

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

CENTRO EDUCATIVO, DEPORTIVO Y CULTURAL
“PARQUE GALINDO”
PROYECTO IV

ESTUDIANTES

Botti, Lucio. B-6134/4
Gondou, Guido. G-5785/1
Pumar, Luciana. P-5111/1
Sagarraga, Patricio. S-5574/3

DIRECTORES:

Arq. Cervera, Cristina
Ing. Luque, Analía

ASESORES:

Ing. Hazán, Andrés
Ing. Navarro, Raúl
Ing. Portapila, Margarita
Ing. Fideleff, Horacio
Ing. Raffaelli, Juan Pablo

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

Ingeniería Civil

1er cuatrimestre 2026

Plan 2014

ÍNDICE

Agradecimientos	4
1. Introducción	5
2. Objetivos	6
2.1 Objetivos Generales	6
2.2 Objetivos Particulares	6
3. Emplazamiento	6
3.1 Ubicación y contexto regional	6
3.2 Descripción del predio e información catastral	10
3.3 Justificación del proyecto	11
3.4 Marco normativo	13
4. Recopilación de antecedentes	13
4.1 Reconocimiento general	13
4.2 Estudio de Suelo	14
4.3 Estudio Hídrico	16
5. Diseño Arquitectónico	16
5.1 Distribución del predio	16
5.2 Edificio principal	18
5.3 Materialidad	22
6. Diseño hidráulico	22
6.1 Recopilación de información	23
6.2 Metodología del cálculo hidrológico	24
6.2.1 Aporte de cuencas vecinas	24
6.2.2 Cálculo de caudales del predio previo a la intervención	28
6.2.3 Cálculo de caudales del predio luego de la intervención	29
6.3 Diseño del Reservorio	31
6.3.1 Cálculo del volumen del reservorio	32
6.3.2 Cálculo de Obra de Descarga - Orificios	34
6.3.3 Cálculo de Obra de Descarga - Vertedero	0
6.4 Diseño de desagües del predio	0
7. Diseño de calzadas	0
7.1 Diseño geométrico de la colectora	0
7.1.2 Pendientes transversales de diseño	0
7.1.3 Dimensionamiento alcantarilla ingreso	0
7.2 Diseño de las calles internas	0
7.2.1 Pendientes transversales de diseño	0
7.2.1 Radios de giro y diseño del retorno	0
8. Diseño del paquete estructural de la colectora	0
8.1 Caracterización de la subrasante	0
8.2 Determinación de las solicitaciones del tránsito	0
8.3 Materiales disponibles	0
8.4 Dimensionamiento del pavimento empleando el método AASHTO'93	0
8.5 Verificación y ajuste de espesores del pavimento empleando BackVide	0
9. Diseño calles internas	0
	1

9.1 Tipos	0
9.2 Calles exclusivamente peatonales	0
9.3 Calles con acceso vehicular	0
10. Incorporación de la dimensión ambiental.	0
10.1 Objetivos del Desarrollo Sostenible	0
10.2 Impacto ambiental negativo	0
10.2.1 Emisiones atmosféricas	0
10.2.2 Contaminaciones hídricas	0
10.2.3 Contaminaciones de suelo	0
10.2.4 Contaminación Auditiva	0
10.2.5 Impacto Visual	0
10.3 Medidas de mitigación	0
10.3.1 Frente a emisiones atmosféricas	0
10.3.2 Frente a contaminaciones hídricas	0
10.3.3 Frente a contaminaciones del suelo	0
10.3.4 Frente a contaminaciones del suelo	0
10.3.5 Frente al impacto visual	0
11. Dimensionamiento de Elementos Estructurales	0
11.1 Normas utilizadas	0
11.2 Criterios y definición de la tipología	0
11.2.1 Sistema constructivo elegido	0
11.2.2 Juntas de dilatación	0
11.3 Análisis y elección del sistema de fundaciones	0
11.3.1 Configuración de cabezales y pilotaje	0
11.3.2 Vinculación y arriostramiento	0
11.3.3 Interfaz estructura - fundacion: Placas de base y anclajes	0
11.4 Documentación técnica	0
11.4.1 Esquema de estructura	0
12. Bibliografía	0
13. Legajo de planos	0
Plano 00 - Ubicación en la provincia y en la ciudad	0
Plano 01 - Anteproyecto	0
Plano 02 - Plano distribución del predio	0
Plano 03 - Planos de arquitectura	0
Plano 04 - Planos de arquitectura - medidas	0
Plano 05 - Planta de techos	0
Plano 06 - Cortes y vistas	0
Plano 07 - Plano c/ imágenes 3D	0
Plano 08 - Plano de desagües	0
Plano 09 - Perfil longitudinal desagüe	0
Plano 10 - Plano de cuencas	0
Plano 11 - Plano de desagües edificio	0
Plano 12 - Plano de subcuencas internas	0
Plano 14 - Perfil tipo colectora	0

Plano 15 - Planimetría calles internas	0
Plano 16 - Perfiles tipo calles internas	0
Plano 17a - Plano estructura general	0
Plano 17b - Planta estructura salón de eventos	0
Plano 17c - Vistas estructura	0
14. Anexos	0
ANEXO 14.1 - CÁLCULOS HIDROLÓGICOS	0
ANEXO 14.2 - CÁLCULOS ESTRUCTURA	0

Agradecimientos

A través del presente, se quiere expresar el total agradecimiento a aquellas personas que acompañaron a cada uno de los integrantes de este grupo a lo largo del recorrido académico y, en especial, en la confección de este proyecto final de grado que culmina con la obtención del título de ingeniería civil.

En primera instancia, se agradece a la Universidad Nacional de Rosario y a su Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura por brindarnos la posibilidad de estudiar una carrera de grado pero también, la oportunidad de desarrollarnos como personas humanas.

Luego, a las y los docentes que han formado parte de este camino. Cada uno de ellos, con su impronta y pasión por compartir conocimientos, hicieron llegar valiosas herramientas a los estudiantes que culminan con la elaboración de este trabajo integrador.

A nuestros afectos, familiares y amigos, a los que están y a los que en algún momento estuvieron, por su comprensión y compañía a lo largo de este proceso. Cada palabra de aliento en momentos clave fue fundamental para seguir adelante con este sueño. De ustedes también es este logro.

A nuestros compañeros, que a lo largo de la carrera fueron un pilar clave para que el día a día de este trayecto sea más ameno y divertido.

Y por último, se destaca la colaboración y predisposición de los integrantes de este grupo, cuyo esfuerzo y perseverancia hizo posible la culminación de este proyecto.

Lucio, Guido, Luciana y Patricio.

1. Introducción

En el presente proyecto se hará una intervención en la ciudad de Funes, localidad ubicada en la provincia de Santa Fe, Argentina, dentro del área metropolitana del Gran Rosario, a unos 15 km al oeste del centro de Rosario.

¿Cuál es la problemática que se presenta actualmente en la ciudad? No se cuenta con una infraestructura para eventos a gran escala que la posicione como un referente regional en turismo de negocios. Funes necesita este complejo para transformar terrenos vacantes en un motor de inclusión social y deportiva que mejore la calidad de vida local. En este sentido, se propone el desarrollo de un proyecto que transforme un terreno sin uso específico en un centro de integración social, fomento deportivo y desarrollo económico regional.

A través de este informe se aborda el desarrollo de un proyecto de Ingeniería Civil integrador, enfocado en la creación de un centro de convenciones y eventos, junto a un bloque deportivo para el uso de jóvenes.

El objetivo es ejecutar instalaciones deportivas, canchas de fútbol 7 y 11, junto a baños, vestuarios y servicios complementarios. El mismo se localiza dentro del Parque Educativo, Turístico y Recreativo "Galindo", en el predio de propiedad municipal, ubicado en la intersección de la Autopista Rosario-Córdoba y la calle Miguel Galindo, perteneciente a la Municipalidad de Funes, Santa Fe, Argentina.

Catastralmente, puede identificarse este proyecto en los lotes 15B, 15C y 15D, los cuales están afectados por la Ley Provincial N°12.786, al desarrollo de actividades con fines educativos, recreativos y turísticos.

El proyecto nace por iniciativa de la municipalidad de Funes mediante las licitaciones públicas "N°001/2026 - Concesión integral del bloque centro de convenciones y eventos" "N°002/2026 - Proyecto Deportivo Infanto Juvenil - Ciudad de Funes" que invitan a los licitantes a presentar un proyecto completo para ambas instalaciones. Se busca que haya un solo operador privado haciendo uso y explotación del bloque centro de convenciones y eventos mediante una concesión integral del mismo. Asimismo, se otorgará el uso del bloque deportivo a aquella institución deportiva que gane el proceso licitatorio correspondiente.

Actualmente, el sector en estudio no cuenta con un uso específico. Según el relevamiento realizado con ciudadanas y ciudadanos que habitan en la zona de intervención de este proyecto, realizado por uno de los integrantes del grupo, se determinó que muchos jóvenes utilizan el predio para actividades recreativas de manera informal, como por ejemplo acrobacias con motovehículos.

El presente proyecto posee solamente objetivos académicos, siendo desarrollado de manera enteramente propia por los integrantes del proyecto. Su finalidad es integrar los conceptos adquiridos a lo largo de la formación académica para poner en valor los mismos. Así, el mismo no debería ser concebido como un proyecto ejecutivo, ya que no se han realizado los estudios y trabajos necesarios

para su implantación real en el terreno. A modo de ejemplo, se han omitido estudios técnicos específicos de suelo, análisis de viabilidad económica e ingeniería de detalle, elementos indispensables en proyectos ejecutivos de esta escala. Por todo lo antes dicho, los datos y diseños realizados en el presente tienen fines meramente académicos.

2. Objetivos

2.1 Objetivos Generales

Realizar el diseño y proyecto de una institución deportiva con una infraestructura especializada para la formación de jóvenes y un centro de convenciones y eventos en un sector del Parque Educativo, Turístico y Recreativo "Galindo".

2.2 Objetivos Particulares

- Realizar el proyecto arquitectónico de los edificios de la institución.
- Diseñar la movilidad interna del predio y sus accesos.
- Analizar y diseñar la situación hidrológica e hidráulica del predio.

3. Emplazamiento

3.1 Ubicación y contexto regional

El proyecto se localiza en el sur de la Provincia de Santa Fe, dentro del Departamento Rosario, formando parte integral del Área Metropolitana de Rosario (AMR). Específicamente, las obras se desarrollarán en la ciudad de Funes, la cual se muestra en la *Figura 3.1*, en el predio denominado Parque Educativo, Turístico y Recreativo "Galindo", ubicado en la intersección de la calle Miguel Galindo y la autopista Rosario-Córdoba.

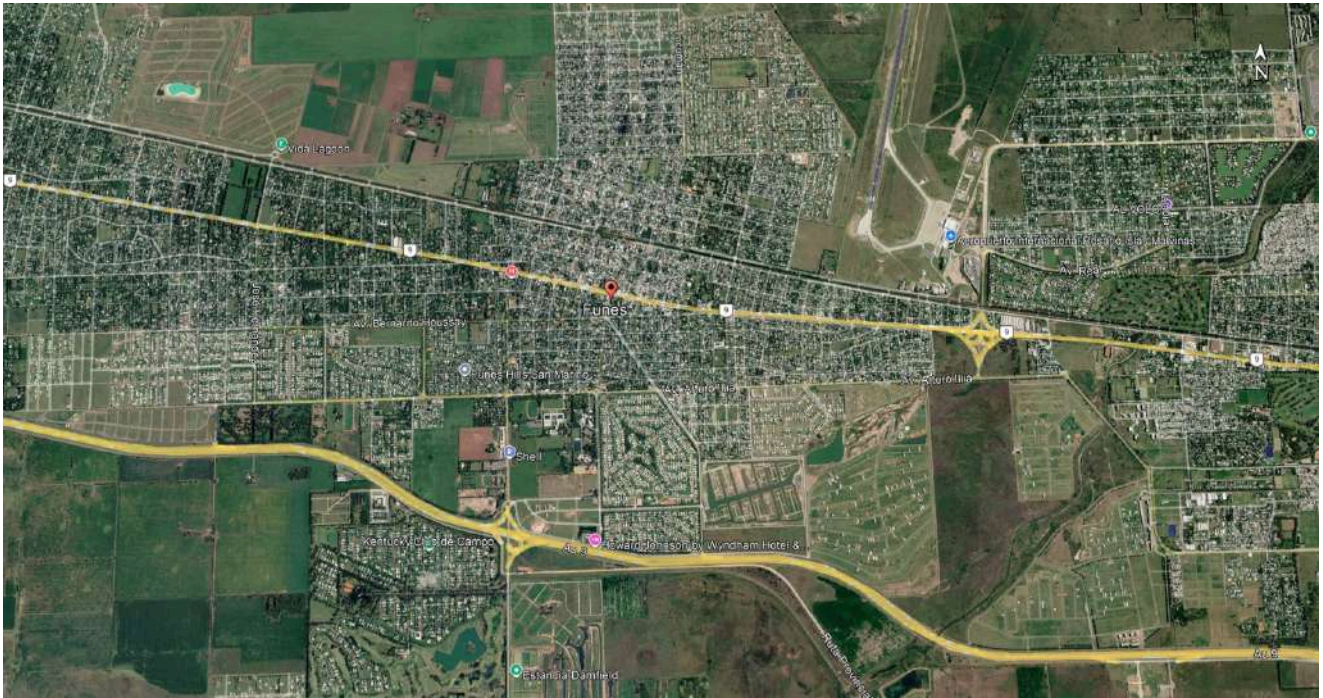


Figura 3.1: Imágen satelital de la ciudad de Funes. Fuente: Google Earth Pro.

La ciudad de Funes, ubicada en la provincia de Santa Fe, Argentina, tiene una historia marcada por su rápido desarrollo y crecimiento. Fundada el 19 de octubre de 1871, Funes comenzó como un pequeño asentamiento rural. Durante el siglo XX, su cercanía a Rosario impulsó un notable auge en su urbanización y expansión. La ciudad, que en sus primeros años estuvo relacionada principalmente con la agricultura, ha evolucionado para convertirse en una importante localidad residencial y comercial, destacándose por su entorno natural.

En su historia, Funes funcionó como un satélite dependiente de Rosario, actuando como una ciudad dormitorio. Sin embargo, la ciudad ha desarrollado una estructura comercial y de servicios propia que permite a sus residentes satisfacer sus necesidades sin cruzar el límite jurisdiccional. Este fenómeno transforma a la ciudad en un nodo con peso propio dentro de la red metropolitana.

El crecimiento se ha dado principalmente mediante barrios cerrados y loteos abiertos de baja densidad, lo que ha generado una expansión horizontal extensiva.

En cuanto a la accesibilidad del predio, la Autopista garantiza una conectividad regional inmediata, captando flujos provenientes de Rosario, Córdoba y otras localidades del corredor, facilitando el arribo de grandes volúmenes de usuarios para eventos o turismo de negocios sin congestionar el núcleo urbano local. La Calle Galindo funciona como el eje articulador norte-sur de Funes, permitiendo que la población residente acceda al predio, integrando el equipamiento a la vida cotidiana de la ciudad. A través de la *Figura 3.2*, *3.3* y *3.4* se puede observar la ubicación del predio y las vías de acceso principales.

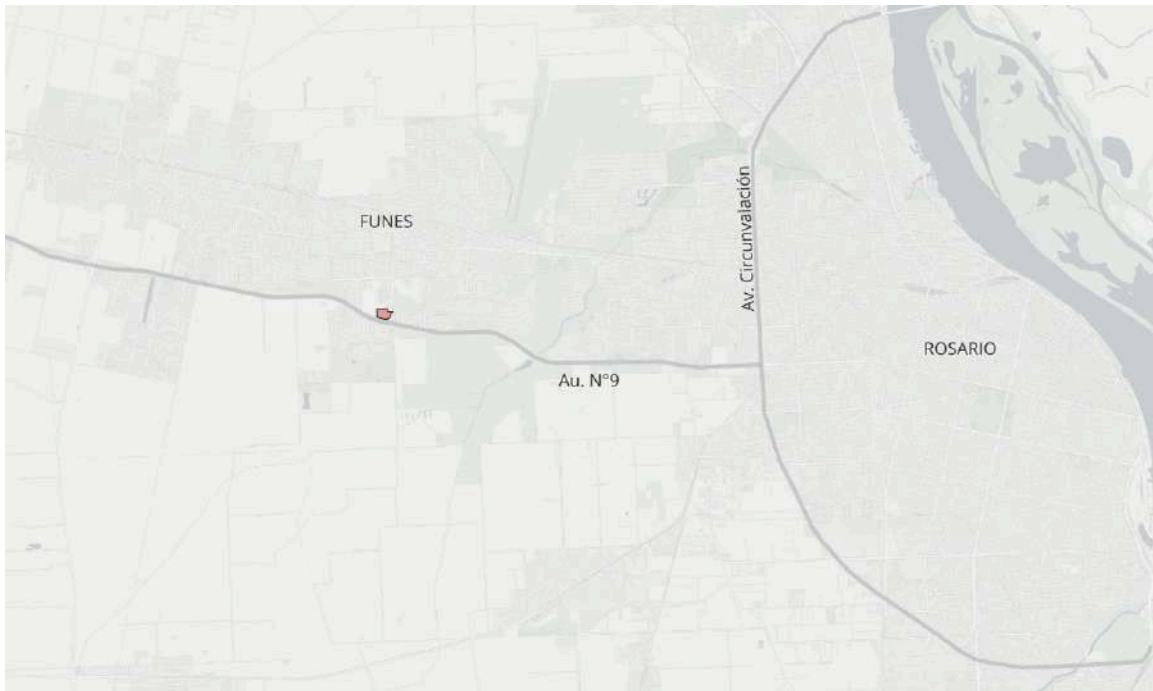


Figura 3.2. Ubicación del predio en contexto con las ciudades de Funes y Rosario. Fuente: elaboración propia.

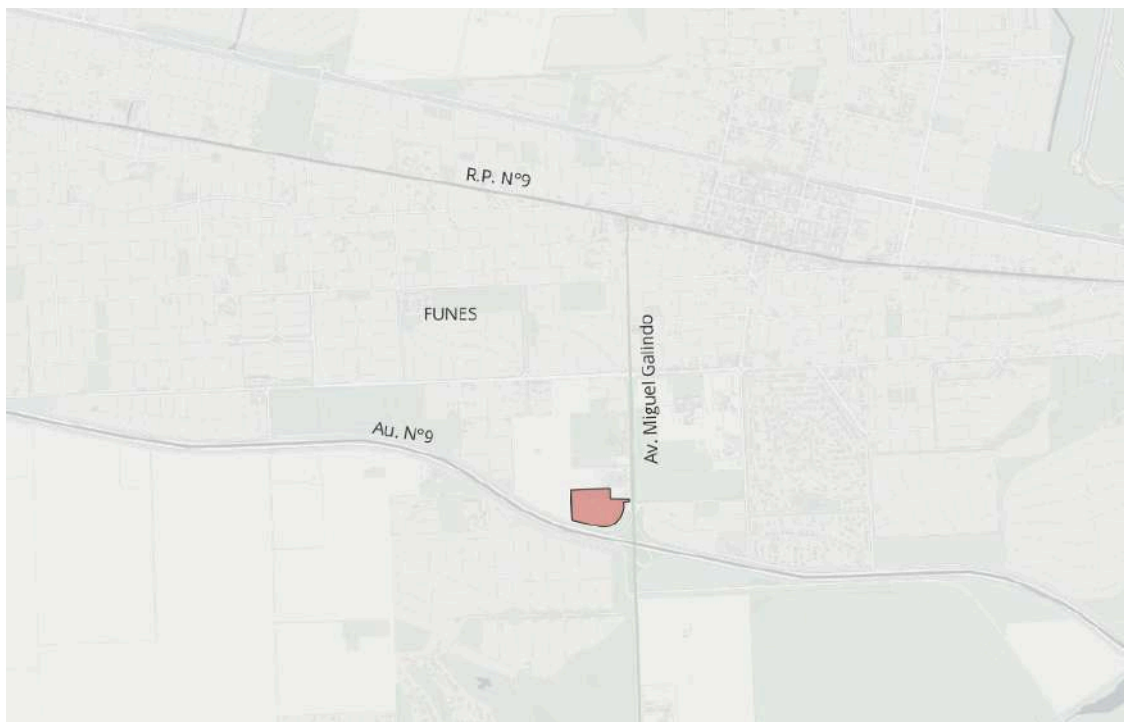


Figura 3.3. Ubicación del predio en relación a la vías principales de Funes. Fuente: elaboración propia.



Figura 3.4. Delimitación del predio y entorno vial inmediato. Fuente: elaboración propia.

A pesar de su conexión vehicular, el sitio presenta las características típicas de un entorno periurbano diseñado para el automóvil, lo que genera una barrera para la movilidad peatonal y ciclista. Las líneas interurbanas que conectan Funes con Rosario suelen circular por arterias principales (como la RNN°9), dejando al sector sur y la zona de la autopista con una cobertura deficiente o dependiente de trasbordos, tal y como se plasma en la *Figura 3.5*.

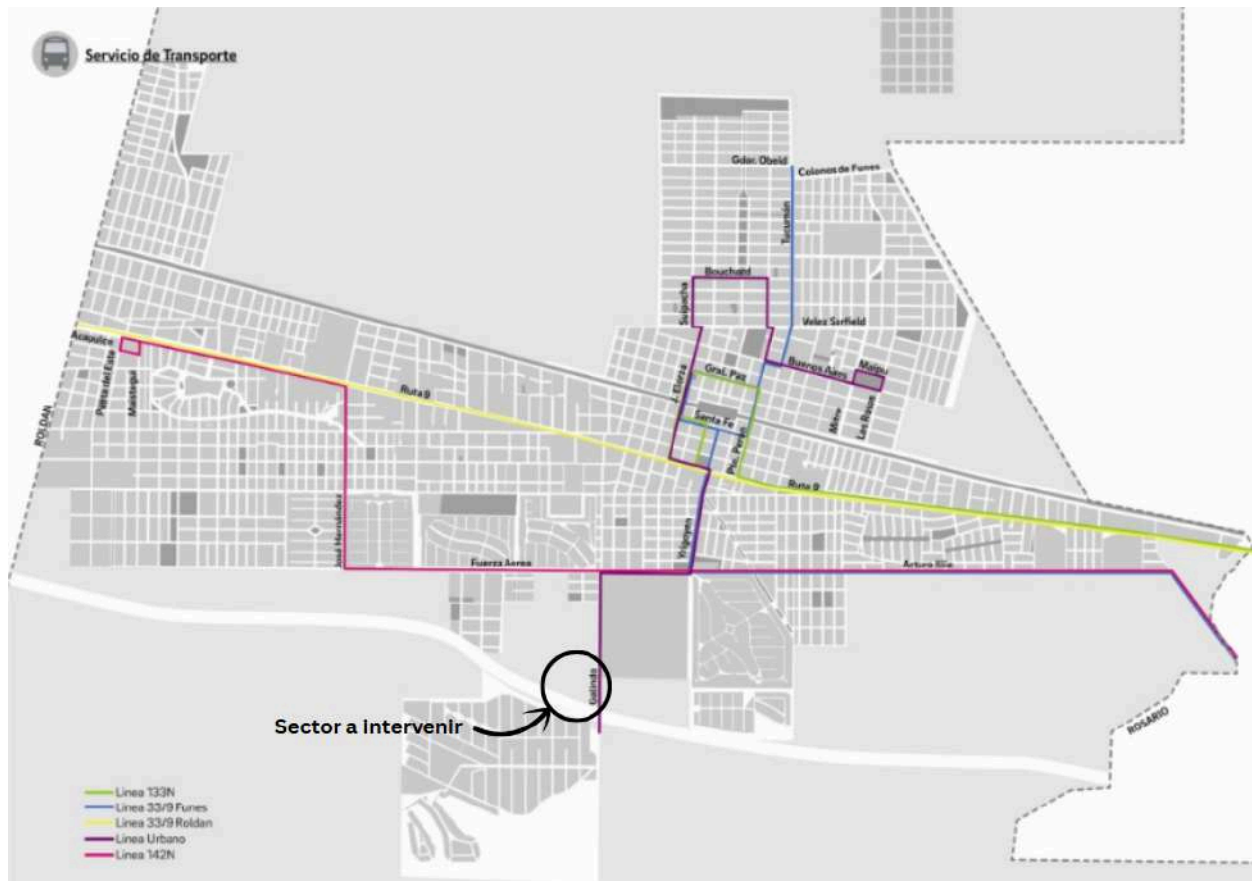


Figura 3.5. Líneas de colectivos en Funes. Fuente: Consejo Municipal de Funes.

3.2 Descripción del predio e información catastral

El área a intervenir será de $75.763\ m^2$. A través de la *Figura 3.6* y *3.7* se puede notar el estado actual del terreno y su ubicación en el entorno.



Figura 3.6. Demarcación del terreno en el entorno. Fuente: Google Earth Pro.



Figura 3.7. Imágen satelital del predio. Fuente: Google Earth Pro

El Parque está situado en los Lotes 15B, 15C y 15D, tal como se muestra en la *Figura 3.8*.

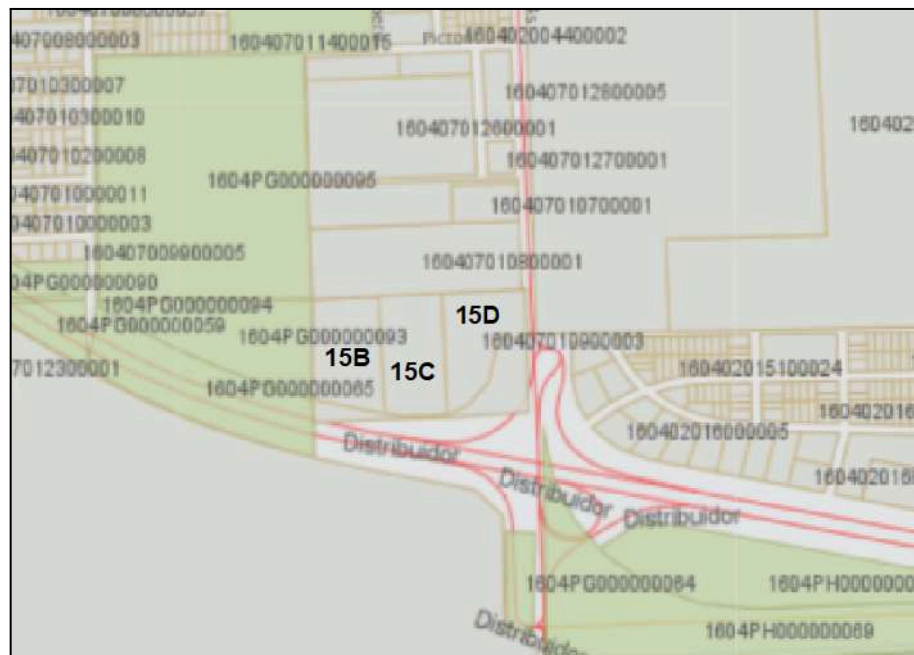


Figura 3.8. Denominación y ubicación de los lotes. Fuente: IDESF Santa Fe.

3.3 Justificación del proyecto

El proyecto se fundamenta en la transformación de un terreno actualmente vacío en un polo de desarrollo integral. La intervención se divide en dos unidades funcionales o bloques que actúan de manera sinérgica:

- **Centro de Convenciones y Eventos.**

La ejecución de un salón de convenciones con capacidad para 1.280 personas, junto a un SUM y dos aulas, que aloje actividades de turismo, negocios, eventos y educación deportiva. Asimismo, se integra con un sector gastronómico, el predio ferial y las áreas verdes circundantes optimiza el uso del complejo.

- **Proyecto Deportivo Infanto Juvenil.**

El bloque deportivo compuesto por dos canchas de fútbol 7 y una de fútbol 11 se complementa con un sendero recreativo circundante diseñado para promover tanto la práctica deportiva formal como actividades aeróbicas y caminatas, fomentando la integración de la comunidad local en el predio.

Análisis del entorno y demanda proyectada

Como se puede observar en la *Figura 3.9* la infraestructura existente de centros deportivos, educativos y comerciales se encuentra a una distancia superior a los 600 metros a la redonda del predio. Esta vacancia de servicios justifica el emplazamiento del proyecto en el lote.

En las zonas aledañas existen terrenos con alta potencialidad de urbanización por lo que se proyecta un incremento en la densidad poblacional y, consecuentemente, un aumento en la demanda de espacios de recreación y servicios. En este contexto, la intervención brindará a los habitantes de Funes un punto de encuentro estratégico y ofrecerá a los visitantes una infraestructura de escala regional para el desarrollo de la ciudad.

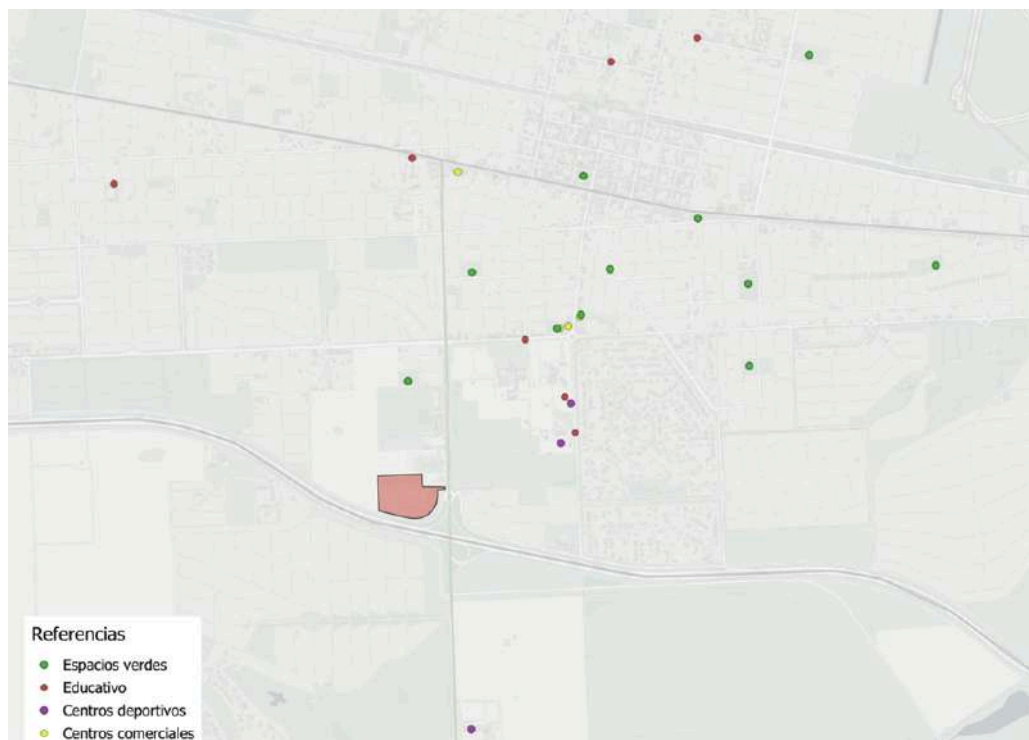


Figura 3.9. Espacios de recreación y servicios en la cercanía. Fuente: elaboración propia.

3.4 Marco normativo

Este proyecto integral para el Parque Educativo, Turístico y Recreativo "Galindo" se fundamenta en un marco normativo que garantiza su viabilidad legal, técnica y social. El mismo integra el Centro de Convenciones y Eventos con el Proyecto Deportivo Infante Juvenil, consolidándolos como un motor de desarrollo estratégico para la Ciudad de Funes.

