velocidad	[m/s]	1	Velocidad	[m/s]	1
tc	[min]	0	tc	[min]	0	tc	[min]	0
tc TOTAL	[min]	1,5625	tc TOTAL	[min]	4,13507326	tc TOTAL	[min]	1,029304029

Cálculo del Caudal de Diseño			Cálculo del Caudal de Diseño			Cálculo del Caudal de Diseño		
Área de la Subcuenca	[m ²]	437,5	Área de la Subcuenca	[m ²]	437,5	Área de la Subcuenca	[m ²]	704,75
Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,95
Intensidad de Diseño	[mm/h]	285,17	Intensidad de Diseño	[mm/h]	285,17	Intensidad de Diseño	[mm/h]	285,17
Caudal de Diseño	[m³/s]	0,034	Caudal de Diseño	[m³/s]	0,034	Caudal de Diseño	[m³/s]	0,053
Determinación del Escorrentía Ponderado			Determinación del Escorrentía Ponderado			Determinación del Escorrentía Ponderado		
Superficie Impermeable	[m ²]	875	Superficie Impermeable	[m ²]	437,5	Superficie Impermeable	[m ²]	704,75
Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía	-	0,95
Superficie Permeable	[m ²]	0	Superficie Permeable	[m ²]	0	Superficie Permeable	[m ²]	0
Coefficiente de Escorrentía	-	0,95	Coefficiente de Escorrentía	-	0,34	Coefficiente de Escorrentía	-	0,34
Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,97	Coefficiente de Escorrentía Pon	-	0,95

Caudal de Diseño (Situación Modificada)	[m³/s]	0,141
--	--------------------------	--------------

Tabla A.7.8. Método racional. Situación modificada. R = 100 años. Fuente: Elaboración propia.

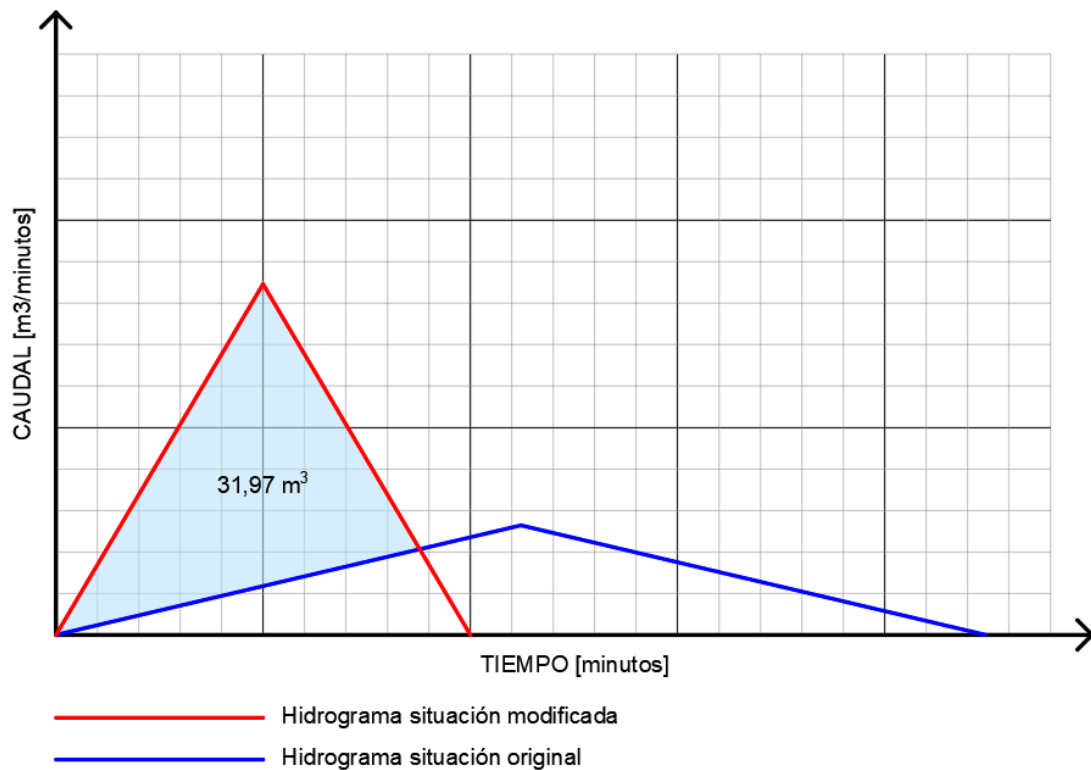


Figura A.7.2. Hidrogramas y determinación gráfica del volumen a embalsar. $R = 100$ años. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se tiene un volumen máximo necesario de 31,97 m³. Se propone ejecutarlo de forma prismática. En planta se adoptaron medidas tal que coincidan con la modulación de juntas del pavimento de la playa de maniobras, ocupando una superficie de 9,00 x 5,10 m, por lo que la profundidad necesaria es de 1,05 m. Se adopta finalmente 1,10 m.

Atenuación de la descarga

Se verificó que las obras de descarga del reservorio hacia la cuneta dispongan de una capacidad tal que el caudal de salida sea igual al que la cuenca aportaba antes de ser modificada por la obra.

Se optó por una tipología mixta, en donde para recurrencias de 10 años la totalidad del efluente es evacuado por orificios ubicados al fondo del reservorio. Para la recurrencia de 100 años el efluente se descarga de manera conjunta por los orificios y un vertedero de rebalse hacia la cuneta.

Orificios

Para dimensionar los orificios se iteró sobre las variable “número de orificios” y “diámetro de orificios” en la ecuación a descarga hasta igualar el caudal evacuado con el caudal objetivo según la recurrencia que se esté analizando.

Nivel del espejo de agua en la cuneta a la salida del reservorio para R = 10 años: 99,29 m.

Nivel del agua dentro del reservorio para R = 10 años: 99,38 m.

Carga de los orificios para R = 10 años: 0,09 m.

Ec. Orificios		
Diámetro de orificio	[m]	0,100
Longitud del orificio	[m]	3,000
Cantidad de orificios	[ud]	6,000
Radio de orificio	[m]	0,050
Área de orificio	[m2]	0,008
Carga hidráulica	[m]	0,084
Coefficiente de gasto	-	0,572
Rugosidad	-	0,016
Pérdidas de carga continua	[m]	2,060
Pérdidas de carga localizadas	[m]	0,000
Caudal de salida x orificio	[m3/s]	0,006
Caudal de salida total	[m3/s]	0,035

Tabla A.7.9. Cálculo orificios. R = 10 años. Fuente: Elaboración propia.

Se proponen seis orificios de 10 centímetros de diámetro.

Vertedero

Para dimensionar el vertedero se iteró sobre las variable “longitud de cresta” y “altura sobre la cresta” en la ecuación a descarga hasta igualar el caudal evacuado con el caudal objetivo según la recurrencia que se esté analizando considerando el aporte en conjunto con los orificios.

Nivel del espejo de agua en la cuneta a la salida del reservorio para R = 100 años: 99,43 m.

Nivel del agua dentro del reservorio para R = 100 años: 99,67 m.

Carga de los orificios para R = 100 años: 0,24 m.

Ec. Orificios		
Diámetro de orificio	[m]	0,100
Longitud del orificio	[m]	3,000
Cantidad de orificios	[ud]	6,000
Radio de orificio	[m]	0,050
Área de orificio	[m ²]	0,008
Carga hidráulica	[m]	0,244
Coefficiente de gasto	-	0,572
Rugosidad	-	0,016
Pérdidas de carga continua	[m]	2,060
Pérdidas de carga localizadas	[m]	0,000
Caudal de salida x orificio	[m ³ /s]	0,010
Caudal de salida total	[m ³ /s]	0,059

Tabla A.7.10. Cálculo de orificios. R = 100 años. Fuente: Elaboración propia.

Ec. Vertedero		
Longitud de cresta	[m]	0,800
Altura sobre la cresta	[m]	0,150
Altura del vertedero	[m]	0,900
H/h	-	0,167
Coefficiente de descarga	-	3,337
Caudal de salida	[m ³ /s]	0,086
Caudal de salida TOTAL		
Caudal de salida orificios	[m ³ /s]	0,059
Caudal de salida vertedero	[m ³ /s]	0,086
Caudal de salida total	[m ³ /s]	0,145

Tabla A.7.11. Cálculo de vertedero. R = 100 años. Fuente: Elaboración propia.

Se propone un vertedero de 80 centímetros de longitud y 90 centímetros de altura.

Anexo 8 - Dossier fotográfico



Figura A.8.1. Acceso al terreno desde RN A-012. Fuente: elaboración propia.



Figura A.8.2. Tramo 1. Fuente: elaboración propia.



Figura A.8.3. Tramo 2. Fuente: elaboración propia.



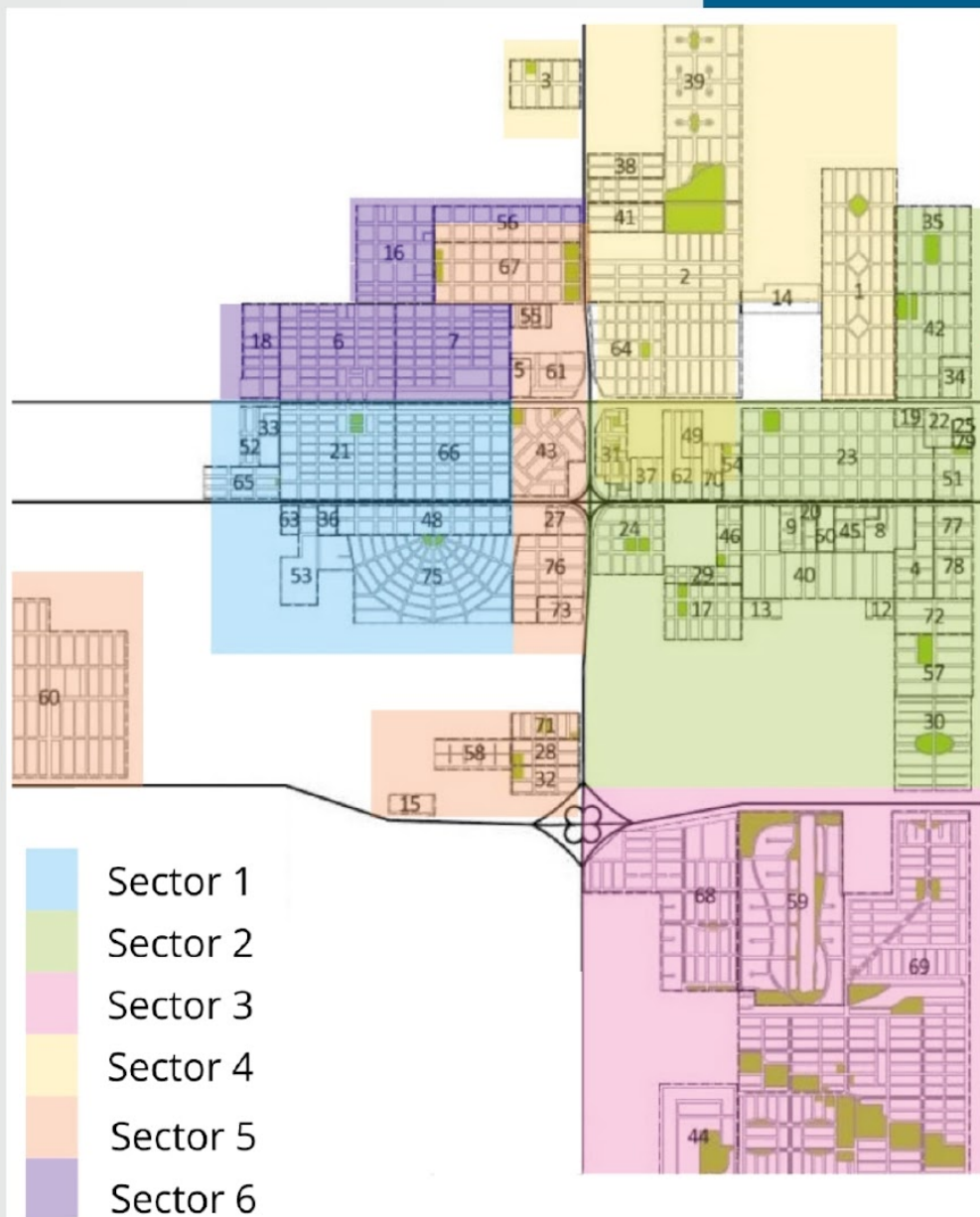
Figura A.8.4. Tramo 3. Fuente: elaboración propia.

Anexo 9 - Cronograma de recolección de residuos Roldán



CIUDAD DE
ROLDÁN

Cronograma de Recolección de Residuos Domiciliarios



Cronograma de Recolección Residuos Domiciliarios



HORARIO DIURNO : 5 A.M a 11 A.M

1

Lunes, Miércoles y Viernes

2

Lunes, Miércoles y Viernes

4

Martes, Jueves y Sabados

6

Martes, Jueves y Sabados

HORARIO VESPERTINO: 18 P.M a 24 A.M

3

Martes, Jueves y Sabados

5

Lunes, Miércoles y Viernes

Día Lunes: Recorrido de refuerzo en las principales calles y avenidas de la ciudad

LES RECORDAMOS:

No dejar basura fuera del contenedor.

No depositar podas, pasto o cenizas.

Envolver bien los vidrios para evitar lastimar a los recolectores.

Gracias por su colaboración.

13. PLANOS

Plano 0 - Ubicación geográfica del proyecto

Plano 0.a - Información extraída de plano de mensuras de loteo

Plano 1 - Layout de la planta

Plano 2 - Análisis de circulación

Plano 3 - Plano de arquitectura - Vistas en planta

Plano 4 - Plano de arquitectura - Corte A-A

Plano 5 - Plano de arquitectura - Corte B-B

Plano 6 - Cuencas de aporte y cunetas proyectadas

Plano 7 - Perfil Tipo de obra básica y pavimento de ingreso

Plano 8a - Planialtimetría

Plano 8b - Planialtimetría

Plano 8c - Acceso - Carril deceleración y aceleración

Plano 9 - Perfiles transversales - Pr. 359.80 a Pr. 515.50

Plano 10 - Desagües

Plano 11 - Nave de descomposición - Pórtico típico y de frontis

Plano 12 - Nave de descomposición - Detalle Pórtico típico y viga dintel

Plano 13 - Nave de descomposición - Estructura y vista lateral

Plano 14 - Nave de descomposición - Planta de techo

Plano 15 - Nave de descomposición - Planta a nivel cordon inferior

Plano 16 - Nave de descomposición - Cabezales y pilotes

Plano 17 - Nave de descomposición - Detalle Fundaciones

Plano 18 -Nave de descomposición - Corte C-C y Corte D-D

Plano 19 - Galpón de separación - Pórtico Típico

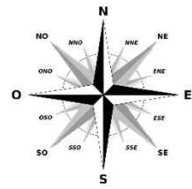
Plano 20 - Galpón de separación - Corte y vista lateral

Plano 21 - Galpón de separación - Planta de techo

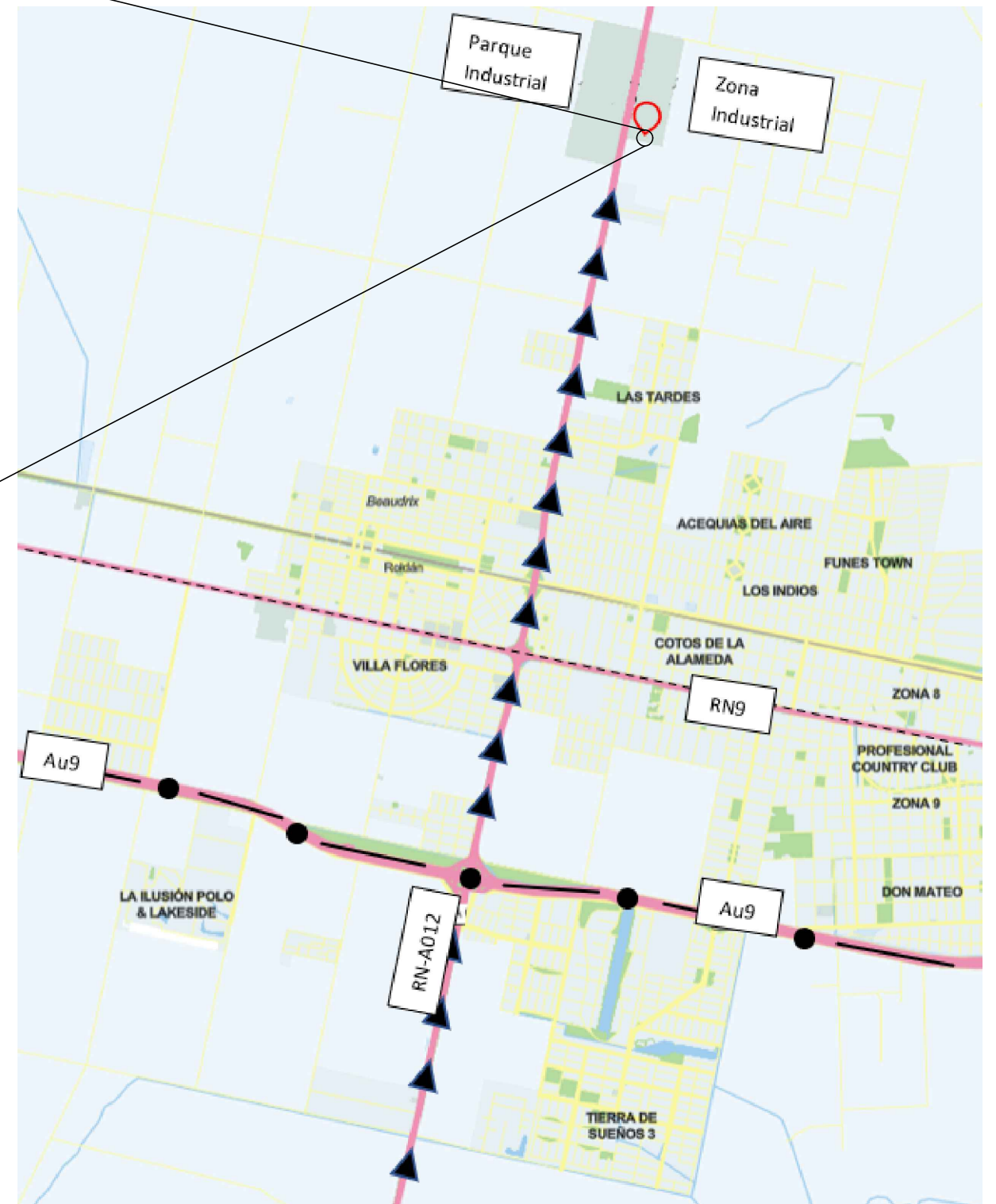
Plano 22 - Galpón de separación - Fundaciones y detalles

Plano 23 - Niveles y sentido de escurrimiento

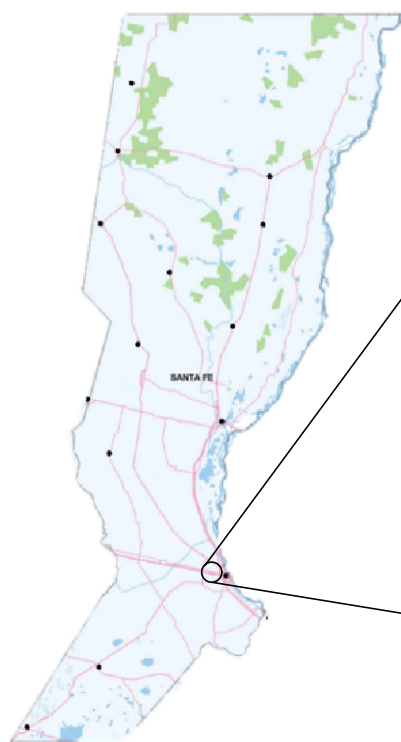
Plano 24 - Diseño y detalle de juntas



Zona Industrial: Terreno propuesto



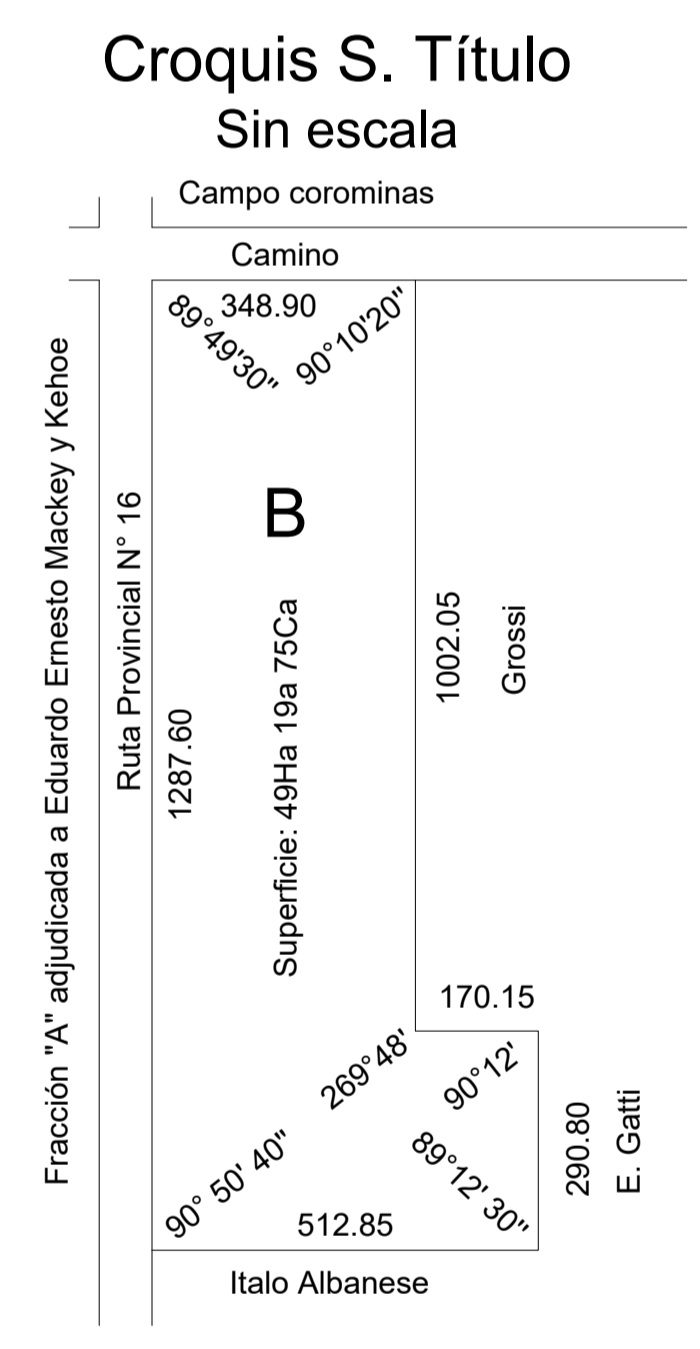
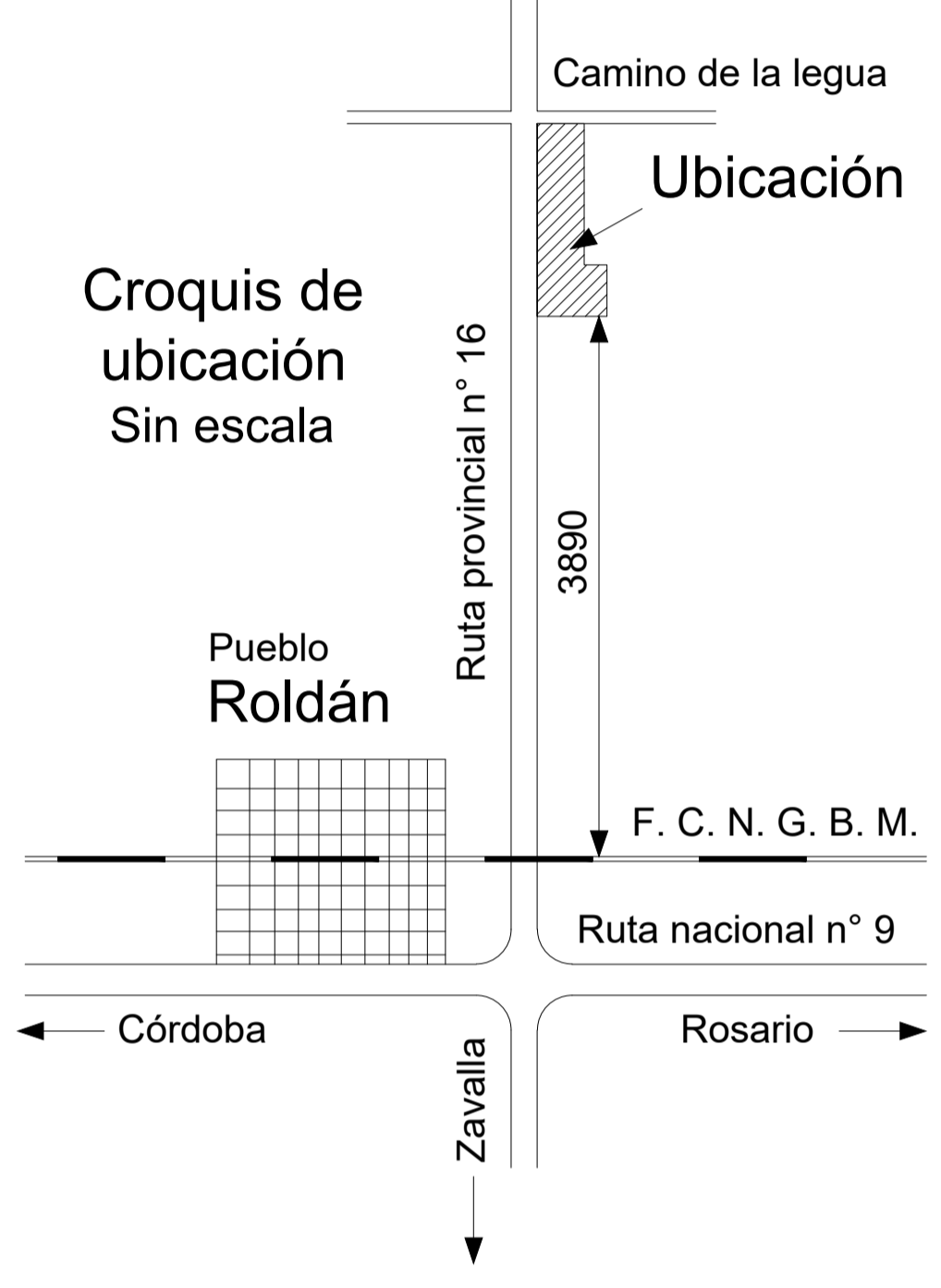
Ciudad de Roldán: Parque y Zona Industrial