El sustento legal del proyecto conjunto se articula a través de las siguientes normativas:

- Ordenanza municipal N° 1917/25: establece los lineamientos para la concesión del bloque de convenciones y el otorgamiento de uso del bloque deportivo.
- Ley Provincial N° 12.786: la misma afecta específicamente a los lotes 15B, 15C y 15D del predio municipal para el desarrollo exclusivo de actividades de carácter educativo, turístico y recreativo, asegurando el destino social del parque.
- Ley Orgánica de Municipalidades N° 2756: el artículo 18 de la misma se transcribe obligatoriamente en ambos pliegos, regulando la forma en que el municipio arbitrará los pagos en caso de deudas, brindando seguridad jurídica en los contratos.
- Normativa Técnica y de Seguridad: reglamento CIRSOC, normas IRAM y el reglamento de Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), además de la legislación vigente en materia laboral, previsional y de Higiene y Seguridad.
- Ley Provincial 13740/2017 - Ley de Aguas: regula la gestión integrada, el uso, la conservación y el manejo sustentable de los recursos hídricos en toda la provincia.
- Ley Provincial 11730/2017 - Áreas de Riesgo Hídrico: regula la ocupación, el uso y la subdivisión de inmuebles situados en zonas inundables, estableciendo restricciones y prohibiciones para construir u obstaculizar el escurrimiento natural de las aguas
- Ley Provincial 13246 - Estabilización del Arroyo Ludueña: declara de interés público la estabilización de los aportes hídricos en la cuenca del Arroyo Ludueña, obligando a los nuevos desarrollos urbanísticos a construir sistemas de retardadores pluviales para evitar el colapso del arroyo y no incrementar el riesgo de inundaciones aguas abajo.
- Resolución N°736- Certificados de estudios de impacto hídrico: establece el procedimiento técnico y administrativo obligatorio para que loteos, urbanizaciones y emprendimientos obtengan su certificado de impacto hídrico, garantizando que el cambio de uso del suelo no altere negativamente la cuenca.

4. Recopilación de antecedentes

4.1 Reconocimiento general

En primera instancia, se utilizaron navegadores de internet para explorar en la web en búsqueda de información general del proyecto. Así se pudo analizar los principales canales que están ejecutados

en la Ciudad de Funes, lo que permitió la realización de los estudios hidráulicos y la proyección de accesos al complejo. Posteriormente, las y los autores del trabajo se pusieron en contacto con los organismos municipales encargados de brindar la información de loteos, estudios varios y licitaciones al público interesado en ello. Con esta información se pudo determinar las dimensiones precisas del sector a intervenir, junto con algunas distancias y cotas de interés. En este sentido, se proporcionó el plano de la autopista en formato .pdf junto a las curvas de nivel de la zona, las cuales fueron obtenidas con un modelo digital de terreno del Instituto Geográfico Nacional, digitalizadas por la Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia de Santa Fe. También se hizo uso del software Google Earth el cual permitió visualizar las curvas de nivel para analizar la conveniente disposición de los desagües del complejo y la implantación del reservorio.

4.2 Estudio de Suelo

En relación con las características geotécnicas del emplazamiento de la obra, el pliego de licitación pública n° 002/2026 de la Municipalidad de Funes no contenía información que permitiera determinar la composición del suelo y, por ende, comprender su comportamiento ante las cargas proyectadas. Ante esta situación, se optó por contactar a los propietarios vecinos al terreno, quienes disponían de dicha información. Se contactó con una empresa referente de la construcción en Rosario y alrededores, que se encuentra desarrollando un proyecto inmobiliario en un predio vecino. La información adquirida se presenta y analiza a continuación en la *Figura 4.1*:

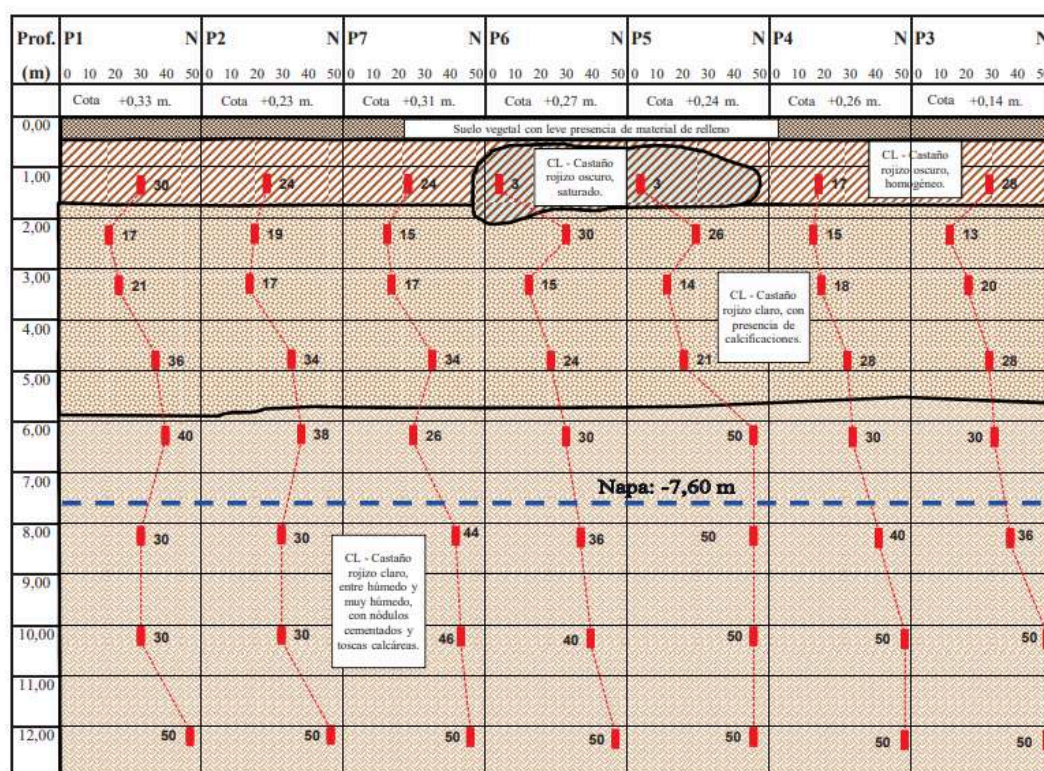


Figura 4.1: Perfil estratigráfico tentativo y resultados del ensayo SPT. Fuente: colaboración externa.

Se puede realizar una descripción de las características generales de los suelos. Se detecta la siguiente configuración estratigráfica:

- Un primer estrato de suelo arcilloso CL, de coloración castaño rojizo oscuro, homogéneo, de consistencia muy compacta, que se extiende hasta una profundidad aproximada de 1,80 m. En el sector de P5 y P6, se detecta un exceso de humedad que condiciona severamente la consistencia; allí la misma es blanda.
- Le sigue un estrato de suelo arcilloso CL, de color castaño rojizo claro, con presencia de calcificaciones, de consistencia muy compacta, que alcanza una profundidad cercana a los 5,80 m.
- A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como arcilla CL, es de coloración castaño rojizo claro, entre muy húmedo y saturado, con nódulos cementados y presencia de toscas calcáreas, de consistencia muy compacta a dura.

El nivel de aguas subterráneas fue detectado a una profundidad de 7,60 m, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de Febrero de 2023. Los suelos encontrados presentan sensibilidad al agua desde el punto de vista de su comportamiento mecánico. Es decir, son susceptibles de reducir sus parámetros resistentes y variar su volumen ante variaciones de su contenido de humedad. Es por esto que no se recomienda fundar con bases aisladas o unificadas a profundidades inferiores a 1,50 m respecto de NTN.

Se ha calculado la capacidad portante del suelo en los distintos niveles y se ha confeccionado el siguiente cuadro de cotas y tensiones admisibles, para cargas estáticas. En la determinación de los valores se consideró un coeficiente de seguridad a la rotura del suelo igual a 3 y un asentamiento máximo de 2,5 cm.

Tabla 4.1: Capacidad portante del suelo. Fuente: colaboración externa.

Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm ²	Coeficiente Balasto (K30) Kg/cm ³	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm ²
0,60	-0,40	-----	0,60	0,50
1,00	-0,60	-----	4,70	0,50
1,50	-1,30	-----	5,00	-----
2,00	-1,80	1,80	4,50	-----
3,00	-2,80	2,20	5,80	-----
4,50	-4,30	3,40	8,80	-----

4.3 Estudio Hídrico

Con respecto al aspecto hídrico, el predio se encuentra dentro de la cuenca del Arroyo Ludueña. Al sur del mismo se localiza la infraestructura de la Autopista Rosario – Córdoba y la calle Miguel Galindo.

El arroyo Ludueña es un curso de agua fundamental en el sur de Santa Fe, y su cuenca abarca diversas localidades, incluyendo Funes, Roldán y Rosario. Esta zona atraviesa áreas en proceso de urbanización constante, lo que influye directamente en la cantidad de escurrimiento superficial debido a la transformación de suelos naturales en superficies impermeables. La cuenca posee un relieve predominantemente llano, característico de la región pampeana, aunque en este sector específico se identifica la influencia del "Morro de Funes", el cual condiciona los sentidos de escurrimiento predominantes en el entorno del proyecto.

En la zona de Funes, la topografía presenta pendientes suaves que dirigen el escurrimiento hacia las cunetas perimetrales y alcantarillas proyectadas. No obstante, la transformación de 8 hectáreas de suelo natural en un centro de convenciones con amplias cubiertas y estacionamientos altera la respuesta hidrológica, aumentando la velocidad de esorrentía. Por este motivo, el proyecto se rige estrictamente por la Ley 13.246, la cual regula los excedentes hídricos en la cuenca del Ludueña. Esta normativa obliga a garantizar un "impacto hídrico cero", requiriendo el diseño de sistemas de retardo, como el reservorio previsto, para compensar la impermeabilización del terreno.

5. Diseño Arquitectónico

5.1 Distribución del predio

El proyecto se implanta en un predio de aproximadamente 8 hectáreas. Cuenta con un sector a cielo abierto y otro cerrado que actúan en conjunto para crear un sector educativo, de eventos y recreativo, tal como se muestra en la *Figura 5.1*:

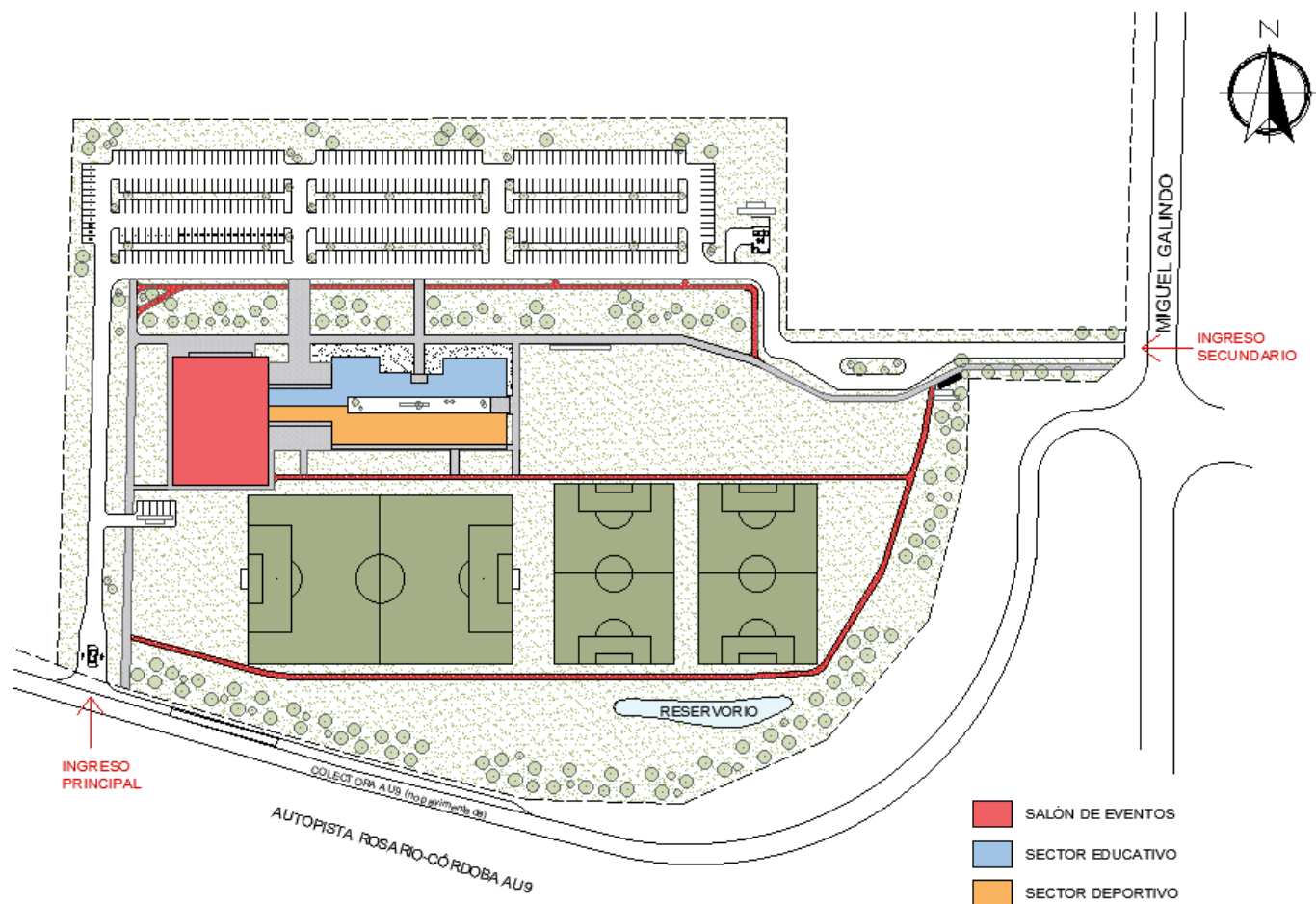


Figura 5.1: Distribución del predio. Fuente: elaboración propia.

La elección de los ingresos nace de un análisis del impacto vial en el entorno. Para mitigar la congestión, el acceso principal vehicular se ubica sobre el límite sur, apoyándose en la calle colectora no pavimentada de la Autopista Rosario-Córdoba. Este ingreso se ha desplazado estratégicamente hacia el oeste, alejándose de la rotonda y de la intersección con la calle Miguel Galindo. A su vez, se incorpora una dársena de desaceleración que permite la absorción del flujo entrante sin interferir con el tránsito pasante de la colectora. De manera complementaria, se establece un acceso secundario y de servicio sobre la calle Miguel Galindo, el cual incorpora inmediatamente una rotonda interna que optimiza los radios de giro y los cambios de sentido de los vehículos de mantenimiento y proveedores. Ambos accesos quedan vinculados mediante una calle interna principal con sentido este - oeste, organizando el predio y conduciendo el flujo motorizado directamente hacia las áreas de estacionamiento, garantizando así una clara jerarquización que segrega el tránsito vehicular del peatonal.

Promoviendo la movilidad sostenible y la integración con la trama urbana de Funes, se han dispuesto sectores de estacionamiento de bicicletas en las inmediaciones del acceso secundario, facilitando la llegada de los usuarios locales a través de medios no motorizados.

En el corazón del proyecto se implanta el edificio principal, concebido como un edificio único e integrador que consolida los programas deportivo, educativo y de eventos. Se determinó su ubicación

en las cercanías al estacionamiento para comodidad del usuario. Este pabellón se articula con una circulación peatonal principal que corre paralela a su fachada norte. Este eje longitudinal no solo funciona como el distribuidor circulatorio primario, sino que se dimensiona como un espacio público, capaz de albergar ferias, exposiciones y servir como área de expansión al aire libre para el sector de eventos. Ver *Figura 5.5*. El edificio incorpora en su planta alta un sector gastronómico y un bar provisto de una terraza accesible, diseñada como un mirador que ofrece visuales hacia los campos de juego.

El sector deportivo, compuesto por una cancha de fútbol 11 y dos canchas de fútbol 7, se vincula con los vestuarios del edificio principal. Esta infraestructura se rodea con una red de espacios recreativos y plazas de juegos infantiles, asegurando que el complejo ofrezca áreas de permanencia y esparcimiento para todas las franjas etarias.

La avenida peatonal se ramifica hacia un camino perimetral continuo que funciona como un circuito aeróbico. Se ha respetado todo el arbolado preexistente del predio; esta masa forestal cumple un rol indispensable como barrera acústica y visual contra las externalidades de la autopista.

Atendiendo a los requerimientos de la gestión hídrica regional, el proyecto incorpora un reservorio pluvial ubicado en el sector sur, en la cota topográfica más baja.

5.2 Edificio principal

El edificio se organiza a partir de un hall central que articula las tres áreas funcionales, garantizando que cada sector posea accesos independientes desde el exterior para permitir un funcionamiento autónomo, tal como se muestra en la *Figura 5.2*:

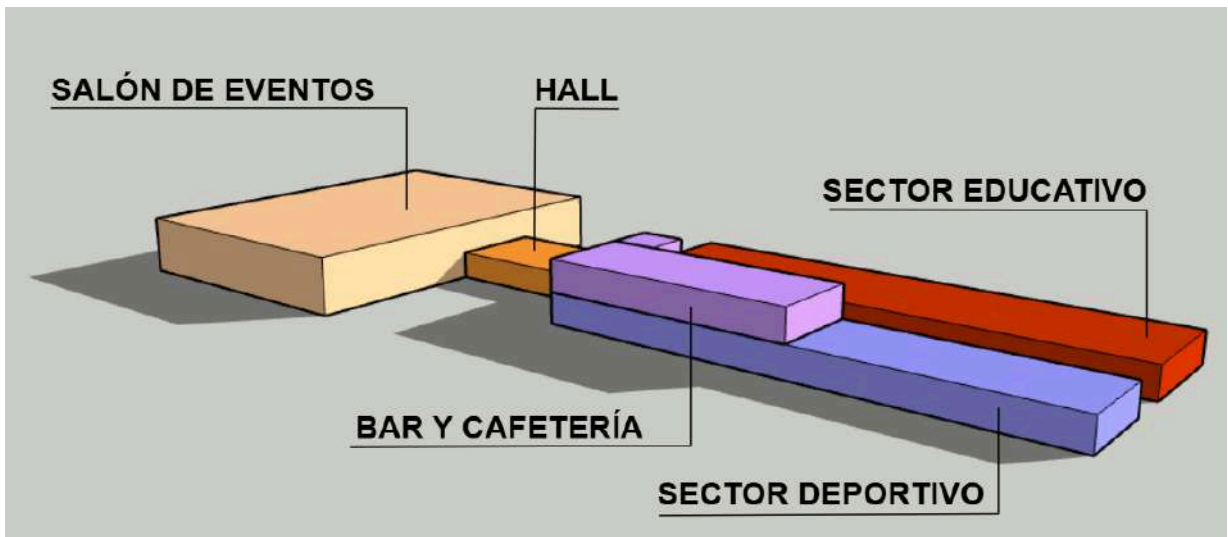


Figura 5.2: Volumetría del edificio principal. Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra una imagen del proyecto del edificio y la planta general:



Figura 5.3: Render del edificio principal. Fuente: elaboración propia.

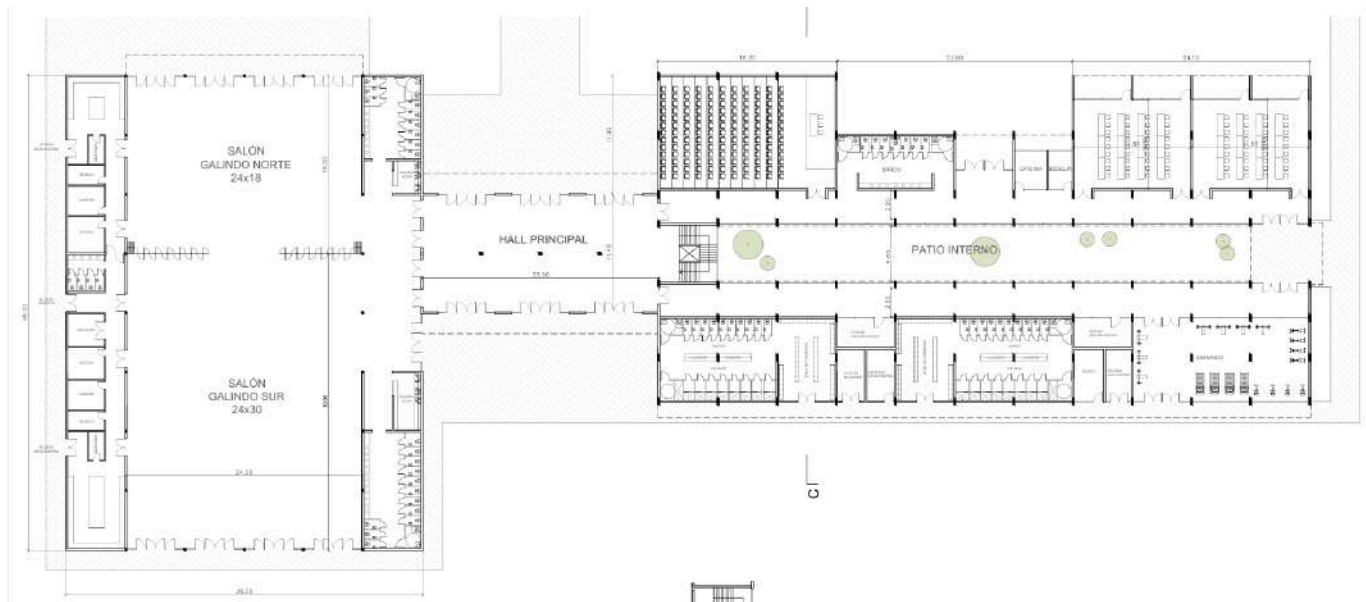


Figura 5.4: Planta general del edificio principal. Fuente: elaboración propia.

El sector de eventos se ubica en relación directa con los accesos principales, permitiendo una accesibilidad diferencial en situaciones de alta concurrencia. Esto puede verse en la *Figura 5.5*, el salón de eventos (negro) se vincula tanto con las calles (rojo) como con los caminos peatonales (azul). El sector educativo se localiza en un área de menor polución sonora, vinculada al patio interno. El sector deportivo se dispone en relación directa con las áreas abiertas del predio, facilitando la transición entre el gimnasio cubierto, la cafetería y los campos de deportes.



Figura 5.5: Vinculación del salón de eventos con el predio. Fuente: elaboración propia.

Para el salón de eventos se planteó una planta libre de 24 x 48 m (1.152 m²), divisible mediante tabiques móviles acústicos en dos sub-salones de 24 x 30 m y 24 x 24 m, como se observa en la figura 5.3. La capacidad máxima es de 1.280 personas en formato auditorio (0,9 m²/persona). Para banquetes, el coeficiente se ajusta a 1,5 a 2,0 m²/persona (Neufert). En cuanto a los servicios se consideró un 20 a 25% del área principal para soporte de catering masivo.

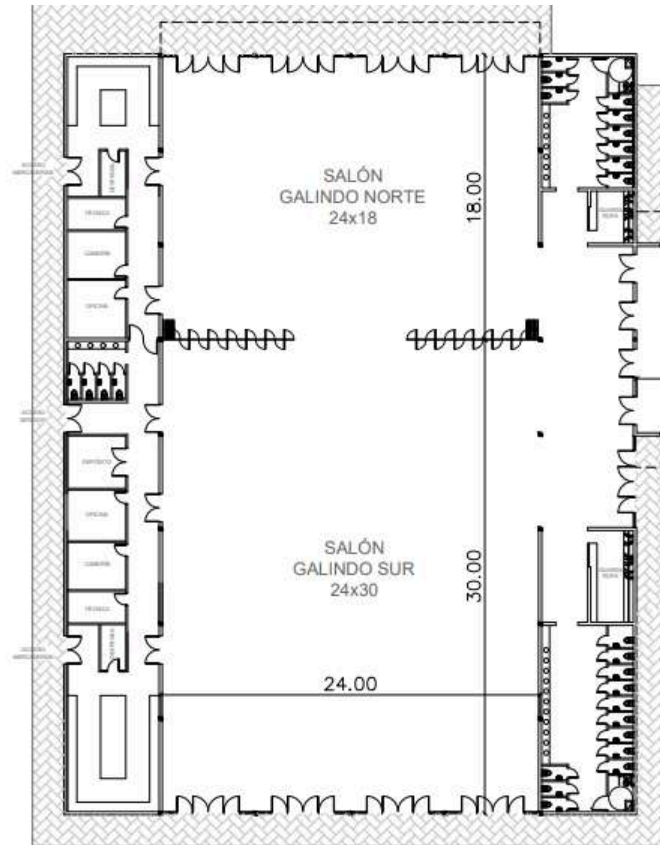


Figura 5.6: Distribución del salón de eventos. Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de los espacios, además, se utilizó una grilla cuadriculada (Figura 5.4) de 6m de separación para de esta manera tener en cuenta y modular la estructura resistente.

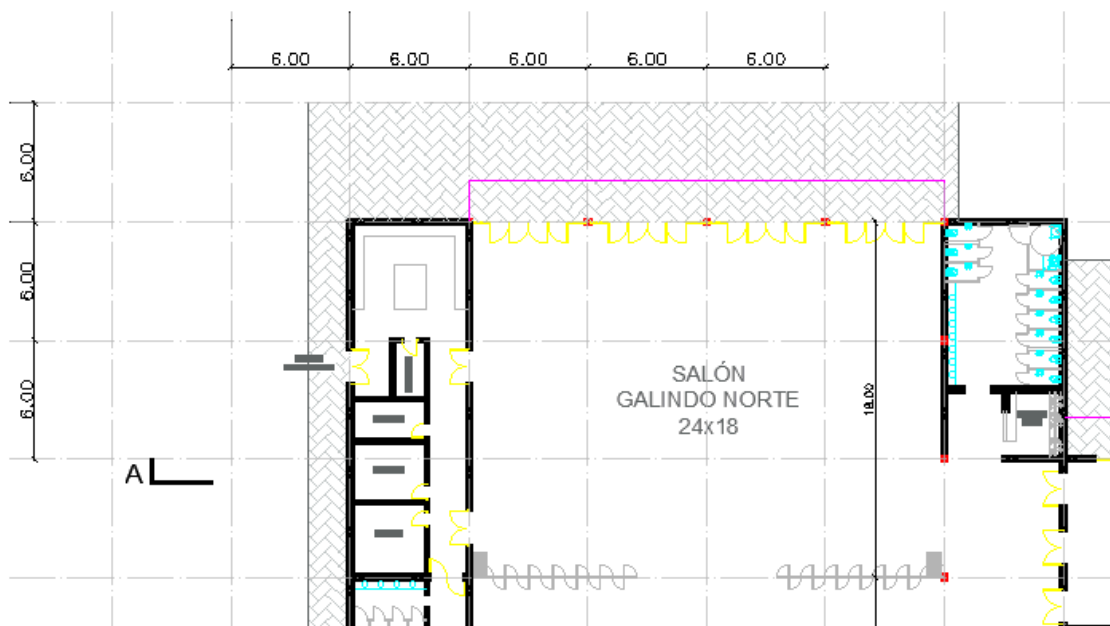


Figura 5.7: Grilla de diseño. Fuente: elaboración propia.

5.3 Materialidad

Partiendo de una estructura independiente metálica, con losas ejecutadas mediante un sistema de losas huecas, la estrategia se centra en la industrialización de los cerramientos mediante construcción en seco. Esto garantiza la reducción de los plazos de obra, minimización de la obra húmeda y un control sobre el comportamiento higrotérmico y acústico. Como referencia se utiliza la Ordenanza 8757 "Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética en las Construcciones", del reglamento de edificación de la ciudad de Rosario. La misma establece una transmitancia térmica máxima de 0,74 W/m²K para muros envolventes y cerramientos opacos, 0,60 W/m²K para superficies en contacto con el terreno, y 0,38 W/m²K en cubiertas.

Para las envolventes exteriores se opta por paneles tipo SIP que se componen de dos placas de OSB con núcleo de EPS. Las placas con EPS de 20 kg/m³ de densidad en 95 mm de espesor, tienen una transmitancia térmica de 0,343 W/m²K. Estos paneles de 1,20 x 2,40 m se montan entre soleras y montantes de madera. El revestimiento interior será de placa de roca de yeso, y el exterior de placa cementicia o alguna terminación con placas de fibrocemento de alta densidad.

Para lograr una buena aislación acústica entre los locales, se colocará lana de vidrio como aislante entre los paneles de roca de yeso interiores.

En los locales húmedos se colocarán placas de yeso resistentes a la humedad y el revestimiento seleccionado.

La cubierta liviana del salón de eventos será de paneles tipo sándwich, compuesta por dos láminas de acero galvanizado y un núcleo aislante de poliuretano inyectado de 40 kg/m³. Con un espesor medio de 80 mm se logra una transmitancia térmica de 0,26 W/m²K. Al contrastar este resultado con las exigencias de la Ordenanza N° 8.757 de la Municipalidad de Rosario, se verifica que cumple con el valor máximo permitido de 0,50 W/m²K.

Para los cerramientos externos se utilizará doble vidrio hermético (DVH) 6+15+6 mm, con vidrio exterior de alta reflectividad y baja emisividad, y vidrio interior de baja emisividad.

6. Diseño hidráulico

El estudio, análisis y recopilación de información con respecto a la rama hidráulica es de suma importancia ya que al transformar un predio de 8 hectáreas de suelo natural, el ciclo natural del agua se altera significativamente. Así, se incrementa la superficie impermeable de la cuenca, reduciendo la infiltración, la percolación, el escurrimiento subsuperficial y subterráneo, generando un aumento del volumen de escorrentía superficial y, por ende, de la velocidad del escurrimiento.

6.1 Recopilación de información

El equipo de trabajo ha logrado obtener, gracias a la colaboración de los docentes de la Universidad Nacional de Rosario y del Instituto Geográfico Nacional (IGN), las curvas de nivel

correspondientes al sector en estudio. Mediante esta información, se ha podido determinar las elevaciones y depresiones en la zona, la influencia del "Morro de Funes", junto con los sentidos de escurrimiento. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis respecto a las cunetas perimetrales al terreno y las alcantarillas existentes, las cuales establecen cotas inamovibles para la ejecución del proyecto, dado que son las que posibilitan la descarga de las aguas pluviales.

En los planos adjuntos en el anexo se visualiza la cota de entrada y salida de la alcantarilla ubicada en la colectora derecha-oeste, sobre la rama E-F, la cual proporciona una descarga que cruza la autopista y permite el escurrimiento del fluido. Esta cota es la más importante de todas las relevadas, y su análisis resulta fundamental para el correcto comportamiento de la cuenca. Se incorpora aquí un esquema de lo dicho en la *Figura 6.1*.