Ciudad de Roldán

Provincia de Santa Fe

	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: -	Plano Nº 0
	PLAN0: Ubicación geográfica del proyecto Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		

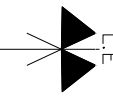
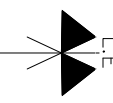
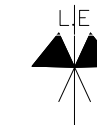
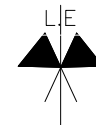
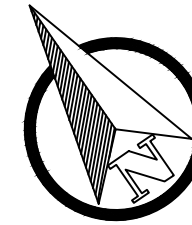


REFERENCIAS

- Terreno a emplear (1830m2)
- Lotes para la etapa de maduración
- Lotes vacíos
- Lotes ocupados
- Único ingreso proyectado a la Zona Industrial

Escala 1:1500

Layout
Medidas en metros
Escala: 1-200



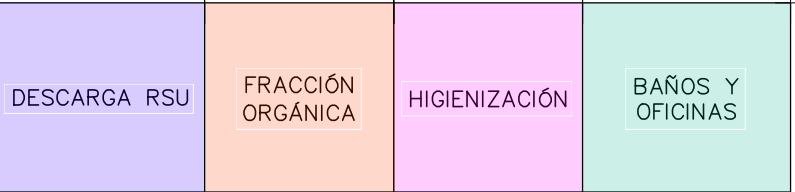
ENTRADA

ENTRADA

60,00

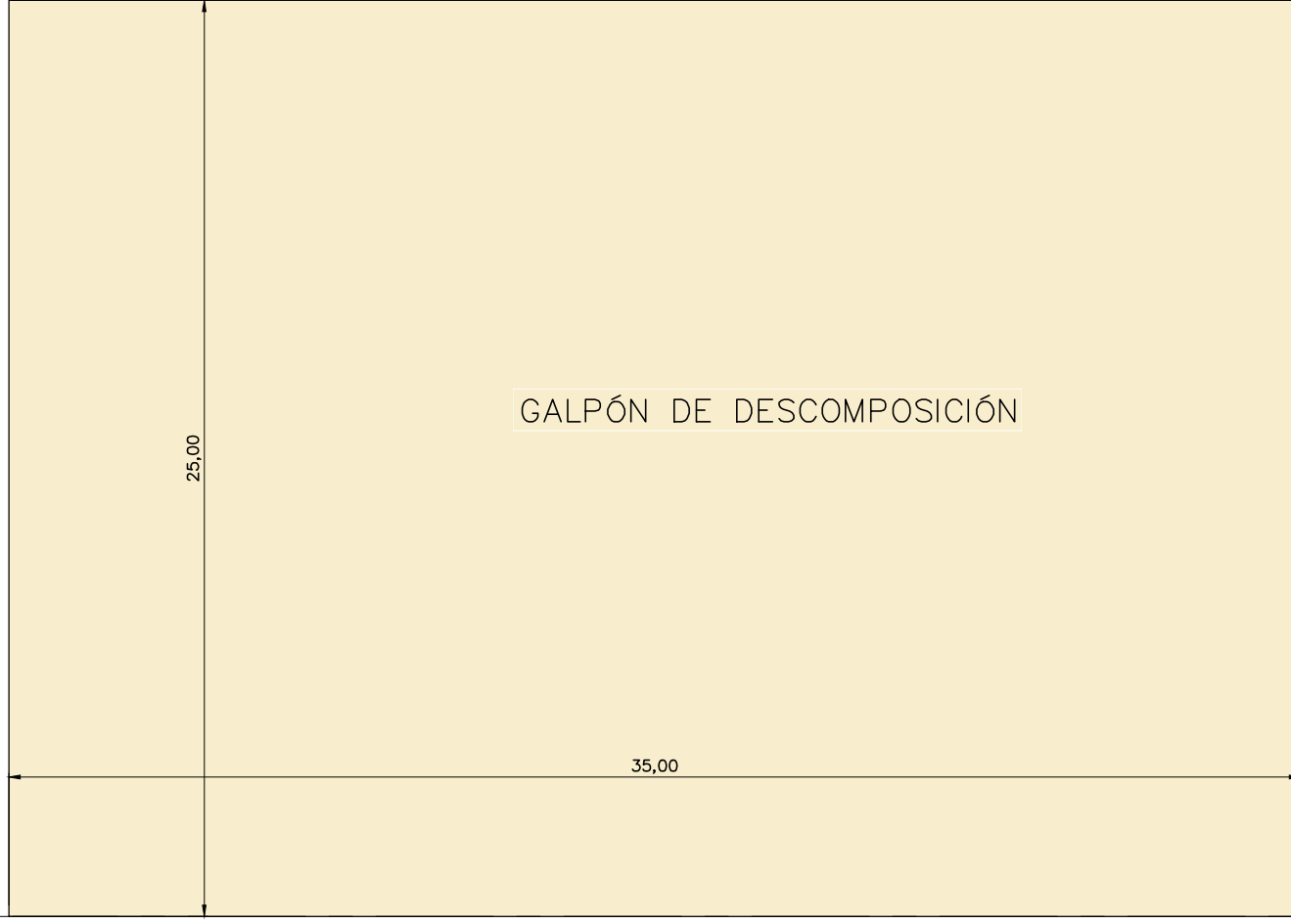
30,50

5,50 5,00 5,00 5,50




ZONA DE CLASIFICACIÓN

14,00



25,00

35,00




	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:200	Plano Nº 1
	PLANO: Layout de la planta Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024	

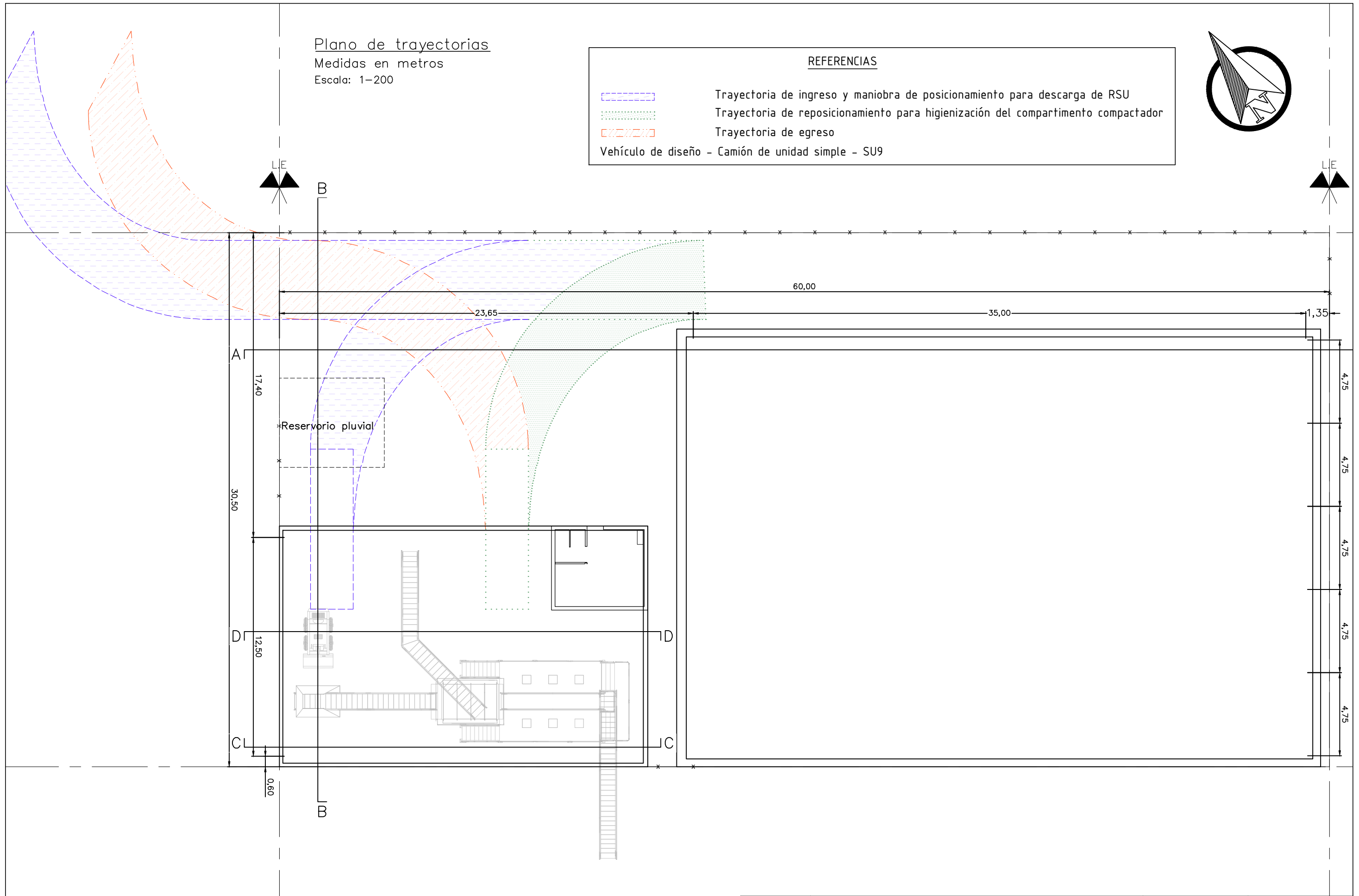
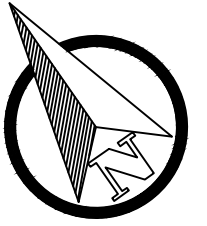
Plano de trayectorias


Medidas en metros

Escala: 1-200

REFERENCIAS

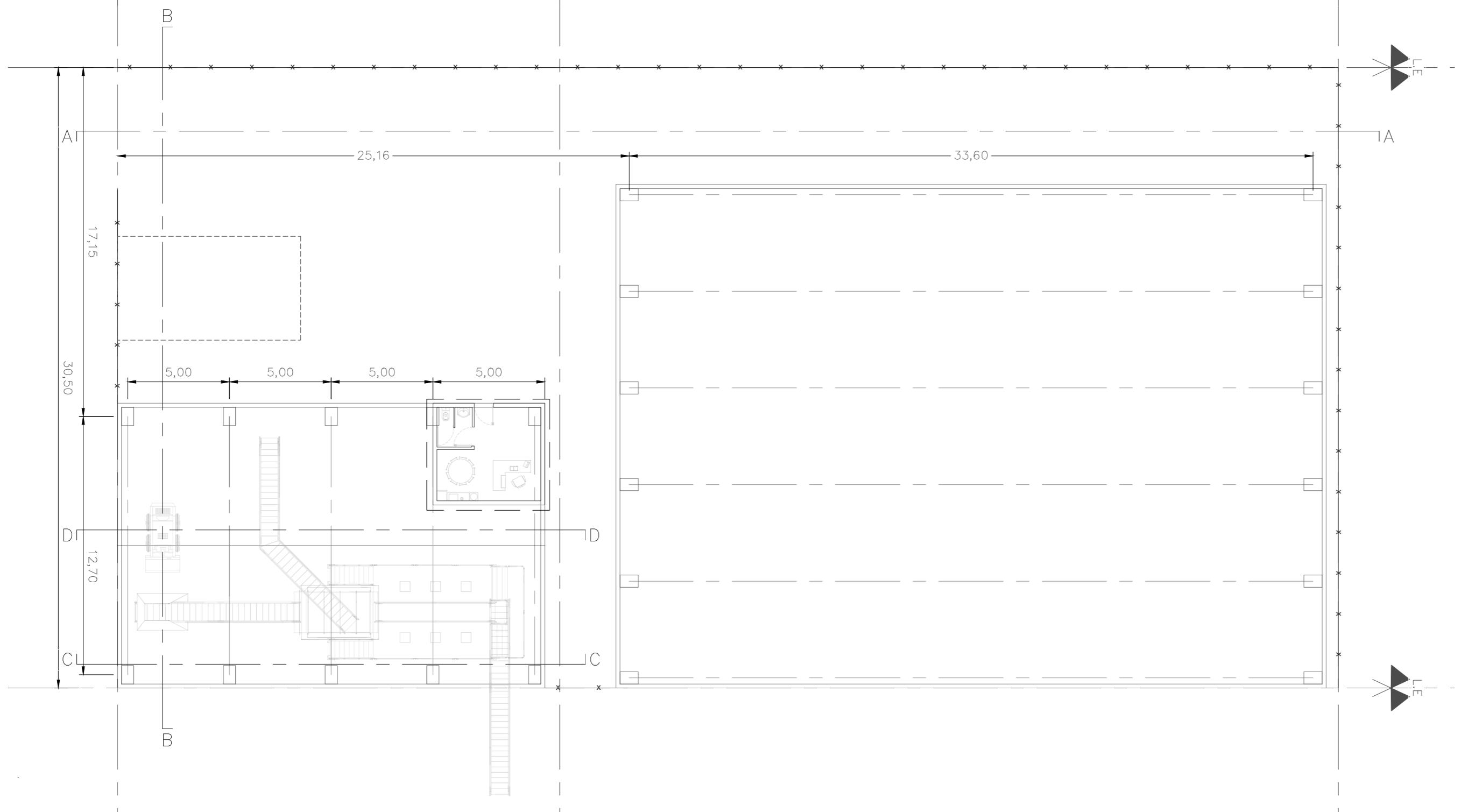
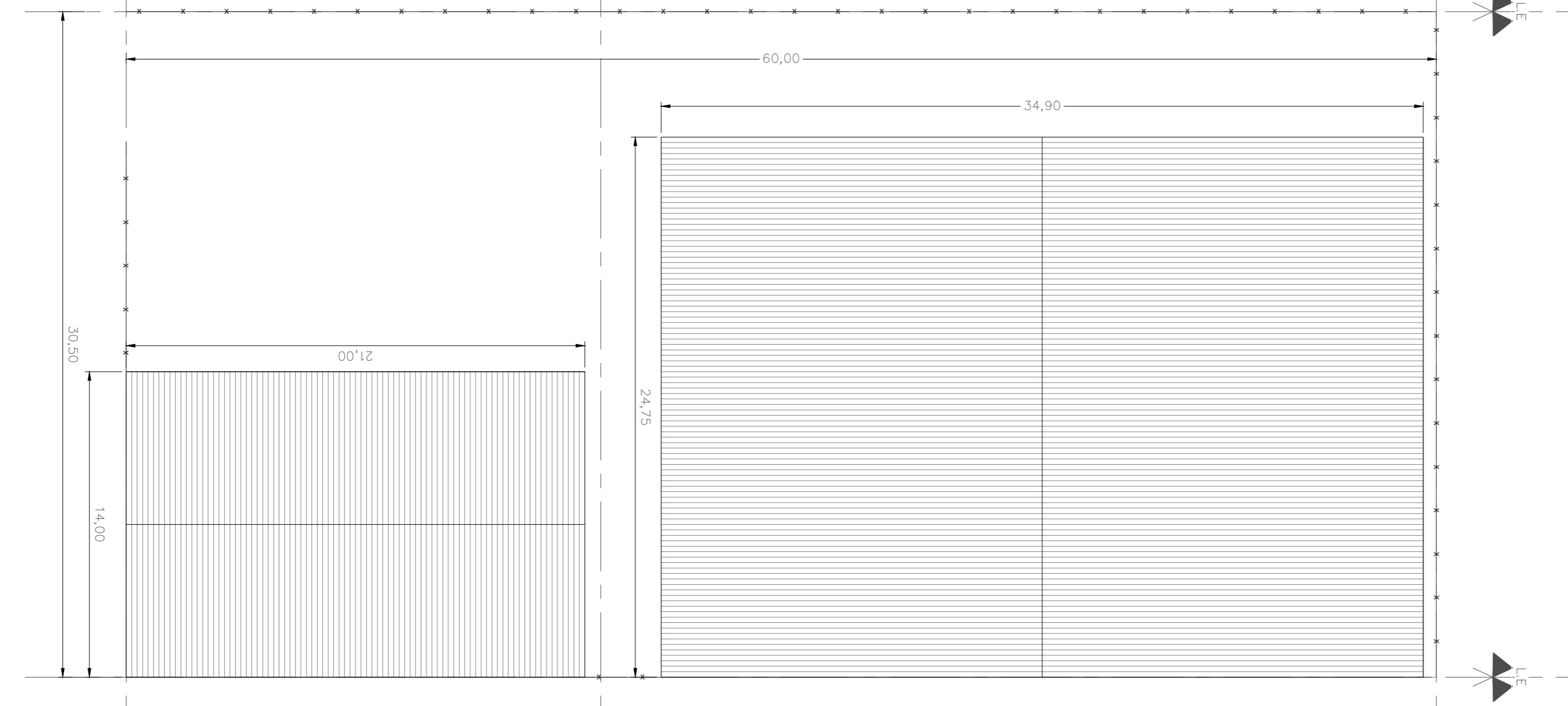
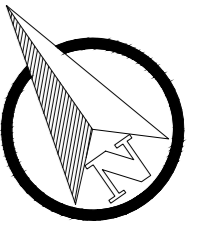
-  Trayectoria de ingreso y maniobra de posicionamiento para descarga de RSU
 -  Trayectoria de reposicionamiento para higienización del compartimento compactador
 -  Trayectoria de egreso
- Vehículo de diseño - Camión de unidad simple - SU9



	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:200	Plano N° 2
	PLANO: Análisis de circulaciones Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		

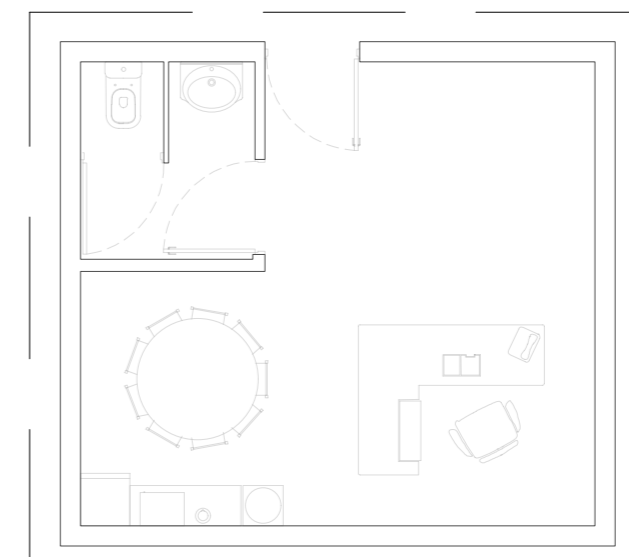


Vista en planta
Medidas en metros
Escala: 1-200



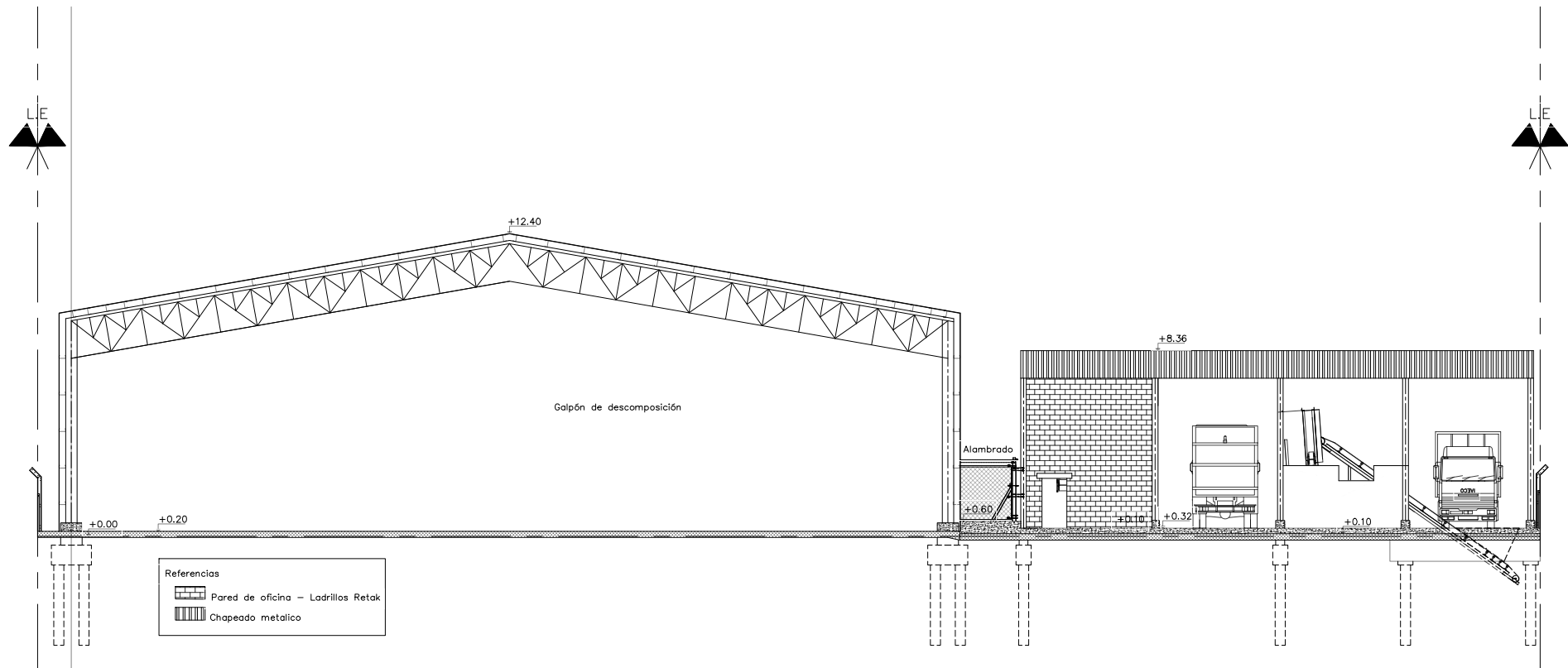
Nota: Los cortes se mostrarán en los siguientes planos
 * Corte A-A: Plano 4
 * Corte B-B: Plano 5
 * Corte C-C y D-D: Plano 18

REFERENCIAS	
	Pórticos
	Fustes de las bases de los pórticos
	Alambrado perimetral