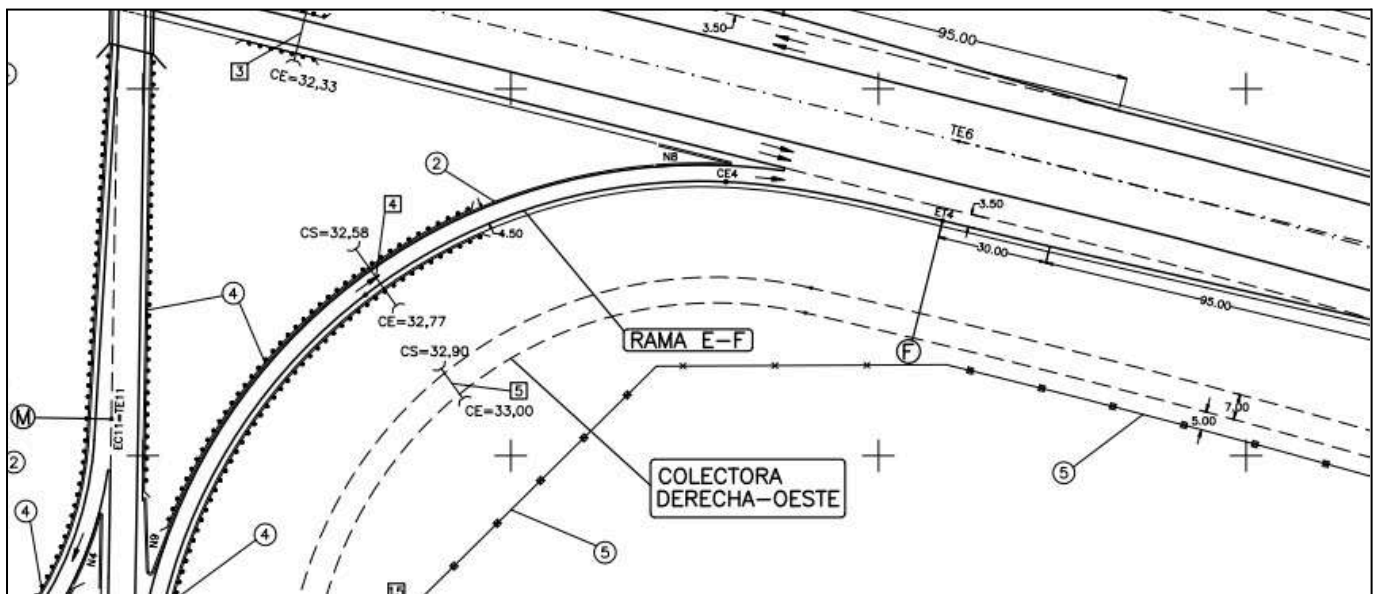


Figura 6.1. Alcantarilla. Fuente: COVICENTRO S.A.

La ejecución de estos desarrollos generan un mayor impacto sobre la red de desagües pluviales existente, pudiendo comprometer su capacidad hidráulica, especialmente durante eventos de lluvia intensa o de recurrencia alta en años, de acuerdo con la ley provincial N°13.246 y la Resolución N°736 de la Secretaría de Recursos Hídricos. En este contexto, resulta necesario incorporar medidas de regulación y control del escurrimiento, que permitan mitigar los efectos adversos derivados de la impermeabilización del suelo. Por tal motivo, el proyecto de drenaje del predio contempla la utilización de embalses de retención, comúnmente denominados reservorios, cuyo objetivo es almacenar temporalmente parte del volumen de esorrentía generado, liberando de manera controlada hacia la red pluvial. Esta estrategia permite reducir los caudales máximos descargados, mantener el funcionamiento adecuado de los desagües aguas abajo y evitar la necesidad de sobredimensionar las conducciones existentes o proyectadas.

6.2 Metodología del cálculo hidrológico

6.2.1 Aporte de cuencas vecinas

Inicialmente, se deben delimitar las cuencas de aporte hacia la entrada de la alcantarilla que permite la evacuación del flujo hídrico a través de la rama E-F mencionada previamente. En este sentido, se realiza un análisis de las curvas de nivel del área de estudio, detectándose que los terrenos colindantes al sector a intervenir no descargan sus aguas sobre el mismo, sino que lo hacen a través de sus respectivas cunetas, las cuales confluyen en la entrada de la alcantarilla. Por consiguiente, su estudio resulta de vital importancia para comprender la capacidad de caudal a ser liberada por el reservorio proyectado. En la *Figura 6.2* se puede observar la definición de las cuencas de aporte externas:

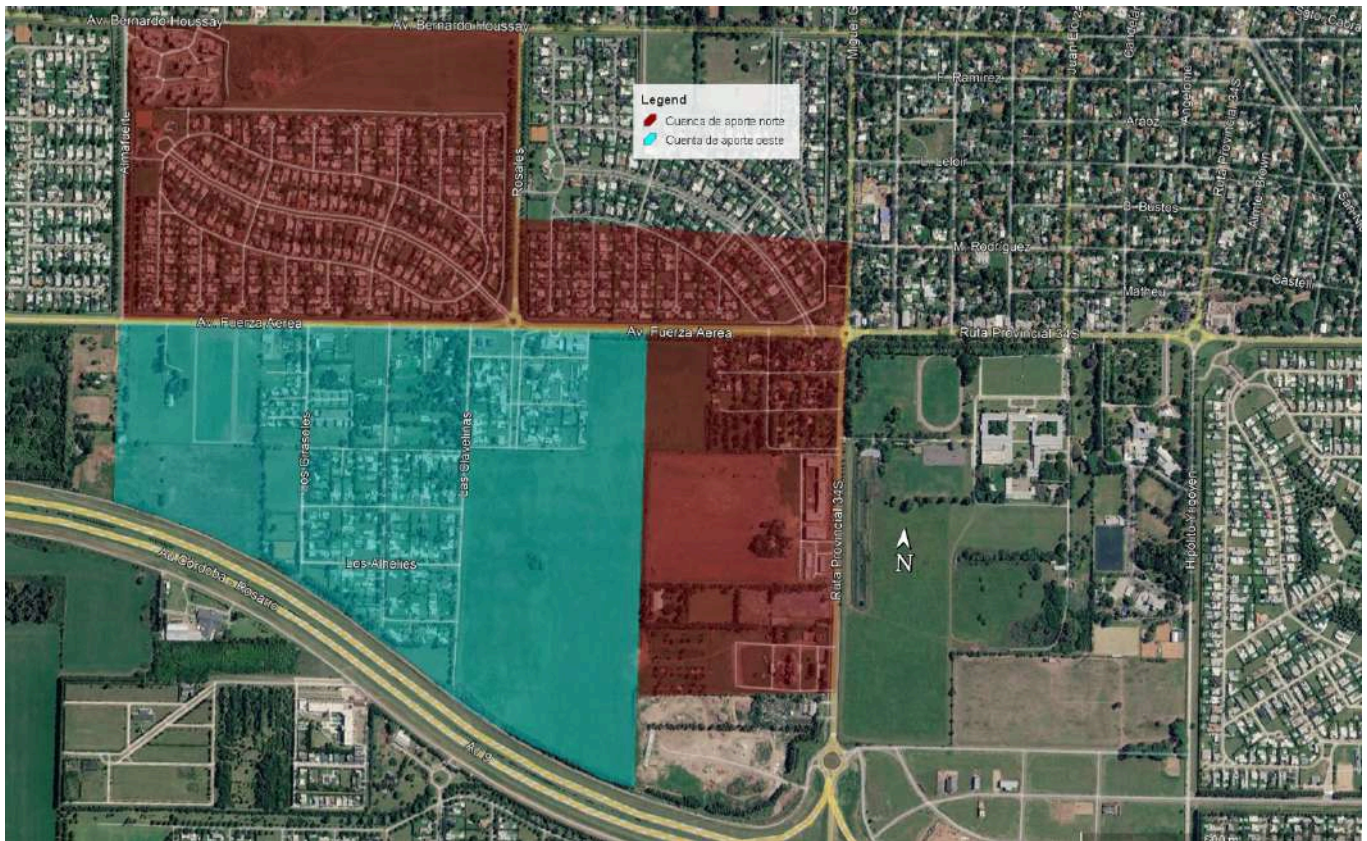


Figura 6.2. Cuencas de aporte a analizar. Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth Pro.

El Método Racional permite estimar el caudal máximo de escurrimiento superficial generado por una precipitación de determinada intensidad y duración, bajo el supuesto de que toda la cuenca contribuye simultáneamente al escurrimiento cuando la duración de la lluvia es igual o mayor al tiempo de concentración.

La expresión general utilizada es:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

donde se obtiene Q, el caudal pico de esorrentía generado por el evento de diseño [m³/s], siendo C: el coeficiente de escurrimiento [-], i: la intensidad de la lluvia [mm/h], y A: el área total de la cuenca a considerar [Ha].

Para calcular el caudal máximo (pico) de una cuenca, la teoría hidrológica asume que la duración de la tormenta más crítica es igual al tiempo de concentración.

- Si el t_c es corto: El agua llega rápido a la salida. La intensidad I asociada es muy alta, por lo tanto el caudal de aporte Q será mayor. Esto pasa en terrenos con mucha pendiente o muy impermeabilizados.
- Si el t_c es largo: El agua tarda mucho en recorrer el predio. La intensidad I asociada es menor, por lo tanto el caudal de aporte Q será menor. Esto es típico en Funes por la falta de pendiente.

Para determinar el t_c de esas cuencas en Funes, es fundamental entender que el agua no se desplaza a la misma velocidad desde que cae hasta que llega al punto de salida. Por eso, se divide el recorrido en dos etapas físicas distintas: Mantiforme y Encauzado.

- **Escurrimiento Mantiforme (Sheet Flow):** Es el movimiento inicial del agua sobre la superficie del terreno en forma de una lámina delgada y uniforme. Ocurre en las partes más altas de la cuenca (el inicio del recorrido). Es un proceso lento porque el agua tiene que vencer la fricción del suelo, el pasto o el pavimento sin tener un "canal" que la guíe.
- **Escurrimiento Encauzado (Channelized Flow):** Ocurre cuando la lámina de agua se junta y empieza a fluir por una conducción, cuneta, zanja, calle o tubería. Aquí el agua adquiere mucha más velocidad porque el flujo tiene mayor calado (profundidad) y menos fricción relativa.

En ingeniería, el t_c es la suma de los tiempos parciales de viaje. No se puede usar una sola fórmula general porque se subestiman o sobreestiman las velocidades. La ecuación real es:

$$t_c = t_{\text{mantiforme}} + t_{\text{encauzado}}$$

Para obtener el $t_{\text{mantiforme}}$ y el $t_{\text{encauzado}}$ se toman valores de velocidades de referencia en función del tipo de suelo sobre el que escurre el fluido, los cuales salen de la normativa vigente en la región (específicamente del Anexo de la Ley 13.246). En el caso del tiempo mantiforme se consideró la velocidad máxima promedio del flujo de 0,1 m/s correspondiente a "Flujos no concentrados en campos, zonas verdes, parques y jardines", mientras que para el tiempo encauzado se tuvo en cuenta una velocidad máxima promedio del flujo de 1,1 m/s correspondiente a "Flujos en zanjas y canales excavados". Luego, se analizan diversos recorridos que puede tener la "gota" tanto en forma mantiforme como en forma encauzada, y se realiza el cociente entre dichas distancias y las velocidades correspondientes a dicha longitud, en función del tipo de suelo.

Así, se analizan los diferentes valores de tiempo de concentración obtenidos, tanto para una recurrencia R=5 años como para una R=100 años, con el fin de determinar los caudales de aporte de

cada cuenca para cada recurrencia mencionada. Se aclara que en el análisis se propusieron diversas variantes con respecto a los posibles recorridos de la gota a lo largo del terreno, 2 distancias mantiformes y 3 distancias encauzadas diferentes para cada cuenca. En la siguiente *Tabla 6.1* se pueden observar los datos utilizados y los tiempos mantiformes y encauzados para obtener los tiempos de concentración para cada recurrencia.

	CUENCA NORTE	CUENCA OESTE
Área [m ²]	999000,00	747000,00
Distancia mantiforme [m]	80,00	307,00
Distancia encauzada [m]	3205,00	2291,00
Tiempo mantiforme [min]	13,33	51,17
Tiempo encauzado [min]	48,56	34,71
Tiempo de concentración [min]	61,89	85,88

Tabla 6.1. *Parámetros de interés de las cuencas de aporte.*

Finalmente, para determinar la intensidad de lluvia asociada a la duración de la tormenta de diseño, se trabaja con la parametrización de las curvas IDR, Intensidad, Duración y Recurrencia, de la ciudad de Rosario. Esta es de la forma:

$$I[mm/h] = \frac{A}{(B+D[min])^C}$$

donde:

- I es la intensidad media de la lluvia, en milímetros por hora.
- D es la duración de la tormenta, en minutos.
- A , B y C son coeficientes empíricos de la curva IDR de Rosario, los cuales se obtienen de estudios pluviométricos locales y cambian según la recurrencia adoptada.

Se aclara que es técnicamente correcto y habitual aplicar los datos de Rosario en la ciudad de Funes. Ambas ciudades forman parte del mismo núcleo climatológico y geográfico dentro del Área Metropolitana de Rosario. Esto, debido a:

- **Proximidad geográfica:** el predio en la intersección de la Autopista Rosario-Córdoba y Miguel Galindo se encuentra prácticamente en el límite entre ambas jurisdicciones.
- **Cuenca compartida:** el proyecto drena hacia la cuenca del Arroyo Ludueña, la cual abarca tanto a Funes como al noroeste de Rosario. Los estudios hidrológicos regionales para esta cuenca utilizan de manera estándar los datos de la Estación Meteorológica Rosario Aero.

Este trabajo fue realizado por el Departamento de Hidráulica de la Universidad Nacional de Rosario, donde las variables obtenidas son las plasmadas en la *Tabla 6.2*:

$i = \frac{\alpha}{(\beta + D)^\gamma} (*)$	R (años)	α (-)	β (-)	γ (-)	Rango de D (minutos)	ERP (%)
Ec. (1)	2	2503,797	22,997	0,8896	$5 \leq D \leq 2880$	6,27
Ec. (2)	5	1849,402	17,280	0,8079	$5 \leq D \leq 7200$	2,92
Ec. (3)	10	2049,965	18,197	0,8011	$5 \leq D \leq 7200$	3,01
Ec. (4)	20	2199,949	18,576	0,7941	$5 \leq D \leq 7200$	3,10
Ec. (5)	50	2299,979	18,120	0,7827	$5 \leq D \leq 7200$	3,38
Ec. (6)	100	2400,000	15,004	0,7767	$15 \leq D \leq 7200$	3,00
Ec. (7)	500	2399,942	17,011	0,7534	$60 \leq D \leq 7200$	2,55
Ec. (8)	1000	2399,963	14,860	0,7437	$60 \leq D \leq 7200$	3,92
Ec. (9)	5000	2400,081	9,774	0,7249	$60 \leq D \leq 7200$	5,15
Ec. (10)	10000	2400,095	8,800	0,7174	$60 \leq D \leq 7200$	4,37

(*) i (mm/h) , D (min.)

Tabla 6.2. Valores de curvas I-D-R para la ciudad de Rosario. Fuente: Derivación y Parametrización de curvas IDR para Rosario, Casilda y Zavalla - Pedro A. Basile y Gerardo Riccardi.

Así, adoptando los valores de la tabla y considerando a la duración de la lluvia D con el mismo valor que los máximos tiempos de concentración obtenidos anteriormente para cada una de las cuencas, se procede a obtener las intensidades de lluvia para cada caso y, posteriormente, los caudales según muestra la *Tabla 6.3*. También se aclara que los valores de coeficientes de escurrimientos utilizados se obtienen a partir de la Ley N° 13.246.

	CUENCA NORTE		CUENCA OESTE	
	R = 5 años	R = 100 años	R = 5 años	R = 100 años
duración de lluvia [min]	61,89	61,89	85,88	85,88
intensidad de lluvia [mm/h]	54,10	82,30	43,68	66,66
Coeficiente escurrimiento	0,23	0,36	0,23	0,36
Área [Ha]	99,90		74,70	
Caudal [m3/s]	6,91	17,13	4,17	10,37

Tabla 6.3. Caudales de las cuencas de aporte.

Dado que los caudales que se calculan son para evaluar una misma alcantarilla, se debe utilizar una única tormenta de duración igual al mayor tiempo de concentración, es decir, 85,88 minutos. Esto se adopta de esta manera ya que sino los tiempos pico estarían muy alejados entre sí.

Estos caudales convergen en un punto, el cual es la entrada de la alcantarilla "COLECTORA DERECHA-OESTE", tal y como se expresa en el *Plano X.X* del *Anexo*. La misma es una alcantarilla de hormigón rectangular tipo C, con dimensiones H=1,50 m, L=1,50 m y J=10 m. Se realizan dos supuestos para resolver la misma:

- Se considera que el aporte del terreno a intervenir es despreciable frente al caudal aportado por la cuenca norte y oeste.

- Se adopta la descarga ahogada y con el mismo nivel que posee la altura de la alcantarilla, es decir igual a 1,50 metros.

La formulación que se utiliza para resolver la alcantarilla es la ecuación de caudal para una alcantarilla con flujo tipo 4, la cual se expresa como:

$$Q = C_D \times A_3 \times V_3 = C_D \times A_0 \times \sqrt{\frac{2g \times (z_1 + y_1 - y_4)}{1 + \frac{C_D^2 \times n^2 \times L \times 2g}{R_0^{4/3}}}}$$

Conociendo el caudal de aporte y las características geométricas de la alcantarilla existente, se puede despejar el tirante aguas arriba de la misma. El resultado de este análisis para una recurrencia de R=5 años arrojó una cota de tirante aguas arriba de +35,80 metros mientras que para una recurrencia de R=100 años la misma arrojó un valor de +42,36 metros.

6.2.2 Cálculo de caudales del predio previo a la intervención

Para obtener el caudal se utiliza nuevamente el Método Racional. La particularidad en este caso es que se tiene un coeficiente de escurrimiento único, por lo que no hay que considerar ninguna ponderación. Los coeficientes según la Ley N° 13.246 son de C=0,23 para una recurrencia de R = 5 años y de C=0,36 para una recurrencia de R = 100 años.

Con respecto a los tiempos de concentración para obtener la duración de la lluvia se procede de igual manera que para el apartado anterior, realizando la diferenciación entre escurrimiento mantiforme y encauzado. De lo anterior, se obtiene la siguiente *Tabla 6.4*:

	CUENCA ORIGINAL	
Área [m2]	75532,43	
Distancia mantiforme [m]	80,00	
Distancia encauzada [m]	369,40	
	R = 5 años	R = 100 años
Tiempo mantiforme [min]	13,33	13,33
Tiempo encauzado [min]	10,26	10,26
Tiempo de concentración [min]	23,59	23,59
duración de lluvia [min]	23,59	23,59
intensidad de lluvia [mm/h]	92,29	140,58
Coeficiente escurrimiento	0,23	0,36
Área [Ha]	7,55	
Caudal [m3/s]	0,45	1,06

Tabla 6.4. Caudal de la cuenca previo a la intervención.

6.2.3 Cálculo de caudales del predio luego de la intervención

Dada la escala del predio, el método estándar aceptado por la normativa de la zona de Funes es el método racional. Aquí el predio intervenido no es homogéneo, por lo que debe utilizar un coeficiente de escurrimiento C ponderado según los distintos usos del suelo. Esto, siguiendo la siguiente formulación con la que se basa el cálculo del mismo:

$$C_{ponderado} = \frac{\sum(A_i \cdot C_i)}{A_{total}}$$

Los coeficientes de escurrimiento para cada uso de suelo se adoptan según la Ley N°13.246 como se muestra en la *Tabla 6.5*:

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO						
	Recurrencias (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Hormigón: pavimentos, techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<u>Zonas Verdes (jardines, parques, etc.):</u>							
Condición pobre (cubierta de pasto menor al 50% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Pendiente media (2-7%):	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente elevada (>7%):	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición media (cubierta de pasto entre 50% - 75% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Pendiente media (2-7%):	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente elevada (>7%):	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Pendiente media (2-7%):	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente elevada (>7%):	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Pendiente baja (0-2%):	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Pendiente media (2-7%):	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente elevada (>7%):	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Pendiente baja (0-2%):	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Pendiente media (2-7%):	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente elevada (>7%):	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Pendiente baja (0-2%):	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Pendiente media (2-7%):	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente elevada (>7%):	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Tabla 6.5. Coeficientes de escurrimiento según tipo de suelo y recurrencia. Fuente: Ley N°13.246.

Con ello, se puede plantear el área de cada uso de suelo con su correspondiente coeficiente en función de la recurrencia deseada, de modo de llevar a cabo la ponderación tal como se muestra en la *Tabla 6.6* y *6.7*:

SUBCUENCAS	Área perm [m2]	Área imperm. [m2]	Área Total [m2]	C
SC- Salón Conferencias	0	1789	1789	0.80
SV - Sector Vestuarios	0	950	950	0.80
SE - Sector Educativo	0	857	857	0.80
HC - Hall + Circulacion	0	386	386	0.80
SM - Sector Mantenimiento	0	88	88	0.80
AL - Circulación al Aire Libre	0	3968	3968	0.80
E - Estacionamiento	0	14272	14272	0.80
CF - Canchas de Fútbol	12520	0	12520	0.40
EV - Espacio Verde	40903	0	40903	0.36
TOTAL	53423	22310	75733	0.50

Tabla 6.6. Recurrencia = 5 años.

SUBCUENCAS	Área perm [m2]	Área imperm. [m2]	Área Total [m2]	C
SC- Salón Conferencias	0	1789	1789	0.97
SV - Sector Vestuarios	0	950	950	0.97
SE - Sector Educativo	0	857	857	0.97
HC - Hall + Circulacion	0	386	386	0.97
SM - Sector Mantenimiento	0	88	88	0.97
AL - Circulación al Aire Libre	0	3968	3968	0.97
E - Estacionamiento	0	14272	14272	0.97
CF - Canchas de Fútbol	12520	0	12520	0.53
EV - Espacio Verde	40903	0	40903	0.49
TOTAL	53423	22310	75733	0.64

Tabla 6.7. Recurrencia = 100 años.

Para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca post intervención se utiliza la misma metodología que se utilizó anteriormente, realizando la diferenciación entre escurrimiento mantiforme y encauzado. De lo anterior, se obtiene la siguiente *Tabla 6.8*:

	CUENCA INTERVENIDA	
Área [m2]	75733,00	
Distancia mantiforme [m]	183,00	
Distancia encauzada [m]	189,00	
	R = 5 años	R = 100 años
Tiempo mantiforme [min]	11,54	11,54
Tiempo encauzado [min]	2,86	2,86
Tiempo de concentración [min]	14,41	14,41
duración de lluvia [min]	14,41	14,41
intensidad de lluvia [mm/h]	113,36	292,85
Coefficiente escurrimiento	0,50	0,64
Área [Ha]	7,57	
Caudal [m3/s]	1,18	3,93

Tabla 6.8. Recurrencia = 100 años.

Puede verse en el Anexo el plano correspondiente a la definición de las subcuencas internas, es decir, como desagua cada una de las distintas superficies según sus usos y cómo son sus conducciones hasta el reservorio. Aquí se adjunta una versión reducida del mismo, en la *Figura 6.3*:

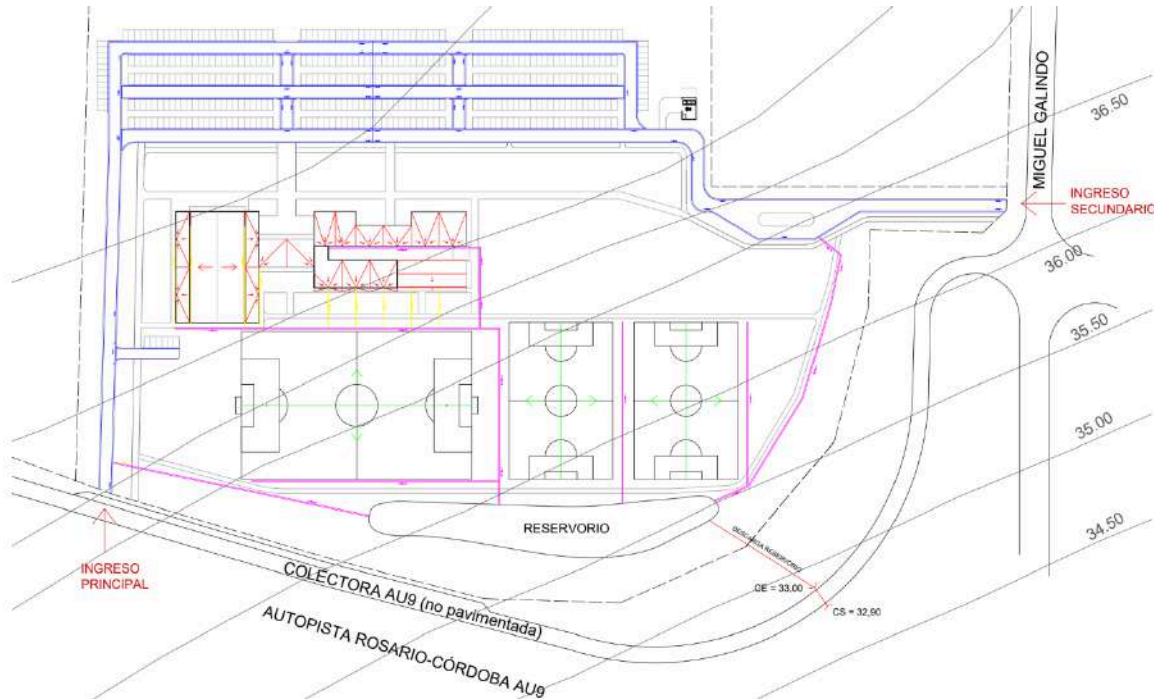


Figura 6.3. Conducciones hasta el reservorio. Fuente: elaboración propia.

6.3 Diseño del Reservorio

La resolución del reservorio se lleva a cabo teniendo en cuenta ciertas consideraciones. En primer lugar, se tiene que la normativa impide evacuar mayor caudal al que se evacuaba antes de la intervención. Por otro lado, se sabe que el mayor caudal a recibir por el mismo es el caudal correspondiente al del terreno con una recurrencia de $R = 100$ años. Además, el mismo se ubica en la cota más baja del terreno y cerca del cuerpo receptor sobre el cual descarga, de manera de disminuir las longitudes de los conductos. Contará con una altura máxima de 0,80 m siendo un recinto solamente excavado con taludes extendidos y vegetados tal y como exige la Resolución N° 736 de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Santa Fe.

En este sentido, se adjuntan planos en el *Anexo I* en el cual se puede visualizar un perfil longitudinal que vincula el reservorio con la alcantarilla (cuya cota es crítica para nuestro proyecto), junto a sus niveles y distancias que definen su ubicación en planta. Además se presentan perfiles transversales del reservorio. A continuación se adjunta una versión reducida del perfil longitudinal, en la *Figura 6.4*:

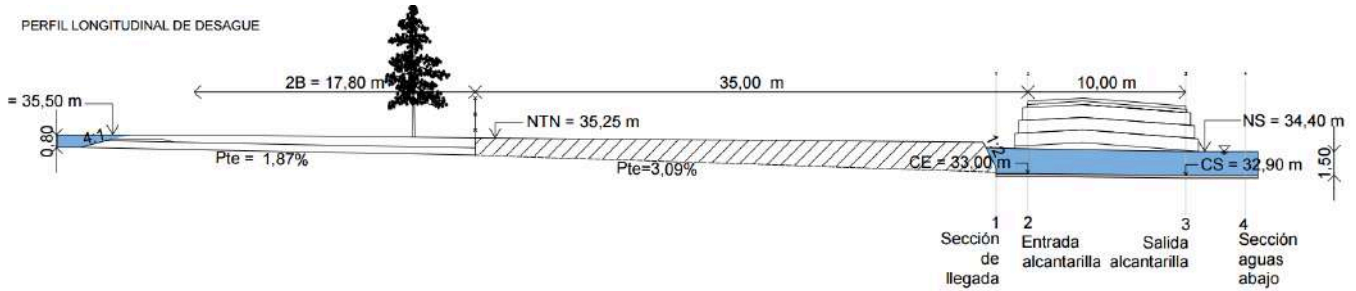


Figura 6.4. Perfil longitudinal de la conducción del reservorio a la alcantarilla.

6.3.1 Cálculo del volumen del reservorio

El volumen del mismo se obtiene a través del área encerrada entre el hidrograma de entrada de los caudales de aporte del terreno intervenido y el caudal de salida límite del orificio para una recurrencia de $R = 100$ años. Para poder evaluar lluvias de mayores duraciones con el fin de encontrar el máximo volumen del mismo es que se realiza un análisis con el método de Ven Te Chow para su diseño.

El método de Ven Te Chow para el cálculo del almacenamiento pluvial es un procedimiento hidrológico simplificado que permite determinar el volumen máximo requerido en un reservorio de retardo considerando el efecto de tormentas de distinta duración. Su principio se basa en contrastar el hidrograma de entrada generado por la cuenca intervenida (obtenido a partir de la precipitación neta de diseño para un período de retorno determinado) con la capacidad máxima de descarga permitida por la estructura de salida. Dado que una tormenta corta e intensa produce un pico de caudal elevado pero de poca duración, y una tormenta más prolongada genera un volumen acumulado mayor pero con intensidades más bajas, este método evalúa una serie de duraciones de lluvia para identificar la duración crítica: aquella que maximiza la diferencia entre el volumen aportado y el volumen evacuado por el orificio regulador.

Se recuerdan algunos parámetros que son de importancia para el método, los cuales se muestran en la *Tabla 6.9*:

R = 100 años	
Atotal [m²]	75733
C	0,64
Tc [min]	14,41
i [mm/h]	252,62
Q [m³/s]	3,391

Tabla 6.9. Parámetros de importancia para la recurrencia analizada.

En el Anexo del presente informe se adjunta la tabla correspondiente al desarrollo del método que permite determinar para qué duración se obtiene el mayor volumen almacenado, la cual arroja que el máximo volumen almacenado es de $3966,12 \text{ m}^3$ generados para una lluvia de 64,41 minutos de

duración. Esto va en concordancia con la siguiente *Figura 6.5* que muestra esquemáticamente el análisis realizado:

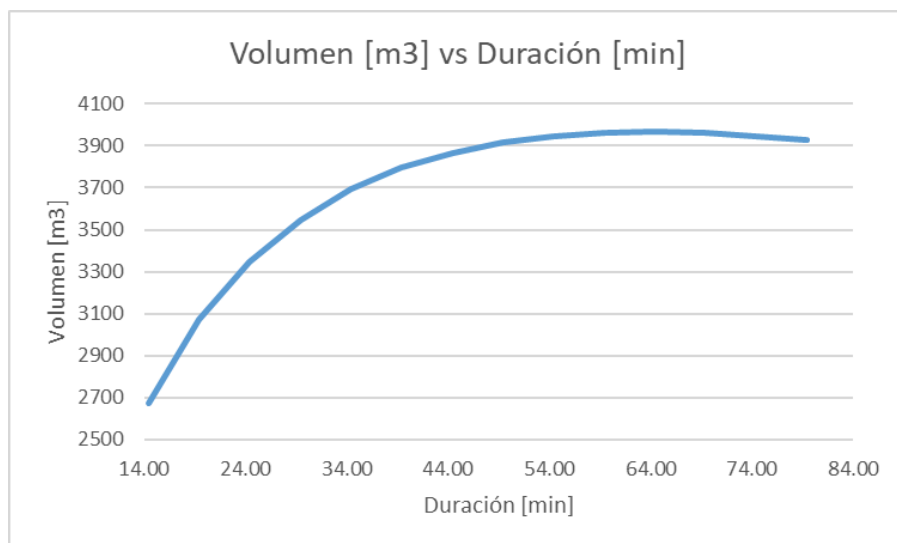


Figura 6.5. Volumen almacenado vs duración de lluvia - Método de Ven Te Chow.