Detalle planta de oficinas
Medidas en metros
Escala: 1-75

Corte A-A
Medidas en metros



PROYECTO IV
Centro de Compostaje Roldán

ESC:
1:250

Plano N°

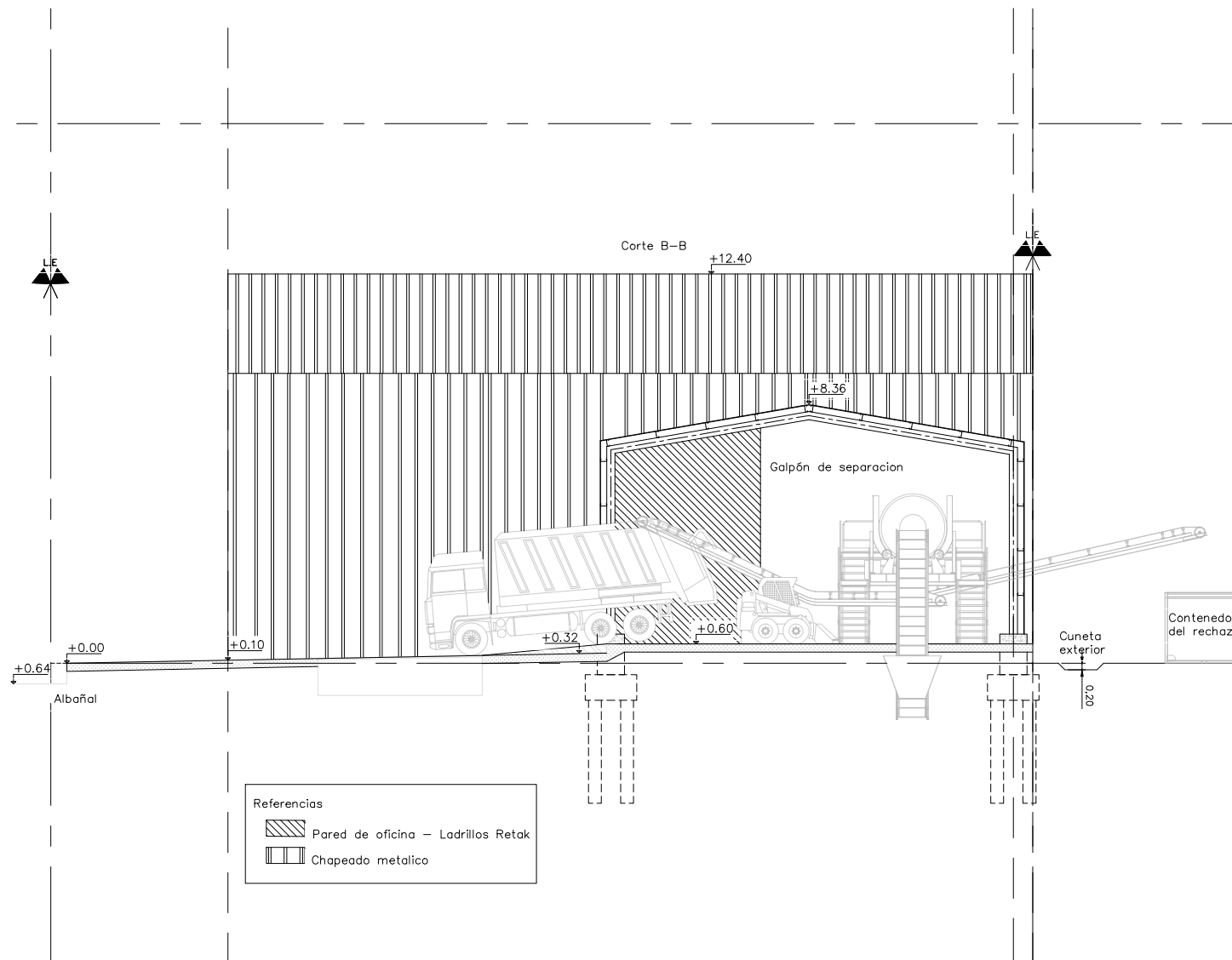
PLANO: Plano de arquitectura -Corte A-A



Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera


Febrero 2024

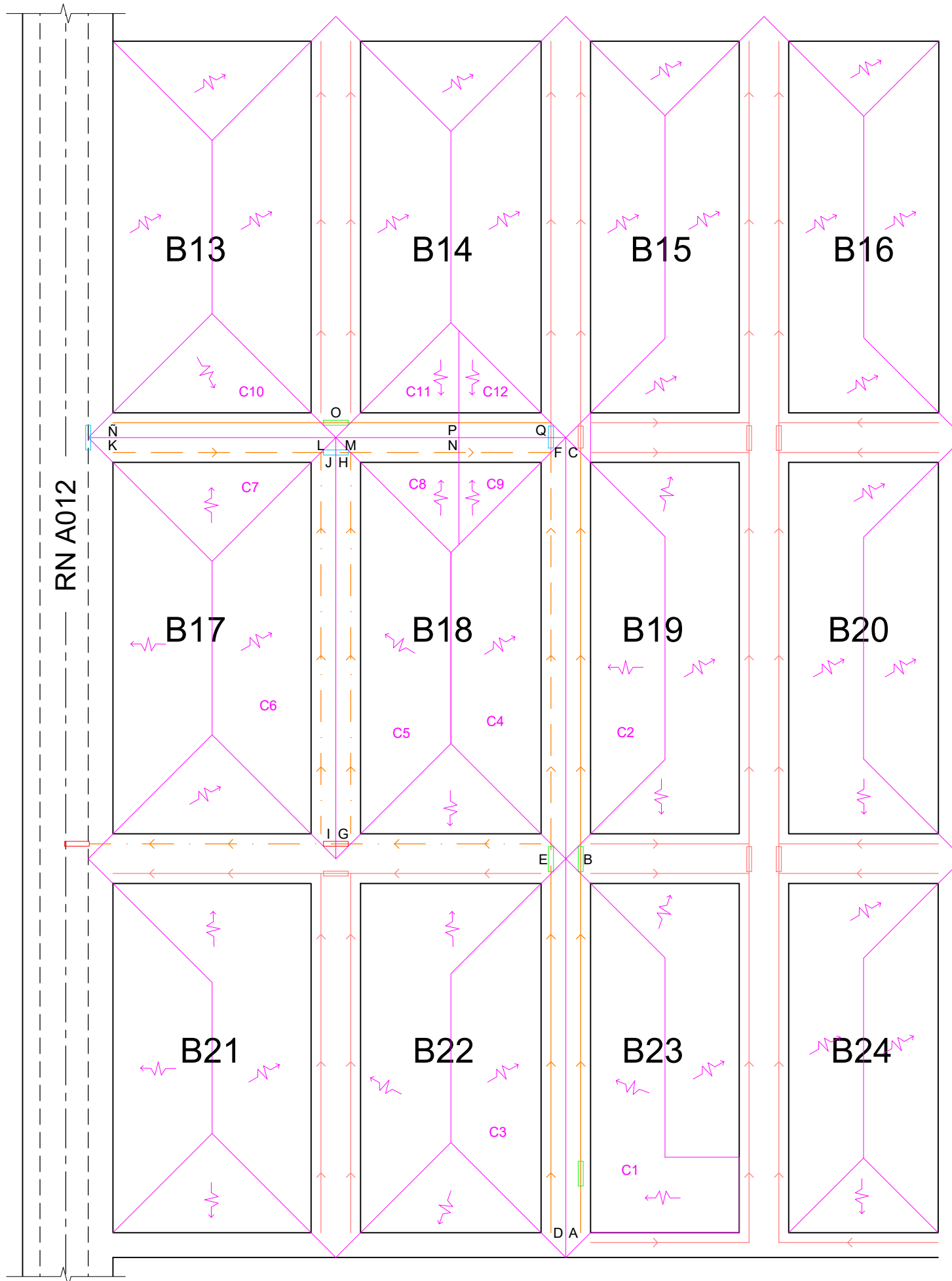
4

Corte B-B
Medidas en metros



- Referencias
-  Pared de oficina - Ladrillos Retak
 -  Chapeado metalico

	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:250	Plano N° 5
	PLANO: Plano de arquitectura -Corte B-B Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		



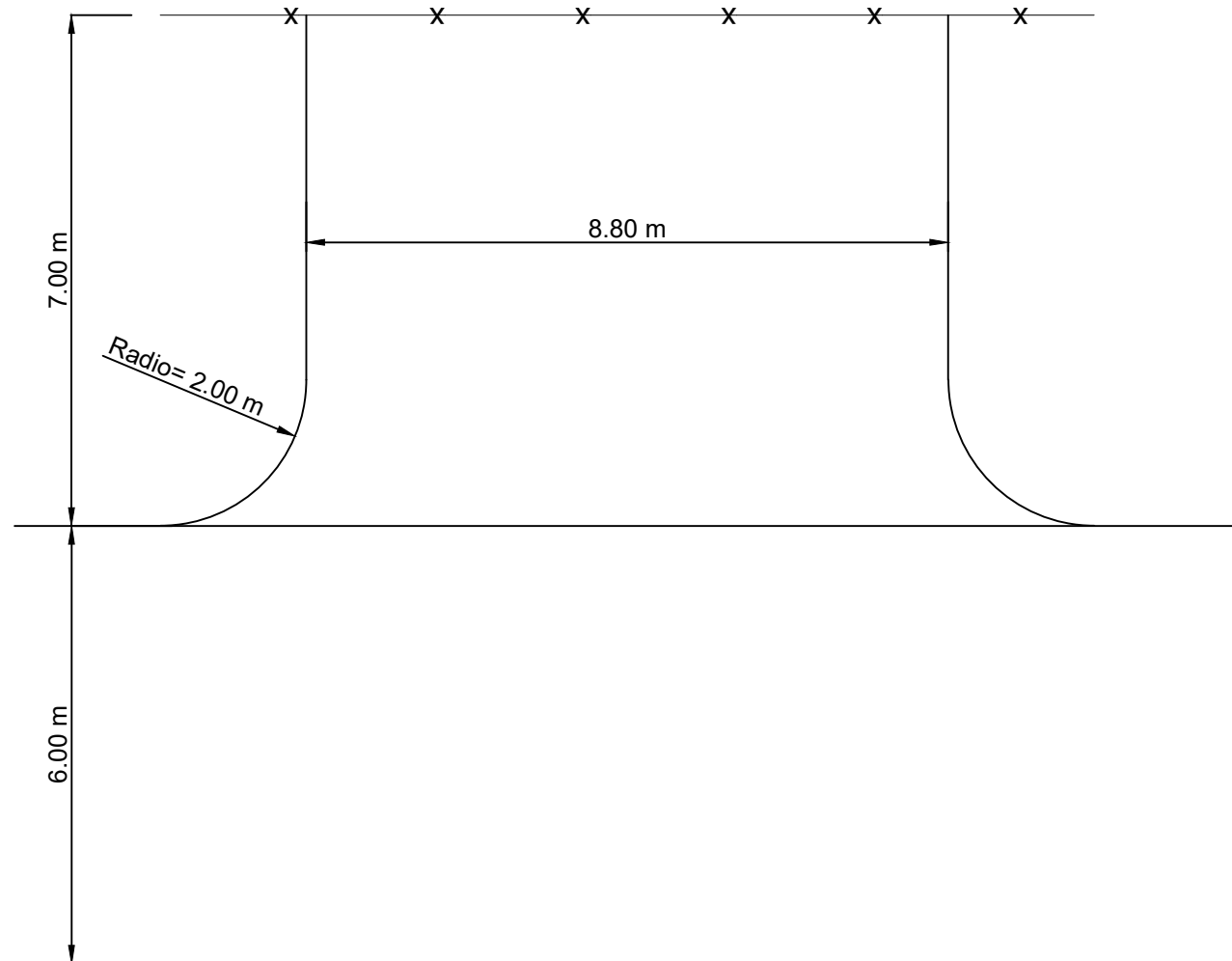
UBICACIÓN
Georreferenciación: -32.86520511815991 ; -60.882037283251755

REFERENCIAS

- CUENCAS
- - - CUNETAS EXISTENTES
- - - CUNETAS A RENOVAR
- CUNETAS A EJECUTAR
- A EJECUTAR EN OTRA ETAPA
- ALCANTARILLAS A EJECUTAR
- ALCANTARILLAS A RENOVAR
- ALCANTARILLAS EXISTENTES
- ↔ ESCURRIMIENTO

PROPIEDADES DE CUNETAS						
	Tramo A-B	Tramo B-C	Tramo D-E	Tramo E-F	Tramo G-H	Tramo I-J
Área cuenca de aporte	0,621 Has	1,141 Has	0,530 Has	1,100 Has	0,570 Has	0,600 Has
Caudal	0,146 m ³ /s	0,256 m ³ /s	0,138 m ³ /s	0,284 m ³ /s	0,144 m ³ /s	0,155 m ³ /s
Pendiente	0.200000 %	0,20 %	0,20 %	0,20 %	0,20 %	0,20 %
Base de fondo	0,8000	0,8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
Talud	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Tirante	0,2900	0,4000	0,2800	0,4200	0,2900	0,3000
PROPIEDADES DE CUNETAS (continuación)						
	Tramo K-L	Tramo M-N	Tramo N-F	Tramo Ñ-O	Tramo O-P	Tramo P-Q
Área cuenca de aporte	0,250 Has	1,542 Has	1,635 Has	0,250 Has	0,372 Has	0,465 Has
Caudal	0,063 m ³ /s	0,375 m ³ /s	0,392 m ³ /s	0,064 m ³ /s	0,100 m ³ /s	0,120 m ³ /s
Pendiente	0,30 %	0,30 %	0,20 %	0,30 %	0,30 %	0,20 %
Base de fondo	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
Talud	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Tirante	0,1600	0,4400	0,5000	0,1600	0,2100	0,2600

DETALLE ACCESO AL CENTRO COMPOSTAJE



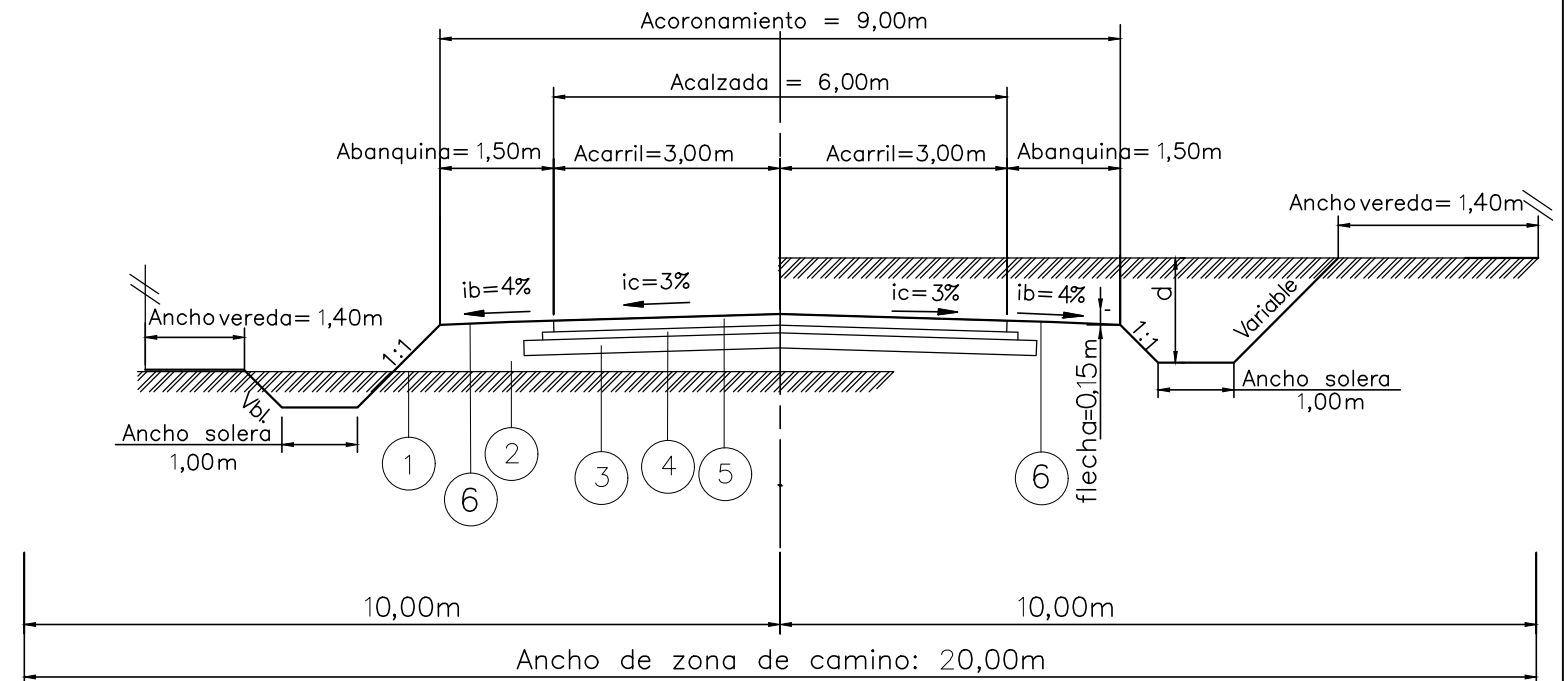
Esc. 1:100

Referencias
— x — Portón

PERFIL TIPO DE OBRA BÁSICA

SEMI PERFIL EN TERRAPLÉN


SEMI PERFIL EN DESMONTE

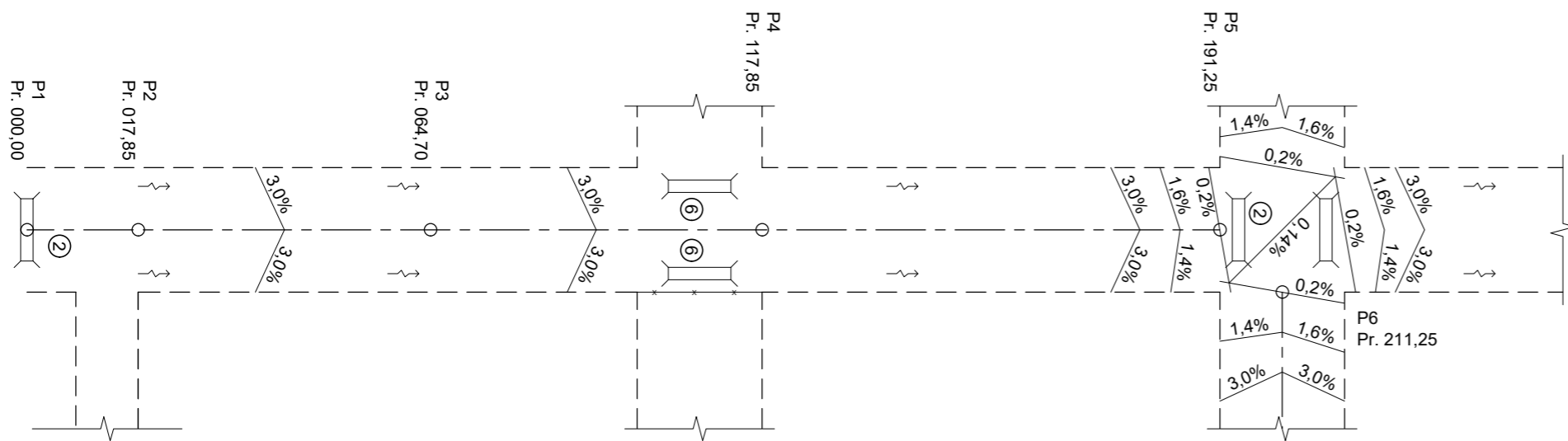


Diseño estructural:

- ① Compactación de la base de asiento del terraplén según especificaciones técnicas
- ② Núcleo de terraplén con compactación especial según especificaciones técnicas
- ③ Subrasante del suelo del lugar con compactación especial CBR=5%
- ④ Subbase de suelo seleccionado e=0,10m CBR=20%, ancho=6.30 m
- ⑤ Base de estabilizado granular e=0,15m CBR=40%, ancho=6.00 m
- ⑥ Banquina de césped

Esc. 1:100

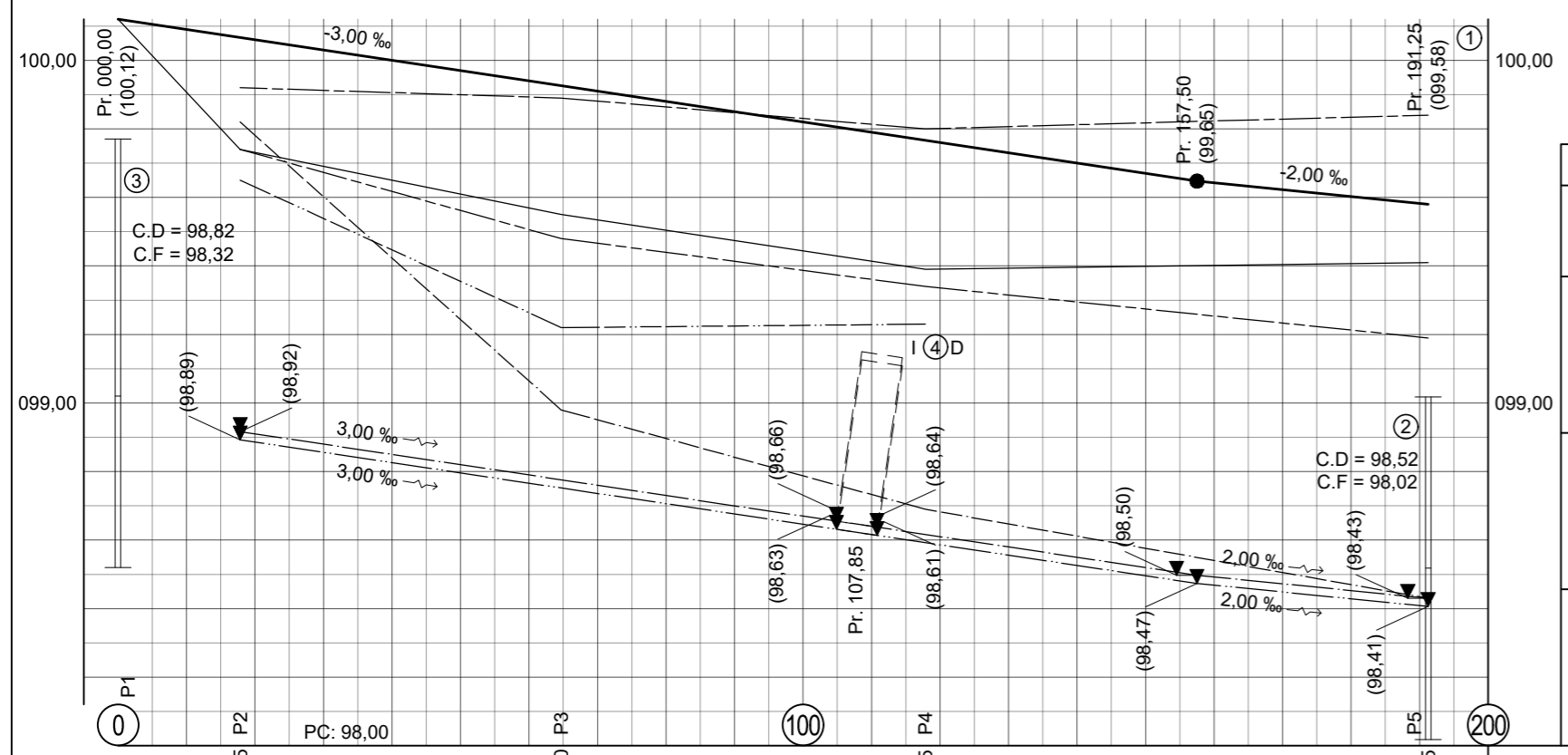
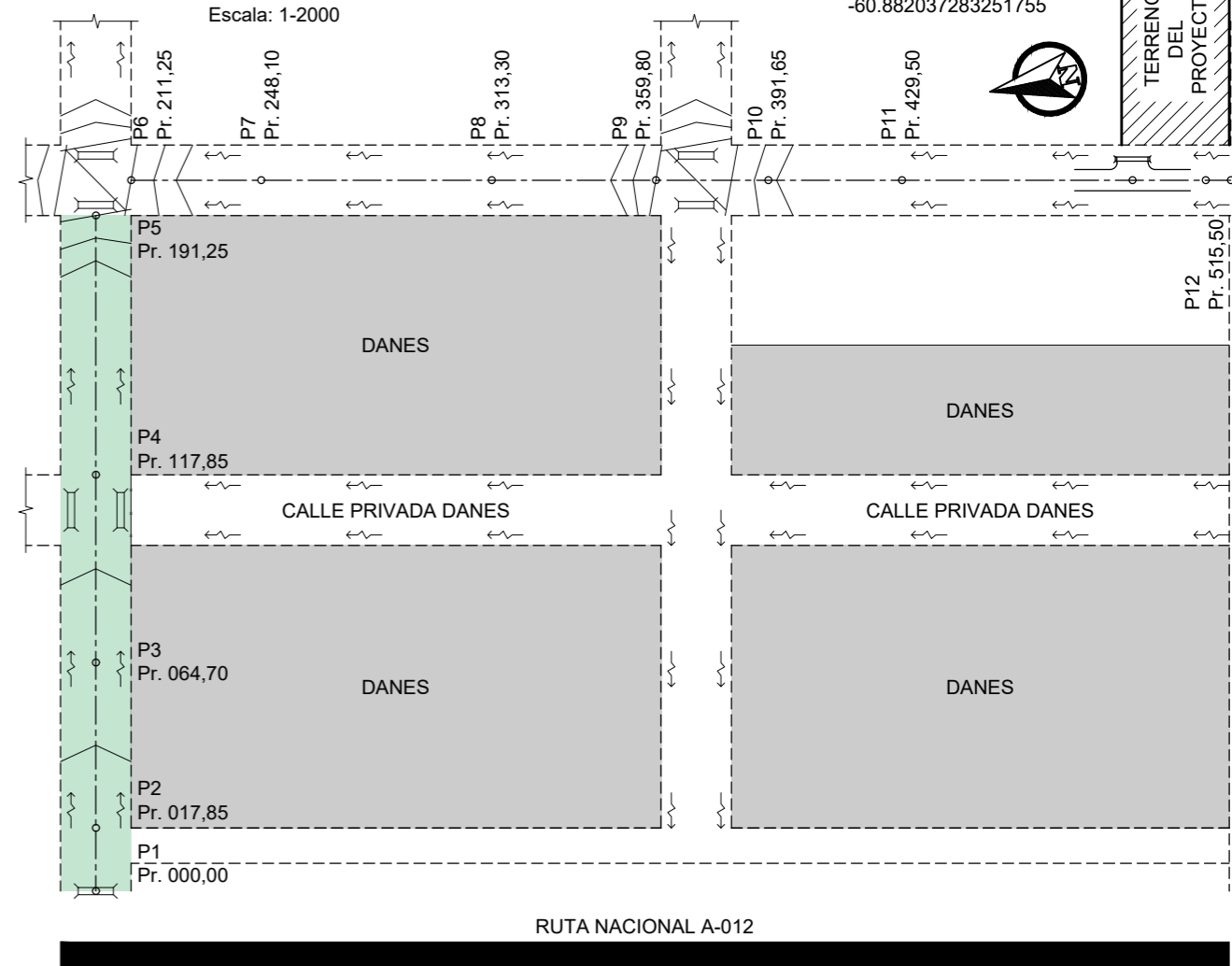
	<p>PROYECTO IV</p> <p>Centro de Compostaje Roldán</p>	<p>ESC:</p> <p>--</p>	<p>Plano Nº</p> <p>7</p>
	<p>PLANO: Perfil Tipo de obra básica y pavimento de ingreso</p> <p>Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera</p>		



Croquis de ubicación

Medidas en metros
Escala: 1-2000

GEORREFERENCIACIÓN:
-32.86520511815991
-60.882037283251755



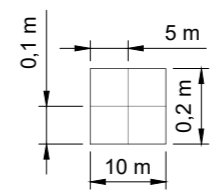
OBRAS PROYECTADAS	
1. LIMPIEZA DEL TERRENO EN UN ANCHO DE 20,00 m (promedio) TOTAL LÁMINA: 0,40 Ha	
2. ALCANTARILLA TRANSVERSAL DE H°A° TIPO "A" CON PLATEA S/ PLANO TIPO O-41211-I MODIF. CON MURO DE ALA Tipo D, con platea, α= 90°; L= 0,80 m; H= 0,50 m; J= 9,60 m; Jizq= 4,80 m; Jder= 4,80 m; y= 0,50 m; pte= 0,2%; Total lámina 1 unidades	
3. ALCANTARILLA TRANSVERSAL DE H°A° TIPO "A" CON PLATEA S/ PLANO TIPO O-41211-I MODIF. CON MURO DE ALA Tipo D, con platea, α= 90°; L= 0,80 m; H= 0,50 m; J= 9,80 m; Jizq= 4,90 m; Jder= 4,90 m; y= 0,50 m; pte= 0,5%; Total lámina 1 unidades	
4. ALCANTARILLA LATERAL DE H°A° TIPO "A" CON PLATEA S/ PLANO TIPO O-41211-I CON MURO DE ALA Tipo D, con platea, α= 90°; L= 0,80 m; H= 0,50 m; J= 9,70 m; Jizq= 4,80 m; Jder= 4,80 m; y= 0,50 m; pte= 0,2%; Total lámina 2 unidades	

PLANIALTIMETRÍA CALLE Este - Oeste

REFERENCIAS

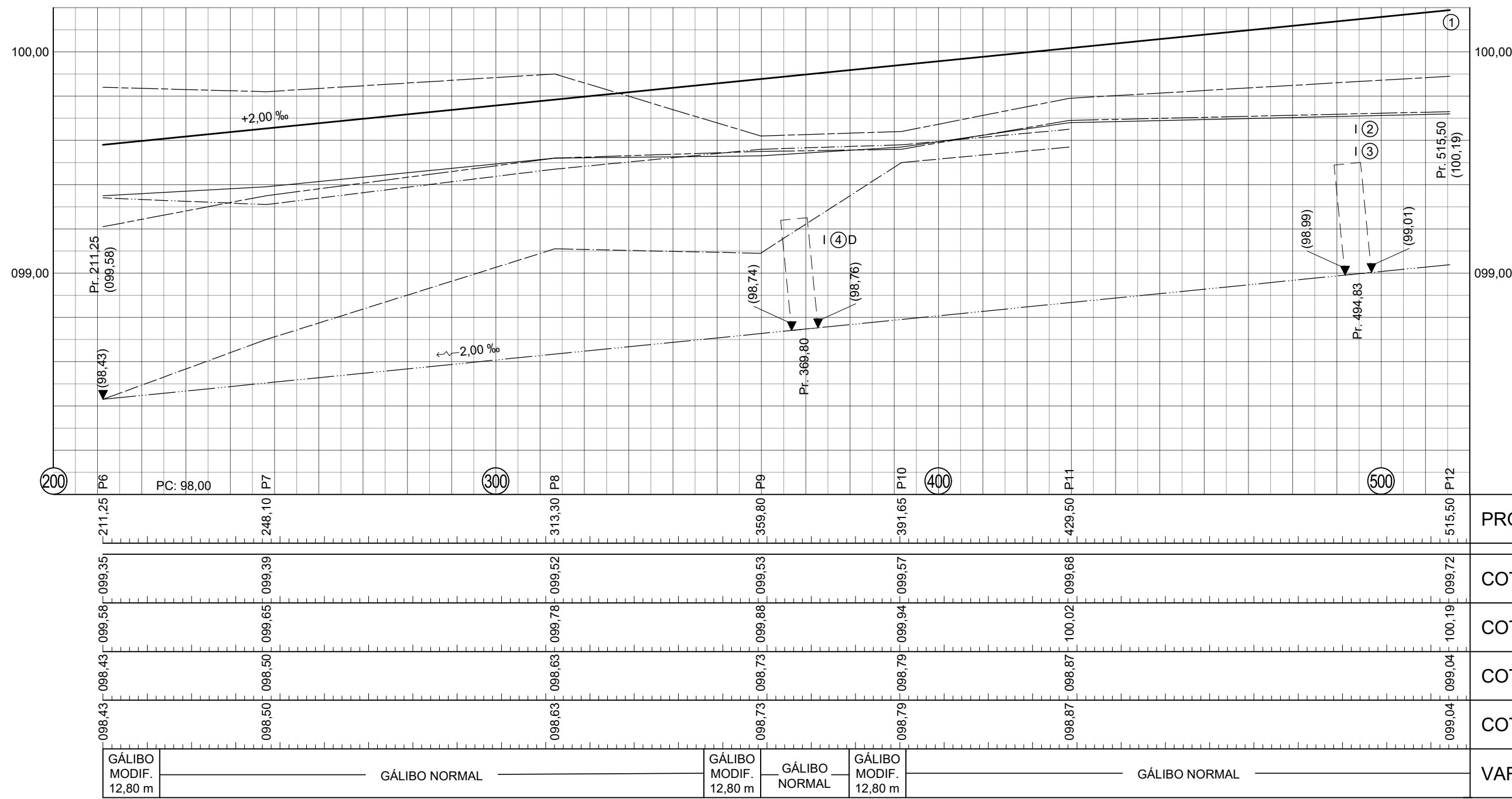
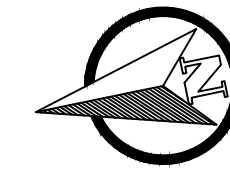
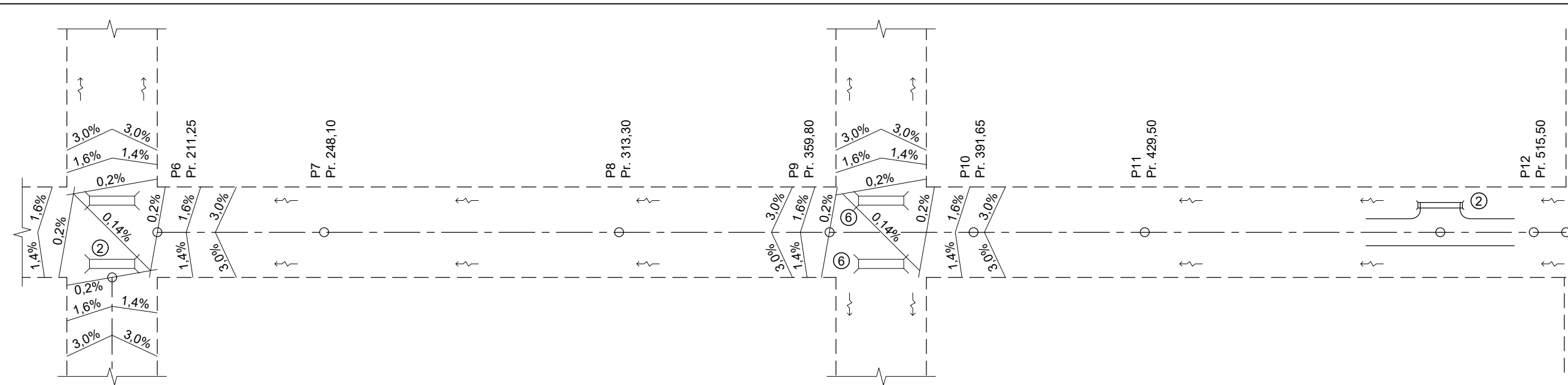
PLANIMETRÍA	ALTIMETRÍA
--- EJE DE CAMINO	--- TERRENO NATURAL
--- LÍMITE ZONA DE CAMINO	--- LINDERO IZQUIERDO
--- ALCANTARILLA	--- LINDERO DERECHO
--- ESCURRIMIENTO	--- CUNETA EXISTENTE IZQUIERDA
	--- CUNETA EXISTENTE DERECHA
	--- RASANTE
	--- CUNETA PROYECTADA IZQUIERDA
	--- CUNETA PROYECTADA DERECHA
	--- AMBAS CUNETAS PROYECTADAS
	--- ALCANTARILLA CAJÓN
	--- ALCANTARILLA LATERAL

ESCALA GRILLA



PROGRESIVAS	0,000 P1	117,85 P4	191,25 P5
COTAS DE TERRENO	100,09	99,74	99,55
COTAS DE RASANTE	100,12	100,07	99,93
COTAS DE CUNETA IZQUIERDA	99,89	99,75	99,59
COTAS DE CUNETA DERECHA	99,92	99,78	99,62
VARIACIÓN DE CALZADA	GÁLIBO MODIF. 12,80 m		

	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: H: 1:1000/V: 1:20	Plano N° 8.a
	PLANO: Planialtimetría calle Este - Oeste Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024	



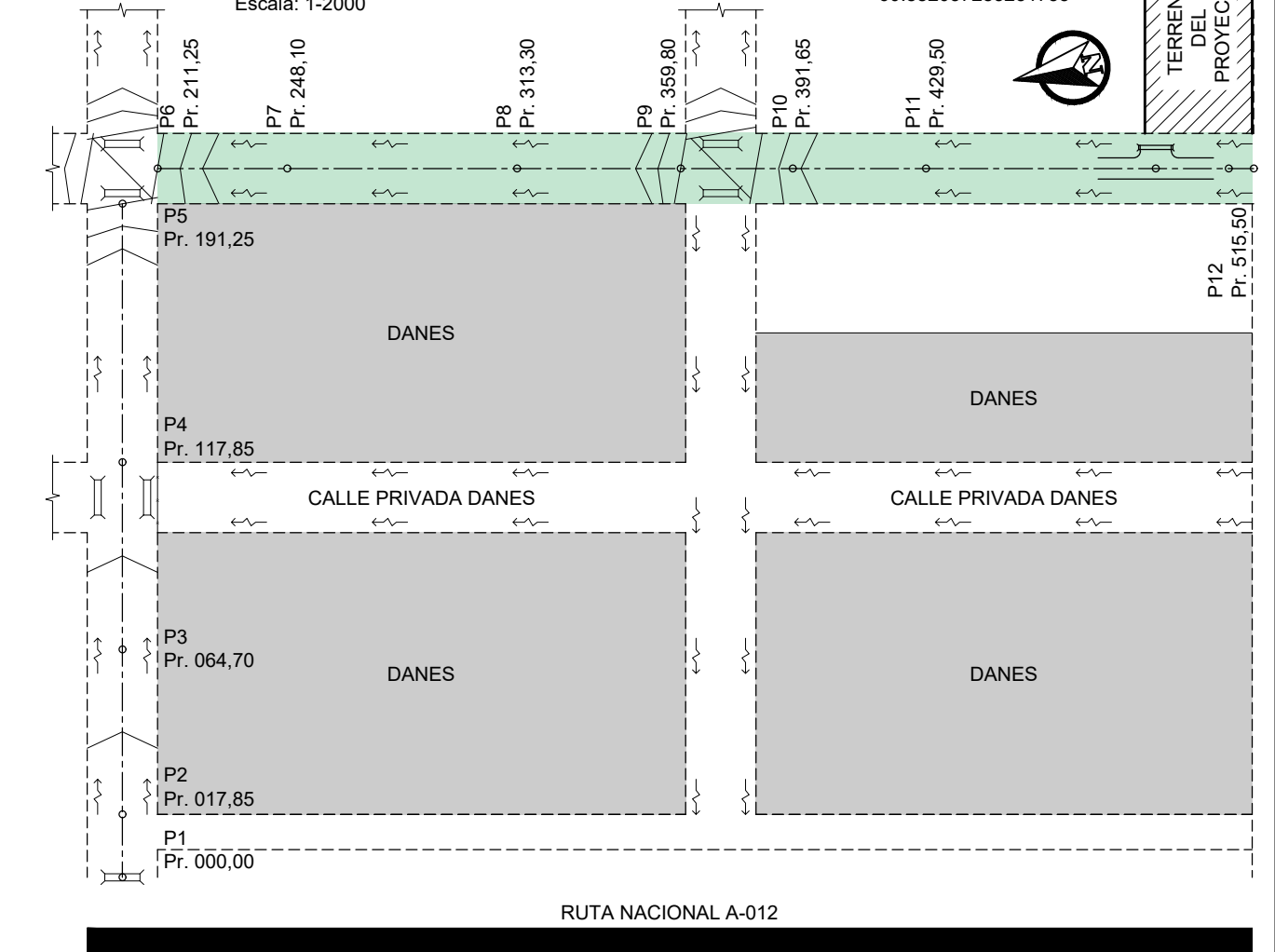
OBRAS PROYECTADAS	
1. LIMPIEZA DEL TERRENO EN UN ANCHO DE 20,00 m (promedio)	TOTAL LÁMINA: 1,40 Ha
2. TERRAPLÉN SIN COMPATACIÓN ESPECIAL PARA ACCESOS Y TAPONES	TOTAL LÁMINA: 20 m ³
3. ALCANTARILLA LATERAL DE H"A" TIPO "A" CON PLATEA S/ PLANO TIPO O-41211-I CON MURO DE ALA Tipo D, con platea, α= 90°; L= 0,80 m; H= 0,50 m; J= 6,00 m; Jizq= 3,00 m; Jder: 3,00 m; y= 0,50 m; pte= 0,2%; Total lámina 1 unidades	
4. ALCANTARILLA LATERAL DE H"A" TIPO "A" CON PLATEA S/ PLANO TIPO O-41211-I CON MURO DE ALA Tipo D, con platea, α= 90°; L= 0,80 m; H= 0,50 m; J= 9,70 m; Jizq= 4,80 m; Jder: 4,80 m; y= 0,50 m; pte= 0,2%; Total lámina 3 unidades	

PROGRESIVAS	
200	500
PC: 98,00	
211,25 P6	313,30 P8
248,10 P7	359,80 P9
	391,65 P10
	429,50 P11
	515,50 P12
099,35	099,72
099,56	100,19
098,43	099,04
098,50	099,04
098,63	099,04
098,73	099,04
098,79	099,04
098,87	099,04
098,43	099,04
098,50	099,04
098,63	099,04
098,73	099,04
098,79	099,04
098,87	099,04
GÁLIBO MODIF. 12,80 m	GÁLIBO MODIF. 12,80 m
GÁLIBO NORMAL	GÁLIBO NORMAL
VARIACIÓN DE CALZADA	

Croquis de ubicación

Medidas en metros
Escala: 1-2000

GEORREFERENCIACIÓN:
-32.86520511815991
-60.882037283251755

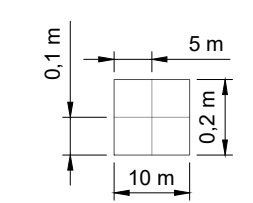


PLANIALTIMETRÍA CALLE Norte - Sur

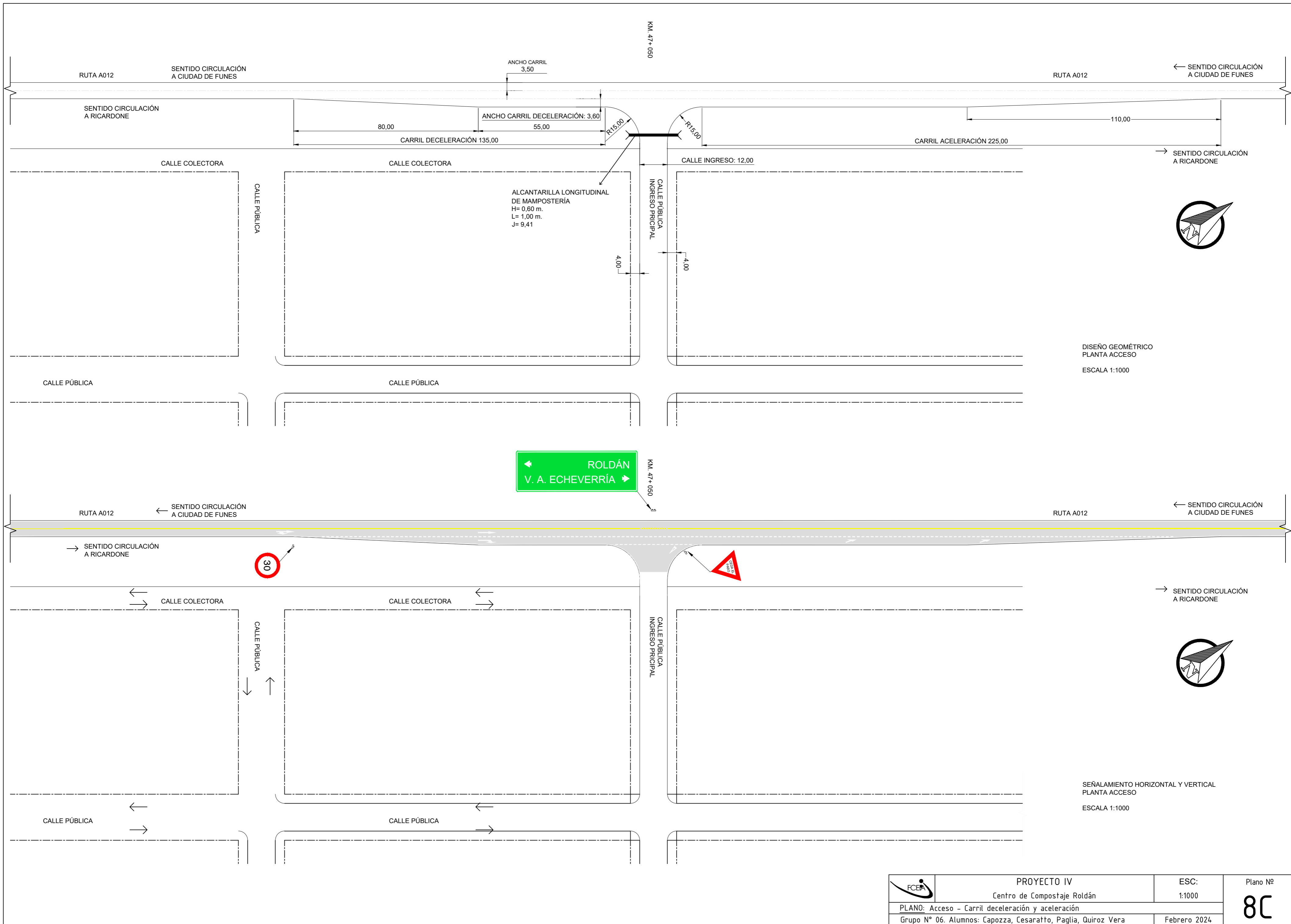
REFERENCIAS

PLANIMETRÍA	ALTIMETRÍA
EJE DE CAMINO	TERRENO NATURAL
LÍMITE ZONA DE CAMINO	LINDERO IZQUIERDO
ALCANTARILLA	LINDERO DERECHO
ESCURRIMIENTO	CUNETA EXISTENTE IZQUIERDA
	CUNETA EXISTENTE DERECHA
	RASANTE
	CUNETA PROYECTADA IZQUIERDA
	CUNETA PROYECTADA DERECHA
	AMBAS CUNETAS PROYECTADAS
	ALCANTARILLA CAJÓN
	ALCANTARILLA LATERAL

ESCALA GRILLA



	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: H: 1:500/V: 1:30	Plano Nº 8.b
	PLANO: Planialtimetría calle Norte - Sur Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024	



RUTA A012 SENTIDO CIRCULACIÓN A CIUDAD DE FUNES

RUTA A012 SENTIDO CIRCULACIÓN A CIUDAD DE FUNES

SENTIDO CIRCULACIÓN A RICARDONE

SENTIDO CIRCULACIÓN A RICARDONE

CALLE COLECTORA

CALLE COLECTORA

CALLE INGRESO: 12,00

CALLE PÚBLICA

CALLE PÚBLICA INGRESO PRICIPAL

CALLE PÚBLICA

CALLE PÚBLICA

RUTA A012 SENTIDO CIRCULACIÓN A CIUDAD DE FUNES

RUTA A012 SENTIDO CIRCULACIÓN A CIUDAD DE FUNES

SENTIDO CIRCULACIÓN A RICARDONE

SENTIDO CIRCULACIÓN A RICARDONE

CALLE COLECTORA

CALLE COLECTORA

CALLE PÚBLICA INGRESO PRICIPAL


CALLE PÚBLICA

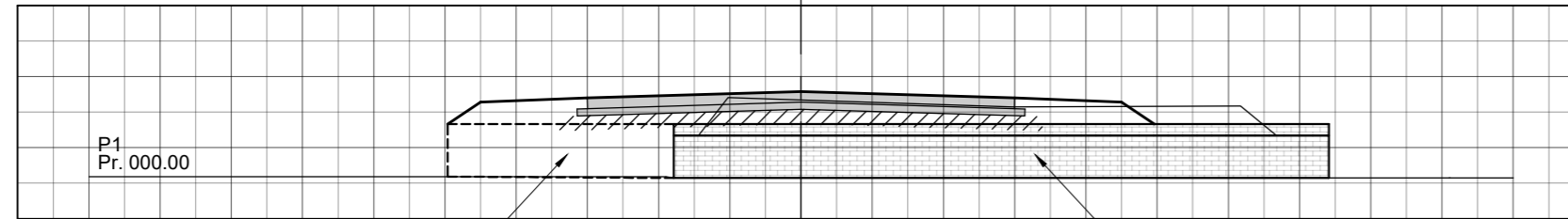
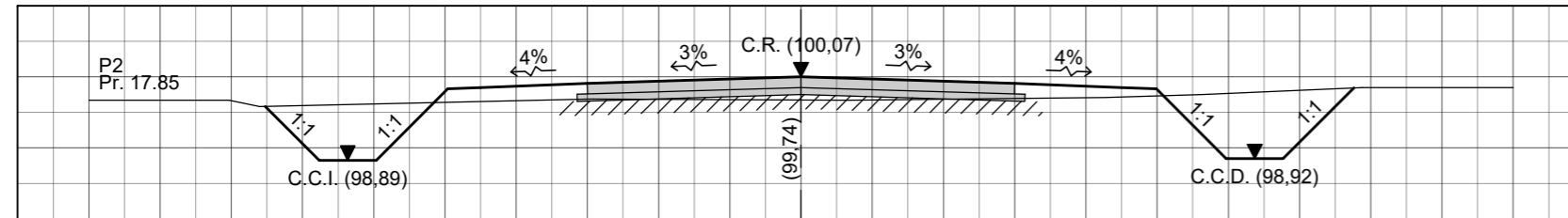
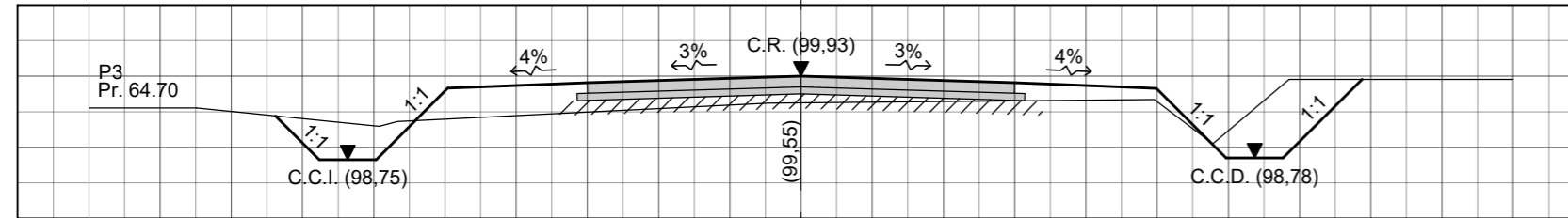
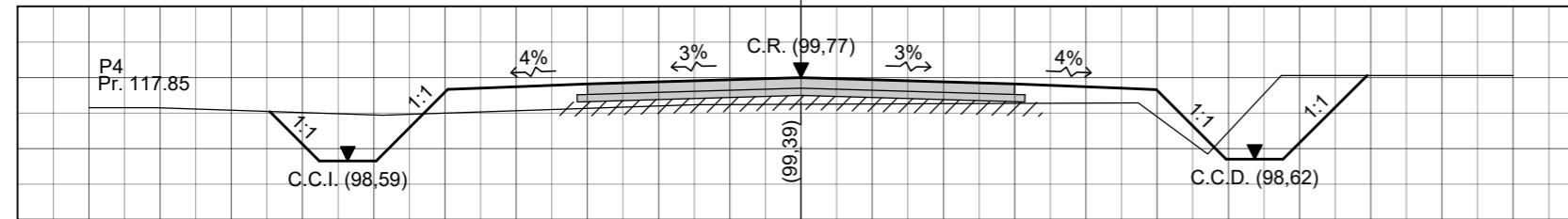
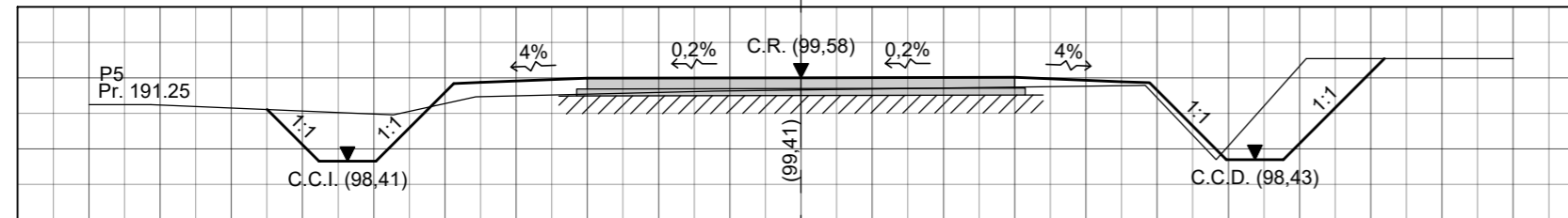
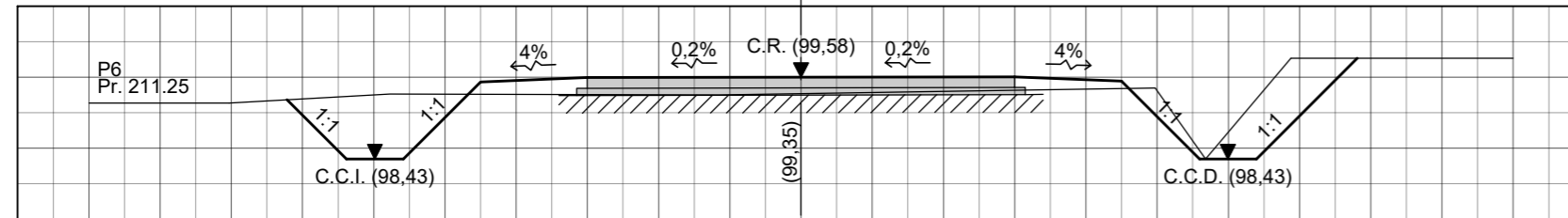
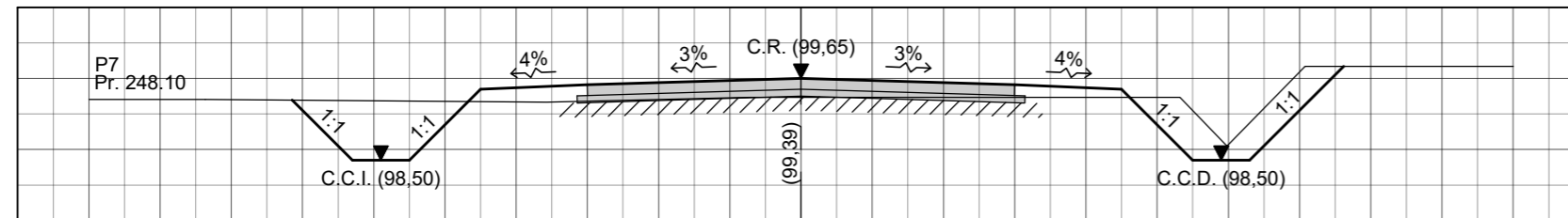
CALLE PÚBLICA

CALLE PÚBLICA

SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL PLANTA ACCESO

ESCALA 1:1000

	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:1000	Plano N° 80
	PLANO: Acceso - Carril deceleración y aceleración		Febrero 2024
Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera			