También surge de la aplicación del método los hidrogramas para una recurrencia de $R = 100$ años para cada una de las duraciones analizadas, las cuales difieren en una duración de 5 minutos. En el anexo se incluyen las tablas correspondientes y aquí se muestra de manera gráfica mediante la *Figura 6.6*:

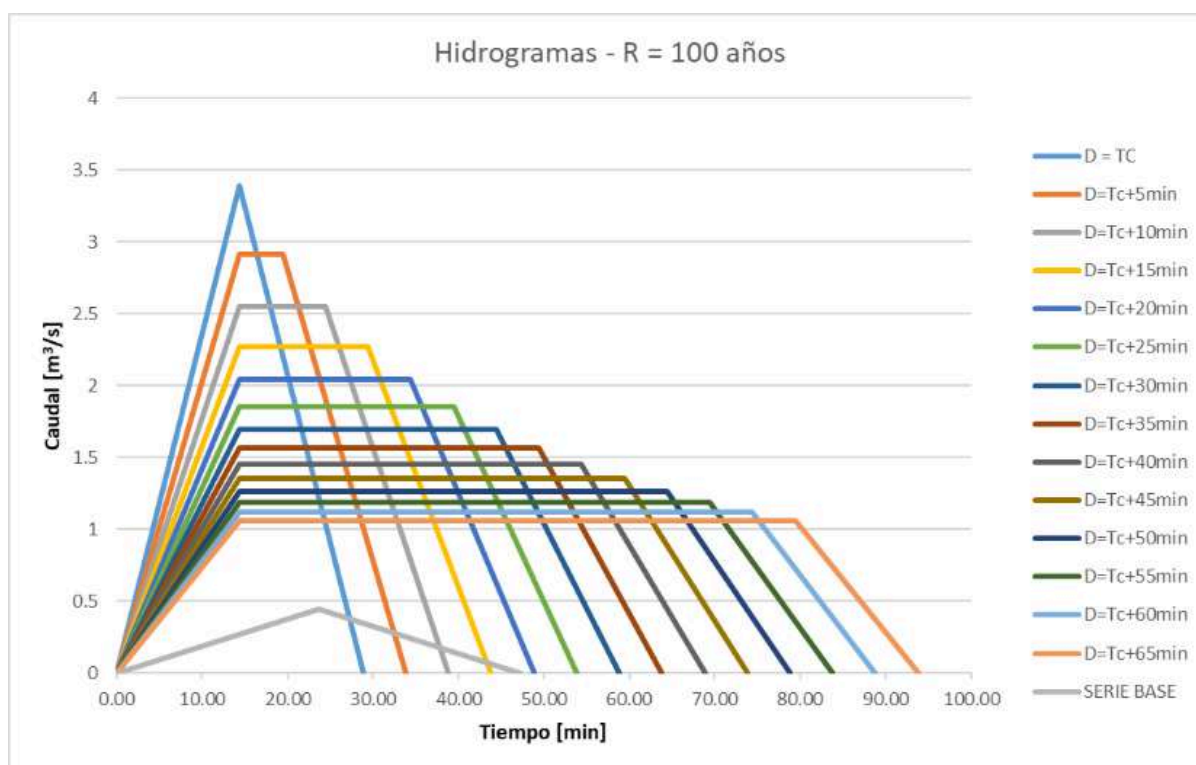


Figura 6.6. Hidrogramas para $R=100$ años para cada lluvia.

Finalmente, como el mayor volumen almacenado corresponde a una lluvia de 64,41 minutos de duración se muestra el hidrograma correspondiente a esa única duración a modo de visualizarlo de mejor manera en la *Figura 6.7*:

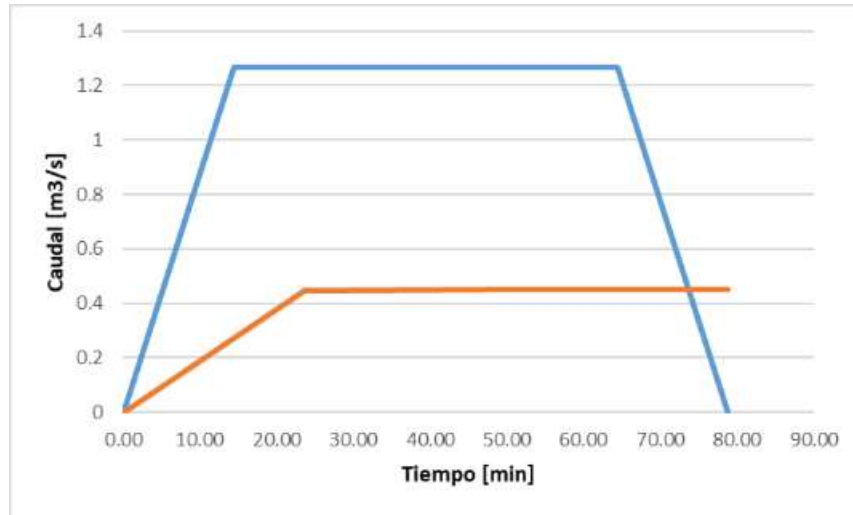


Figura 6.7. Hidrograma para R=100 años para la lluvia que produce el mayor volumen almacenado.

Como se exige un volumen acumulado y una profundidad determinadas, se analiza la ocupación en planta y la cota del mismo a través de la presente *Tabla 6.10* la cual muestra que ocupando un área de $4917,92 \text{ m}^2$ se logra desarrollar el reservorio de manera satisfactoria y cumpliendo con la normativa vigente:

Cota [m]	Area [m2]	Volumen Parcial [m3]	Volumen Acumulado [m3]	
34,70	4917,92	0,00	0,00	A0
34,80	4927,81	492,29	492,29	A1
34,90	4937,74	493,28	985,56	A2
35,00	4947,71	494,27	1479,84	A3
35,10	4957,61	495,27	1975,10	A4
35,20	4967,61	496,26	2471,36	A5
35,30	4977,51	497,26	2968,62	A6
35,40	4987,51	498,25	3466,87	A7
35,50	4997,51	499,25	3966,12	A8

Tabla 6.10. Cota - Área - Volumen almacenado.

El volumen almacenado en el hidrograma entrada-salida para una recurrencia de 5 años es de $1507,37 \text{ m}^3$, por lo que para una recurrencia como esta resulta de una interpolación lineal un tirante de 0,31 m, que expresado en cotas IGN se traduce en 35,01 m.

Por otro lado, el reservorio dispondrá de una estructura de drenaje mediante orificios que permite descargar como máximo el caudal R = 5 años del terreno previo a la intervención, y además con un vertedero que permita evacuar el caudal excedente. La premisa del diseño será que la suma del caudal del orificio y del vertedero no supere el caudal R = 100 años del terreno previo a la intervención.

6.3.2 Cálculo de Obra de Descarga - Orificios

Para una recurrencia de $R = 5$ años, el caudal máximo de salida resulta de $Q = 0,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Se tiene que la cota correspondiente al tirante aguas arriba es de 35,01 m, y la cota del tirante aguas abajo es de 33,85 m, por lo que el comportamiento del orificio será a descarga libre. Además, la cota correspondiente al fondo del reservorio es de 34,70 m. Así, se puede obtener el valor de la diferencia de nivel entre el pelo de agua y el nivel de fondo del reservorio, que es de 0,31 m. Para obtener H_o se considera que el nivel inferior externo del orificio se ejecuta 5 cm por encima de la cota de fondo del reservorio y se considera también que el diámetro del mismo es de 0,40 m, por lo que para obtener el valor resulta:

$$H_o = 35,01 - 34,70 - 0,05 - \frac{0,40}{2} = 0,06 \text{ m}$$

En la *Tabla 6.11* se presentan dichos parámetros que dan lugar a los cálculos de la presente obra de descarga:

RESERVORIO		ORIFICIO	
Q [m3/s]	0,45	ξ	0,05
y aguas ar [m]	35,01	η	0,012
y fondo reservorio [m]	34,70	H_o [m]	0,06

Tabla 6.11. Valores de altura de pelo de agua y parámetros para diseño de orificios.

donde:

- ξ : coeficiente de descarga (se adopta un valor igual a 0,05 igualando el criterio adoptado en la cátedra de Obras Hidráulicas).
- η : coeficiente de rugosidad del orificio (para orificios de hormigón monolítico suave se tiene que $\eta = 0,012$).

Para el diseño de descarga libre como la que estamos suponiendo en este momento, el cálculo del caudal máximo circulante por orificio se lo calcula mediante la ecuación de orificio de pared gruesa:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_o}$$

donde:

- μ : coeficiente de descarga, el cual se calcula como:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi + f \cdot \frac{D}{L}}}$$

- $f \cdot \frac{D}{L}$: pérdida continua, la cual según la expresión de Manning se calcula como:

$$f \cdot \frac{D}{L} = \frac{124 \cdot \eta^2}{D^{1/3}} \cdot \frac{L}{D}$$

- H_o : carga total referida al eje del descargador.

A continuación, se presenta en la *Tabla 6.12* los cálculos para el dimensionamiento de orificios:

Orificios						
Diámetro [m]	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
H_o [m]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Área [m ²]	0,126	0,159	0,196	0,238	0,283	0,332
L [m]	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30
f L/D	1,539	1,316	1,143	1,007	0,896	0,806
μ	0,621	0,650	0,675	0,697	0,717	0,734
Q_o [m ³ /s]	0,085	0,112	0,144	0,180	0,220	0,264
N° de orificios	5,256	3,969	3,096	2,478	2,025	1,685
N° Adoptado	6	4	4	3	3	2
Q_{real} [m ³ /s]	0,508	0,449	0,575	0,539	0,660	0,529
error [%]	12,40%	0,77%	22,60%	17,41%	32,49%	15,75%

Tabla 6.12. Dimensionamiento de orificios.

Puede verse que, adoptando diámetros múltiplos de 0,05 metros y mayores a los 0,40 m que impone la normativa, la opción más conveniente resulta la de ejecutar cuatro orificios de 0,45 metros de diámetro ya que posee el menor error con respecto a la cantidad de caudal a evacuar, siendo el mismo de un valor de 0,77% con respecto al caudal a descargar.

6.3.3 Cálculo de Obra de Descarga - Vertedero

Para el diseño del vertedero lo que se propone es una sección rectangular que permita evacuar el caudal excedente para las recurrencias de $R = 100$ años. Es decir, debe ser capaz de evacuar el caudal correspondiente a esa recurrencia, menos el caudal que ya es descargado por el orificio. Además, el mismo funcionará considerándolo de pared delgada, con contracción lateral completa. Se debe cumplir que $\frac{B-b}{2} > 2.5 h$ siendo B el ancho del canal, b el ancho del vertedero y h la carga hidráulica.

Considerando que el tirante sobre el reservorio en el caso de la $R = 100$ años es de 0,80 m, la carga hidráulica sobre el orificio aumenta modificando el caudal que el mismo descarga, siendo de:

$$H_o = 35,50 - 34,70 - 0,05 - \frac{0,40}{2} = 0,55 \text{ m}$$

Se adjunta en la *Tabla 6.13* el desarrollo correspondiente a esta afirmación:

Orificios						
Diámetro [m]	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
Ho [m]	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Área [m ²]	0,126	0,159	0,196	0,238	0,283	0,332
L [m]	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30
f L/D	1,539	1,316	1,143	1,007	0,896	0,806
μ	0,621	0,650	0,675	0,697	0,717	0,734
Qo [m ³ /s]	0,257	0,340	0,436	0,544	0,666	0,800
Nº de orificios	1,736	1,311	1,023	0,818	0,669	0,557
Nº Adoptado	6	4	4	3	3	2
Qreal [m ³ /s]	1,539	1,359	1,742	1,633	1,997	1,600
error [%]	71,07%	67,22%	74,44%	72,72%	77,70%	72,17%

Tabla 6.13. Dimensionamiento de orificios.

Así, como el caudal de aporte del terreno intervenido para R = 100 años es de $Q = 2,33 \text{ m}^3/\text{s}$ y el evacuado por el orificio de $Q = 1,36 \text{ m}^3/\text{s}$, resulta que el vertedero debe evacuar como mínimo $Q = 0,97 \text{ m}^3/\text{s}$. Partiendo de esta premisa es que se realiza un proceso iterativo en donde se proponen las medidas de B, b y h de manera de obtener un funcionamiento como vertedero de pared delgada con contracción completa.

Para el dimensionamiento del mismo se utiliza la Fórmula de Francis para vertederos con contracciones laterales:

$$Q = 1,839 (b - 0.1 \cdot n \cdot h) h^{3/2}$$

donde n es igual a 2 para vertederos con contracciones laterales. Así, se obtiene un vertedero con las dimensiones que se muestran en la *Tabla 6.14* y en los planos del *Anexo I*.

VERTEDERO	
Qmax [m ³ /s]	0,97
B [m]	5,6
b [m]	4,25
Tirante [m]	0,8
h [m]	0,25
(B-b)/2	0,675
2,5 h	0,625
Verifica contraccion lateral completa?	Sí
n	2
Q [m ³ /s]	0,97

Tabla 6.14. Dimensionamiento de vertedero.

Se mencionan algunas consideraciones además de las correspondientes a la aplicación de la Fórmula de Francis:

- Al presentar un orificio de diámetro igual a 0,45 metros y un reservorio de 0,80 metros de profundidad, se consideró que como mínimo debe haber una losa de 0,10 metros entre él y el fondo del vertedero, por lo que la carga hidráulica más grande a elegir es la de 0,25 metros.
- La distancia entre el reservorio y el alambrado perimetral del terreno debe ser tal que permita el desarrollo completo de la longitud del vertedero.
- Se colocan colchonetas para evitar los fenómenos erosivos aguas abajo del vertedero.

Estas consideraciones fueron tenidas en cuenta para elegir las medidas de B y de h, las cuales son variables que afectan de manera directa al dimensionamiento de la obra de descarga.

6.4 Diseño de desagües del predio

El objetivo principal será priorizar el escurrimiento mantiforme y por canales cubiertos por vegetación para poder retardar el tiempo de escurrimiento hasta el reservorio. Se calculan los caudales conducidos y que no se supere la capacidad de cada conducto. La recurrencia utilizada es $R = 5$ años.

En el edificio principal, el agua captada en las cubiertas será conducida por cañerías de PVC hasta la zona verde más próxima, evitando largos tramos por conducción y permitiendo el escurrimiento mantiforme hasta llegar a un canal con cubierta vegetal.

En el área de estacionamiento el agua será captada y conducida por albañales de sección rectangular, revestidos de hormigón y con una tapa que permita la circulación vehicular sobre la misma. El último tramo de estos desagües se conecta con el sistema de canales vegetados para retardar el tiempo de escurrimiento.

La sección de los albañales tiene un ancho constante de 0,50m y la profundidad mínima es de 0,50m. La pendiente mínima adoptada es 1,5‰. Para los canales trapezoidales se adopta una base de fondo mínima de 0,50 m y una pendiente de talud 1:4. La pendiente mínima es 2,0‰.

Las canchas de fútbol cuentan con un abovedamiento transversal para facilitar la rápida evacuación de las aguas y permitir su uso sin problemas de acumulación de agua. El caudal generado por las canchas y las zonas verdes del predio será conducido por canales de sección trapezoidal recubiertos con vegetación, hasta el punto de vuelco que es el reservorio en el punto más bajo del terreno.

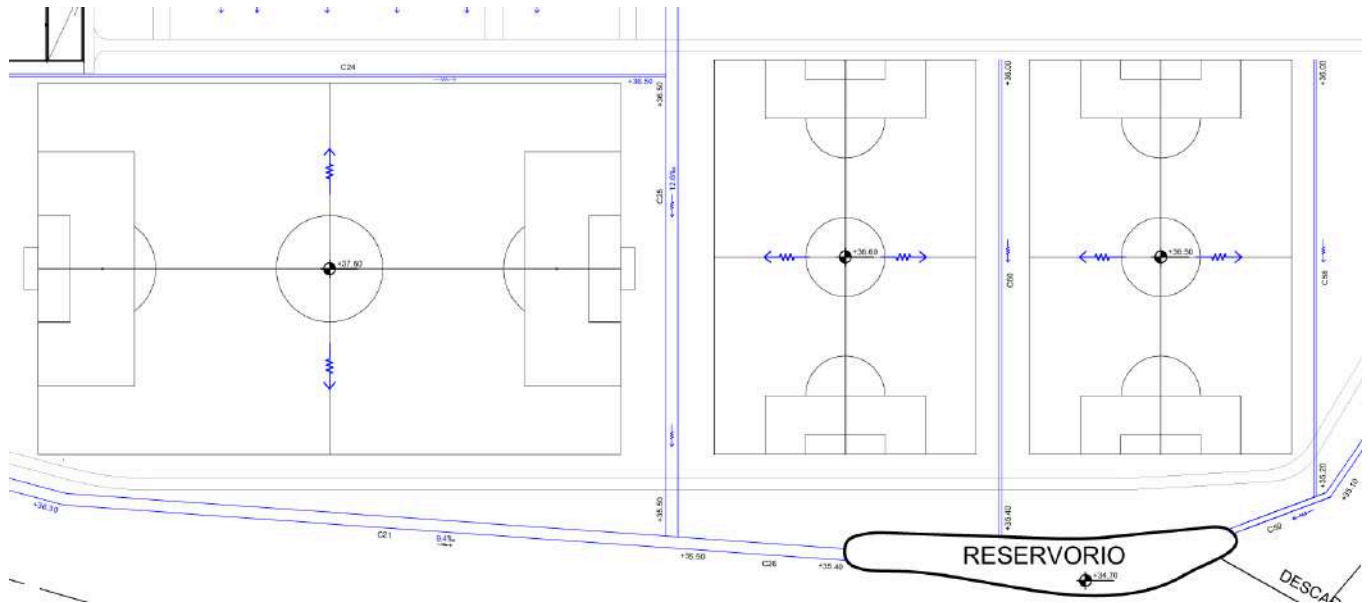


Figura 6.6. Desagüe canchas. Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de los caudales, se analizó el escurrimiento del predio y se dividió el mismo en cuencas de aporte para cada tramo de conducción. El sector de estacionamiento es casi simétrico y la pendiente está dividida en el eje por lo que se genera un escurrimiento hacia el oeste y otro hacia el este. Es por ello que en la cuenca del lado oeste se hizo un análisis más detallado y se simplificó la división de cuencas en el lado este ya que contaba con los mismos aportes. Los caudales se obtienen mediante el Método Racional. En el Plano 12 se puede ver la distribución de las cuencas, y en el Anexo I los caudales calculados.

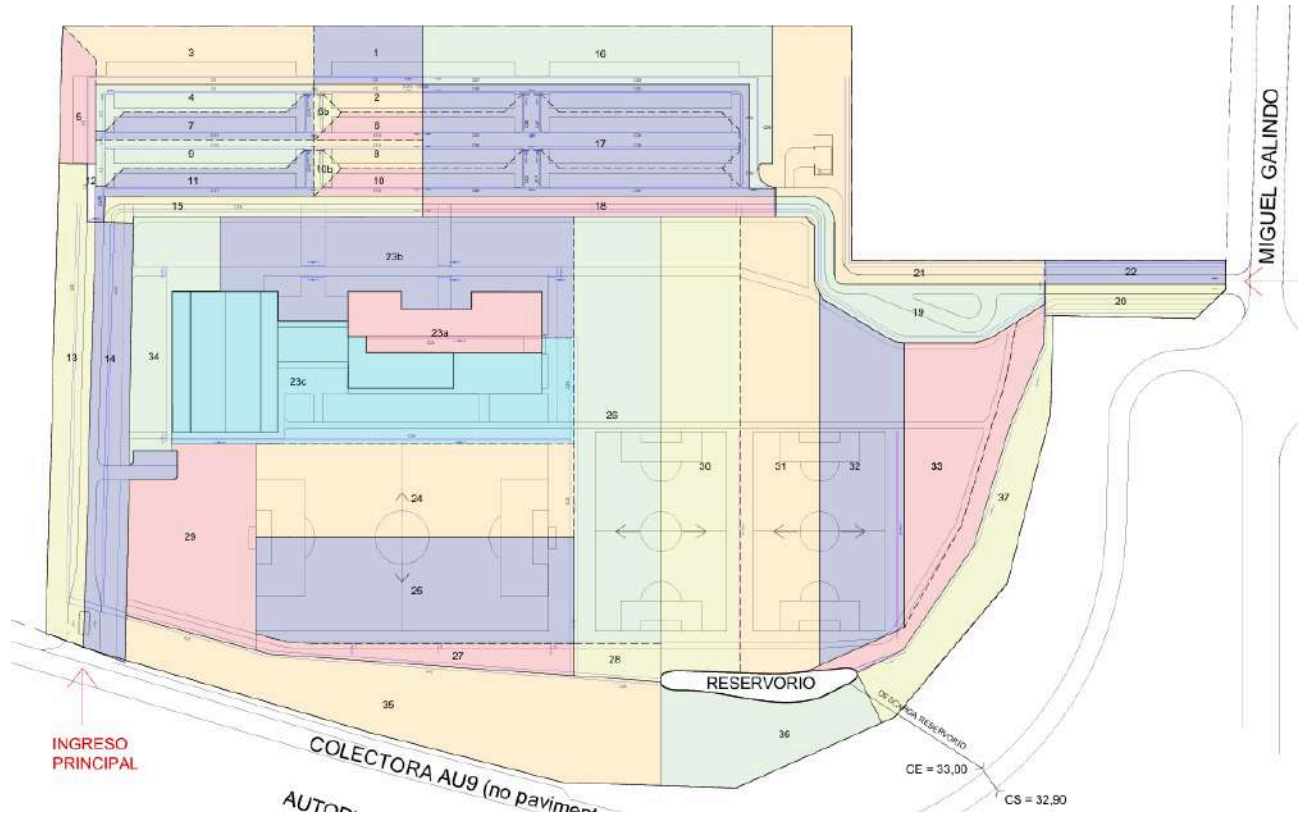


Figura 6.7. Distribución de cuencas internas. Fuente: elaboración propia.

Debido a que se tiene una combinación de escurrimiento superficial y encauzado en conductos (cuenca compuesta) se utiliza el Método Racional Modificado para obtener los caudales máximos en los puntos de captación. En este método se aplica el método racional de manera incremental (caudal aguas abajo debe ser mayor que caudal aguas arriba) y es necesario subdividir el trayecto de escurrimiento en subtramos incrementales.

La metodología de cálculo del Método Racional Modificado se puede sintetizar de la siguiente manera:

1. Estimar el tiempo de concentración de subcuenca A (t_{cA}) y determinar $i(T_{cA}, A, R=5)$.
2. Calcular $Q_A = C_A \times i(T_{cA}, R) \times A_A$
3. Determinar la velocidad en el tramo AB utilizando la fórmula de Manning.
4. Calcular el tiempo de viaje t_{AB} .
5. El tiempo de concentración de la subcuenca B será el mayor entre el tiempo de concentración propio de la subcuenca B y el tiempo de concentración de la subcuenca A adicionando el tiempo de viaje encauzado desde A hasta B.
6. Se reiteran los pasos anteriores hasta llegar al punto de cierre de la cuenca.

Las confluencias se presentan cuando en un punto del sistema de drenaje aportan dos o más subcuencas ya sea mediante conductos o escurriendo superficialmente. El criterio para la selección del tiempo de concentración para el punto de diseño donde confluyen dos ramales es utilizar el mayor de

los TC involucrados. Para el coeficiente de escurrimiento C, se pondera por áreas de acuerdo a las características de las áreas de aporte de cada subcuenca. En el Anexo I pueden verse los caudales calculados.

Una vez obtenidos los caudales, se verifica la capacidad de cada sección utilizando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S_0^{1/2}$$

Se adopta un valor de rugosidad de 0,016 para hormigón y 0,03 para cubierta vegetal.

7. Diseño de calzadas

El diseño geométrico del sistema vial interno y de sus accesos se proyecta para garantizar la transitabilidad, seguridad y fluidez de los vehículos, estableciendo las dimensiones de las calzadas según su jerarquía y la demanda prevista. Las intervenciones se dividen en dos: la adecuación de la colectora norte de la Autopista Rosario-Córdoba (vía de acceso y egreso del predio) y la red de calles internas destinadas a la distribución de los flujos vehiculares y peatonales.

7.1 Diseño geométrico de la colectora

La colectora norte de la Autopista Rosario-Córdoba (AU9) se presenta actualmente como una traza no pavimentada. El proyecto contempla la pavimentación de dicha arteria en el tramo comprendido desde la salida de la rotonda hasta el punto de acceso principal al predio (Figura 7.1). En este sector, la calzada mantendrá el perfil transversal existente de 7,00 metros de ancho en diedro y se complementará con banquetas de suelo compactado de 1,00 metro de ancho a ambos lados para asegurar el confinamiento lateral del paquete estructural, como se observa en el perfil tipo de obra básica de la colectora (Figura 7.2).

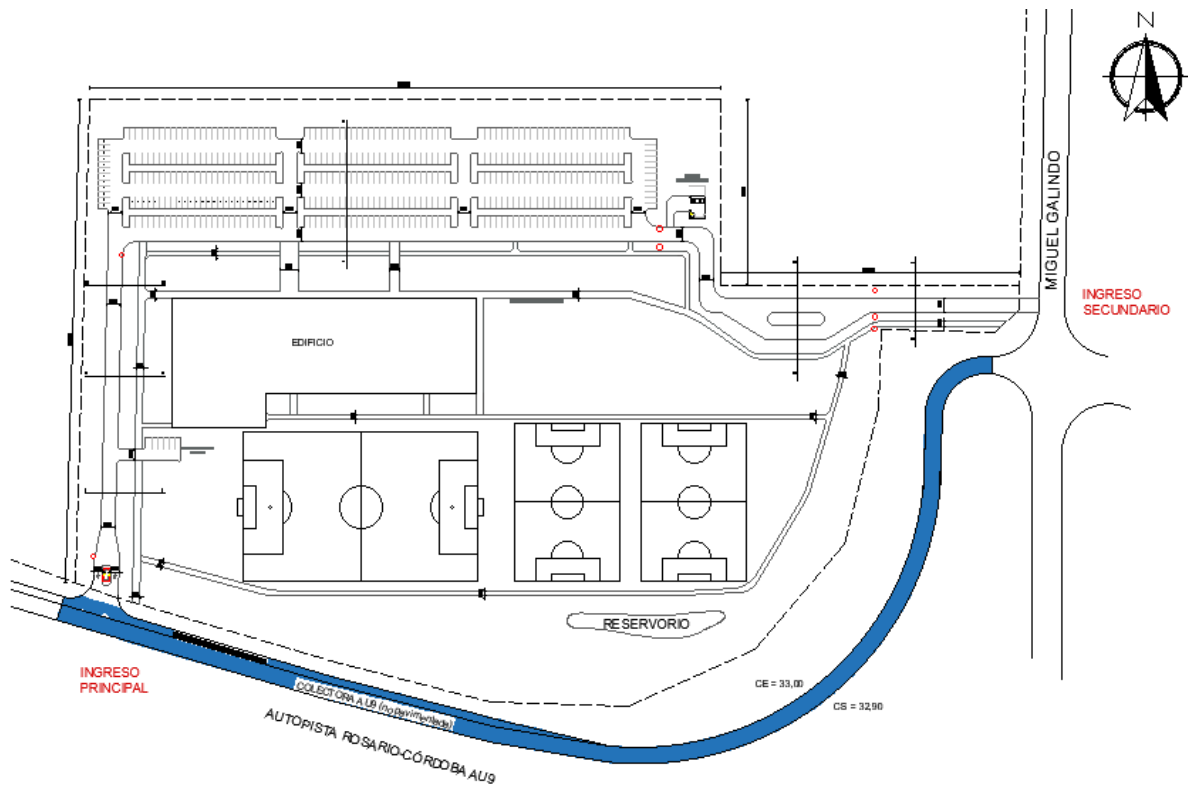


Figura 7.1. Sector de la colector a pavimentar. Fuente: elaboración propia.

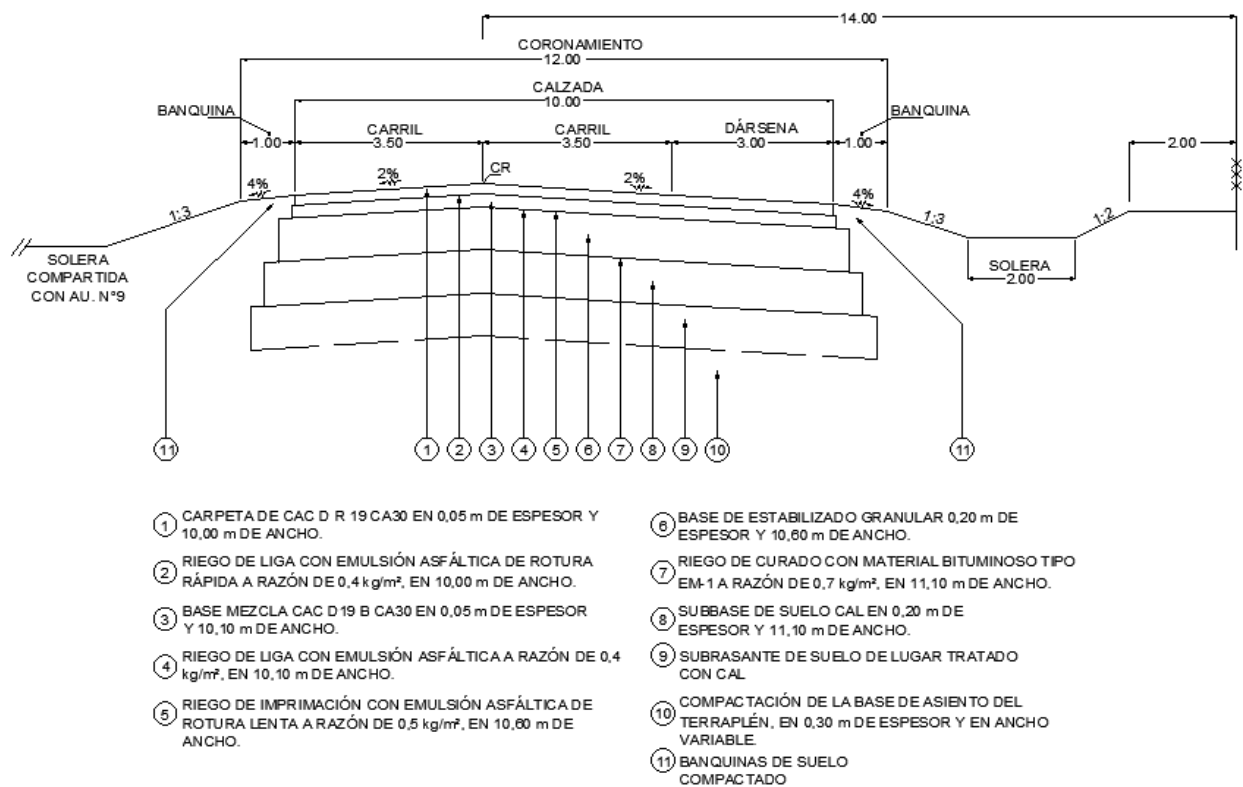


Figura 7.2. Perfil tipo de Obra Básica de la colector. Fuente: elaboración propia.

Con el fin de minimizar los puntos de conflicto vial y evitar la saturación en la rotonda exterior de la calle Miguel Galindo, se dispone el acceso vehicular principal en el sector oeste del límite sur. En este punto se diseña una dársena de 3 metros de ancho con una longitud total de 105 metros, calculados según plano tipo OB-2 (Figura 7.3). Se discretiza la dársena en 40 metros de transición y 65 metros de carril paralelo, dimensionada para almacenar los vehículos entrantes sin interferir con el tránsito pasante de la colectora.

VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	VELOCIDAD MEDIA DE MARCHA km/h	VELOCIDAD DIRECTRIZ EN LA NARIZ DE SALIDA DE LA AUTOPISTA km/h								CUÑA A (m)
		0	20	30	40	50	60	70	80	
		LONGITUD DEL CARRIL DE DESACELERACIÓN, "L" INCLUIDA LA TRANSICIÓN A (EN m)								
60	55	105	100	90	80					80
70	63	125	115	105	95	80				80
80	70	140	135	125	110	95	80			80
90	77	160	155	145	130	120	95	80		80
100	84	190	180	170	155	140	120	95		80
110	91	205	200	190	175	160	140	115	85	80
120	98	230	225	215	200	185	165	140	110	80
130	105	255	250	240	225	210	185	160	130	80

Figura 7.3. Longitudes mínimas de los carriles de cambio de velocidad - $i \leq \pm 2\%$. Fuente: plano tipo OB-2.

7.1.2 Pendientes transversales de diseño

Para asegurar la evacuación de la escorrentía pluvial superficial hacia las cunetas perimetrales, se adoptan pendientes transversales diferenciadas según el tipo de superficie, bajo criterios estándar de diseño vial:

- Calzada de concreto asfáltico (tabla 7.1): Se adopta una pendiente transversal del 2%.
- Banquinas de césped (tabla 7.2): Se establece una pendiente transversal del 4%.

CATEGORÍA DE LA CALZADA	TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL MÍNIMA
SUPERIOR	HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND	1% - 2%
	CONCRETO ASFÁLTICO	
INTERMEDIA	TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL (Simple, Doble, Triple)	2% - 3%
INFERIOR	RIPIO	2% - 4%
	SUELO	

Tabla 7.1. Pendientes transversales mínimas de las calzadas. Fuente: Apuntes teóricos: Transporte II.

TIPO DE BANQUINA	PENDIENTE TRANSVERSAL	
	CALZADA SIN CORDÓN	CALZADA CON CORDÓN
TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL	3% - 5%	2%
ESTABILIZADO GRANULAR	4% - 6%	2% - 4%
CÉSPED	8%	3% - 4%

Tabla 7.2. Pendientes transversales mínimas de las banquetas. Fuente: Apuntes teóricos: Transporte II.

7.1.3 Dimensionamiento alcantarilla ingreso

Partiendo de los valores obtenidos en el diseño hidráulico para la cuenca oeste (Tabla 7.3) se procede a dimensionar la alcantarilla que atraviesa el ingreso al predio.

	CUENCA OESTE
	R = 5 años
Duración de lluvia [min]	85,88
Intensidad de lluvia [mm/h]	43,68
Coeficiente escurrimiento	0,46
Área [Ha]	74,70
Caudal [m³/s]	4,17

Tabla 7.3. Valores método racional.

Se propone una alcantarilla rectangular (según plano tipo O-41211-I Modificado) de luz simple L=1.50 m y altura H= 1.50 m

El caudal total es: 4.17 m³/s y dividiéndolo por la luz se obtiene un caudal unitario: Q= 2.78 m³/s m (Tabla 7.4).

Propuesta sección rectangular	
Cantidad	1
L [m]	1,5
H [m]	1,5
Q unit [m ³ /s/m]	2,78
Y [m]	1,47
Y/H [%]	84,00

Tabla 7.4. Dimensiones propuestas

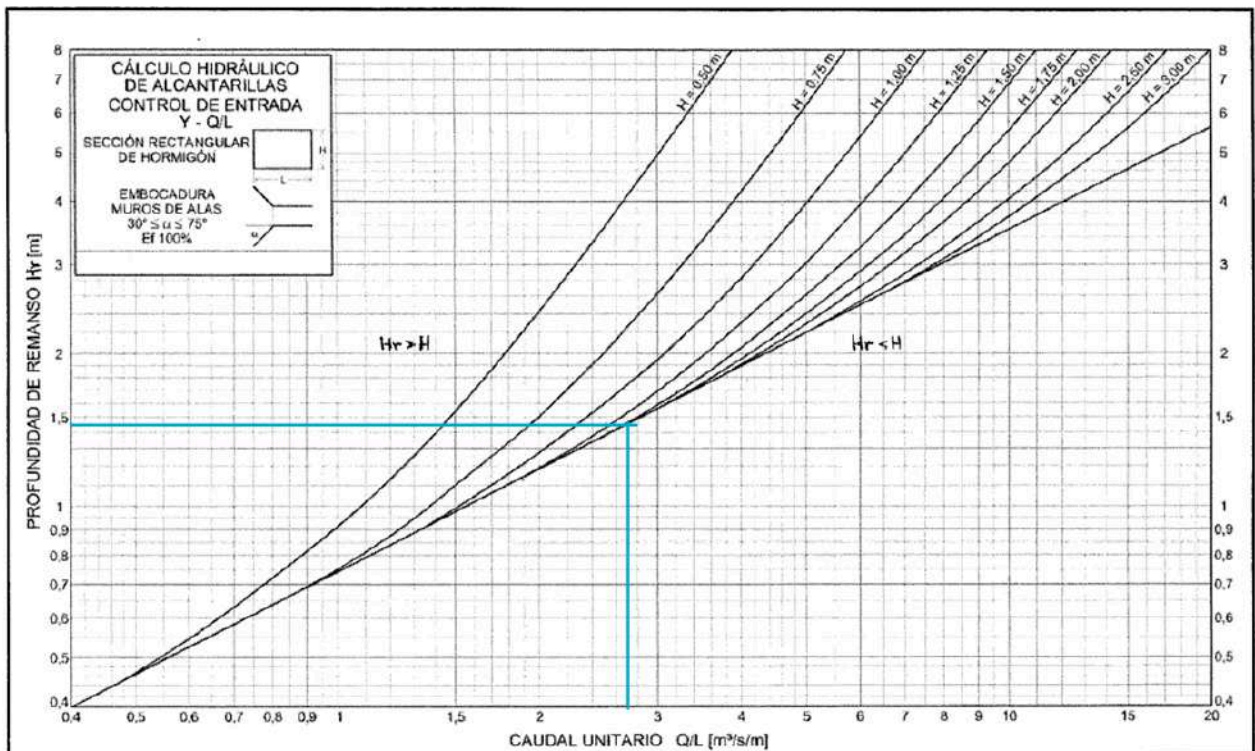


Figura 7.4. Cálculo hidráulico de alcantarillas. Fuente: apuntes Proyecto III.

A partir de la figura 7.4 se obtiene una profundidad de remanso $Y = 1.47$ m

Luego, se verifica que la entrada no se encuentre ahogada:

$$0,80 \leq Y/H \leq 0,90$$

$$Y/H = 0,84$$

Esta sección elegida se debe verificar una vez que se obtengan las cotas en el terreno.

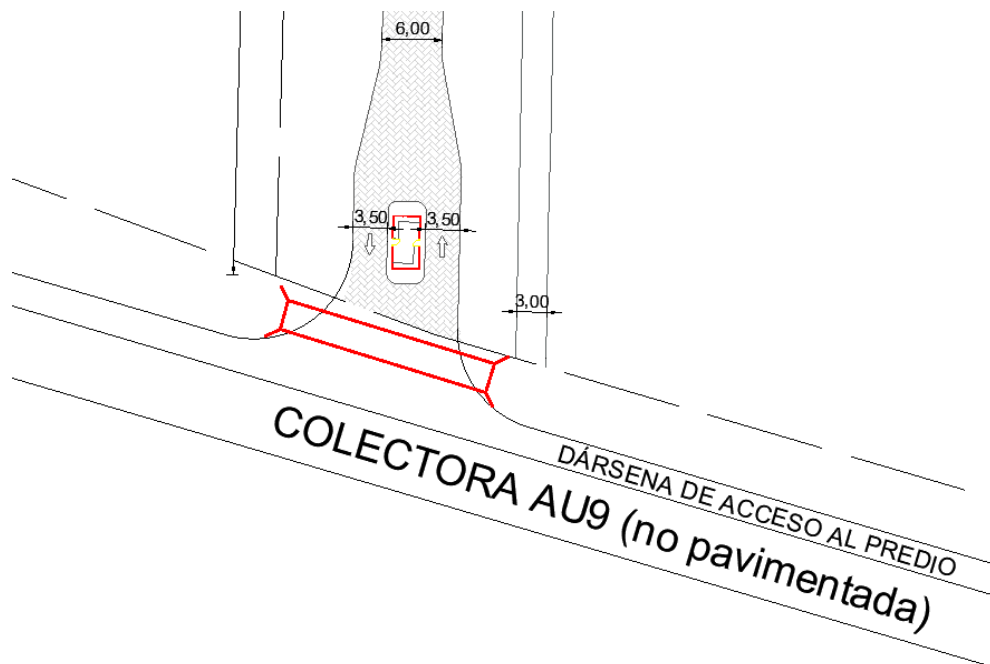


Figura 7.5. Planimetría alcantarilla. Fuente: elaboración propia.

7.2 Diseño de las calles internas

7.2.1 Pendientes transversales de diseño

De acuerdo con las especificaciones técnicas del Manual Euroadoquin, para pavimentos ejecutados con adoquines de hormigón se establece una pendiente transversal mínima del 2,5%, se observa en la figura 7.6 las pendientes tanto para las calles internas como para las veredas.

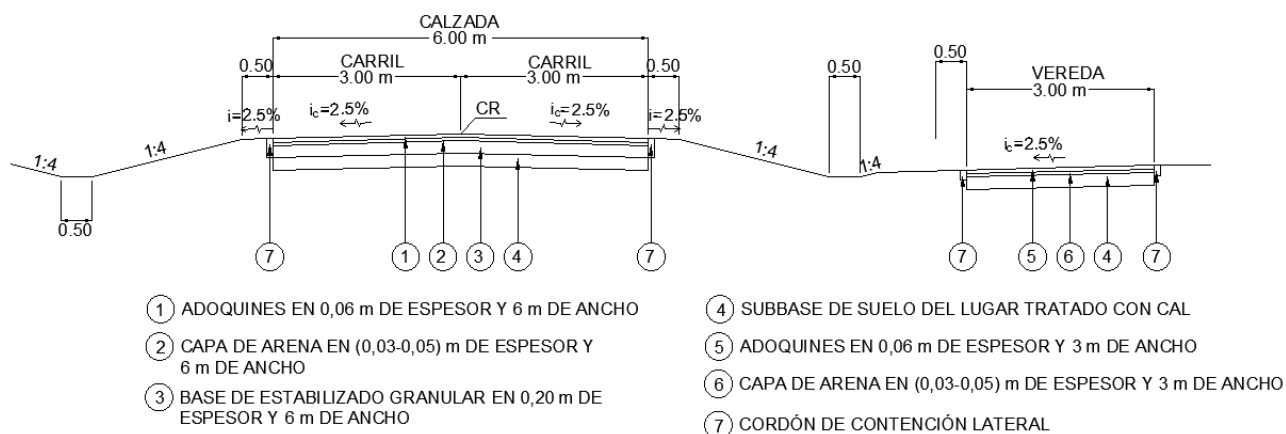


Figura 7.6. Perfil tipo de obra básica. Fuente: elaboración propia.

7.2.1 Radios de giro y diseño del retorno

Se consideraron radios de giro para vehículos livianos (vehículo de diseño P) según el manual de la DNV "Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial", que coincide con el criterio de AASHTO. En la Figura 7.7 se puede ver que el radio de giro interno mínimo es de 4.40 m y el exterior de 7.30m.

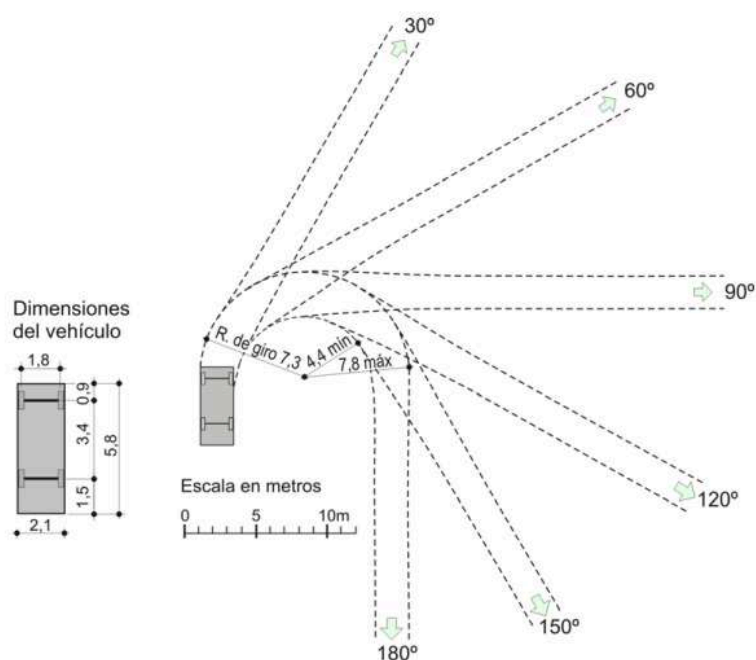


Figura 7.7. Mínima trayectoria para vehículo de diseño P. Fuente: manual Dirección Vialidad provincia de Buenos Aires.

En la figura 7.8 se observa la ubicación del retorno, el objetivo es que si algún vehículo intenta salir por el ingreso secundario y este se encuentra cerrado tenga la posibilidad de volver evitando maniobras peligrosas.

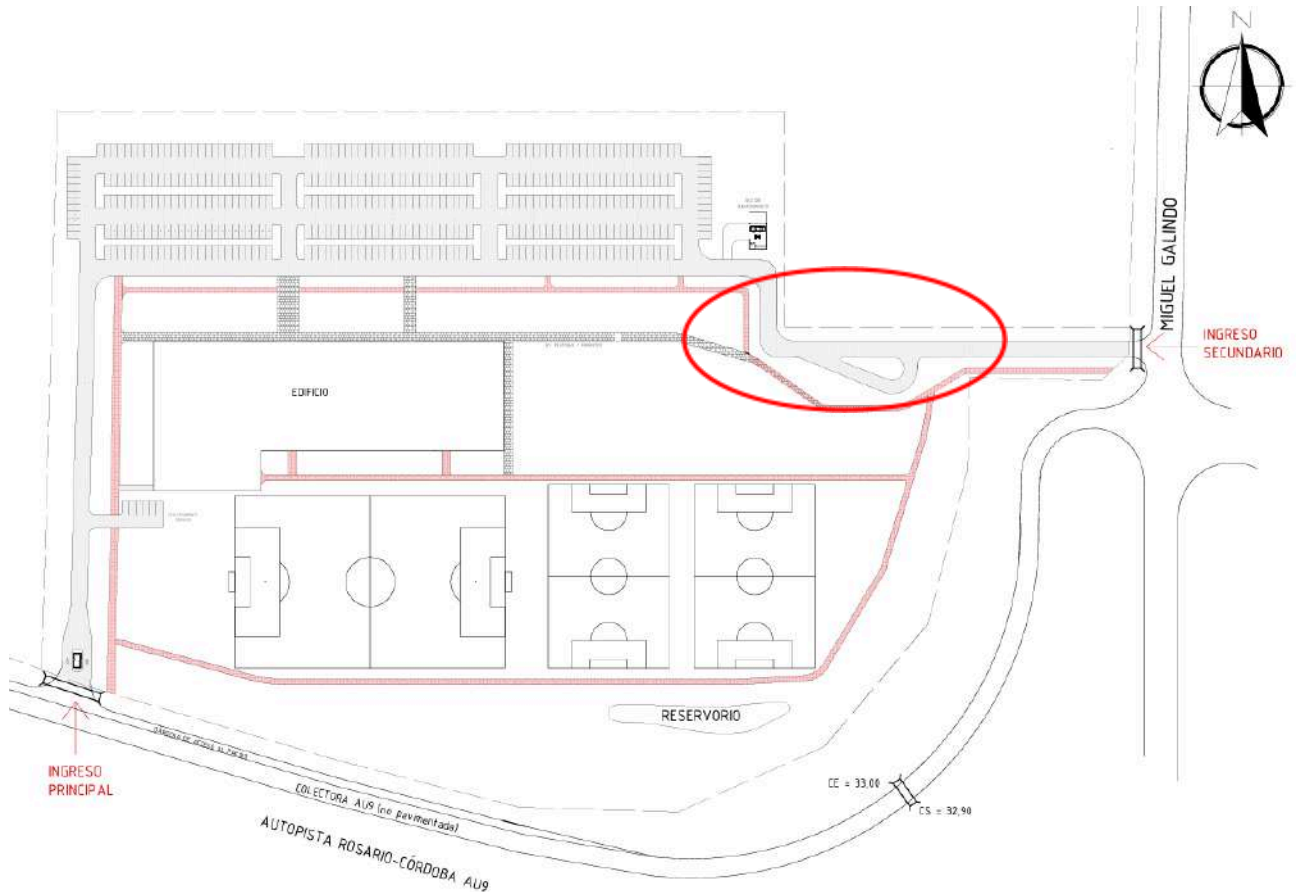


Figura 7.8. Ubicación del retorno. Fuente: elaboración propia.

Se verificó que el retorno cumple con los radios de giros mínimos para el vehículo de diseño, como se observa en la Figura 7.9.

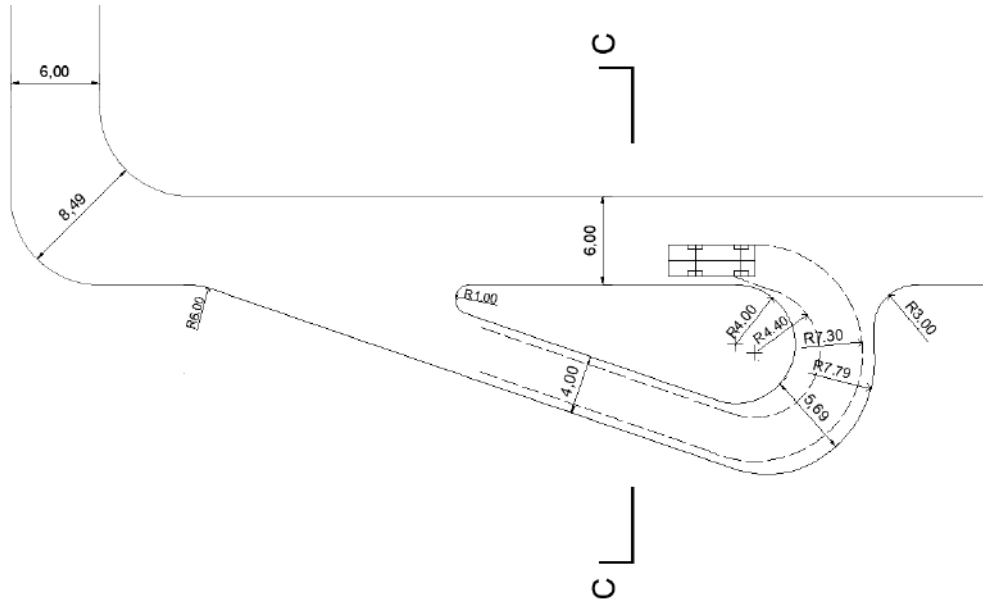


Figura 7.9. Verificación de los radios de giro del retorno. Fuente: elaboración propia.

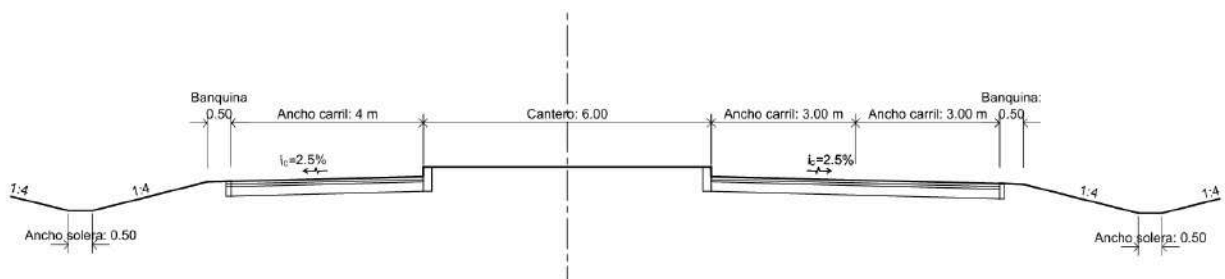


Figura 7.10. Sección transversal, corte CC. Fuente: elaboración propia.

8. Diseño del paquete estructural de la colectora

8.1 Caracterización de la subrasante

A partir de los datos del estudio de suelos de un terreno colindante, se procedió a la caracterización de la subrasante. Se dispone de siete sondeos geotécnicos que incluyen perfiles estratigráficos con clasificaciones según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), ensayos de penetración estándar (SPT), contenido de humedad natural, límites de Atterberg y granulometría.

De acuerdo con las tres unidades geotécnicas homogéneas ya identificadas en el informe de referencia, se determinó que la subrasante corresponde al estrato inmediatamente inferior a la capa vegetal. Este se define como un suelo arcilloso (CL) de coloración castaño rojizo oscuro, consistencia dura y espesor aproximado de 1,80 m.

Para la obtención de los parámetros de diseño representativos, el Índice de Plasticidad (IP) y el pasa tamiz N°200, se utilizó el valor derivado de una distribución normal. A continuación, se presentan los valores obtenidos en la *Tabla 8.1*:

Características estrato inmediatamente inferior al manto vegetal			
Clasificación S.U.C.S		CL	Suelo arcilloso
Clasificación HBR			
IP k	21	→	A-7-6
LL k	46		
LL-30	16		IP>LL-30
Valor P200 prom			
P200 prom	100,00%		

Tabla 8.1. Valores característicos del estrato inmediatamente inferior al vegetal.

A partir del Índice de Plasticidad (IP) y el porcentaje que pasa el tamiz N°200 (P200), se empleó una correlación empírica para suelos finos con el fin de estimar el valor del CBR de diseño. Se optó por este método debido a su idoneidad para suelos de comportamiento plástico, obteniéndose un valor de **CBR de 4,6%** tal como se muestra en la *Tabla 8.2*. Dicho resultado se considera representativo de la unidad analizada, guardando coherencia con las características de las arcillas de baja plasticidad (CL) identificadas y situándose dentro de los rangos esperados para este tipo de formación geotécnica.

1. Suelos plásticos	
P200 prom	1,00
IP k	21
wPI>8	21,00
CBR	4,60

Tabla 8.2. Determinación del CBR del estrato.

Considerando que el CBR natural es bajo ($CBR < 5\%$), se ejecutará un mejorado con cal sobre la subrasante para elevar dicho parámetro a 6 antes de iniciar las tareas de pavimentación.

A partir del $CBR=6\%$, mediante correlaciones, se calcula el módulo resiliente tal como se plasma en la *Figura 8.3*.

Correlaciones	Mr [Mpa]
TRRL	57
AASHTO	60
SHELL	62

Tabla 8.3. Cálculo del módulo resiliente.

8.2 Determinación de las solicitudes del tránsito

Posteriormente, se calculan las solicitudes debidas al tránsito a través del número N de ejes equivalentes en efecto destructivo de 80 kN en el carril ascendente de la autopista. Se obtiene el TMDA del censo de la Dirección Nacional de Vialidad para el tramo en estudio de la ruta RNN°9 (progresiva de inicio 297 a progresiva 306.38). Se proyecta el tránsito al final del período de diseño de 15 años mediante una tasa anual acumulativa del 3%, el cual se plasma en la *Figura 8.4*.

Año	TMDA
2024	51400
2026	54484
2041	77614

Tabla 8.4. TMDA del sector en estudio.

A continuación se muestra una tabla con los coeficientes de equivalencia en efecto destructivo por tipo de vehículo según DNV y la composición del tránsito obtenida del censo del tramo en estudio.

Tipo vehiculo	Configuración ejes	%VEH	Ce (8,16tn)		Factor F	
			DNV	Lilli y Lockhart (1997)	DNV	y Lockhart (1997)
LIV	S1-S1	86	0,044		0,038	
BU1	S1-S1	0,4	0,308		0,001	
BU2	S1-D2	0,9	0,462		0,004	
SA1	S1-D1	2,3	2,64	1,337	0,061	0,031
SA2	S1-D2	0,5	2,508	0,653	0,013	0,003
CA1	S1-D1-D1-D1	0,3	5,28	2,734	0,016	0,008
CA2	S1-D1-D1-D2	2,3	4,29	4,418	0,099	0,102
CA3	S1-D2-D1-D2	0,9	4,224	2,437	0,038	0,022
SE1	S1-D1-D1	0,3	3,564	2,499	0,011	0,007
SE2	S1-D1-D2	2,8	3,96	1,598	0,111	0,045
SE3	S1-D1-D3	2,9	4,51	2,447	0,131	0,071
SE4	S1-D2-D3	0,5	5,28	1,222	0,026	0,006
				Σ(%veh*Ce)	0,548	0,295

Tabla 8.5. Composición vehicular, coeficientes de equivalencia (Ce) y Factores de Carga (F).

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular el número total de aplicaciones de ejes equivalentes de 8,16 toneladas ($N_{(8,16t)}$);

$$N_{(8,16t)} = TMDA_0 \times Fd \times Ft \times Fa \times Fp \times \sum (\%veh_i \times Ce_{(8,16t)i})$$

Siendo,

- $TMDA_0 = 54530$ veh
- Fd (factor de direccionalidad)= 0,35. Obtenido gracias a la distribución por sentido de la estación permanente ubicado en las progresivas 306.11 y 314.11
- Ft (factor de distribución por carril)=0.9
- $Fa=365$ días
- Fp (factor de período)= $\sum_{i=1}^{i=15 \text{ años}} (1 + r)^i$
- r (tasa anual acumulativa de evolución del tránsito)=3%

Finalmente, se obtiene **$N(8.16t) = 5,8 \times 10^7$** . Para el dimensionamiento de la colectora, se ha adoptado el 4% de dicho valor.

8.3 Materiales disponibles

Para el diseño estructural, se adoptaron materiales disponibles en la zona de emplazamiento, cuyas propiedades mecánicas se resumen a continuación:

- Estabilizado Granular y Suelo Cal.
- Mezclas Asfálticas: Se proyecta el uso de una mezcla densa en caliente tipo CAC D19 con ligante CA30.

MATERIAL	CLASIFICACIÓN			
	HRB	Proctor		CBR
		wopt %	gd máx (g/cm3)	CBR 97%
ESTABILIZADO GRANULAR	A - 1 - a (0)	5,0	2,240	80
SUELO CAL	Resistencia min 9 kg/cm2	20,2	1,510	25
	CUV min 3,5%			

Tabla 8.6. Características de los materiales disponibles.

8.4 Dimensionamiento del pavimento empleando el método AASHTO'93

Para diseñar la estructura de pavimento flexible para la colectora se debe determinar el número de capas, los materiales, espesores y anchos de cada una.

El método AASHTO de diseño de estructuras de pavimentos tiene su origen en una experiencia de gran magnitud y a escala real, denominada "AASHO ROAD TEST", realizada en los años finales de la década del '50 en los Estados Unidos.

La capacidad estructural o resistencia total de un pavimento, para una determinada condición de subrasante, y para condiciones particulares de tránsito y serviciabilidad al final del período de diseño, está representada por un valor abstracto y adimensional denominado Número Estructural (SN). Se calcula el SN requerido y se compara con SN de la estructura diseñada para verificar que se encuentra en buenas condiciones.

Para obtener el SN requerido se utiliza un software que aplica la ecuación de diseño del método. Los parámetros de diseño resultan: la desviación estándar, el índice de serviciabilidad inicial y final, la pérdida de serviciabilidad y el tránsito de diseño.

Confiabilidad (R) (%)	Desviación General Estándar (So)	Psio	Psif	ΔPsi
85 %	0,45	4,2	2,5	1,7

Tabla 8.7. Hipótesis confiabilidad y serviciabilidad.

PSI₀: Índice de Serviciabilidad Inicial.

PSI_F: Índice de Serviciabilidad Final.

ΔPSI : Consumo del Índice de Serviciabilidad a lo largo del período de diseño.

Además, se ingresa el Módulo Resiliente de la subrasante y el W18 calculados anteriormente:

- MR=60 MPa = 8.701 psi
- W18= 1.728.355

Figura 8.1. Software AASHTO. Cálculo SN requerido. Fuente: Ecuación AASHTO 93.

Se obtiene un SNreq de 3,62.

Para la estructura diseñada se calcula el SN que debe ser mayor que el requerido.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + \dots + a_i \cdot m_i \cdot D_i$$

siendo;

a_i : coeficientes de capa [cm^{-1} o $pulg^{-1}$]

D_i : espesores de capa [cm o pulg]

m_i : coeficientes de drenaje

Los Coeficientes de Capa (a) son indicadores de la capacidad relativa de cada capa como componentes de un paquete estructural de pavimento. Aunque no son directamente un índice de la resistencia del material, los coeficientes de capa están correlacionados con distintos parámetros resistentes.

Para poder aplicar el método AASHTO se debe proponer una estructura que cumpla con el SN necesario calculado. Para definir los materiales que constituirán las diferentes capas de la estructura se considera que el escalonamiento modular del CBR debe ser máximo 4 y mínimo 1,5.

En cuanto a los espesores se consideran espesores constructivos en función de del material que compone cada capa.

Material	Capa	Espesor (cm)
Mezclas asfálticas	Rodamiento	3 a 6
	Bases y sub bases	4 a 8
Suelos	Recubrimiento y sub base	10 a 20
	Subrasante	20 a 30
Suelos estabilizados	Sub base y base	15 a 20

Figura 8.2. Espesores constructivos habituales para capas estructurales.

Minimum Thickness (inches)		
Traffic, ESAL's	Asphalt Concrete	Aggregate Base
Less than 50,000	1 0 (or surface treatment)	4
50,001–150,000	2 0	4
150,001–500,000	2 5	4
500,001–2,000,000	3 0	6
2,000,001–7,000,000	3 5	6
Greater than 7,000,000	4 0	6

Figura 8.3. Recomendaciones AASHTO 93'.

Finalmente, el predimensionamiento se resume en la siguiente tabla.

Capa	Espesor [cm]	Descripción
CAC D19 R - CA30	5	Mezcla asfáltica
CAC D19 B - CA30	5	Mezcla asfáltica
Base	20	Estabilizado granular
Subbase	20	Suelo estabilizado con cal

Tabla 8.8. Predimensionamiento.

8.5 Verificación y ajuste de espesores del pavimento empleando BackVide

A partir del dimensionamiento obtenido con el método AASHTO, se ingresa al programa BackVide utilizando como datos de entrada: la temperatura, reiteraciones anuales, la tasa, los materiales y espesores de cada capa. Además para los módulos de cada una de estas se utilizan los sugeridos por el programa para las mezclas asfálticas y la correlación con el CBR para la base y subbase ($M_r = 18 \times \text{CBR}^{0.64}$).