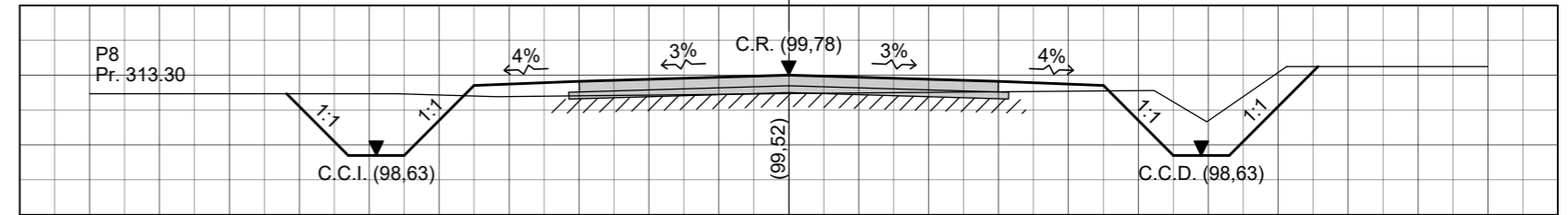
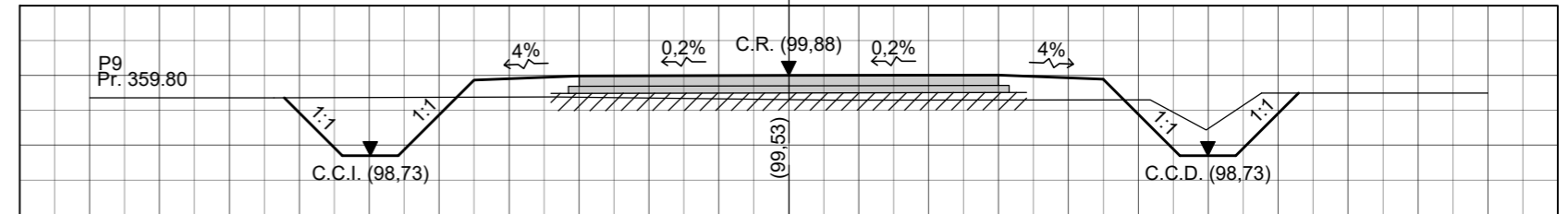
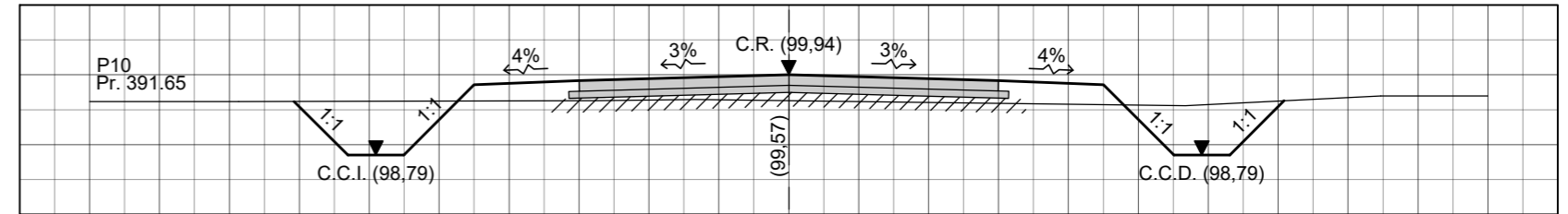
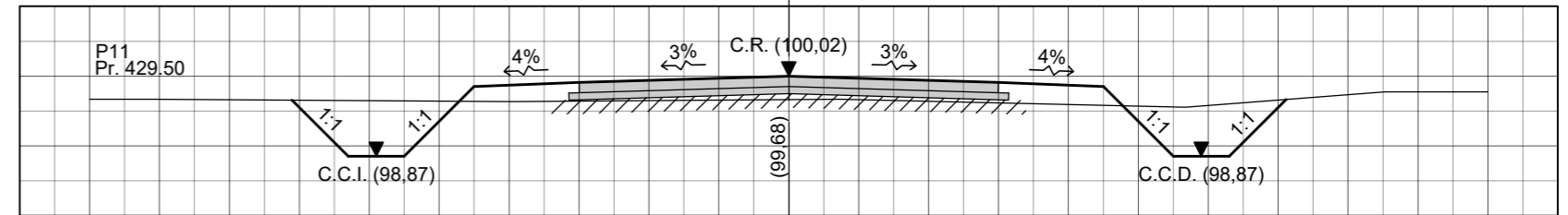
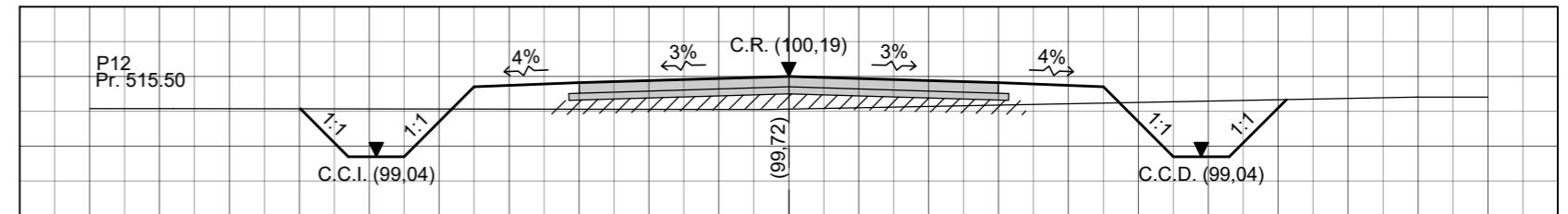


RENOVACIÓN s/ PT. O-41211
H: 0,75 m / L: 1,00 m / J: 9,80 m

ALCANTARILLA EXISTENTE DE MAMPOSTERÍA
H: 0,60 m / L: 1,00 m / J: 9,20 m

REFERENCIAS

- TERRENO NATURAL
- PROYECTO
- ▼ C.R. (00,11) COTA RASANTE
- ▼ (00,11) COTA TERRENO NATURAL



PROYECTO IV

Centro de Compostaje Roldán

PLANO: Perfiles transversales - Pr. 359.80 a Pr. 515.50

Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera

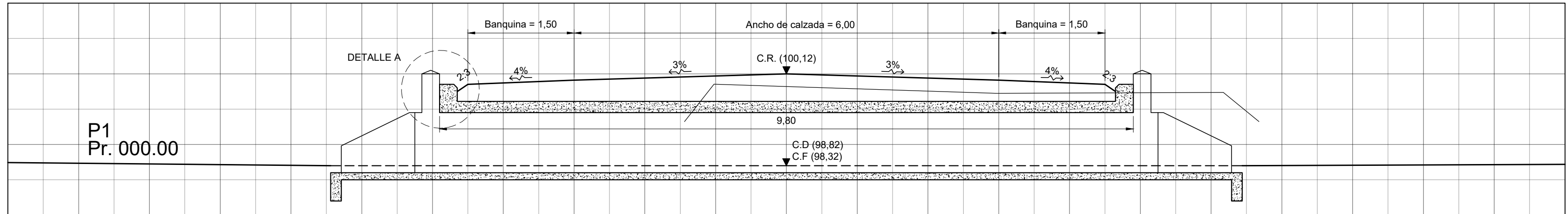
ESC:

1:100

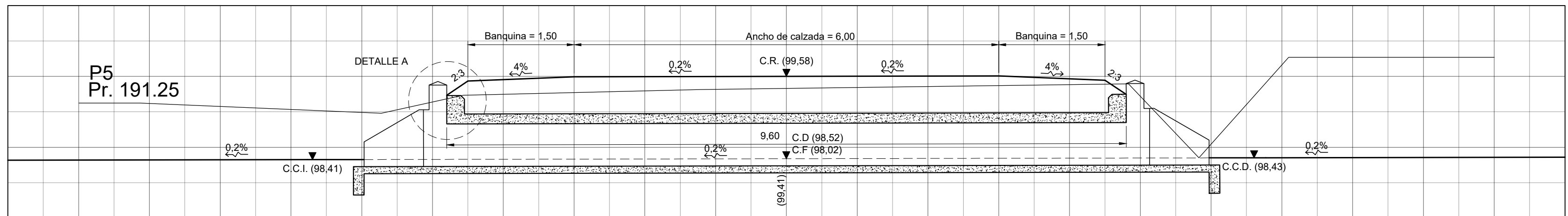
Febrero 2024

Plano N°

9

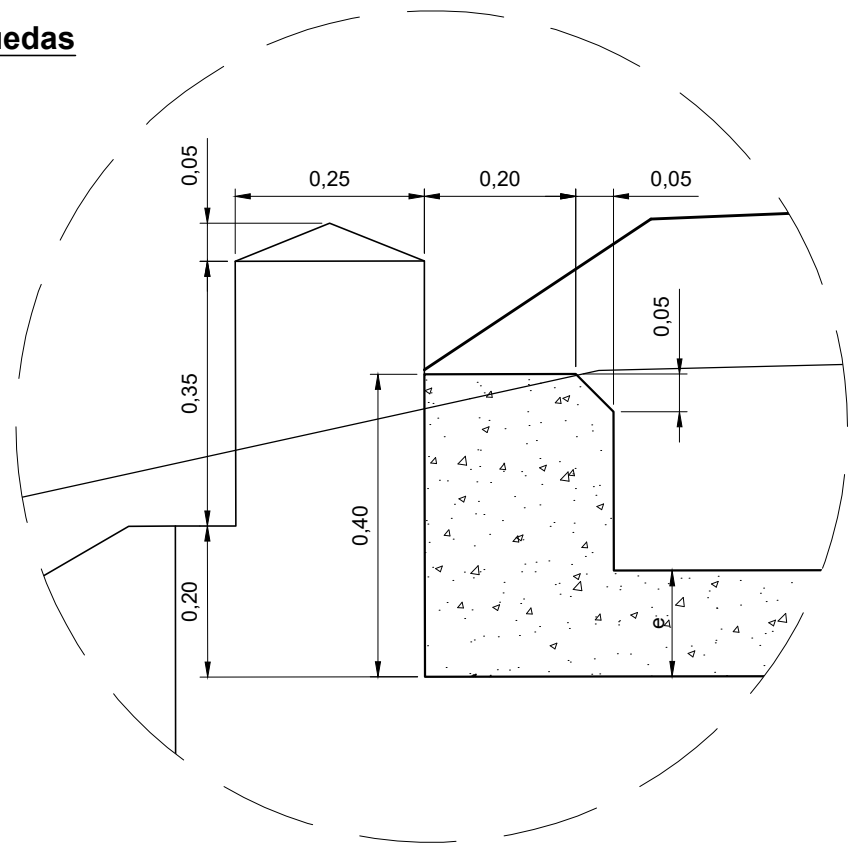


DATOS DEL PROYECTO			
P. TIPO	O-41211-1	y	0,50 m
L	1,00 m	Ángulo	90°
H	0,75 m	c	1,04 m
J	9,80 m	d	3,08 m
e	0,16 m	i	0,25 m
Tipo	A	m	0,10 m
Platea	SI	s	0,15 m

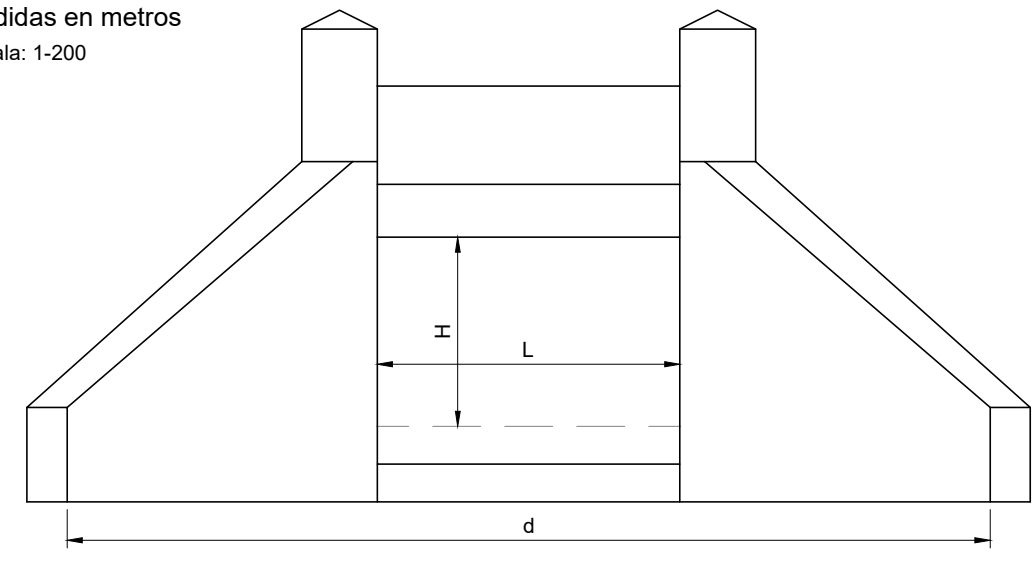


DATOS DEL PROYECTO			
P. TIPO	O-41211-1	y	0,50 m
L	0,80 m	Ángulo	90°
H	0,50 m	c	0,84 m
J	9,60 m	d	2,48 m
e	0,14 m	i	0,20 m
Tipo	A	m	0,08 m
Platea	SI	s	0,15 m

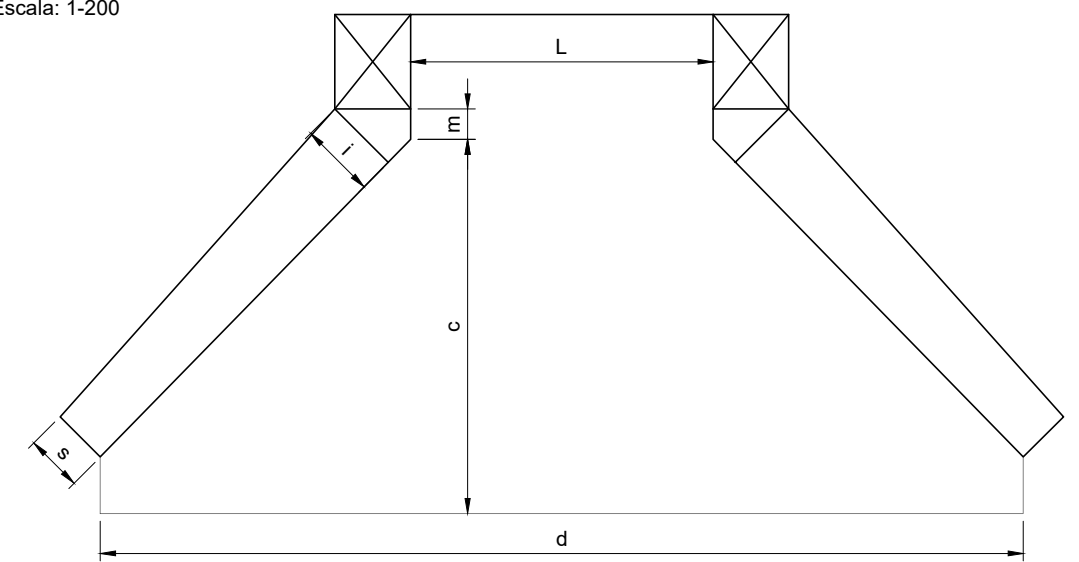
Detalle A - Guardaruedas
Medidas en metros
Escala: 1-100

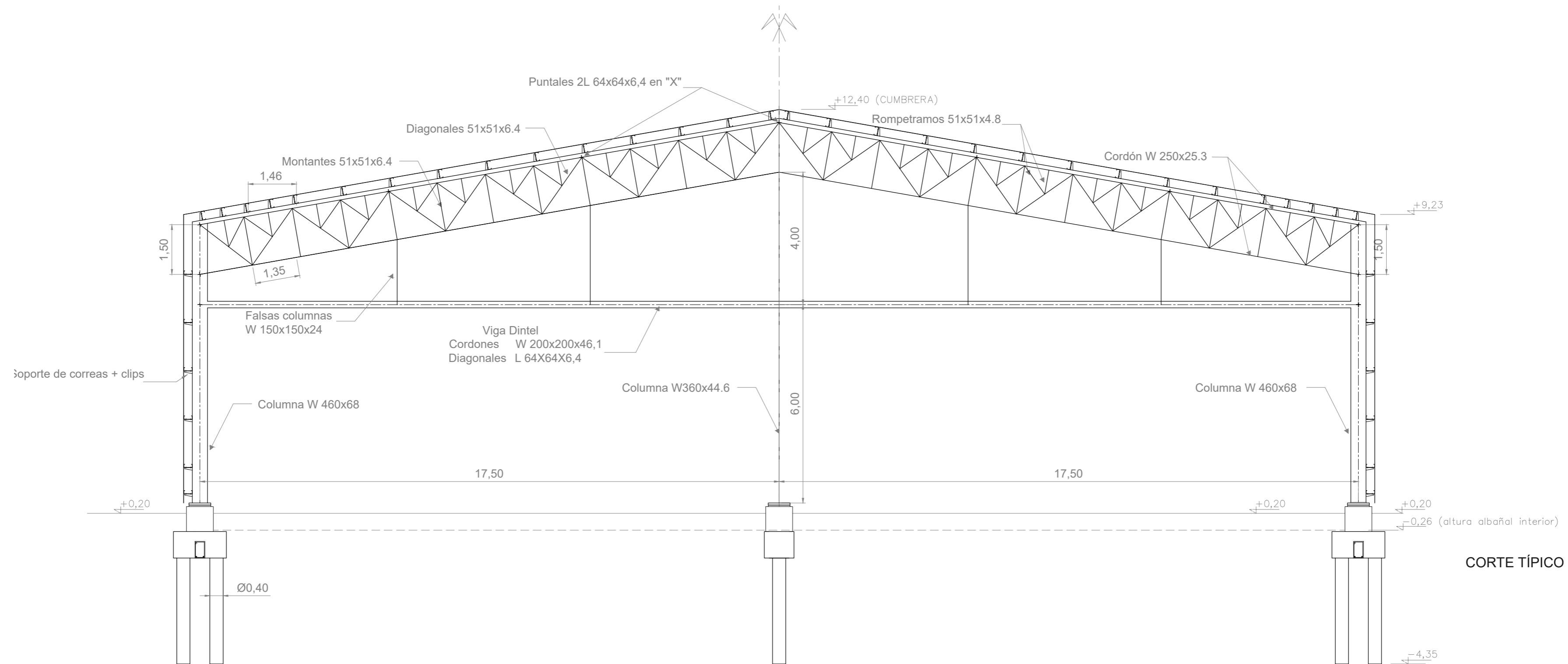


Muro de ala - Vista frontal
Medidas en metros
Escala: 1-200

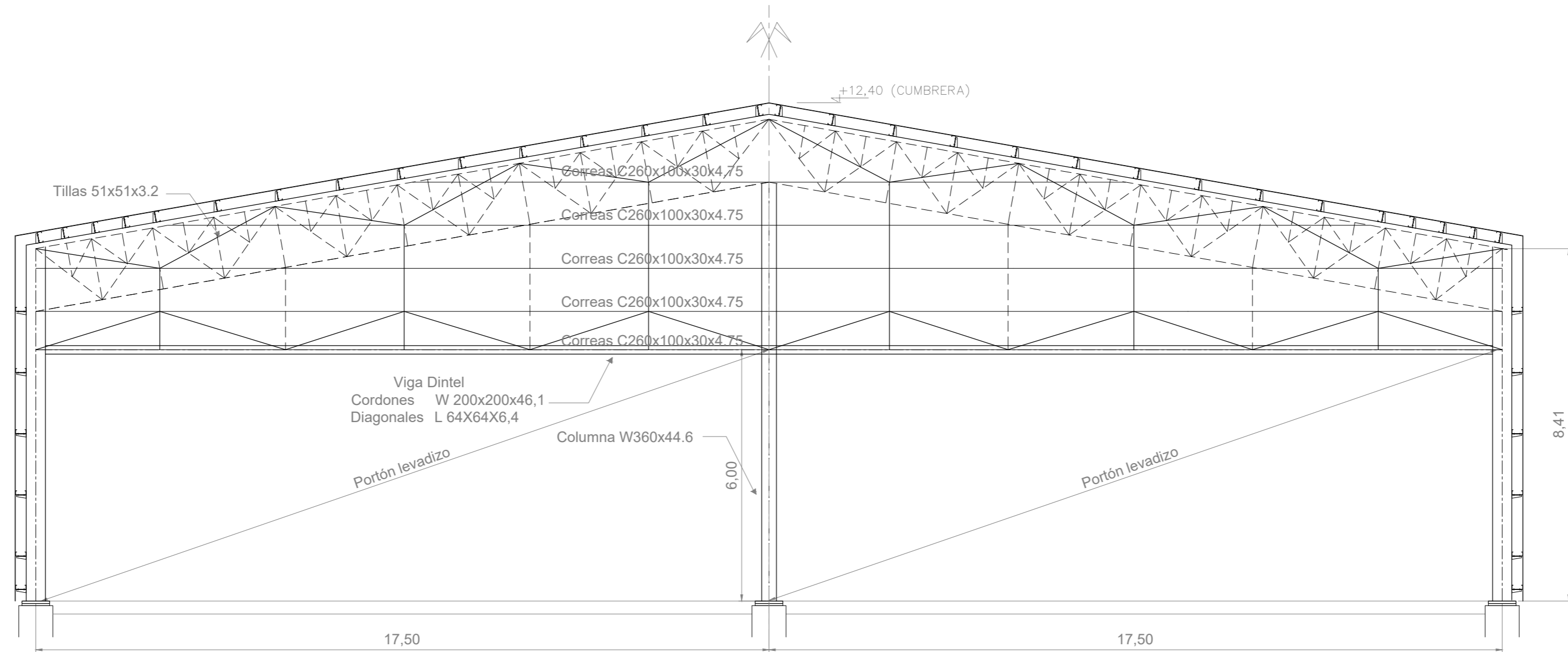


Muro de ala - Vista superior
Medidas en metros
Escala: 1-200



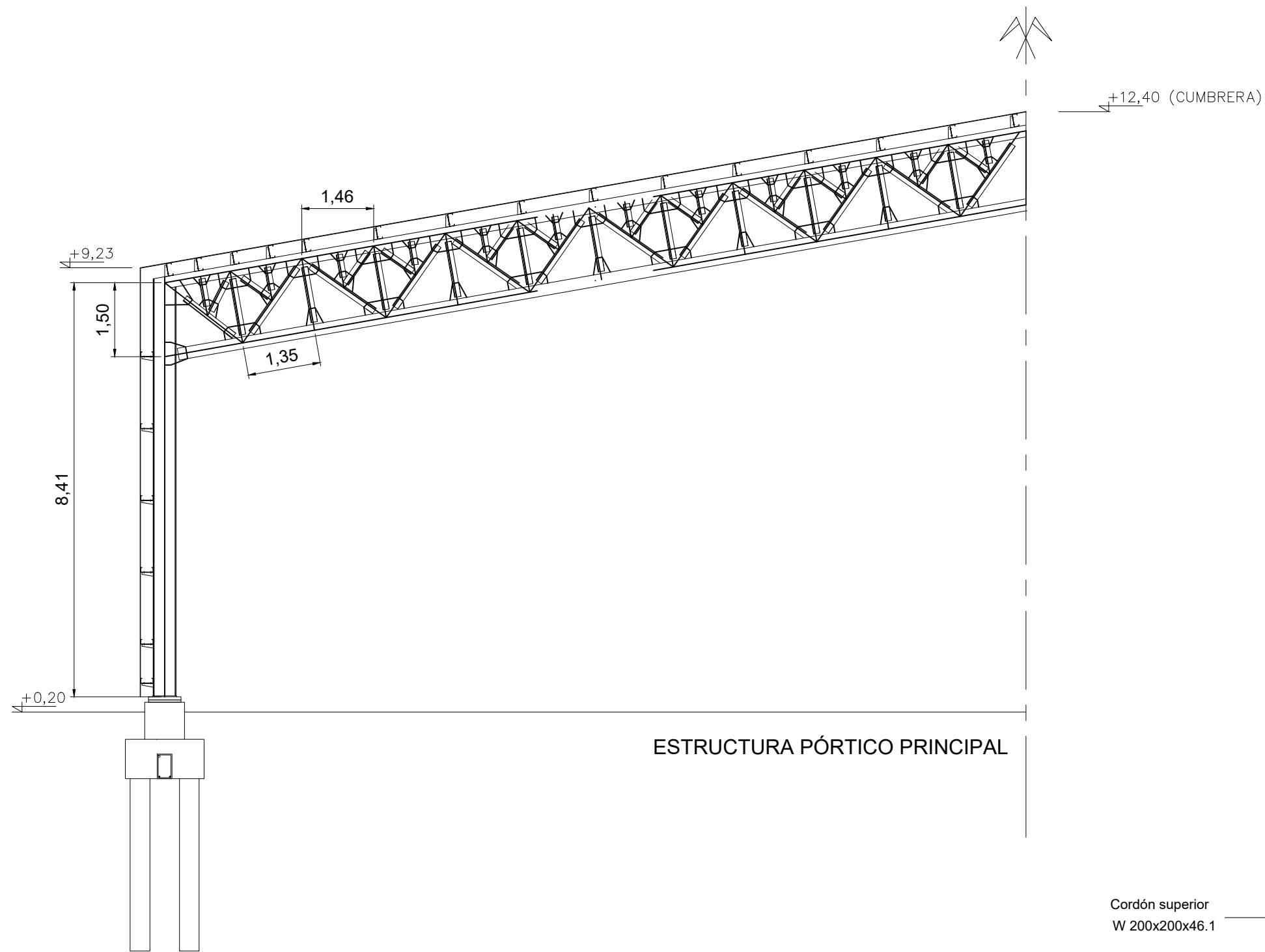


CORTE TÍPICO

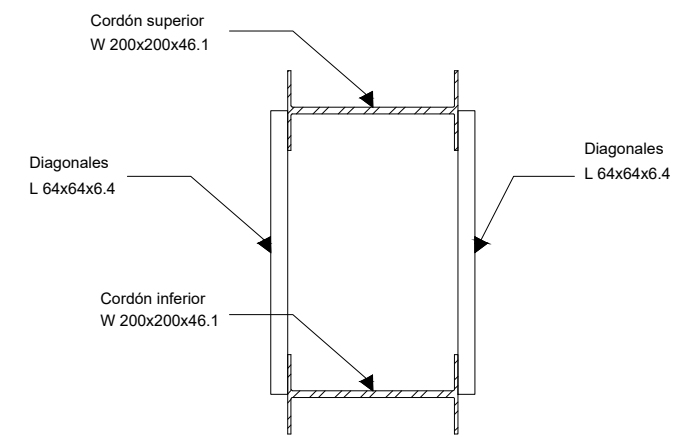


VISTA FRENTE Y CONTRAFRENTE

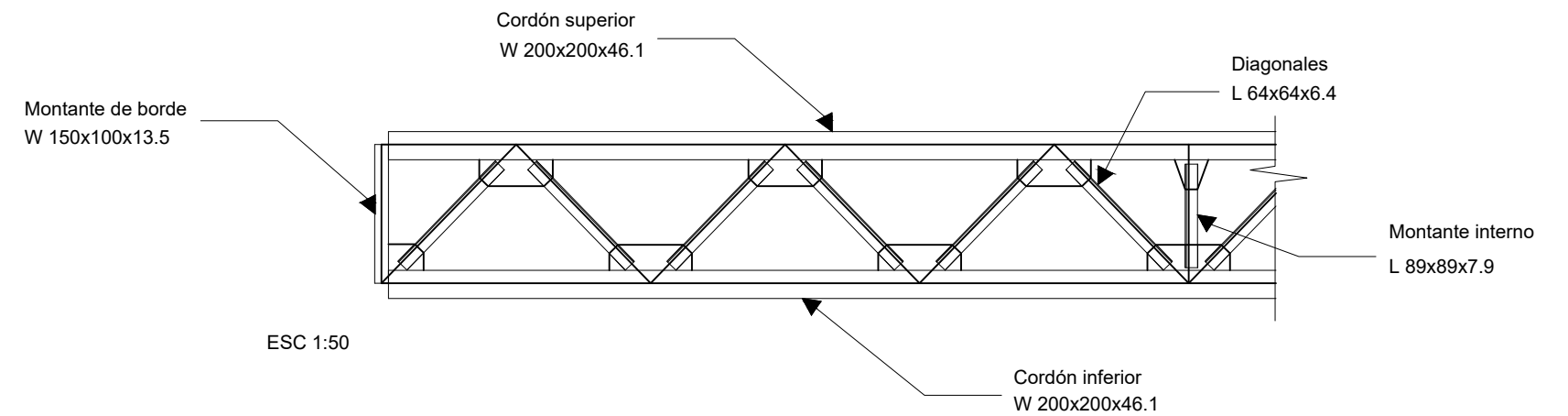
	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:100	Plano N° 11
	PLANO: Nave de descomposición - Pórtico típico y de frontis		
Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		Febrero 2024	