ANÁLISIS DE VIDAS ÚTILES (Modelo en Condiciones Iniciales)

Eje de referencia

Eje de referencia			Eje de Ruedas Duales		
Deriva (mm)	250	Trocha (mm)	1900	Frec. (Hz)	10,00
Radio de carga (mm)	105	Presión (MPa)	0,577	Temp (°C)	26,0
				Carga (KN)	80
				Reiter. anuales	1728355
				Tasa	3,0%

Condicion Final

Ahuell. (mm)	Fisuras Tot.(%)	Riesgo (%)
12	30	50

Figura 8.4. Parámetros de entrada

Estructura		Sugerir módulos (hz, T, fis)			Grado de fisuras 0		Número de capas 4					
Material	Espesor (mm)	Módulo (MPa)	Ecuación Mr			Relación (M/Minf.)	Poisson	Interfaz	Año de construc.	Criterio Modular	Maximo (MPa)	Minimo (MPa)
Valores por Defecto			Tipo	coef_A	coef_B	coef_C						
1 CAC D 19 CA30	100	3350					0,35	Adherida		Dato	10000	300
3 Base Granular	200	355					0,40	Adherida		Dato	900	150
3 Suelo Cal	200	122					0,40	Adherida		Dato	300	50
3 Subrasante		60					0,40	Adherida		Dato	200	25
								Adherida				

Análisis de Sensibilidad						
Capa número	Espesor de la capa (mm)			Módulo (MPa) o coef A		
	Inicial	Final	Increment.	Inicial	Final	Increment.
1	80	120	10	2500	4500	1000

Desarrollado por Laboratorio Vial IMAE

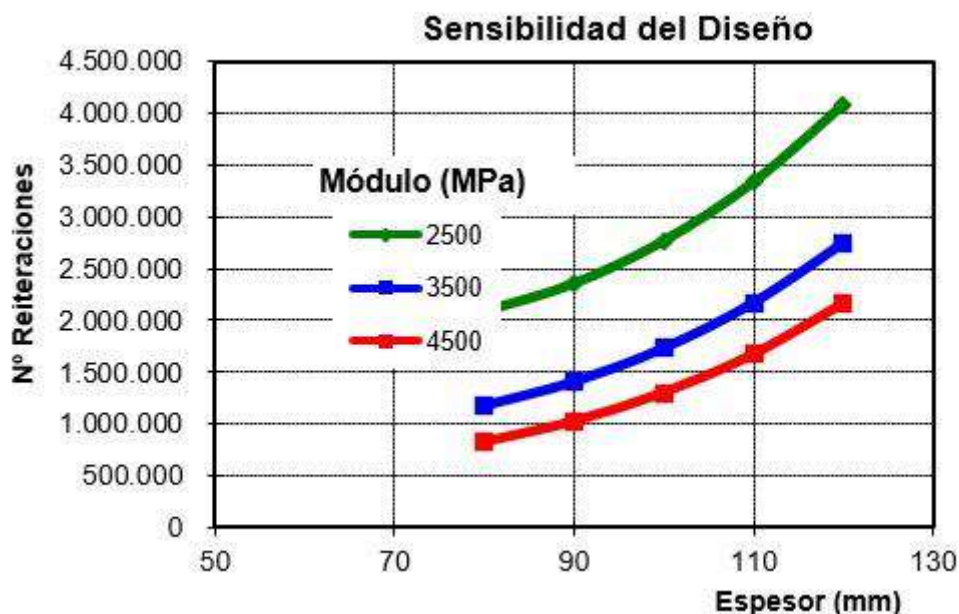
Figura 8.5. Parámetros de entrada del paquete estructural.

Una vez ingresados los parámetros de entrada, se efectúa un análisis de sensibilidad considerando distintos espesores y módulos de la mezcla asfáltica.

A partir de los resultados obtenidos (Figura 8.6), se observa que al ingresar a la gráfica Espesor vs N° Reiteraciones con el espesor de 100mm propuestos originalmente se llega a un N° de reiteraciones de 1.733.932, el cual está por encima del N° de diseño verificando los espesores.

Estructura Analizada

Tipo	Espesor (mm)	Módulo (MPa)
CAC D 19 CA30	Variable	Variable
Base Granular	200	355
Suelo Cal	200	122
Subrasante		60



Casos Resueltos						N adm Fisuración		Nadm Ahuellamiento
Capa	Tipo	Espesor	Módulo	Et[ust]	Tensión	Nadm.	Ez[ust]	Nadm.
1	Asf	100	3500	-192		1.733.932		
2	NoLig	200	355				401	111.020.096
3	NoLig	200	122				464	9.694.487
4	NoLig	0	60				429	5.284.830

Figura 8.6. Resultados BackVide.

9. Diseño calles internas

9.1 Tipos

En la planta (Figura 9.4) se distinguen tres tipologías diferenciadas por su uso, dimensiones geométricas y materiales estructurales:

- **Vías de tránsito vehicular general:** corresponden a los circuitos de acceso a estacionamientos y rotonda interna. Se proyecta un ancho de calzada de 6,00 metros (dos carriles de circulación de 3,00 metros cada uno), permitiendo el paso simultáneo de dos vehículos livianos en sentidos opuestos. La superficie se ejecutará en adoquines de hormigón intertrabados. Para esta tipología se selecciona el color gris y el modelo de colocación de espina de pez con remate simple (Figura 9.1)

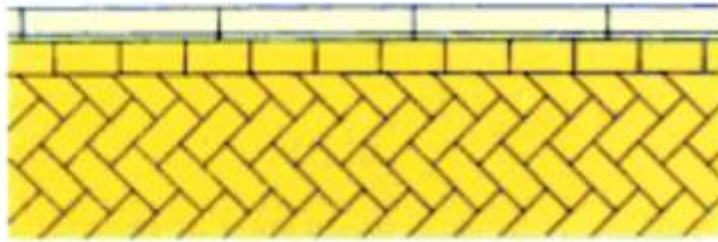


Figura 9.1. Modelo de colocación espina de pez con remate simple. Fuente: manual Euroadoquin.

- **Vías de prioridad peatonal:** calles diseñadas para el tránsito peatonal que permiten el acceso restringido de vehículos de emergencia, servicios municipales y logística de mantenimiento. El ancho varía entre 8,00 a 3,00 metros. En este caso, se optó por color negro y colocarlos a 90°(Figura 9.2)

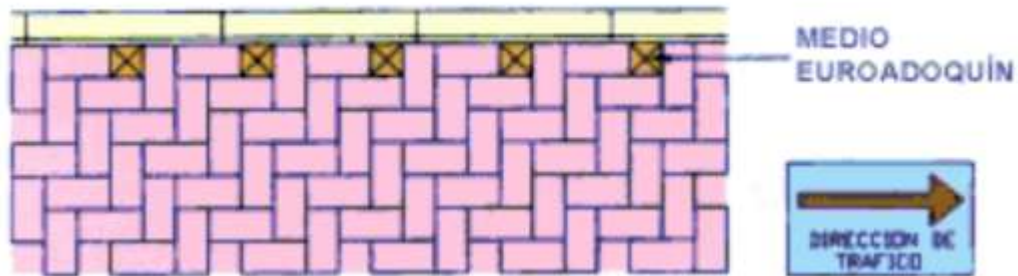


Figura 9.2. Modelo de colocación a 90°. Fuente: manual Euroadoquin.

- **Caminos exclusivamente peatonales:** veredas entre el edificio principal y los sectores deportivos, con anchos variables entre 2,00 y 3,00 metros. Colocandose como la Figura 9.3, en color rojo.

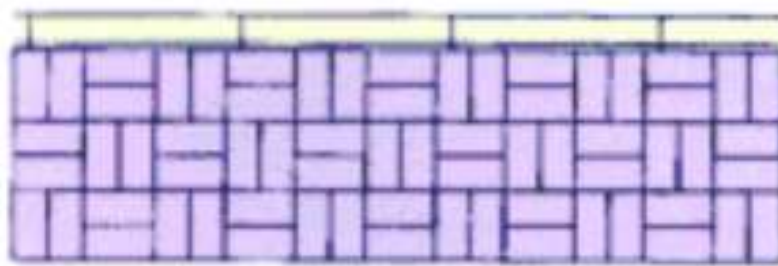


Figura 9.3. Modelo de colocación parquet. Fuente: manual Euroadoquin.

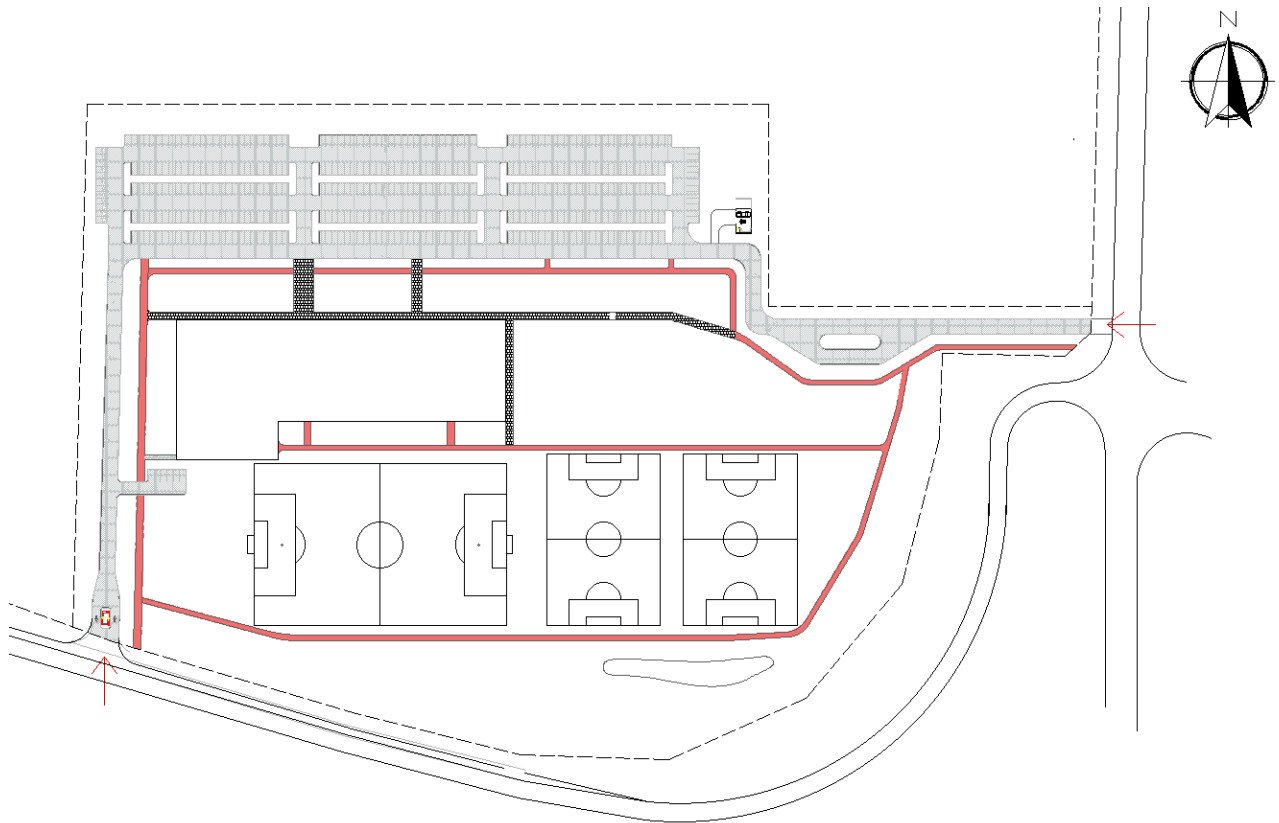


Figura 9.4. Calles internas de adoquines de hormigón. Fuente: elaboración propia.

Para optimizar el mantenimiento a futuro de las tres tipologías se optó por materializar con adoquines de hormigón, aprovechando que los mismos tienen una variada gama de colores y múltiples disposiciones en planta adaptándose a cualquier necesidad y consiguiéndose variados efectos estéticos.

De acuerdo con la Asociación para la Investigación y Desarrollo del Adoquín de Hormigón (s. f.), la categoría para los tres tipos de calle son C4 (Figura 9.5)

- C4:** Áreas peatonales sin acceso de vehículos pesados. Calles con anchura menor de 6 m, sin tráfico comercial. Calles exclusivamente residenciales. Aparcamientos de vehículos ligeros.
- C3:** Calles Comerciales. Calles con anchura superior a 6 m, sin servicio regular de autobuses urbanos.
- C2:** Calles de gran actividad comercial. Calles con anchura mayor o igual de 6 m y con servicio regular de autobuses.
- C1:** Arterias principales (que no se correspondan con travesías de carreteras con tráfico superior a 49 vehículos pesados por día).

Figura 9.5. Categoría de calles. Adaptado de Asociación para la Investigación y Desarrollo del Adoquín de Hormigón (s. f.).

9.2 Calles exclusivamente peatonales

De acuerdo con la **Asociación Euroadoquín (s. f.)**, "Si el terreno natural no posee las condiciones resistentes mínimas exigibles, es decir, un índice CBR inferior a 5, es preciso efectuar un

tratamiento especial de mejora del mismo". Por lo tanto, se resuelve realizar un mejoramiento con cal dado que el CBR de la subbase es de 4,64.

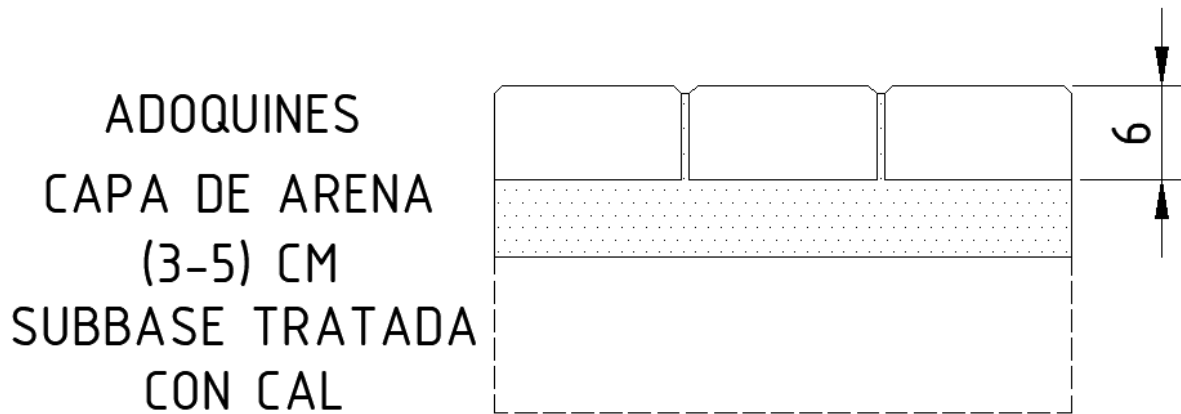


Figura 9.6. Paquete estructural calles peatonales. Fuente: manual Euroadoquin.

9.3 Calles con acceso vehicular

Para esta tipología de calle la propuesta estructural es la siguiente:

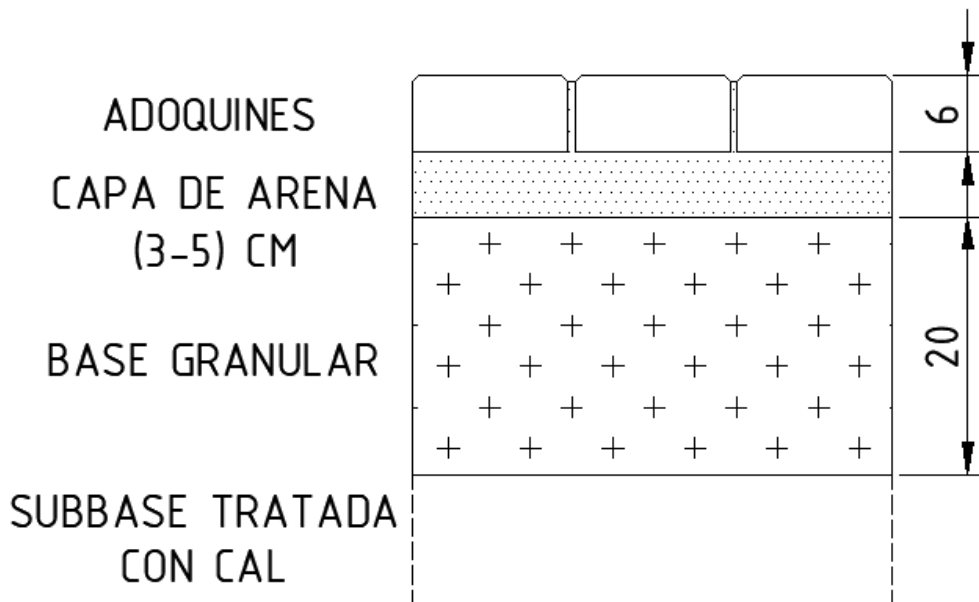


Figura 9.7. Paquete estructural calles con acceso vehicular. Fuente: manual Euroadoquin.

10. Incorporación de la dimensión ambiental.

La incorporación de la dimensión ambiental es fundamental dado que la intervención transforma aproximadamente 8 hectáreas de suelo natural en superficies impermeables, alterando

significativamente el ciclo hidrológico local. En este contexto, el cumplimiento de la Ley Provincial 13.246 resulta un eje rector ineludible para garantizar la sostenibilidad del proyecto dentro de la cuenca del Arroyo Ludueña. Al priorizar el objetivo de "impacto hídrico cero", el diseño trasciende la mera construcción civil para convertirse en una solución de ingeniería resiliente que mitiga los riesgos de escurrimiento superficial y protege los recursos hídricos circundantes. Esta perspectiva técnica asegura que el desarrollo del complejo sea compatible con la preservación del entorno y la seguridad de las áreas urbanizadas de Funes.

Asimismo, la integración de criterios ambientales permite alinear la propuesta con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), dotándola de una visión integradora que supera los requerimientos puramente funcionales. Mediante una estructuración integral que contempla la eficiencia de los accesos y el diseño de obras de arte vinculadas a la hidráulica, se fomenta un ecosistema equilibrado entre la educación, el deporte y el turismo. Esta aproximación no sólo revaloriza el terreno actual, sino que garantiza su viabilidad técnica y social frente a los desafíos de la expansión urbana en el Área Metropolitana de Rosario. De este modo, la dimensión ambiental se constituye como un pilar formativo, transformando la infraestructura en un modelo de gestión responsable para la sociedad en su conjunto.

10.1 Objetivos del Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen una agenda global definida por las Naciones Unidas en 2015, compuesta por 17 objetivos y 169 metas que buscan promover un desarrollo equilibrado en el plano social, económico y ambiental hacia el año 2030. Estos objetivos establecen una hoja de ruta para que gobiernos, empresas, instituciones y profesionales orienten sus decisiones hacia un modelo sostenible, inclusivo y resiliente. Los mismos pueden observarse en la *Figura 10.1*:



Figura 10.1: Objetivos del Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

En el ámbito de la ingeniería civil, los ODS representan un marco de referencia fundamental para el diseño, construcción y operación de infraestructuras que respondan a las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones. La ingeniería civil tiene un rol directo en varios de los objetivos, particularmente en aquellos vinculados a infraestructura, urbanización y gestión ambiental, los cuales se desarrollarán más adelante.

Los ODS no solo representan un compromiso internacional, sino también un marco operativo para repensar la ingeniería civil desde una perspectiva sostenible. Incorporarlos en la planificación y ejecución de proyectos permite mejorar la eficiencia, reducir impactos negativos y generar valor social. Para las y los profesionales de la ingeniería civil, la adopción de los ODS implica integrar criterios ambientales y sociales desde las etapas iniciales del diseño, fomentando prácticas responsables que aporten a un desarrollo sostenible y a la construcción de un futuro más equitativo.

Cuando se habla de desarrollo sostenible se hace referencia a un enfoque que permite equilibrar 3 dimensiones fundamentales:

- Ambiental: gestionar el recurso hídrico mediante sistemas de retardo que aseguren un impacto nulo en la cuenca del Ludueña y preserven el equilibrio del suelo.
- Social: promover la formación integral de jóvenes y la inclusión barrial mediante infraestructura deportiva especializada y espacios públicos compartidos.
- Económico: dinamizar la economía local a través del turismo de eventos y asegurar la viabilidad del predio mediante un modelo de concesión eficiente.

En este sentido, se busca alcanzar un punto de equilibrio en donde coexistan las 3 dimensiones. A continuación puede verse un esquema en la *Figura 10.2* que representa cómo se superponen cada uno de estos pilares y la ubicación de cada uno de ellos:



Figura 10.2: Pilares del desarrollo sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

A continuación, se muestran cuales son los objetivos de la Organización de Naciones Unidas (ONU) que se relacionan con el presente proyecto, ordenados según su jerarquía en el proyecto:

- ODS 6: Agua limpia y saneamiento.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructuras.
- ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.
- ODS 3: Salud y bienestar.

- ODS 4: Educación de calidad.
- ODS 10: Reducción de desigualdades.
- ODS 5: Igualdad de género.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento. Es un componente crítico en el proyecto dado la gran escala de la intervención hidráulica en la cuenca del Arroyo Ludueña.

- Calidad del agua y reducción de contaminación (Meta 6.3): El diseño de las estructuras de drenaje y el control de la impermeabilización del terreno buscan minimizar el arrastre de sedimentos y contaminantes hacia las alcantarillas perimetrales. Al evitar el estancamiento y asegurar una descarga efectiva, se reduce el riesgo de focos de contaminación en el predio.
- Uso eficiente de los recursos hídricos (Meta 6.4): La gestión del retardo hídrico a través del reservorio optimiza el ciclo natural del agua alterado por las 8 hectáreas de superficies cubiertas. Este sistema permite administrar de forma eficiente el aumento significativo del volumen de escorrentía superficial.
- Gestión integrada de los recursos hídricos (Meta 6.5): El proyecto se rige por la Ley 13.246, la cual impone una gestión coordinada del agua a nivel de cuenca para proteger la estabilidad del Arroyo Ludueña. Esta visión integral asegura que el desarrollo en Funes no afecte negativamente a las localidades aguas abajo.
- Protección de ecosistemas relacionados con el agua (Meta 6.6): La premisa ineludible de "impacto hídrico cero" garantiza la preservación del ecosistema hídrico regional. Al compensar la impermeabilización con obras de arte hidráulicas, se protegen los servicios ambientales de la cuenca y se previene la degradación del suelo.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura. Es el pilar técnico del proyecto, ya que se centra en construir infraestructuras resilientes.

- Desarrollo de infraestructuras fiables y resilientes (Meta 9.1): El proyecto transforma un terreno sin uso en una infraestructura de calidad compuesta por el Centro de Convenciones y el bloque deportivo, apoyando el desarrollo económico regional y el bienestar humano en Funes. Asimismo, la mejora planificada de los accesos en la zona de la Autopista Rosario-Córdoba garantiza una conectividad segura y eficiente.
- Modernización para la sostenibilidad (Meta 9.4): La adopción de una estructura metálica para el salón principal representa una apuesta por tecnologías más limpias y procesos industriales eficientes, dada la ligereza y capacidad de reciclaje del acero. De igual manera, el diseño hidráulico para lograr un "impacto hídrico cero" moderniza la gestión pluvial del predio bajo estándares ambientales modernos.
- Adopción de normativa técnica y tecnológica (Meta 9.b): El cumplimiento riguroso de los reglamentos CIRSOC, normas IRAM y el reglamento de la AEA asegura que la

infraestructura se desarrolle bajo los más altos estándares de innovación y seguridad técnica del país.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico. Se manifiesta en el proyecto al posicionar la infraestructura civil como un catalizador de la actividad comercial y profesional en la región.

- Diversificación y productividad económica (Meta 8.2): El bloque de convenciones diversifica la matriz económica de Funes al introducir el turismo de negocios y eventos de gran escala, sectores que requieren servicios especializados de alta productividad.
- Fomento de la actividad económica y el empleo (Meta 8.3): El proyecto incluye la explotación gastronómica y un predio ferial a cielo abierto, elementos diseñados específicamente para fomentar la economía local y generar nuevos puestos de trabajo.
- Trabajo decente y seguridad laboral (Meta 8.5): La ejecución y operación del complejo deben cumplir estrictamente con la legislación vigente en materia laboral, previsional y de Higiene y Seguridad, garantizando un entorno de trabajo protegido para todos los involucrados.
- Formación y educación para el empleo (Meta 8.6): A través de la articulación entre el bloque deportivo y la Escuela Municipal, se brinda formación técnica, física y social a jóvenes de entre 4 y 19 años, reduciendo el riesgo de exclusión y preparándolos para su inserción futura en la sociedad.
- Promoción del turismo sostenible (Meta 8.9): El Centro de Convenciones busca posicionar a Funes como un referente regional en turismo de eventos, permitiendo albergar encuentros institucionales y privados que actualmente la ciudad no puede recibir debido a la falta de infraestructura.

ODS 3: Salud y bienestar. Se integra en el proyecto a través de acciones concretas que responden a las metas específicas establecidas por las Naciones Unidas.

- Prevención contra enfermedades y Salud Mental (Meta 3.4): El bloque deportivo, enfocado en jóvenes de entre 4 y 19 años, actúa como una herramienta de prevención contra enfermedades no transmisibles mediante el fomento de la actividad física. Asimismo, el enfoque pedagógico de la formación integral busca promover la salud mental y el bienestar de los deportistas.
- Prevención del abuso de sustancias (Meta 3.5): Al ofrecer infraestructura especializada para el deporte lúdico y competitivo, se fortalece la prevención del consumo de sustancias adictivas al brindar a los jóvenes un entorno social saludable y de contención.
- Seguridad vial y reducción de lesiones (Meta 3.6): Uno de los objetivos particulares del proyecto es determinar la viabilidad de los accesos al predio y mejorar la circulación en la zona de la Autopista Rosario-Córdoba y la calle Miguel Galindo. Esta planificación de

ingeniería vial contribuye directamente a reducir el riesgo de accidentes de tráfico y lesiones en el entorno urbano de Funes.

- Reducción de la contaminación y salud ambiental (Meta 3.9): El diseño hidráulico bajo la premisa de "impacto hídrico cero" y el cumplimiento de la normativa ambiental buscan reducir la degradación del suelo y asegurar una gestión correcta del agua pluvial. Esto minimiza la exposición de la comunidad a enfermedades derivadas de la contaminación del agua o el suelo en la cuenca del Ludueña.

ODS 4: Educación de calidad. Es un eje central en la propuesta del proyecto, ya que el mismo no se define solo como deportivo sino como educativo.

- Infraestructura y entornos de aprendizaje seguros (Meta 4.a): El proyecto contempla la construcción obligatoria de aulas multifuncionales y un Salón de Usos Múltiples (SUM). Estas instalaciones deben cumplir con criterios de accesibilidad universal, asegurando un entorno de aprendizaje inclusivo y eficaz para todos.
- Apoyo a la educación primaria y secundaria (Meta 4.1): Las canchas de fútbol y los vestuarios del bloque deportivo están a disposición de la Escuela Municipal en contraturno, reforzando el vínculo entre el deporte y la educación formal para niños y jóvenes.
- Formación técnica y desarrollo de talentos (Meta 4.3): La escuela de fútbol para jóvenes de entre 4 y 19 años se enfoca en una formación integral que incluye el desarrollo técnico y físico bajo un enfoque pedagógico, garantizando el acceso a una formación técnica deportiva de calidad.
- Competencias para el empleo y el emprendimiento (Meta 4.4): El Centro de Convenciones y Eventos actúa como un motor de formación profesional al albergar actividades feriales, de exposición y turismo de negocios. Esto fomenta el desarrollo de habilidades técnicas y profesionales en la comunidad local.

ODS 10: Reducción de desigualdades. Se refleja en el proyecto al concebir una estructura como un espacio de integración que elimina barreras sociales, económicas y físicas.

- Promoción de la inclusión social y económica (Meta 10.2): El proyecto establece prioridades para instituciones con políticas de becas y acciones de integración barrial, asegurando que el acceso al deporte y la formación sea un derecho para toda la comunidad, independientemente de su situación económica. Asimismo, el desarrollo de las áreas debe cumplir con criterios de igualdad y perspectiva de género, previniendo cualquier tipo de violencia o discriminación.
- Garantía de igualdad de oportunidades (Meta 10.3): A través del programa de captación y desarrollo de talentos, se busca detectar y formar futbolistas jóvenes basándose en su potencial y esfuerzo, eliminando prácticas discriminatorias y fomentando la equidad en el acceso a oportunidades profesionales.

- Facilitación de una movilidad segura y responsable (Meta 10.7): La planificación de los accesos y la mejora de la circulación en la intersección de la Autopista Rosario-Córdoba y Miguel Galindo promueven una movilidad ordenada y segura para los habitantes de diferentes sectores de Funes y el Área Metropolitana, facilitando el tránsito de las personas hacia los nuevos polos de actividad.

ODS 5: Igualdad de género. Se integra en el proyecto de ingeniería en Funes al transformar la infraestructura física en un espacio que garantiza la equidad, la seguridad y la participación plena de todas las personas.

- Eliminación de la discriminación (Meta 5.1): El diseño de núcleos sanitarios sin distinción de género en el Centro de Convenciones y el bloque deportivo elimina la segregación espacial. Esta decisión arquitectónica garantiza que las mujeres no enfrenten las históricas desigualdades en tiempos de espera en eventos masivos y promueve un entorno de respeto mutuo.
- Seguridad y prevención de la violencia (Meta 5.2): Al proyectar baños neutros con cabinas individuales de piso a techo y áreas de lavado comunes integradas a la circulación, se mejora la visibilidad y la vigilancia natural del espacio. Esto reduce los puntos ciegos y mitiga riesgos de violencia en ámbitos públicos, creando un entorno seguro para niñas y jóvenes de la escuela deportiva.
- Reconocimiento de los cuidados (Meta 5.4): Los baños sin distinción de género facilitan la corresponsabilidad en el cuidado de los niños de entre 4 y 19 años que asisten al bloque deportivo. Permiten que cualquier padre, madre o tutor los acompañe sin las barreras que imponen los sanitarios segregados, promoviendo la responsabilidad compartida en el hogar y la familia.
- Igualdad de oportunidades (Meta 5.5): El Centro de Convenciones promueve condiciones de participación equitativa mediante un diseño basado en criterios de accesibilidad universal e inclusión espacial. La eliminación de barreras físicas y la disposición de espacios abiertos y neutrales favorecen el acceso y la participación de mujeres en actividades profesionales, institucionales y económicas en igualdad de condiciones.
- Infraestructura con perspectiva de género (Meta 5.c): La adopción de estas medidas en el pliego técnico demuestra una política de diseño acertada que traduce la legislación vigente y los tratados internacionales en soluciones de ingeniería civil concretas para la comunidad de Funes.

10.2 Impacto ambiental negativo

10.2.1 Emisiones atmosféricas

Todo proyecto de ingeniería civil de esta envergadura conlleva impactos negativos potenciales en la atmósfera que deben ser analizados en etapas tempranas para determinar su influencia en el entorno y en los usuarios del mismo.

ETAPA CONSTRUCTIVA (Efecto Temporal)

- Emisiones de Maquinaria: El uso de equipos pesados para el movimiento de suelos, como motoniveladoras y la grúas generan la combustión de combustibles fósiles, liberando gases como dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno.
- Material Particulado (Polvo): Las tareas de excavación y perfilado del terreno pueden generar nubes de polvo que afecten la calidad del aire local y la visibilidad en la Autopista Rosario-Córdoba.

ETAPA OPERATIVA (Impacto Permanente)

- Aumento del Tráfico Vehicular: Al posicionar a Funes como un referente del turismo de negocios con capacidad para 500 personas, se incrementará el flujo de vehículos y ómnibus en la zona de Miguel Galindo, aumentando las emisiones derivadas del transporte.
- Sistemas de Climatización: El funcionamiento del centro de convenciones requerirá sistemas de acondicionamiento de aire de gran escala que, dependiendo de su eficiencia y tipo de refrigerante, tienen una huella de carbono asociada.