Viga Dintel reticulada
(sin escala)



ESTRUCTURA PÓRTICO PRINCIPAL



PROYECTO IV

Centro de Compostaje Roldán

ESC:
1:100

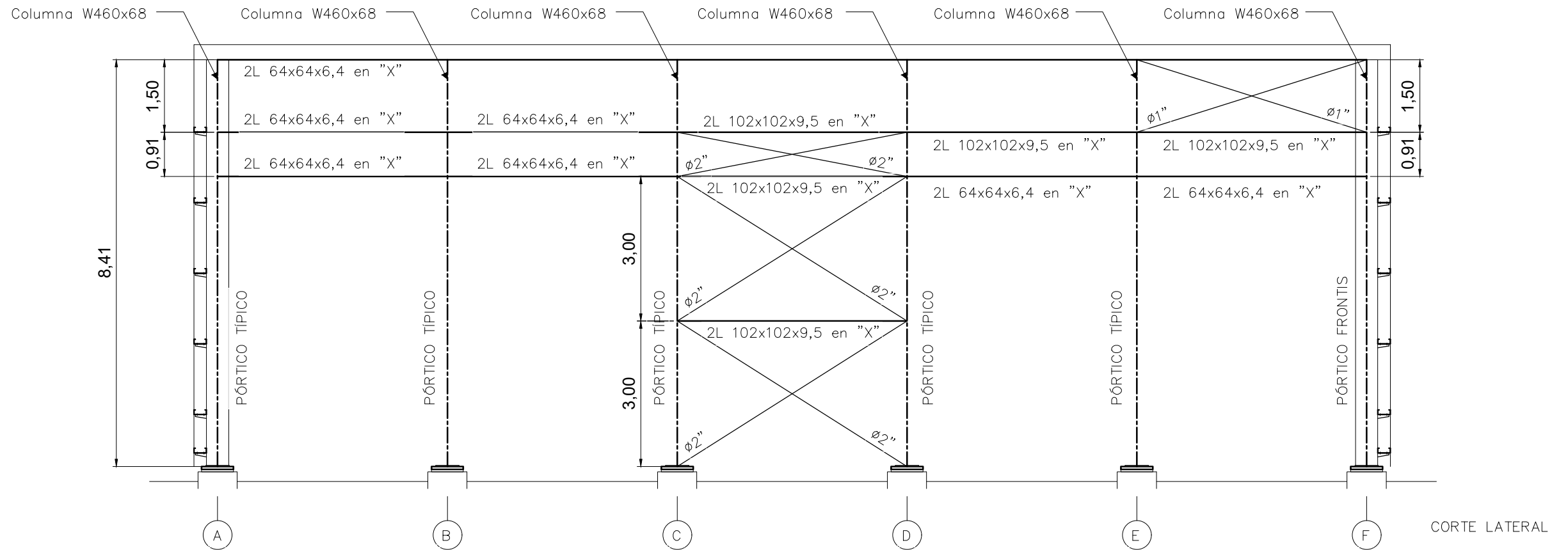
Plano Nº

PLANO: Nave de descomposición - Detalle Portico tipico y viga dintel

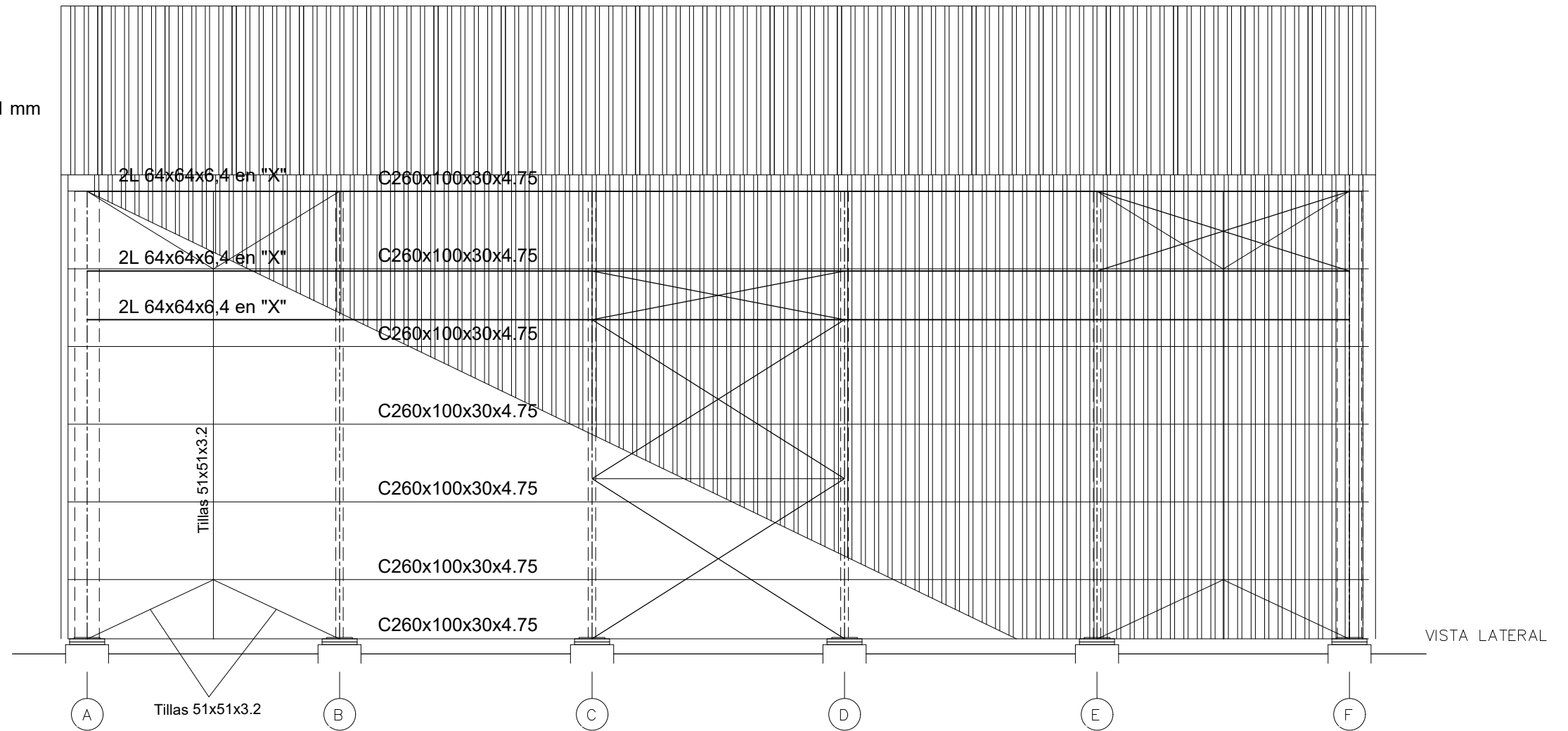
Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera


Febrero 2024

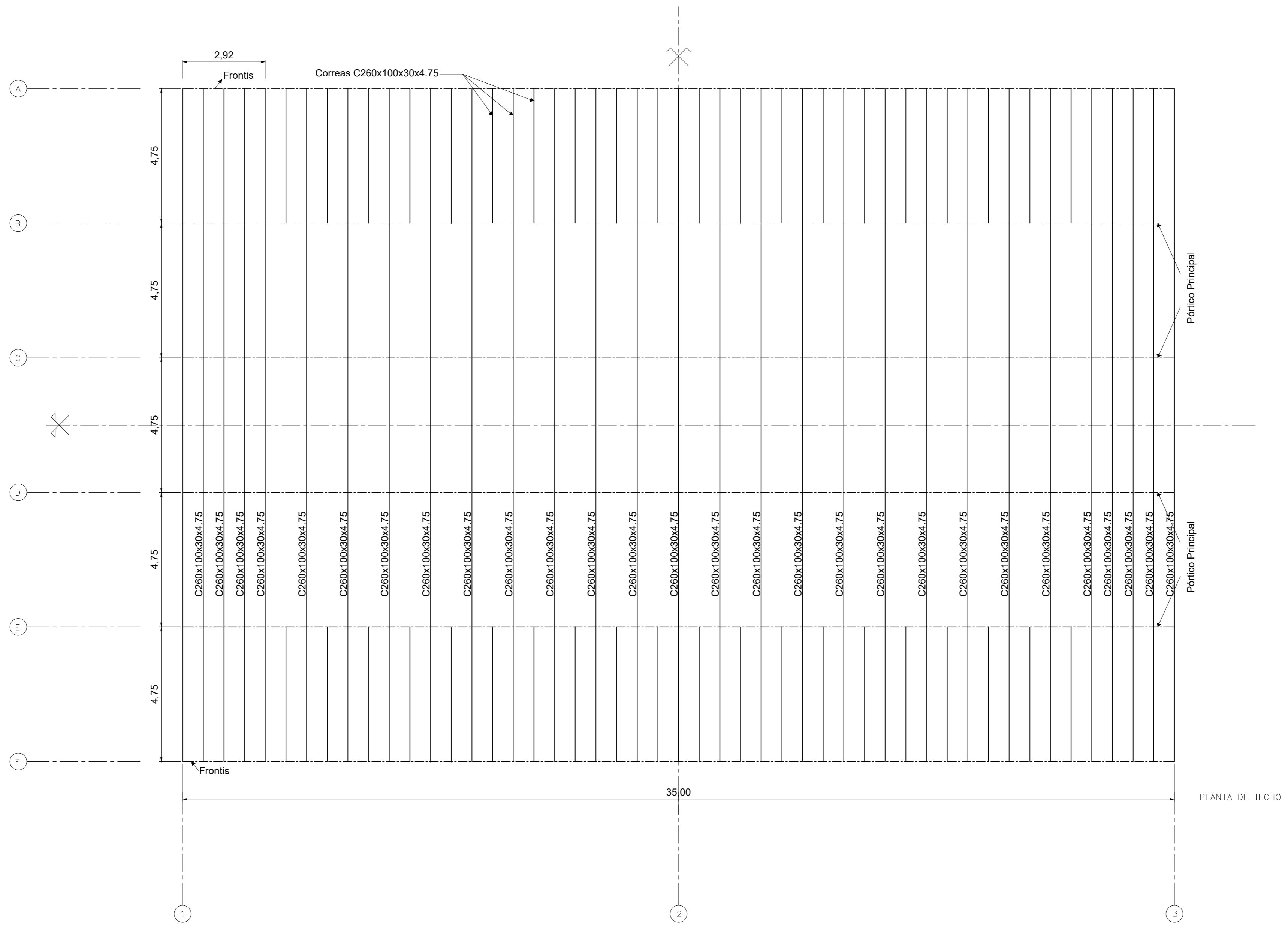
12

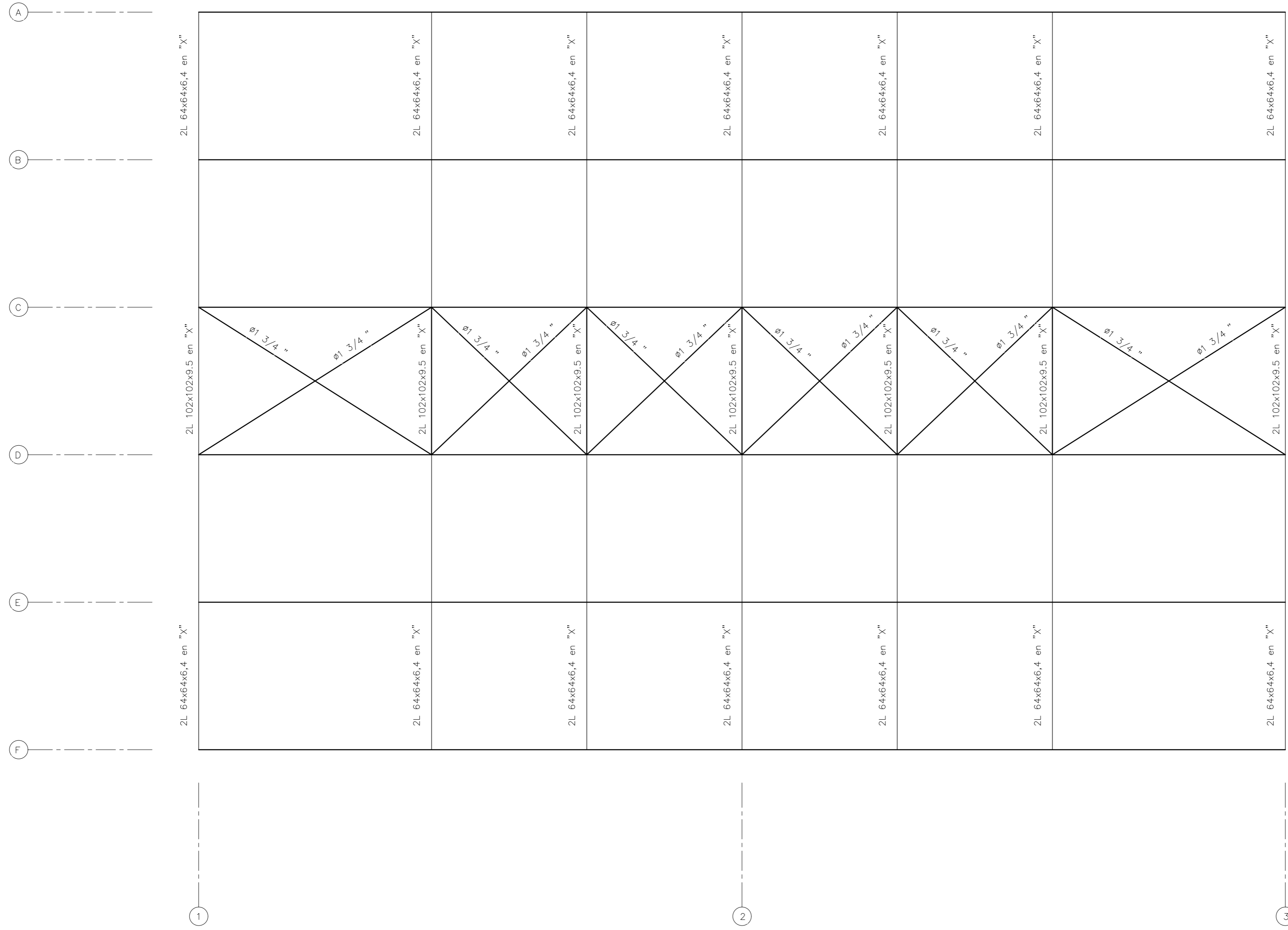


Chapa T101 N°22 ; e=0,71 mm

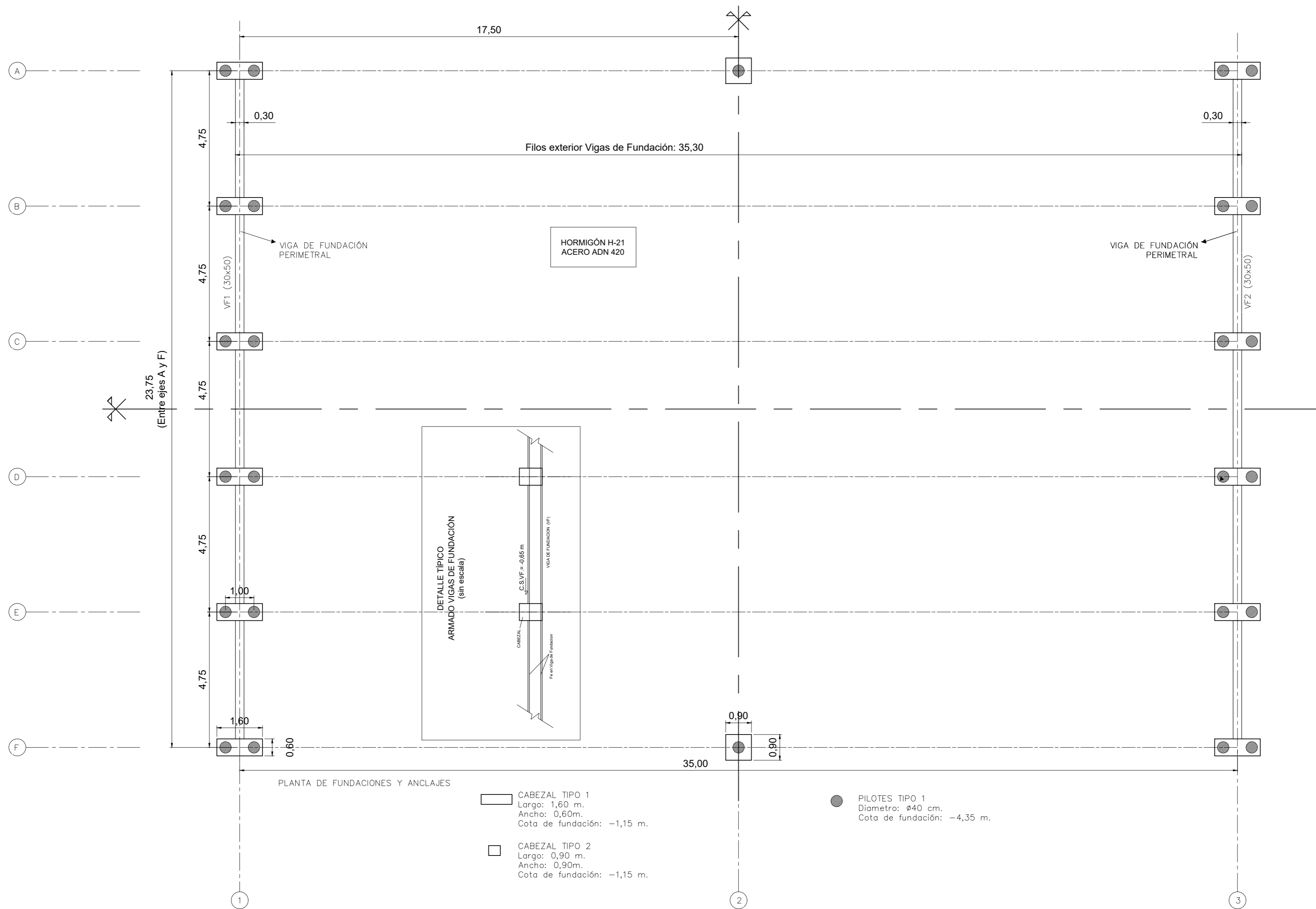


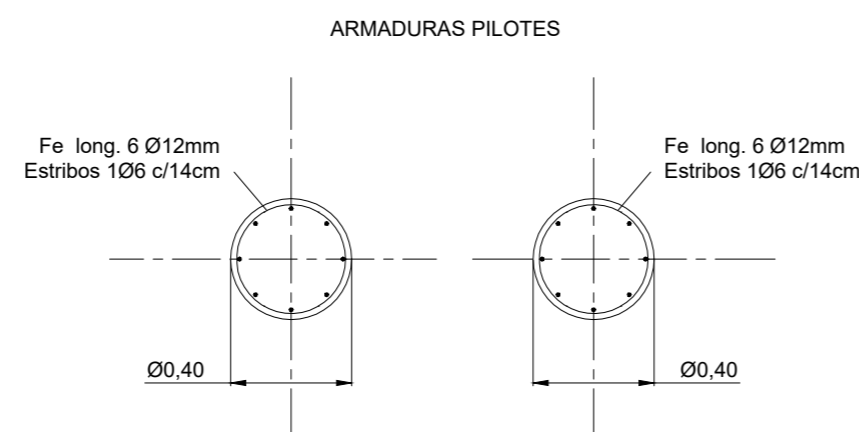
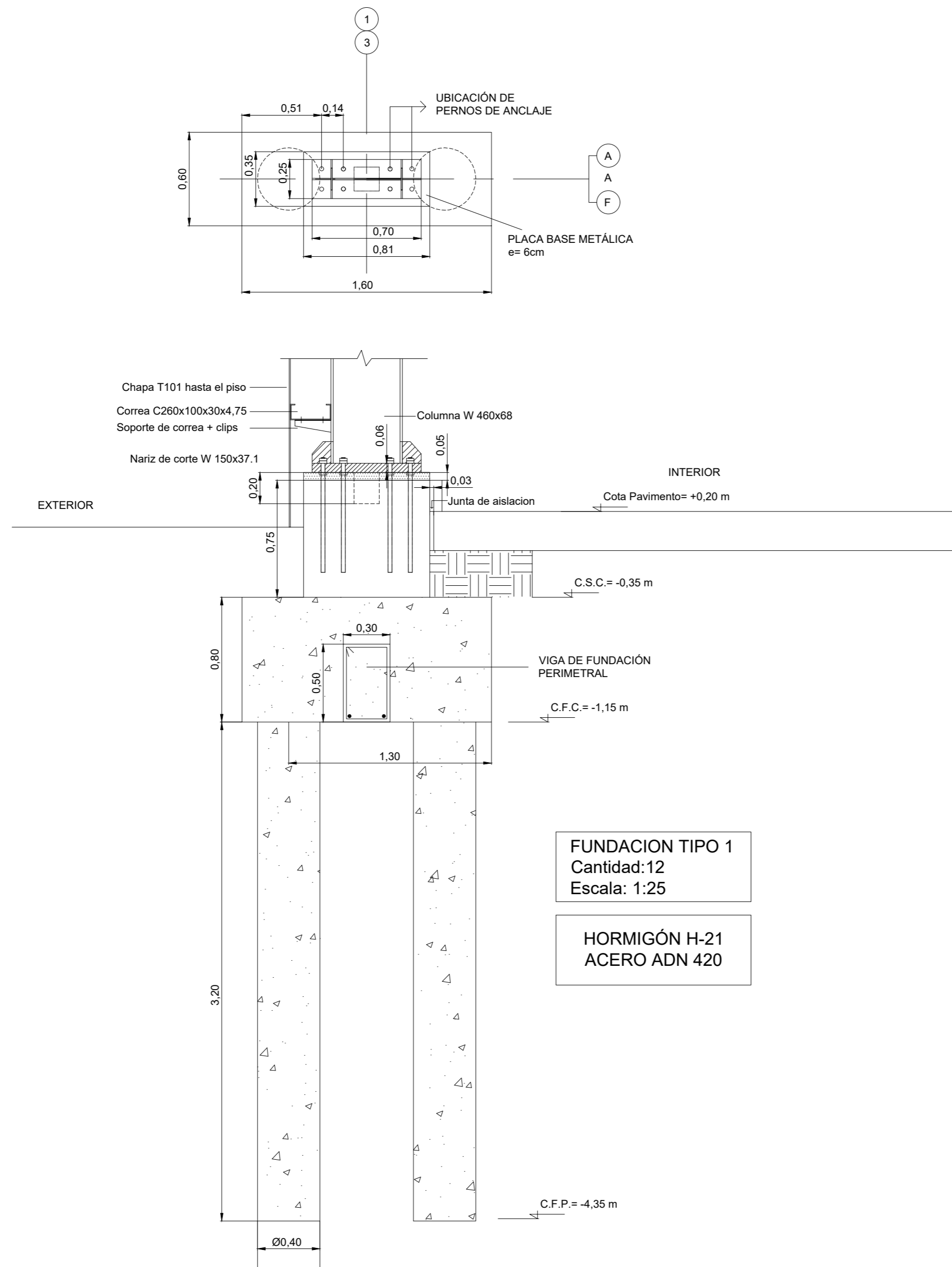
	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:100	Plano N° 13
	PLANO: Nave de descomposición - Estructura y vista lateral Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		Febrero 2024





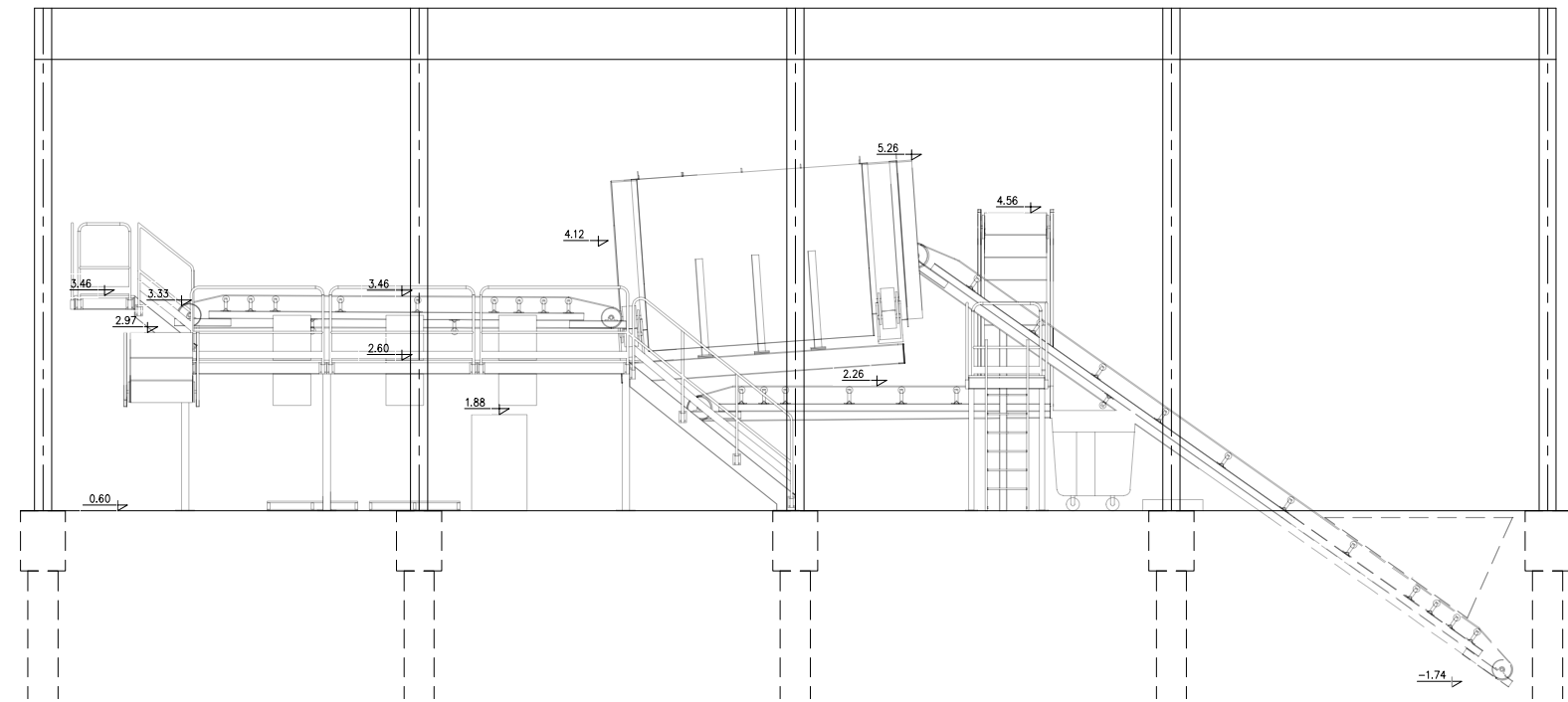
PLANTA CORDÓN INFERIOR



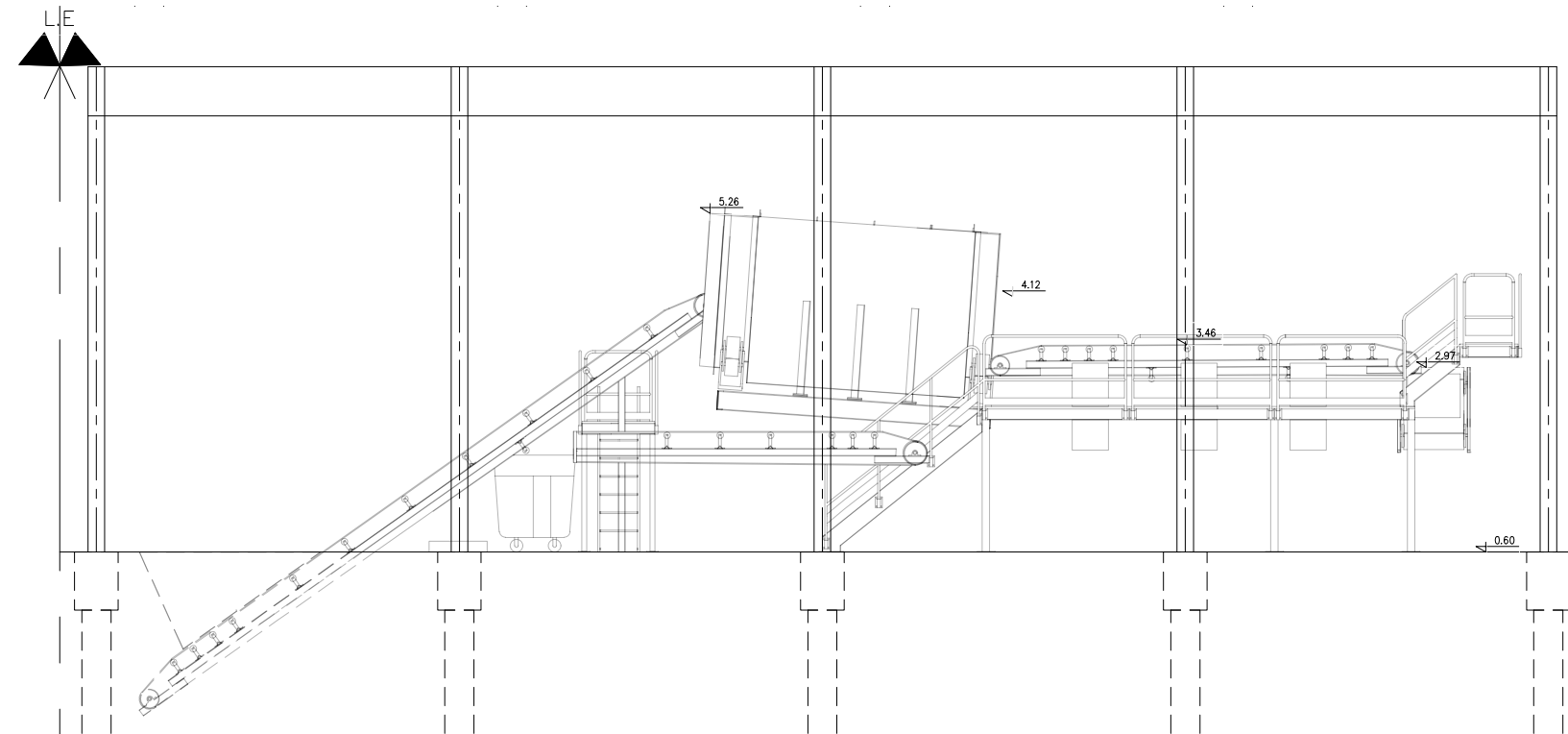



	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:25	Plano Nº 17
	PLANO: Nave de descomposición - Detalle Fundaciones		
Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		Febrero 2024	

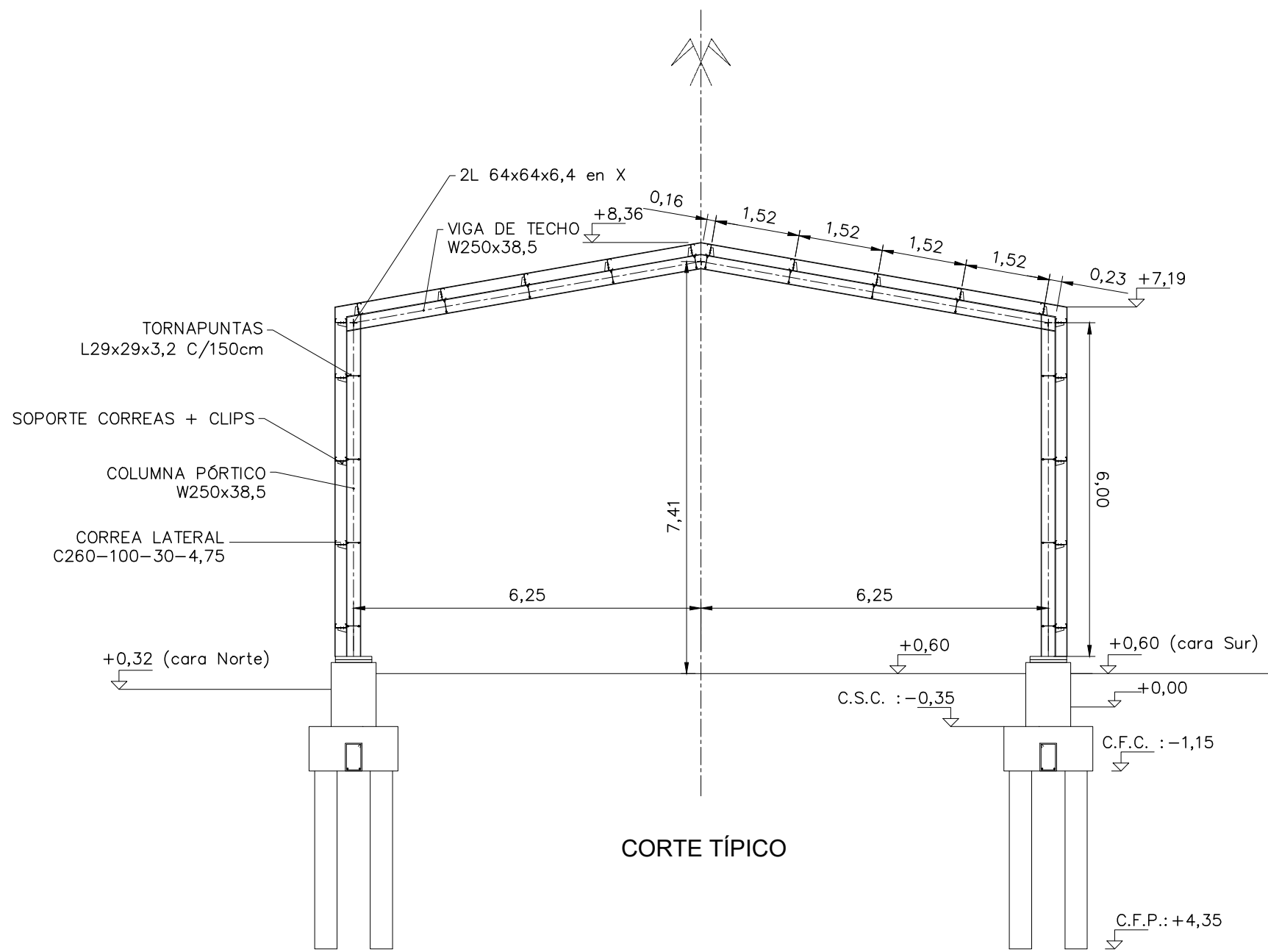
Corte C-C
 Medidas en metros
 Escala: 1-100



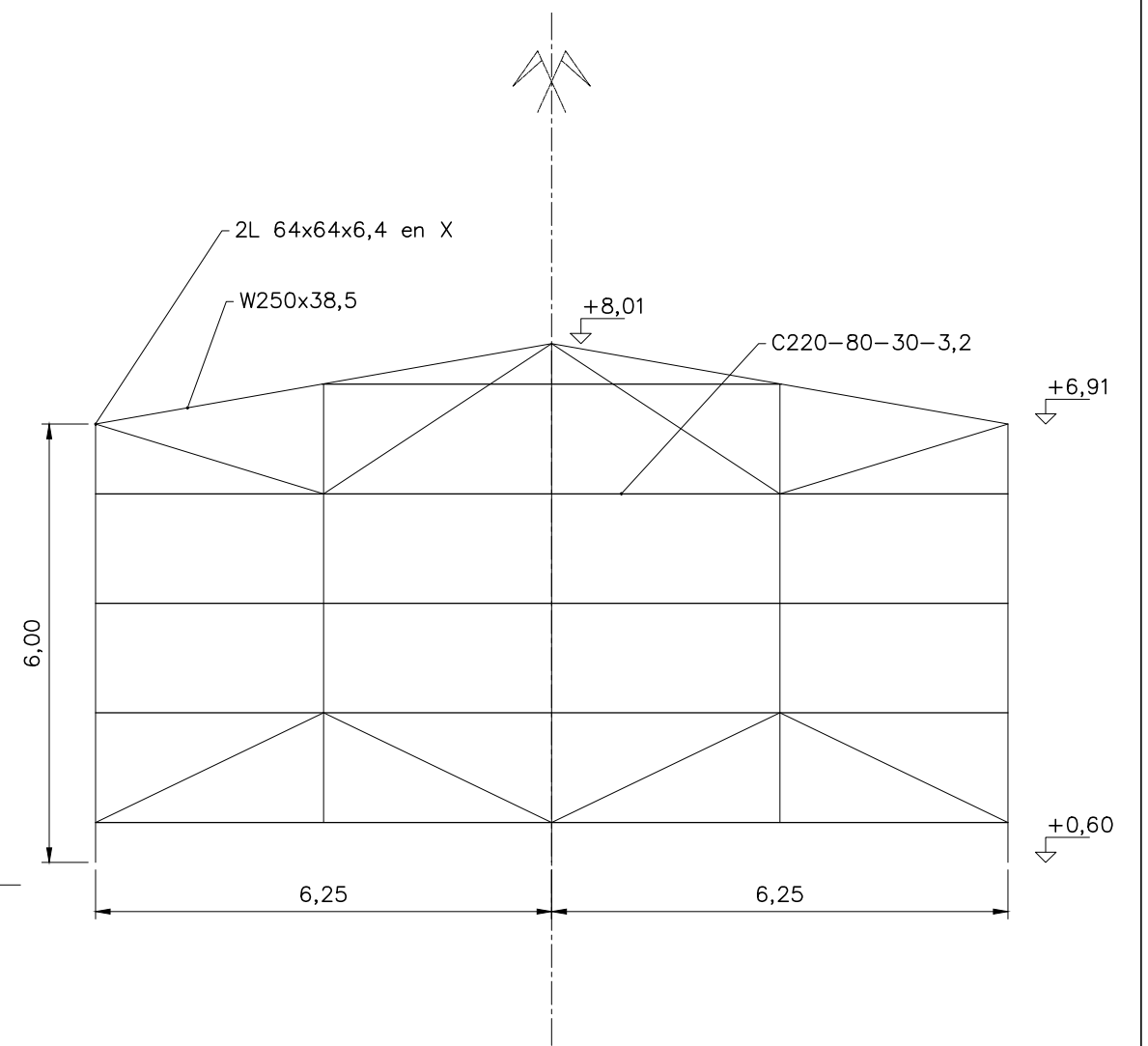
Corte D-D
 Medidas en metros
 Escala: 1-100




	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:100	Plano N° 18
	PLANO: Plano de arquitectura - Vistas en corte Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera		Febrero 2024

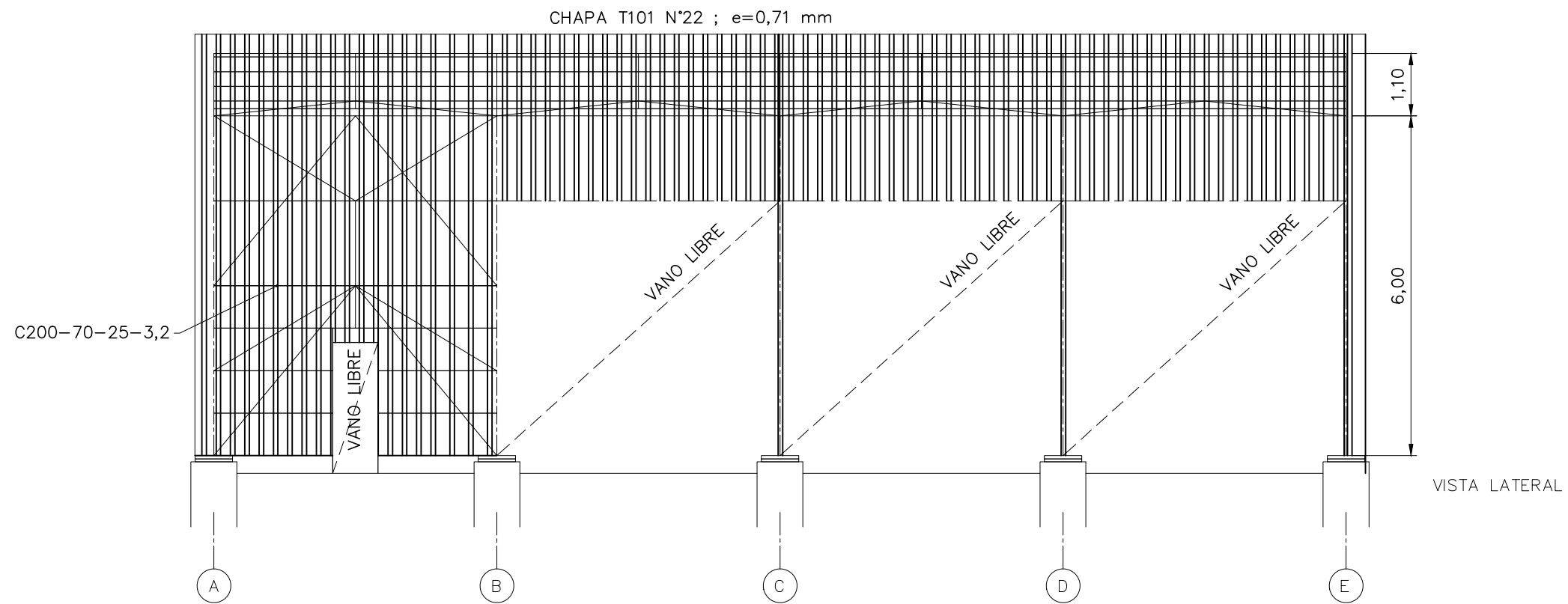
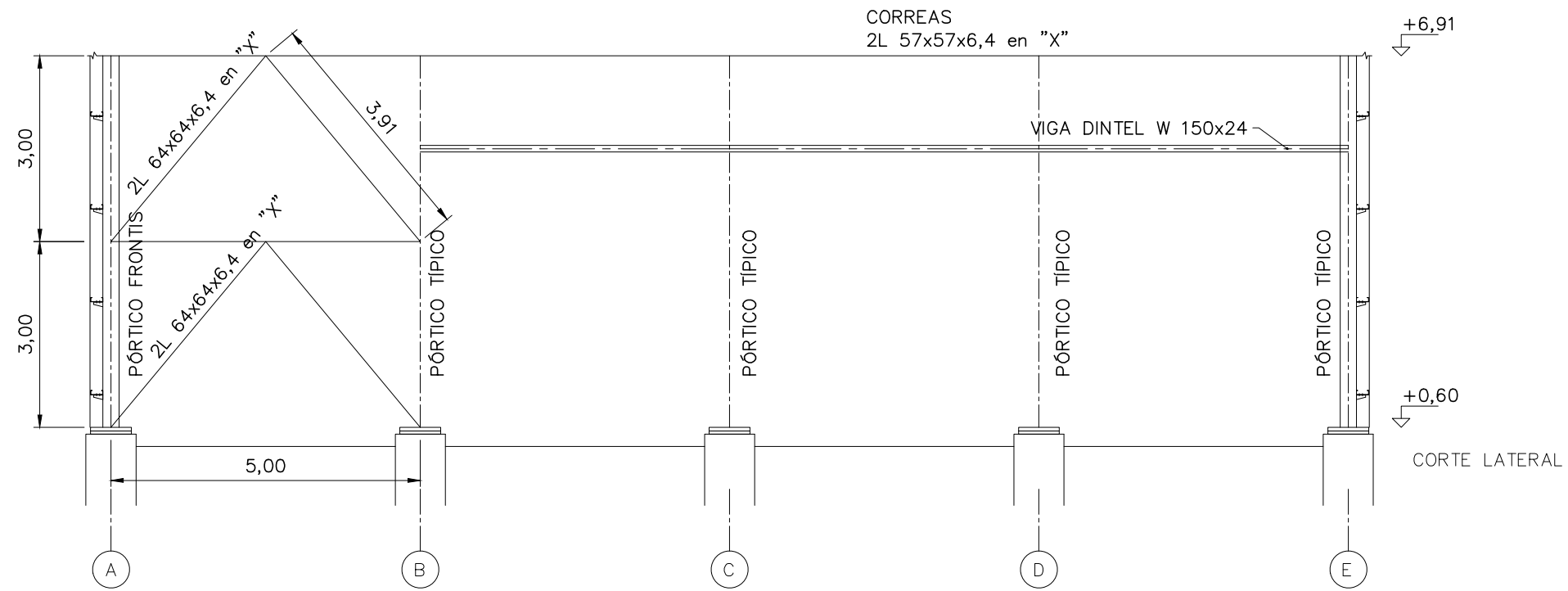



CORTE TÍPICO

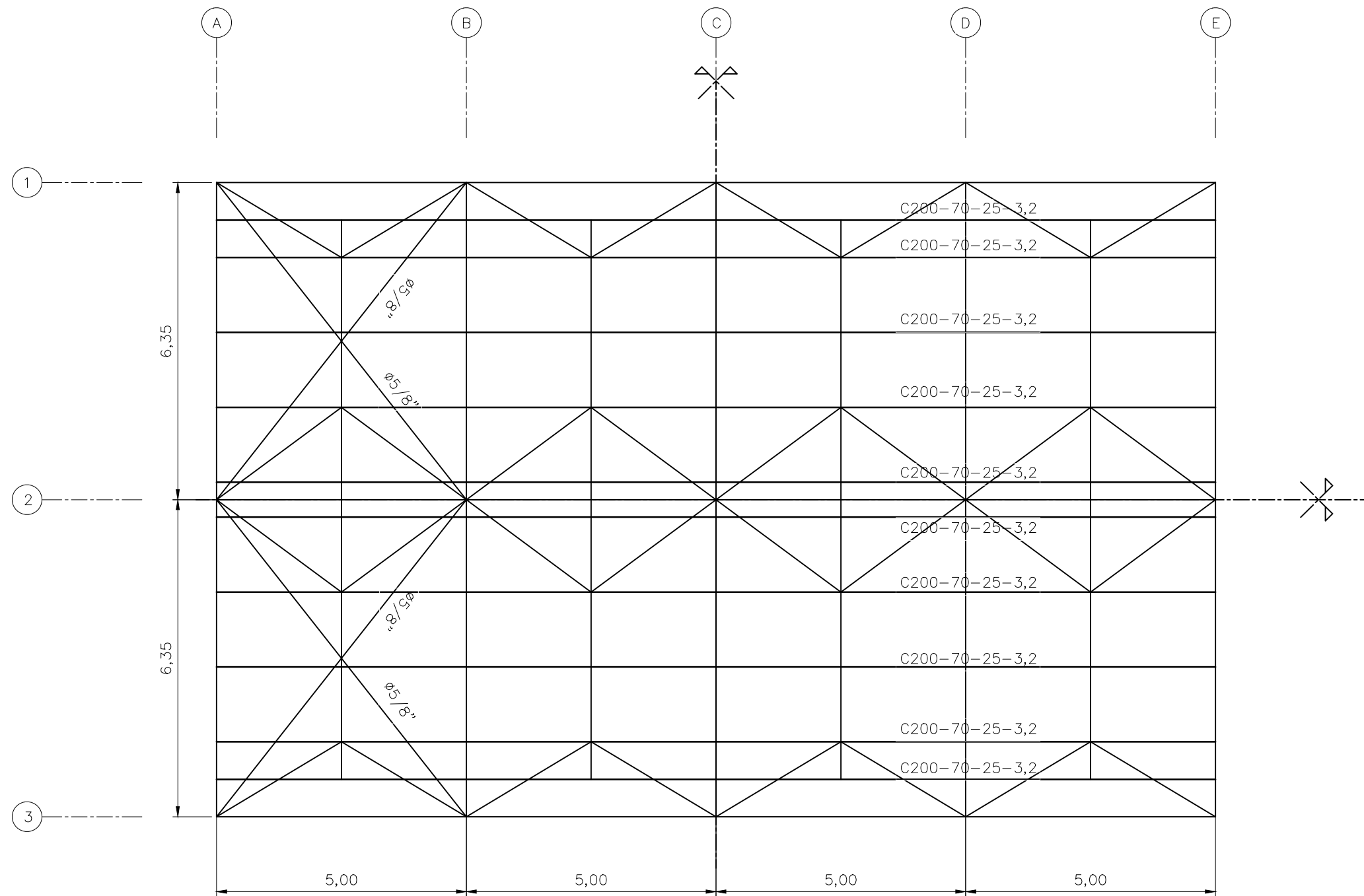


VISTA FRENTE Y CONTRAFRENTE


	<p>PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán</p>	<p>ESC: 1:100</p>	<p>Plano Nº</p>
	<p>PLANO: Galpón de separación - Pórtico Típico</p>	<p>19</p>	
<p>Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera</p>		<p>Febrero 2024</p>	