10.2.2 Contaminaciones hídricas

La ejecución de una obra de esta escala conlleva riesgos potenciales de contaminación hídrica que deben ser gestionados, especialmente considerando su ubicación en la cuenca del Arroyo Ludueña.

ALTERACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO

- Impermeabilización: Al transformar 8 hectáreas de suelo natural en superficies cubiertas, se reduce drásticamente la infiltración, la percolación y el escurrimiento subterráneo.
- Aumento de Escorrentía: Esta pérdida de absorción genera un aumento significativo en el volumen y la velocidad del escurrimiento superficial, lo que puede saturar los sistemas de drenaje existentes si no se compensa adecuadamente.

ETAPA CONSTRUCTIVA (Efecto Temporal)

- Producción de sedimentos: El movimiento de suelos y la excavación previstos pueden generar el arrastre de partículas finas hacia las cunetas y alcantarillas perimetrales durante eventos de lluvia intensa.
- Derrame de hidrocarburos: El uso de maquinaria pesada presenta el riesgo accidental de vertidos de aceites, grasas o combustibles que podrían contaminar el agua superficial.

ETAPA OPERATIVA (Impacto Permanente)

- Carga de Contaminantes en Superficie: El agua de lluvia que escurre desde los estacionamientos y accesos puede arrastrar residuos de metales pesados, aceites y restos de combustión de los vehículos hacia la cuenca.
- Gestión de Efluentes: El funcionamiento del centro de convenciones y el bloque deportivo (baños, vestuarios y servicios gastronómicos) genera efluentes cloacales que, de no contar con una conexión adecuada a la red o un tratamiento in situ, representan un foco crítico de contaminación.

10.2.3 Contaminaciones de suelo

Al ser un proyecto de 8 hectáreas, el Centro de Convenciones y el bloque deportivo en Funes conlleva riesgos de contaminación y degradación del suelo que deben ser gestionados en el estudio de impacto ambiental.

ETAPA CONSTRUCTIVA (Efecto Temporal)

- Derrames de hidrocarburos: El uso de maquinaria pesada implica un riesgo de derrames accidentales de combustibles, aceites y grasas. Estos fluidos pueden infiltrarse rápidamente, alterando la composición química del sustrato.
- Gestión de residuos de obra: La construcción de la estructura metálica y las áreas de servicios genera recortes, restos de electrodos y residuos de hormigón que, de no ser acopiados correctamente, pueden lixiviar metales pesados o alterar el pH del suelo local.

ETAPA OPERATIVA (Impacto Permanente)

- Escurrecimiento desde áreas de estacionamiento: Las superficies pavimentadas para los visitantes del centro de convenciones acumulan residuos de caucho, metales pesados y aceites de los vehículos. Durante las lluvias, estos contaminantes pueden ser arrastrados y, si el sistema de drenaje tiene fallas o infiltraciones no deseadas, terminar en el suelo circundante.
- Generación de residuos sólidos: Un centro con capacidad para más de 500 personas genera un volumen considerable de residuos urbanos. Una gestión deficiente en los

sectores de disposición transitoria dentro del predio podría derivar en la generación de lixiviados que afecten la calidad del suelo.

10.2.4 Contaminación Auditiva

Una intervención de las dimensiones del centro proyectado en una zona de transición como la de Funes genera impactos acústicos que deben ser evaluados, principalmente porque el entorno de la calle Galindo y la Autopista combina un flujo vehicular alto con zonas residenciales que valoran la tranquilidad.

ETAPA CONSTRUCTIVA (Efecto Temporal)

- Montaje de la estructura metálica: Al haber elegido una estructura de acero para el salón de 24 x 35 m, el ruido predominante será el de la descarga de perfiles, el uso de herramientas de corte, soldaduras y, fundamentalmente, el atornillado de las uniones, que produce niveles sonoros intermitentes pero elevados.
- Logística de materiales: El ingreso y egreso constante de camiones con materiales para cubrir las 8 hectáreas (hormigón para fundaciones, paneles, materiales para canchas) aumenta el nivel sonoro de fondo sobre la calle Miguel Galindo.

ETAPA OPERATIVA (Impacto Permanente)

- Tránsito vehicular: La generación de eventos para 500 personas implica la llegada y salida masiva de vehículos y ómnibus. El ruido de motores y rodadura en las horas pico de entrada/salida de convenciones puede alterar el confort acústico de la zona.
- Sistemas de Climatización: Para refrigerar un salón de 840 m², se requieren equipos de gran potencia. Si los condensadores y chillers no están correctamente aislados o ubicados, el zumbido constante (ruido tonal) puede ser molesto.
- Actividad Deportiva y Eventos: El bloque deportivo para jóvenes generará ruido por el uso de silbatos, gritos y aglomeración de público. Por otro lado, si el Centro de Convenciones se utiliza para eventos sociales o con sonido amplificado, la propagación del ruido a través de la cubierta metálica debe ser controlada.

10.2.5 Impacto Visual

Un proyecto de esta escala en una ciudad como Funes, caracterizada por su baja densidad y su identidad de "Ciudad Jardín", genera un impacto visual significativo que debe ser abordado en el proyecto para evitar el rechazo de la comunidad.

DISRUPCIÓN DE LA ESCALA URBANA

- Volumetría del Salón: Al tener una luz de 24 m, el edificio principal tendrá una altura considerable. En un entorno de casas bajas y espacios abiertos, este volumen puede percibirse como una "barrera" visual que rompe la continuidad del horizonte.
- Ocupación del Predio: Pasar de un terreno vacío de 8 hectáreas a un complejo con edificios, pavimentos y torres de iluminación para las canchas cambia drásticamente la fisonomía del sector Galindo.

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

- Iluminación de Canchas: Las torres necesarias para las canchas de fútbol 11 y 7 generan un impacto visual nocturno muy fuerte. El resplandor y la luz intrusa pueden afectar a los barrios residenciales linderos, alterando la percepción del cielo nocturno y el descanso de los vecinos.
- Fachada del Centro de Convenciones: La iluminación institucional y de seguridad del predio ferial sumará una carga lumínica permanente en una zona que hoy es oscura.

REFLECTANCIA Y MATERIALIDAD

- Cubierta Metálica: una estructura metálica con cerramientos de chapa galvanizada o paneles tipo sándwich sin tratamiento, podrían generar problemas de brillo y deslumbramiento para los conductores que circulan por la Autopista Rosario-Córdoba o por la calle Galindo, además de una estética industrial que puede chocar con el entorno verde.

10.3 Medidas de mitigación

10.3.1 Frente a emisiones atmosféricas

- Eficiencia en el diseño: El uso de estructuras metálicas permite procesos de montaje más limpios y rápidos en comparación con el hormigón tradicional, reduciendo el tiempo de operación de maquinaria pesada.
- Compromiso Ambiental: el marco de trabajo define explícitamente la necesidad de "minimizar impactos como contaminación y emisiones" mediante el uso eficiente de recursos.
- Mejora de la Circulación: Al optimizar los accesos y la fluidez del tránsito en la intersección de la autopista, se busca reducir los tiempos de marcha en vacío de los vehículos, disminuyendo así las emisiones innecesarias.

10.3.2 Frente a contaminaciones hídricas

- Impacto Hídrico Cero: El diseño del reservorio de retardo hídrico tiene como función principal compensar el aumento de escorrentía para no afectar la estabilidad del Arroyo Ludueña.
- Marco Legal: El cumplimiento de la Ley 13.246 asegura que el diseño técnico minimice la degradación del suelo y proteja los ecosistemas hídricos relacionados.

10.3.3 Frente a contaminaciones del suelo

- Planes de contingencia: Protocolos de limpieza inmediata ante derrames de la maquinaria en obra.
- Barreras físicas: Uso de mantas geotextiles o bandejas antiderrame en las zonas de mantenimiento de equipos.
- Revalorización del suelo: Dado que el terreno de 8 hectáreas se utiliza actualmente de forma informal, la ejecución de un plan de paisajismo con especies nativas ayudará a recuperar la salud del suelo en las áreas no cubiertas, mejorando su estructura biológica.

10.3.4 Frente a contaminaciones del suelo

- Aislamiento termoacústico: En el salón principal, el uso de paneles tipo "sándwich" con lana de roca no solo ayuda a la eficiencia energética, sino que es una excelente barrera contra la salida de ruido hacia el exterior.
- Barreras Forestales: Aprovechando que tenés 8 hectáreas, se diseña un cinturón verde perimetral con especies densas. Las cortinas forestales funcionan como amortiguadores acústicos naturales y ayudan a la integración del parque con el entorno.
- Zonificación: Ubicar el edificio del Centro de Convenciones y las áreas de carga/descarga lo más lejos posible de las medianeras con zonas residenciales, utilizando el propio Bloque Deportivo o las áreas verdes como "buffer" o zonas de amortiguamiento.

10.3.5 Frente al impacto visual

- Tratamiento de Fachadas: Uso colores orgánicos o "tierras" en los paneles metálicos para que el edificio se mimetice con el entorno.
- Arquitectura del Paisaje: Diseño un parque perimetral que oculte las zonas de estacionamiento y suavice la altura del edificio principal.
- Iluminación LED con Corte: Utilizar luminarias con proyección hacia abajo para evitar que la luz se disperse hacia arriba o hacia las casas de los vecinos.
- Cercos Vivos: Reemplazar el tejido desnudo por cercos verdes que den una imagen de continuidad con el carácter de "Ciudad Jardín" de Funes.

11. Dimensionamiento de Elementos Estructurales

11.1 Normas utilizadas

Para el dimensionamiento y análisis de la estructura, se hizo uso de los siguientes reglamentos:

- ❖ *Reglamento CIRSOC 101 2005*: "Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras"
- ❖ *Reglamento CIRSOC 102 2005*: "Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones"
- ❖ *Reglamento CIRSOC 201 2005*: "Reglamento argentino de estructuras de hormigón"
- ❖ *Reglamento CIRSOC 301 2018*: "Reglamento argentino de estructura de acero para edificios"
- ❖ *Reglamento CIRSOC 303 2005*: "Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío"

11.2 Criterios y definición de la tipología

La elección de los materiales para cada componente se realizó analizando las sobrecargas de uso que tendrá que soportar cada área. Dependiendo de si el sector es de tránsito liviano o de mayor exigencia, se determinaron las secciones y los materiales necesarios para garantizar la seguridad de la obra, buscando siempre un equilibrio entre resistencia y economía de materiales.

11.2.1 Sistema constructivo elegido

Se decidió implementar un sistema de estructura mixta, utilizando perfiles metálicos para los elementos principales como vigas y columnas. Esta elección se basa principalmente en tres factores clave:

- Velocidad de ejecución: El uso de perfilería metálica permite un montaje más rápido en obra comparado con los métodos tradicionales, optimizando los tiempos de entrega.
- Capacidad de cubrir luces mayores: El acero permite diseñar espacios con mayores distancias entre columnas, lo que brinda una mayor libertad arquitectónica en los interiores.
- Optimización del peso propio: Al ser elementos de alta resistencia, permiten cubrir las necesidades estructurales sin añadir un peso excesivo a la edificación, lo que también beneficia el diseño de las fundaciones.

11.2.2 Juntas de dilatación

Al trabajar con una estructura metálica, se evaluó oportunamente la incorporación de juntas de dilatación para absorber los movimientos por variaciones de temperatura. El acero tiende a expandirse y contraerse con los cambios térmicos, lo que puede provocar esfuerzos indeseados en los apoyos.

Luego de revisar las medidas generales del proyecto, se constató que la longitud total no supera los límites recomendados que exigirán fraccionar la estructura. De esta manera, se decidió no colocar juntas intermedias, garantizando la continuidad del techo y facilitando la resolución de las uniones.

11.3 Análisis y elección del sistema de fundaciones

Para la definición de las fundaciones, se realizó un análisis del estudio de suelos, el cual indicó una predominancia de estratos arcillosos. Ante este escenario, se evaluó la factibilidad técnica entre el uso de bases superficiales o fundaciones profundas mediante pilotes.

La presencia de agua en niveles superiores afecta directamente la capacidad resistente del suelo al aumentar su humedad y, en consecuencia, eleva el riesgo de asentamientos diferenciales. Para evitar deformaciones que pudieran comprometer la integridad de la estructura, se optó por una solución de fundaciones profundas (pilotes), que permiten trasladar las cargas a estratos más resistentes y estables.

11.3.1 Configuración de cabezales y pilotaje

La disposición de los pilotes se determinó en función de las cargas transmitidas por la estructura:

- Columnas estándar: Bajo cada columna se proyectaron cabezales con dos pilotes. Las dimensiones finales y la profundidad de los mismos se detallan en los anexos.
- Pórticos del salón de eventos: Debido a que estos sectores presentan luces mayores y, por lo tanto, cargas mucho más elevadas, se decidió reforzar la fundación utilizando cabezales de tres pilotes por columna.

11.3.2 Vinculación y arriostramiento

Para garantizar un comportamiento solidario de todo el conjunto, se dispusieron vigas de fundación (o de arriostre) entre los cabezales. El objetivo de estas vigas es doble: por un lado, absorber y evitar desplazamientos horizontales no compensados y, por otro, colaborar en la reducción de los asentamientos diferenciales, asegurando la estabilidad global del edificio.

11.3.3 Interfaz estructura - fundacion: Placas de base y anclajes

Para asegurar una correcta transferencia de cargas desde las columnas metálicas hacia los cabezales de hormigón armado, se utilizará un sistema de placas base y pernos de anclaje. Cada columna contará con una placa de asiento de acero, la cual se vinculará a los cabezales mediante pernos de anclaje (vástagos) embebidos en el hormigón. Se prevé el uso de un mortero de alta

resistencia sin contracción (grout) entre la superficie del cabezal y la placa de acero. Esto garantiza una superficie de apoyo uniforme y permite absorber las pequeñas irregularidades de la superficie del hormigón, asegurando que la transmisión de esfuerzos sea axial y centrada según el diseño.

11.4 Documentación técnica

11.4.1 Esquema de estructura

En el anexo se adjuntan los esquemas estructurales que definen la tipología y materialidad de la obra, así como los cálculos realizados para definir las secciones correspondientes. Cabe destacar que, para la presentación de esta documentación, se ha procedido a realizar una sectorización operativa, diferenciando el sector del salón de convenciones del resto del conjunto edilicio.

Es fundamental aclarar que esta división responde exclusivamente a criterios de comodidad metodológica y claridad en la representación gráfica durante esta etapa de diseño. Esta organización permite un análisis más detallado de las particularidades de cada área (como las grandes luces del salón frente a las zonas administrativas o de servicios) sin que ello implique que se trate de unidades estructurales independientes.

La estructura funciona como un sistema integral, y la coherencia en la transmisión de cargas y el comportamiento global se mantiene unificada, independientemente de su visualización seccionada en los planos adjuntos.

12. Bibliografía

- Apunte "*Flujo a través de alcantarillas*" - Cátedra de Hidráulica de Canales Abiertos - Año 2020.
- Apunte "*Vertederos*" - Cátedra de Hidráulica de Canales Abiertos - Año 2021.
- Apunte "*Obras de descarga para evacuaciones de crecidas*" - Cátedra de Obras Hidráulicas - Año 2024.
- Libro "*Hidrología, procesos y métodos*" - H. E. Orsolini - E. D. Zimmermann - P. A. Basile - Cuarta Edición - Año 2017.
- Neufert, E. (1995). *Arte de proyectar en arquitectura* (P. Neufert, Ed.; J. Siguan, Trad.; 14.^a ed.). Editorial Gustavo Gili.
- Municipalidad de Rosario. (2024). *Reglamento de Edificación de la Ciudad de Rosario*. Concejo Municipal de Rosario.
- Municipalidad de Rosario. (s.f.). *Manual de pautas de arquitectura para la inclusión*.
- Dirección Nacional de Vialidad. (2026). *Sistema de consulta de Tránsito Medio Diario Anual (TMDA)*. Ministerio de Transporte.

- Pagola, M., Martinez, P., Raffaelli, J. P., & Bolcatto, N. (2022). *Material de Apoyo: Cátedra Transporte III*. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario.
- Asociación para la Investigación y Desarrollo del Adoquín de Hormigón (EUROADOQUÍN). (s. f.). *Manual Euroadoquín*. Universidad de Alicante.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). *A policy on geometric design of highways and streets* (7.^a ed.).
- Dirección Nacional de Vialidad. (2010). *Normas para el diseño geométrico de carreteras*. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
- Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. (s.f.). *C5 Intersecciones*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

13. Legajo de planos

Plano 00 - Ubicación en la provincia y en la ciudad

Plano 01 - Anteproyecto

Plano 02 - Plano distribución del predio

Plano 03 - Planos de arquitectura

Plano 04 - Planos de arquitectura - medidas

Plano 05 - Planta de techos

Plano 06 - Cortes y vistas

Plano 07 - Plano c/ imágenes 3D

Plano 08 - Plano de desagües

Plano 09 - Perfil longitudinal desagüe

Plano 10 - Plano de cuencas

Plano 11 - Plano de desagües edificio

Plano 12 - Plano de subcuencas internas

Plano 14 - Perfil tipo colectora

Plano 15 - Planimetría calles internas

Plano 16 - Perfiles tipo calles internas

Plano 17a - Plano estructura general

Plano 17b - Planta estructura salón de eventos

Plano 17c - Vistas estructura

14. Anexos

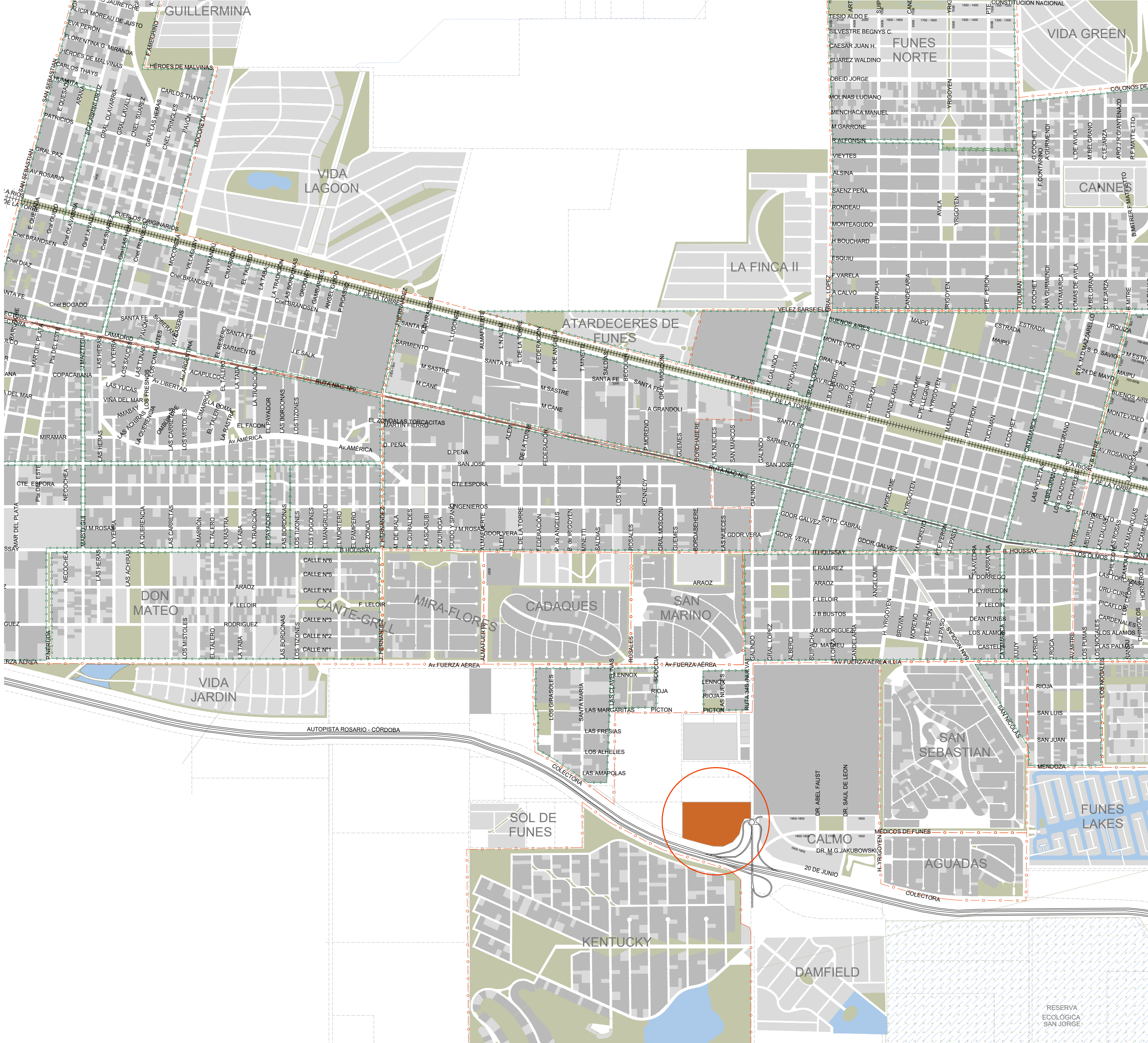
ANEXO 14.1 - CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

ANEXO 14.2 - CÁLCULOS ESTRUCTURA

PROVINCIA DE SANTA FE - NODOS REGIONALES



UBICACIÓN DEL TERRENO RESPECTO A LA CIUDAD DE FUNES



PLANO DEL PROYECTO



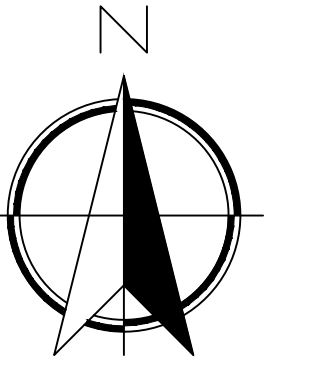
- LISTADO DE PLANOS:
- 00 - UBICACIÓN DEL PROYECTO
 - 01 - SECTORIZACIÓN DEL PREDIO
 - 02 - DISTRIBUCIÓN DEL PREDIO
 - 03 - PLANOS ARQUITECTURA
 - 04 - PLANOS ARQUITECTURA - MEDIDAS
 - 05 - PLANTA DE TECHOS
 - 06 - CORTES Y VISTAS
 - 07 - IMÁGENES 3D
 - 08 - PLANO DE DESAGÜES
 - 09 - PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE
 - 10 - PLANO DE CUENCAS
 - 11 - PLANO DE DESAGÜES DEL EDIFICIO
 - 12 - PLANO DE SUBCUENCAS INTERNAS
 - 13 - PLANIMETRÍA COLECTORA
 - 14 - PERFIL TIPO COLECTORA
 - 15 - PLANIMETRÍA CALLES INTERNAS
 - 16 - PERFILES TIPO CALLES INTERNAS
 - 17a - PLANO ESTRUCTURA GENERAL
 - 17b - PLANTA ESTRUCTURA SALÓN DE EVENTOS
 - 17c - VISTAS ESTRUCTURA

UBICACIÓN DEL TERRENO RESPECTO AL ENTORNO CERCANO



PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"			
PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA PROVINCIA Y LA CIUDAD			
ESTUDIO Y PROYECTO BOTTI, GONDOLU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/2026	ESCALAS 1:500	PLANO 00





MIGUEL GALINDO

INGRESO
SECUNDARIO



INGRESO
PRINCIPAL

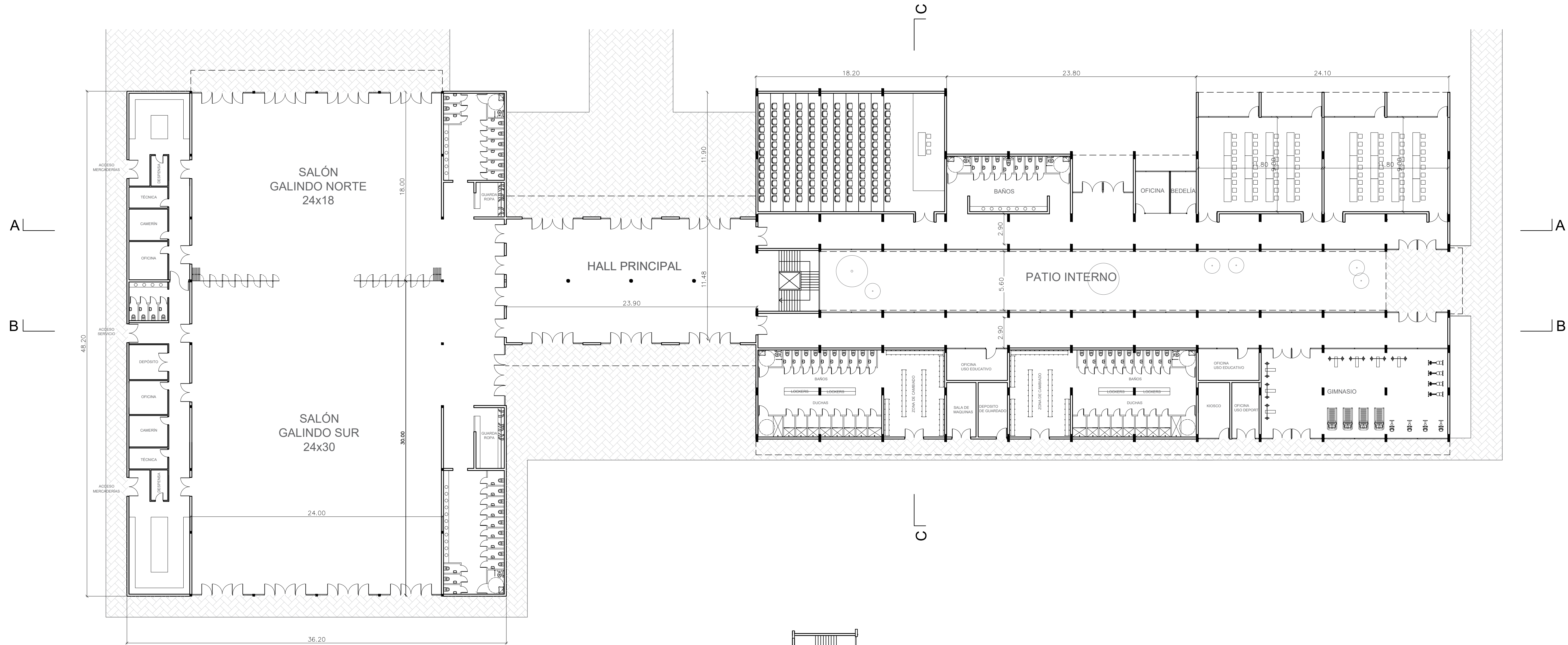
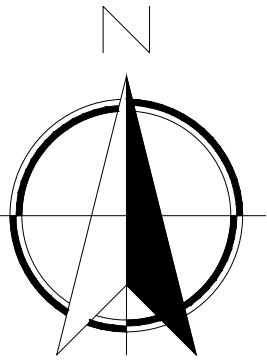
AUTOPISTA ROSARIO-CÓRDOBA AU9

COLECTORA AU9 (no pavimentada)

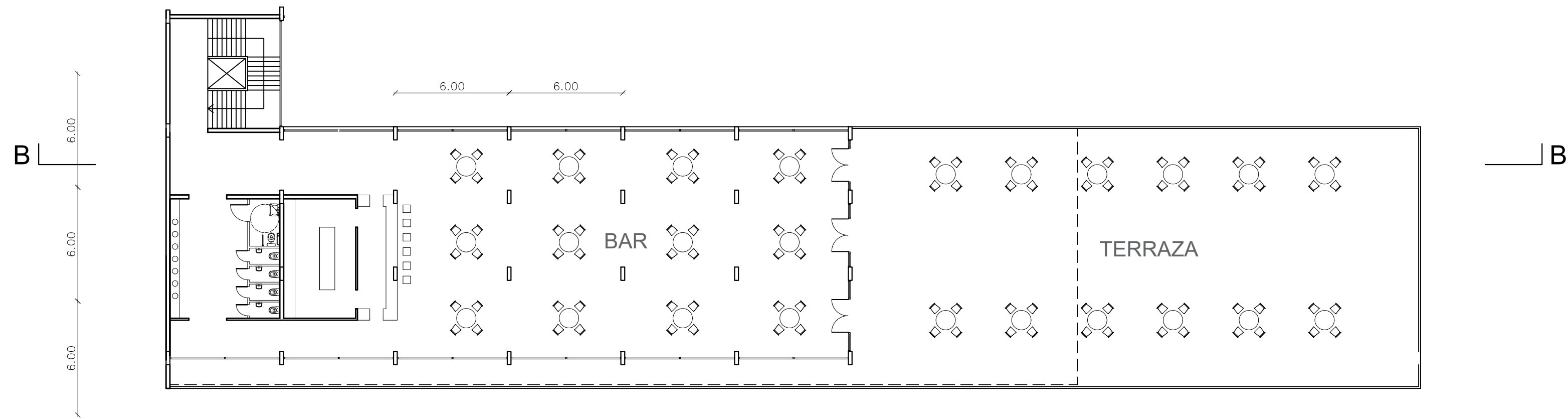
DARSENA DE ACCESO AL PREDIO

RESERVORIO

PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO" PROYECTO DEFINITIVO			
ESTUDIO Y PROYECTO BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/2026	ESCALAS 1:500	PLANO 02

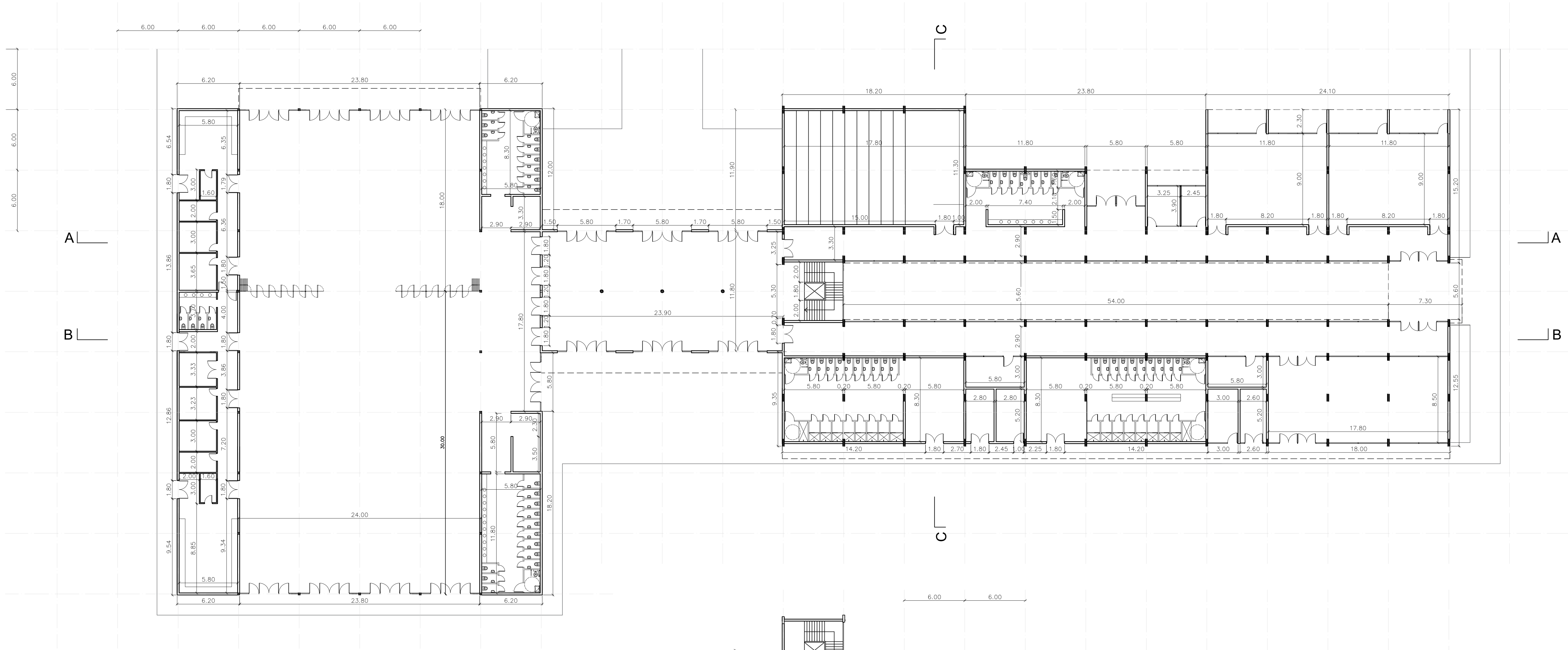
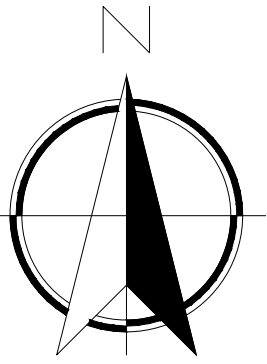