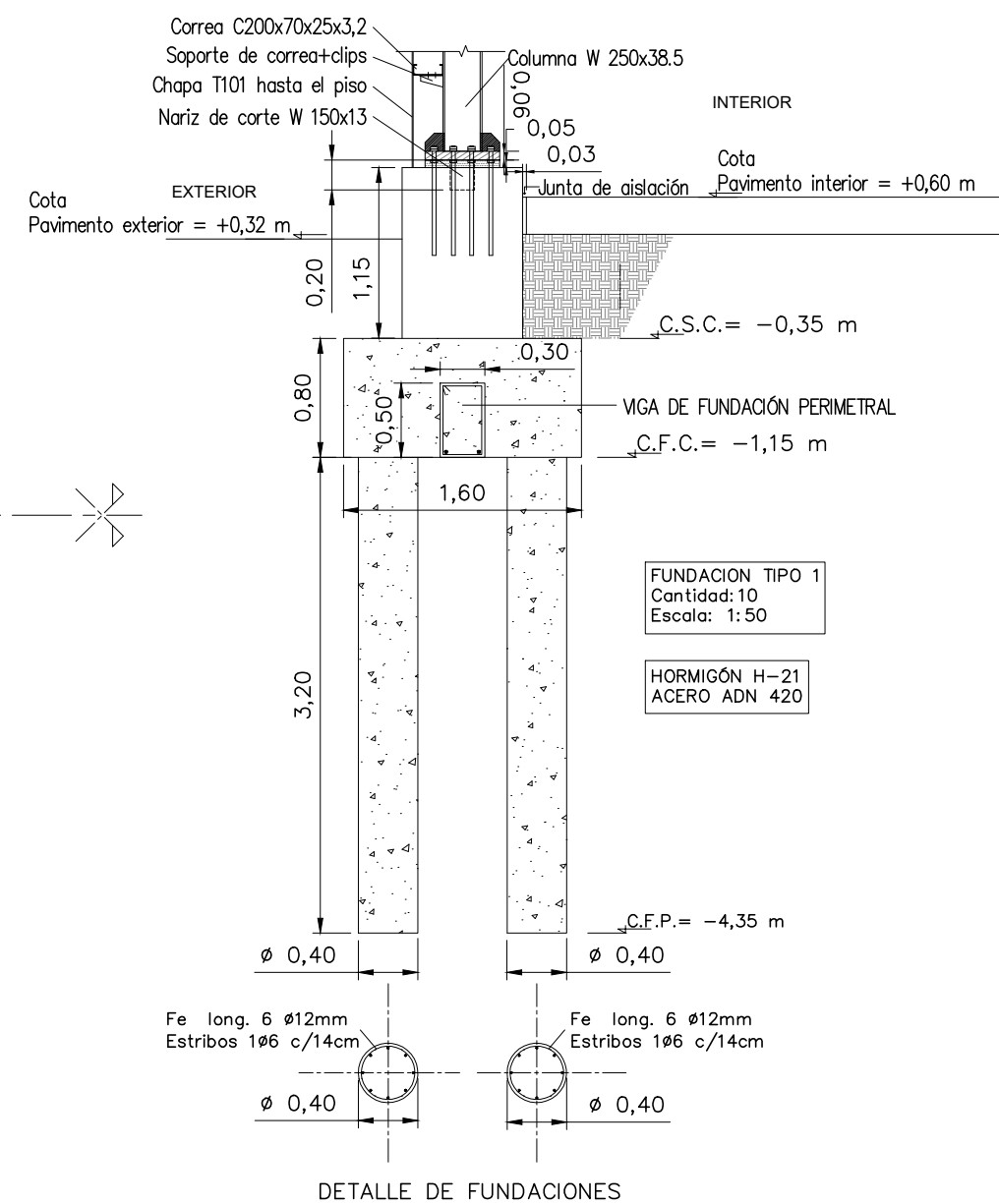
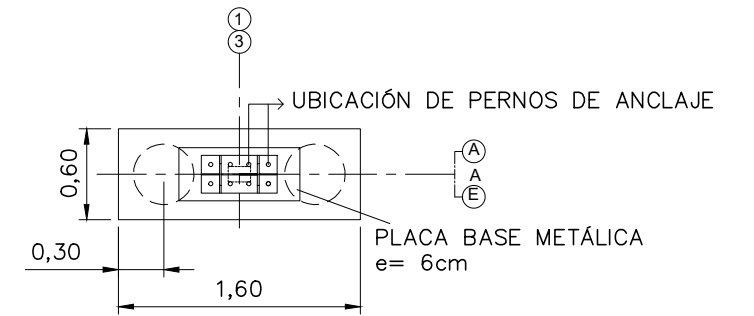
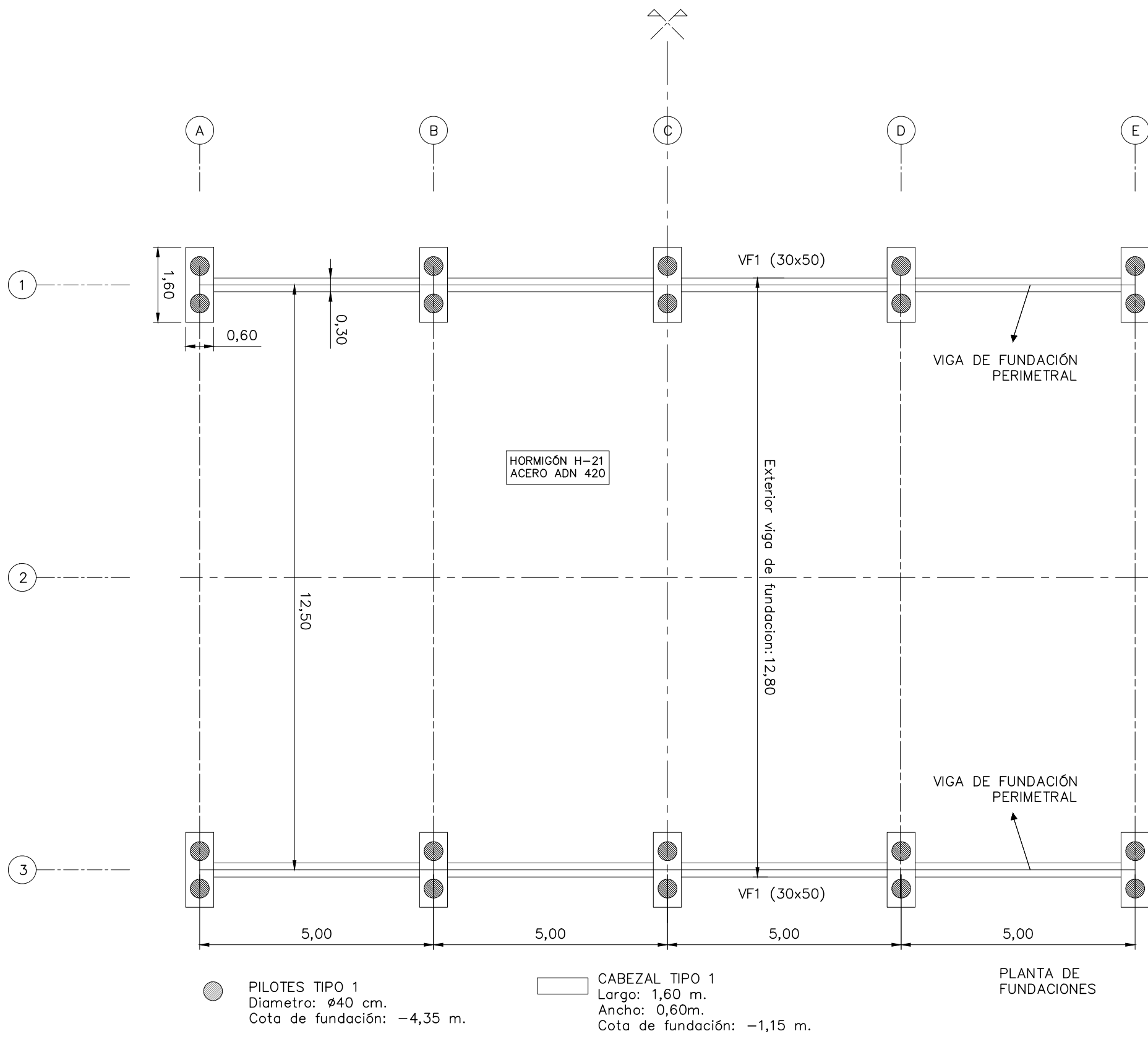


	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:100	Plano Nº
	PLANO: Galpón de separación - Corte y vista lateral Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024	20

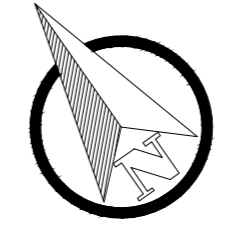


PLANTA DE TECHO

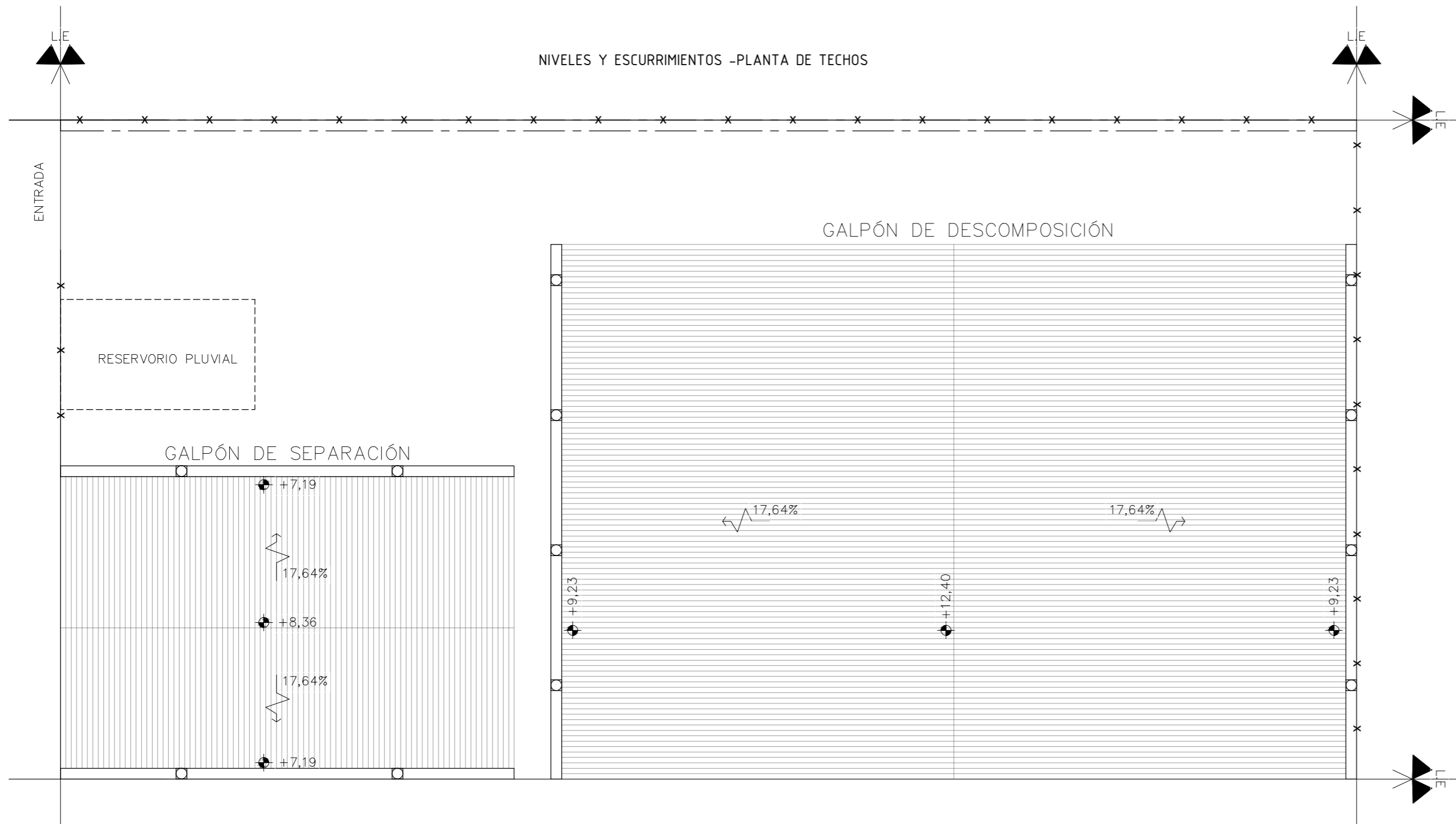
	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:100	Plano Nº
	PLANO: Galpón de separación - Planta de techo Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024	21



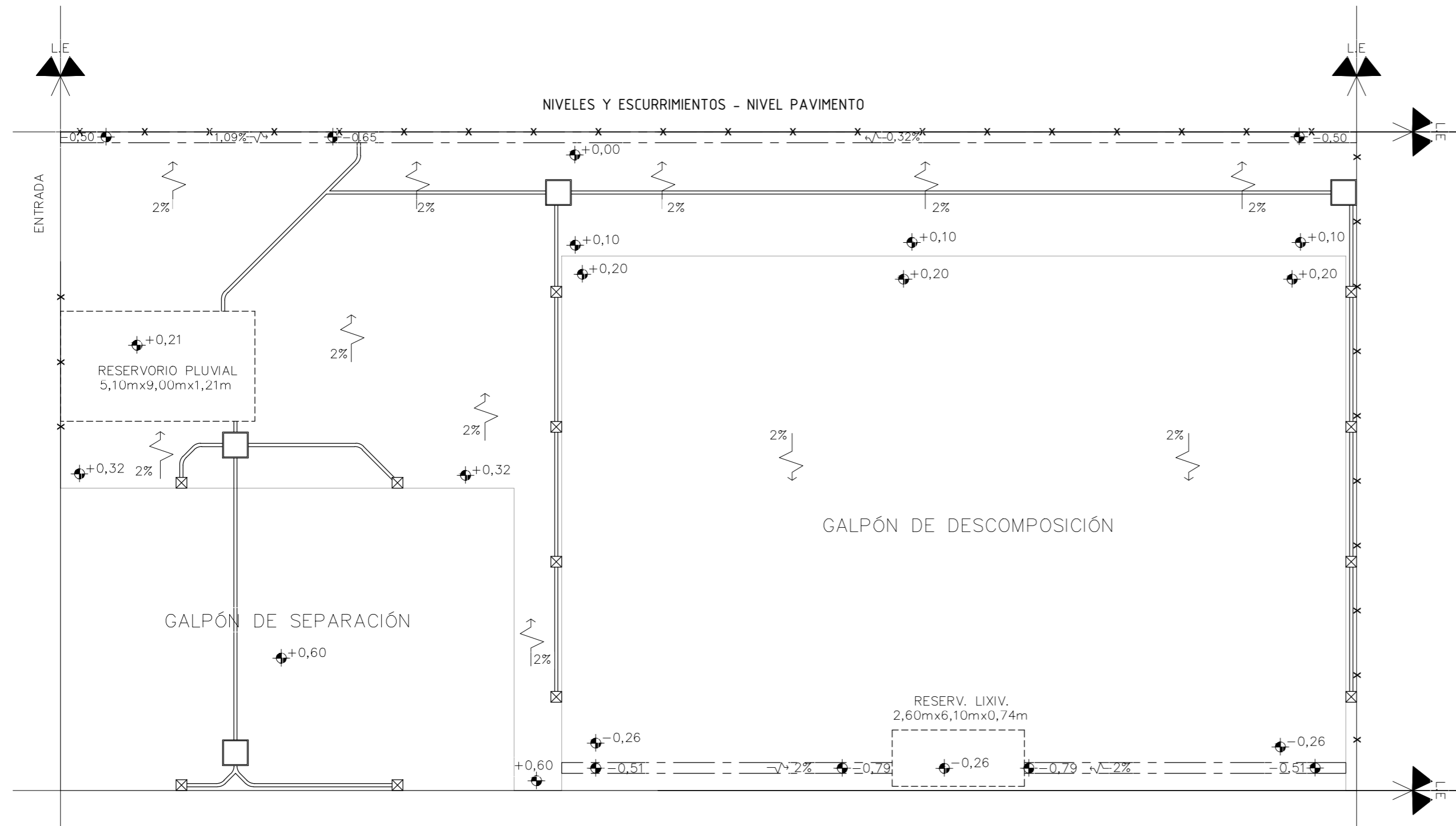
	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:100	Plano Nº 22
	PLANO: Galpón de separación - Fundaciones y detalles Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024	



NIVELES Y ESCURRIMIENTOS -PLANTA DE TECHOS



NIVELES Y ESCURRIMIENTOS - NIVEL PAVIMENTO

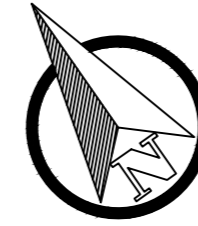
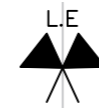


Referencias	
	Albañal
	Dirección escurrimiento
	Cámara de inspección
	Boca de desagüe
	Reservorio
	Canaleta
	Embudo

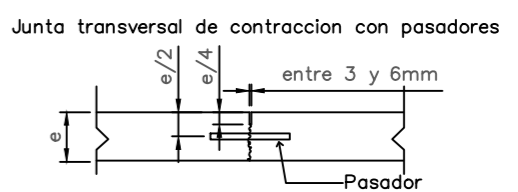
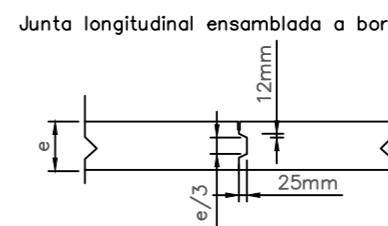
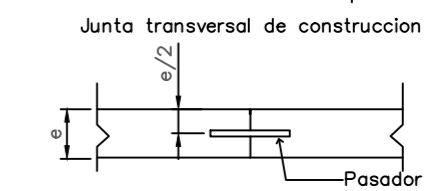
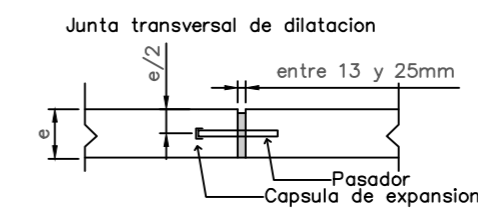
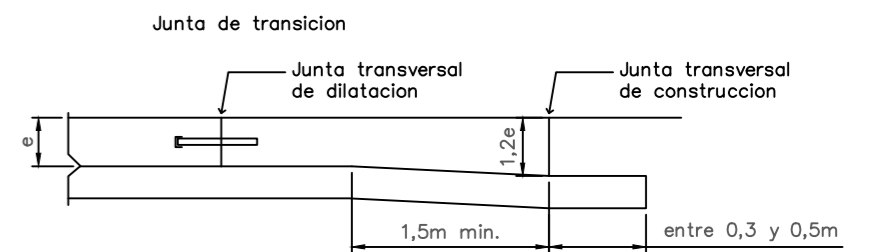
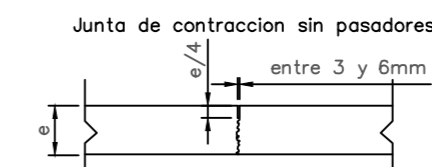
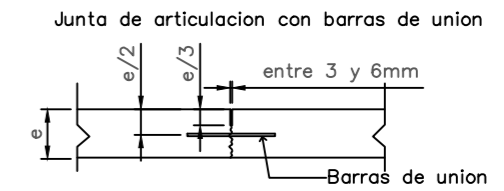
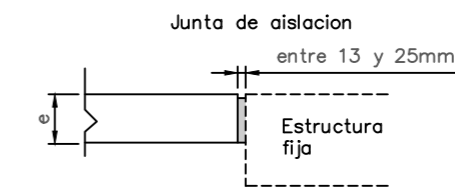
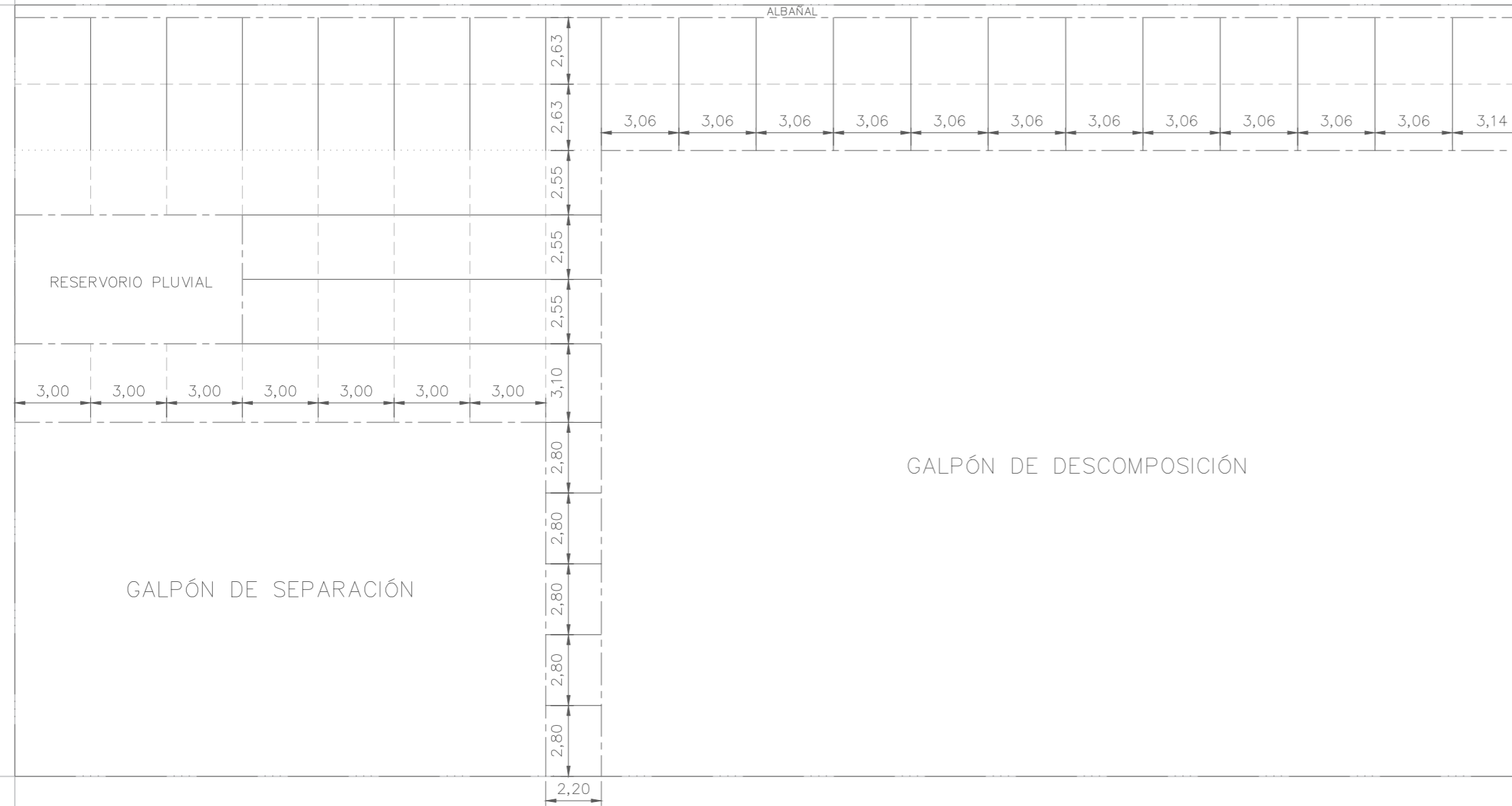
	PROYECTO IV Centro de Compostaje Roldán	ESC: 1:200	Plano N°
	PLANO: Niveles y sentido de escurrimiento	Grupo N° 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera	Febrero 2024



DISEÑO DE JUNTAS DEL PAVIMENTO INTERNO - ÁREA DE TRANSITO



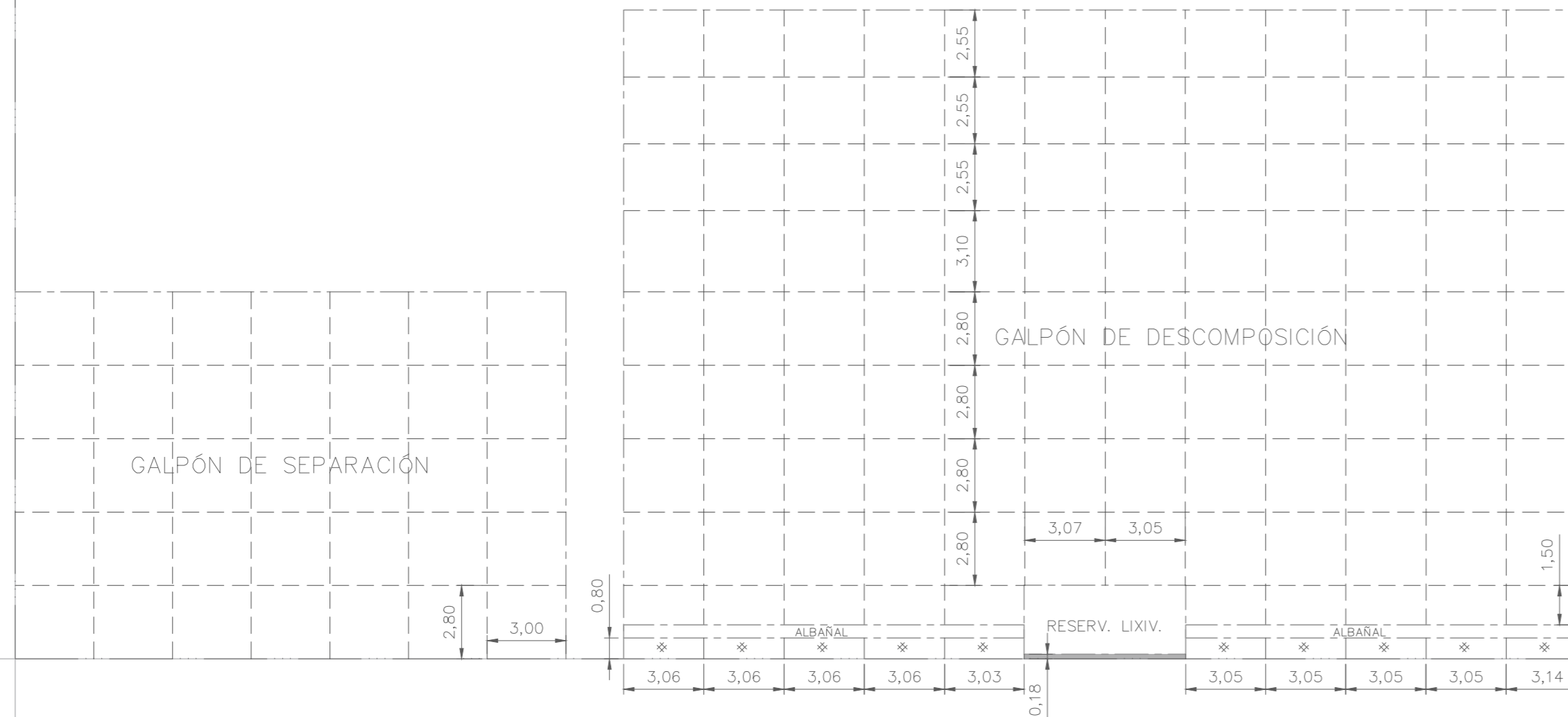
ENTRADA



DISEÑO DE JUNTAS DEL PAVIMENTO INTERNO DE LAS NAVES INDUSTRIALES



ENTRADA



Referencias	
	Junta de aislacion
	Junta de articulacion con barras de union
	Junta de contraccion sin pasadores
	Junta de transicion
	Junta longitudinal ensamblada a borde libre
	Junta transversal de contraccion con pasadores
	Losas con armadura distribuida $\delta \geq 0,05\%$
	Cordón de hormigón de 18cm



PROYECTO IV
Centro de Compostaje Roldán

ESC:
1:200

Plano Nº

PLANO: Diseño y detalle de juntas

Grupo Nº 06. Alumnos: Capozza, Cesaratto, Paglia, Quiroz Vera

Febrero 2024

24