PLANTA BAJA

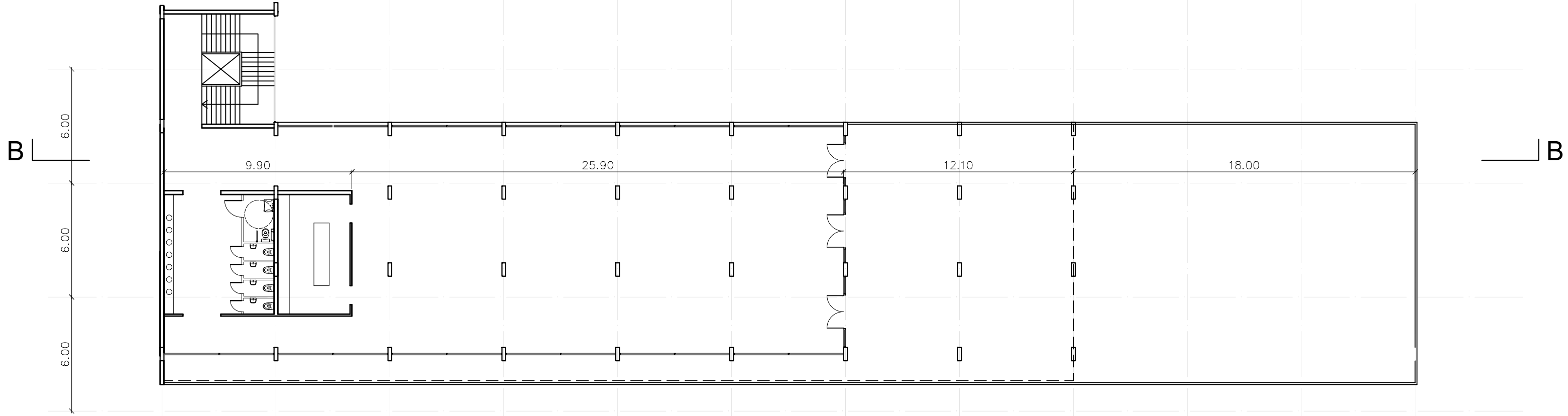


PLANTA ALTA

PROYECTO IV			
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"			
PLANTAS DE ARQUITECTURA			
ESTUDIO Y PROYECTO		FECHA	PLANO
BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA		04/08/2026	03

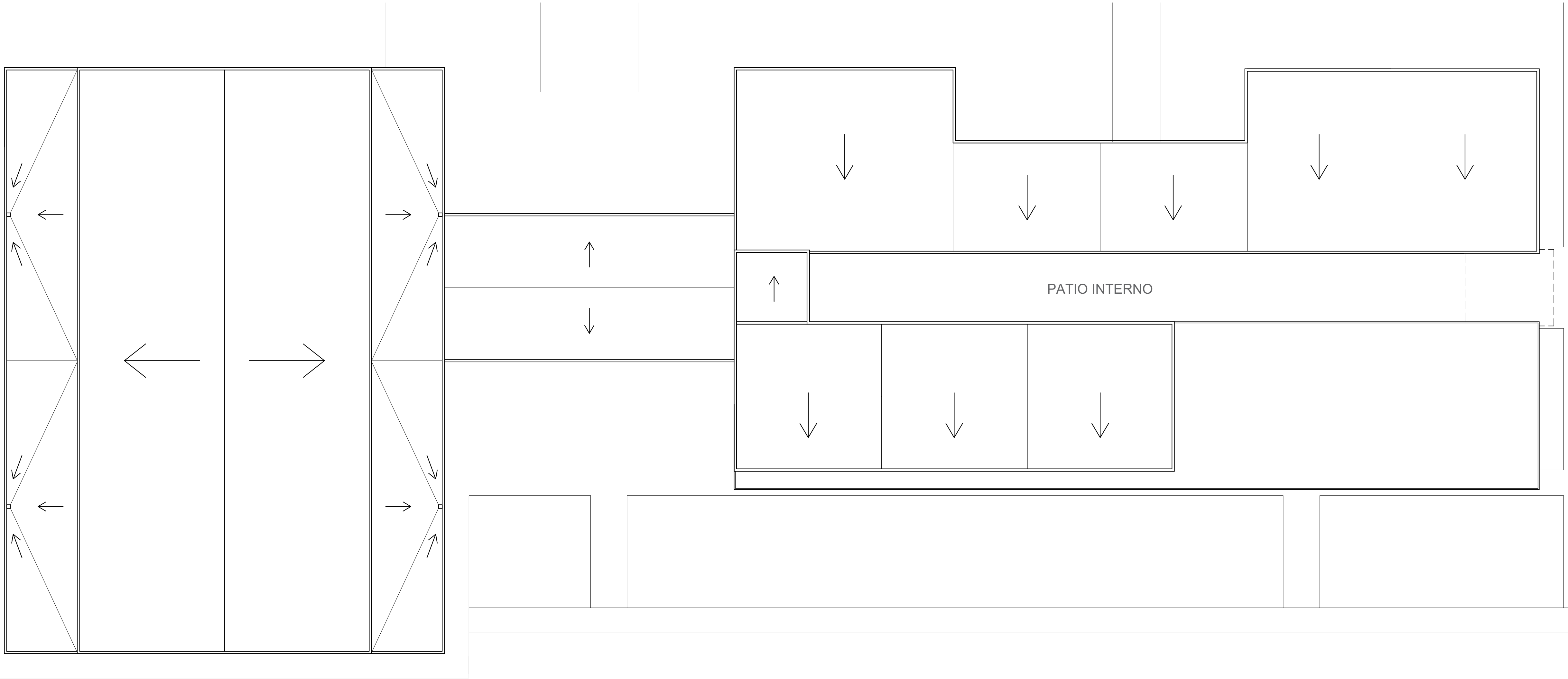
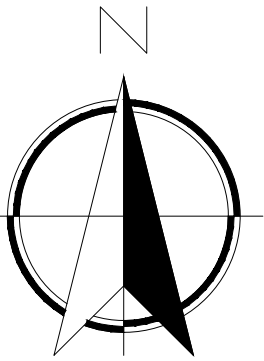


PLANTA BAJA

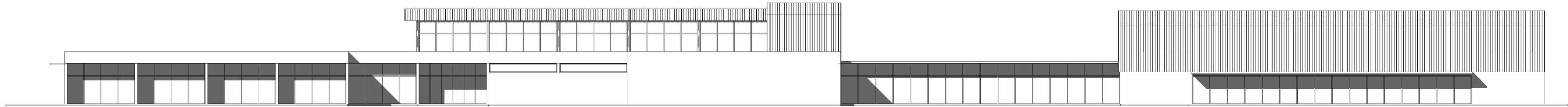


PLANTA ALTA

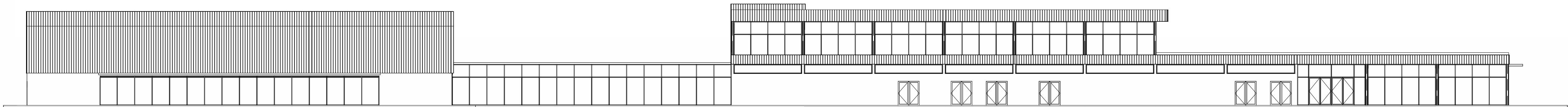
PROYECTO IV			
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"			
PLANTAS DE ARQUITECTURA - MEDIDAS			
ESTUDIO Y PROYECTO	FECHA	ESCALAS	PLANO
BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	04/08/2026	1:200	04



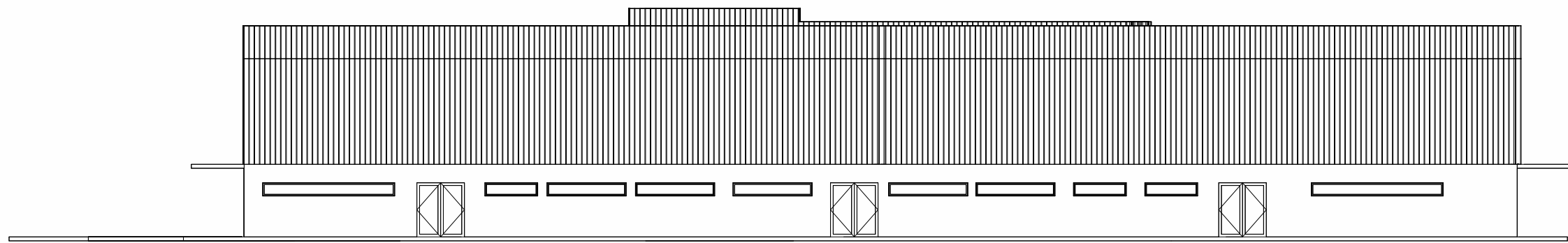
PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO “GALINDO” PLANTA DE TECHOS			
ESTUDIO Y PROYECTO BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/2026	ESCALAS 1:200	PLANO 05



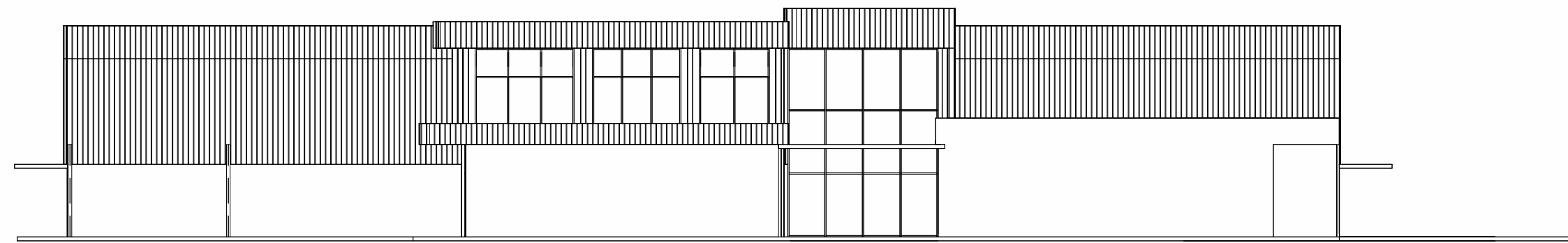
1 FACHADA NORTE
1 : 200



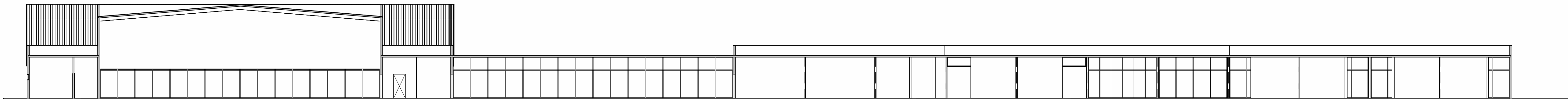
2 FACHADA SUR
1 : 200



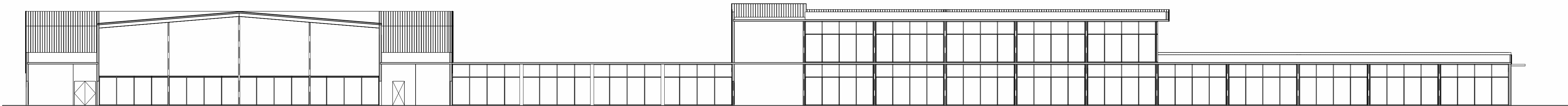
3 FACHADA OESTE
1 : 200



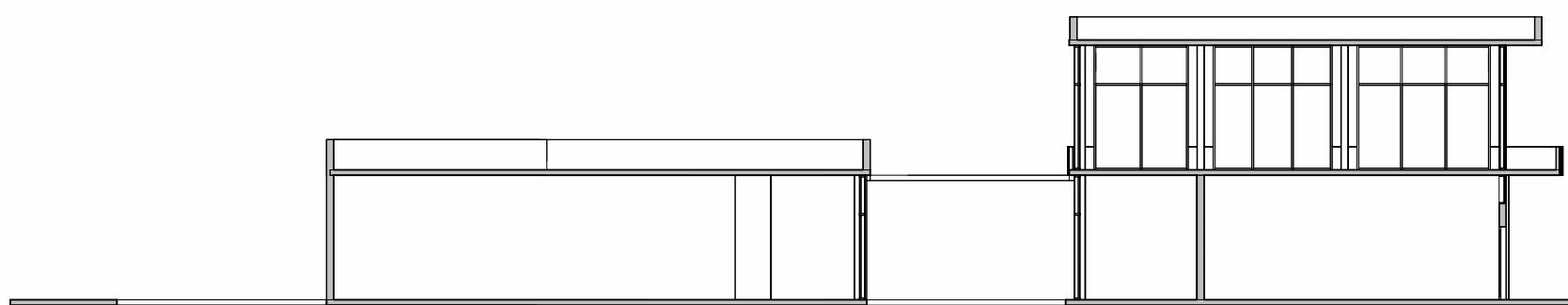
4 FACHADA ESTE
1 : 200



5 CORTE AA
1 : 200



6 CORTE BB
1 : 200



7 CORTE CC
1 : 200

PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO" VISTAS Y CORTES			
PROYECTISTAS: BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/26	ESCALA 1 : 200	PLANO 06



IMÁGEN 1 - FACHADA SUR



IMÁGEN 2 - FACHADA NORTE, SECTOR EDUCATIVO

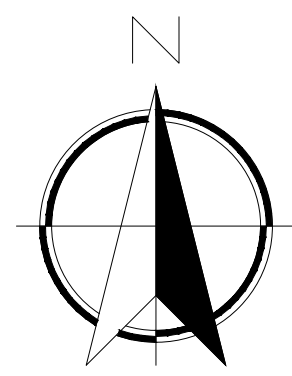


IMÁGEN 3 - FACHADA SUR



IMÁGEN 4 - FACHADA SUR Y OESTE, SECTOR EVENTOS

PROYECTO IV			
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"			
IMÁGENES MODELO EDIFICIO PRINCIPAL			
ESTUDIO Y PROYECTO	FECHA	ESCALAS	PLANO
BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	04/08/2026		07



MIGUEL GALINDO

INGRESO
SECUNDARIO

INGRESO
PRINCIPAL

RESERVORIO

DESCARGA RESERVORIO

CE = 33,00

CS = 32,90

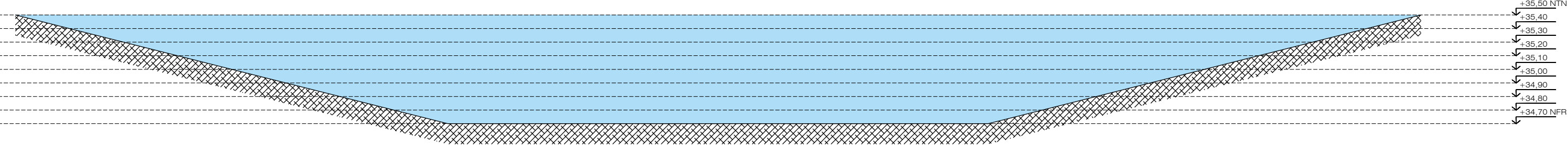
AUTOPISTA ROSARIO-CÓRDOBA AU9

COLECTORA AU9 (no pavimentada)

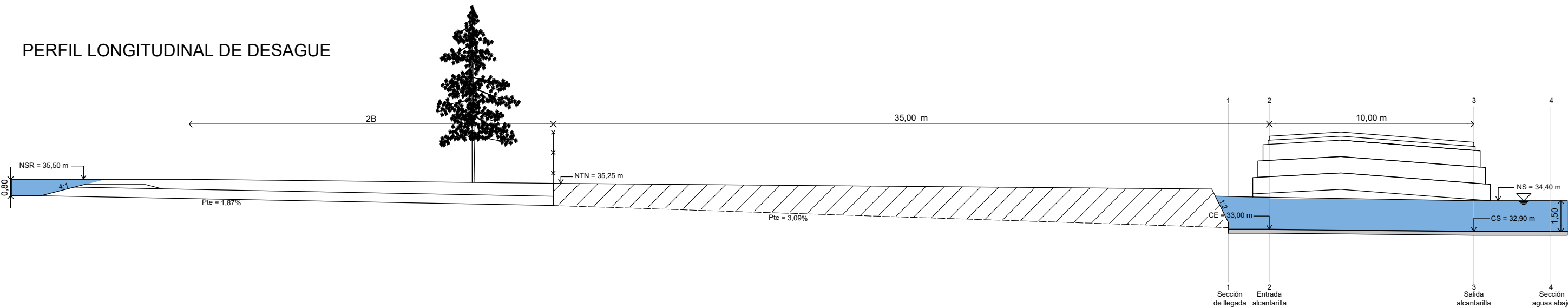
DÁRSENA DE ACCESO AL PREDIO

PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"			
PLANO DE DINÁMICA HÍDRICA			
ESTUDIO Y PROYECTO	FECHA	ESCALAS	PLANO
BOTTI, GONDOUN, PUMAR, SAGARRAGA	04/08/2026	1:500	08

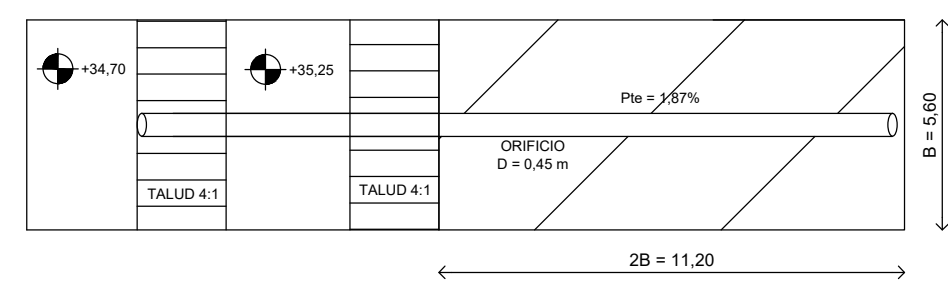
ESQUEMA DE RESERVORIO - CORTE TRANSVERSAL
MAXIMA RECURRENCIA R = 100



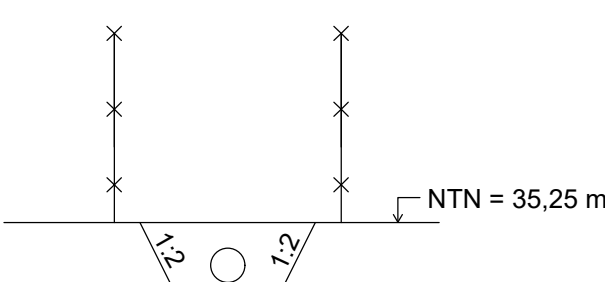
PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGUE



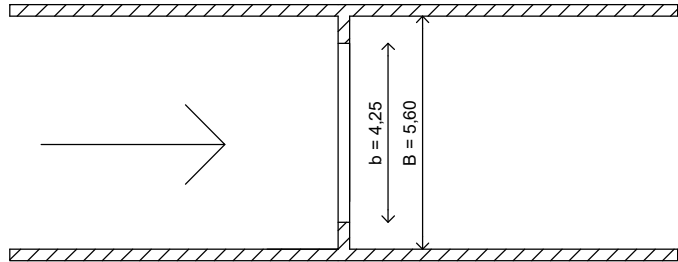
VISTA SUPERIOR ORIFICIO-VERTEDERO



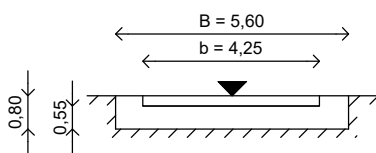
DETALLE ENCUESTRO ALAMBRADO - DESCARGA DE RESERVORIO



VISTA SUPERIOR VERTEDERO

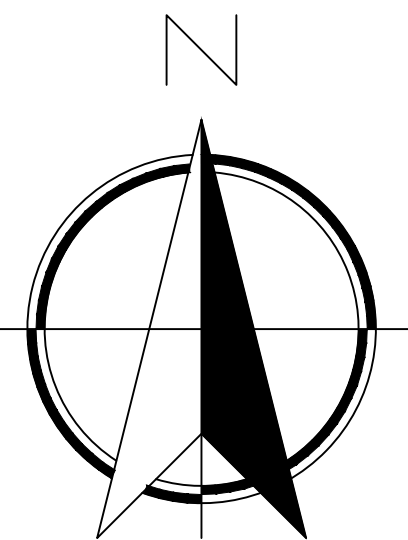


VISTA FRONTAL VERTEDERO



- NOTAS:
- Se coloca material granular a la salida del conducto para evitar efectos erosivos.
 - Se colocan colchonetas para evitar fenómenos erosivos en el vertedero.

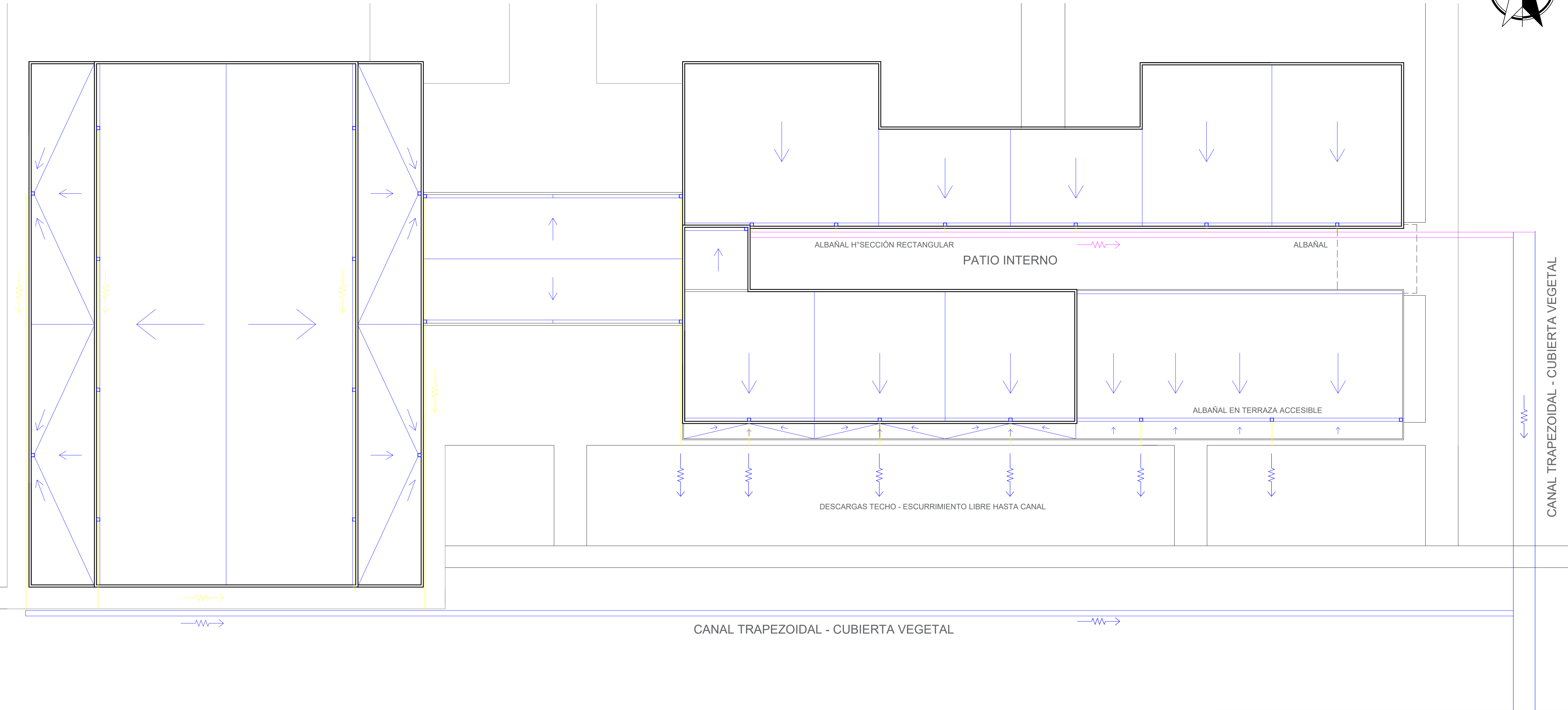
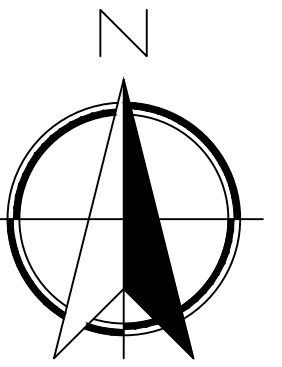
PROYECTO IV			
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO “GALINDO”			
PERFIL LONGITUDINAL DE DESAGÜE - RESERVORIO - ORIFICIO Y ALCANTARILLA			
ESTUDIO Y PROYECTO	FECHA	ESCALAS	PLANO
BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	04/08/2026		09



REFERENCIAS:

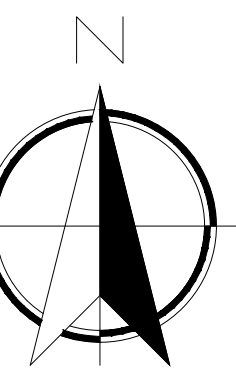
- SC - Salón de Conferencias - Área impermeable = 1789 m2
- SV - Sector Vestuarios - Área impermeable = 950 m2
- SE - Sector Educativo - Área impermeable = 857 m2
- HC - Hall + Circulación - Área impermeable = 386 m2
- SM - Sector Mantenimiento - Área impermeable = 88 m2
- AL - Circulación al Aire Libre - Área impermeable = 3968 m2
- E - Estacionamiento - Área impermeable = 14272 m2
- CF - Canchas de Fútbol - Área permeable = 12520 m2
- EV - Espacio Verde - Área permeable = 40903 m2

PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO" PLANO Y NUMERACIÓN DE CUENCAS INTERNAS			
ESTUDIO Y PROYECTO BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/2026	ESCALAS 1:500	PLANO 10



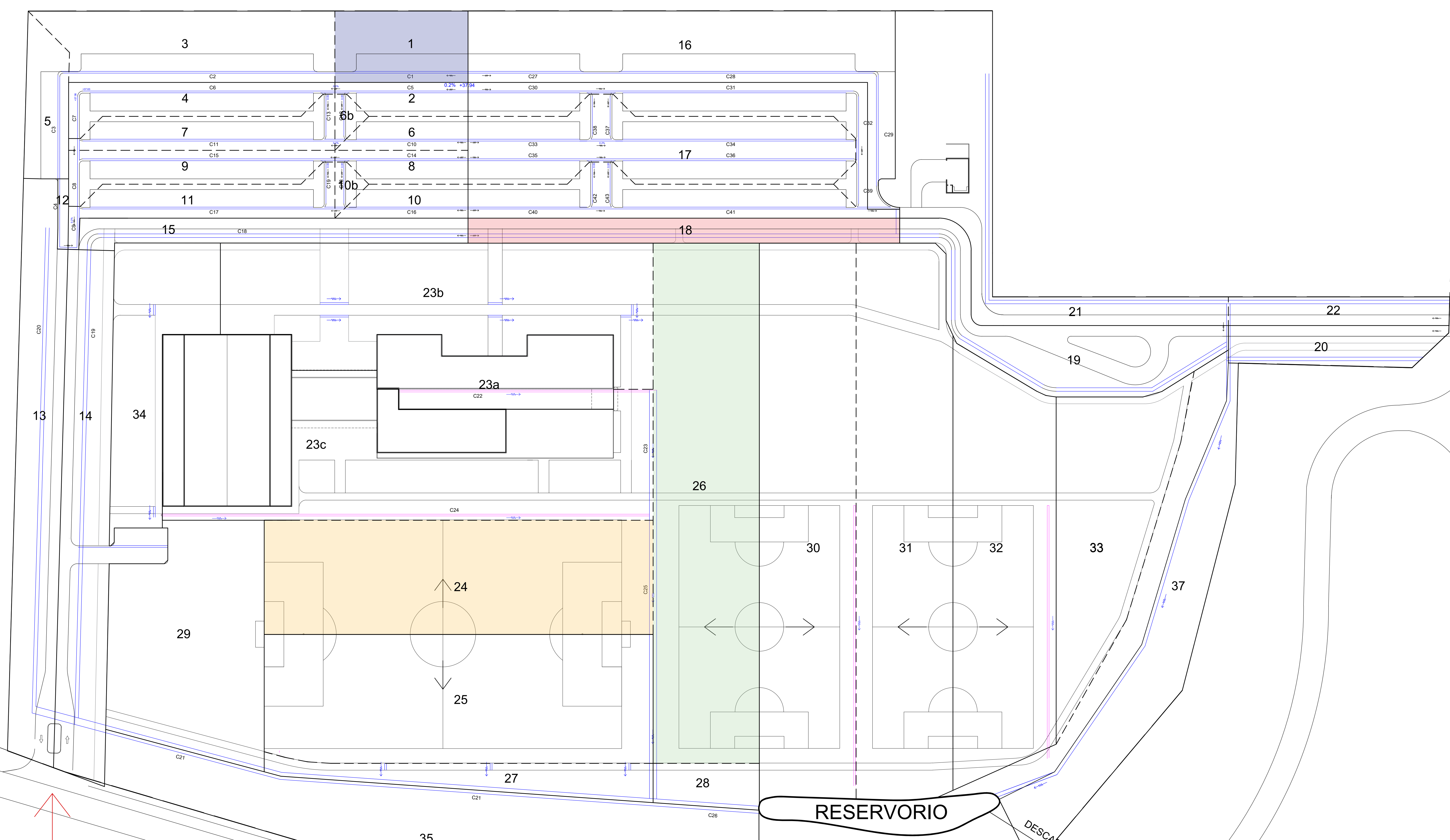
- PENDIENTE TECHOS
- ALBAÑALES
- CAÑOS POLIPROPILENO

PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO" PLANTA DESAGÜES EDIFICIO PRINCIPAL			
ESTUDIO Y PROYECTO BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/2026	ESCALAS 1:200	PLANO 11



MIGUEL GALINDO

INGRESO
SECUNDARIO



INGRESO
PRINCIPAL

COLECTORA AU9 (no pavimentada)
AUTOPISTA ROSARIO-CÓRDOBA AU9

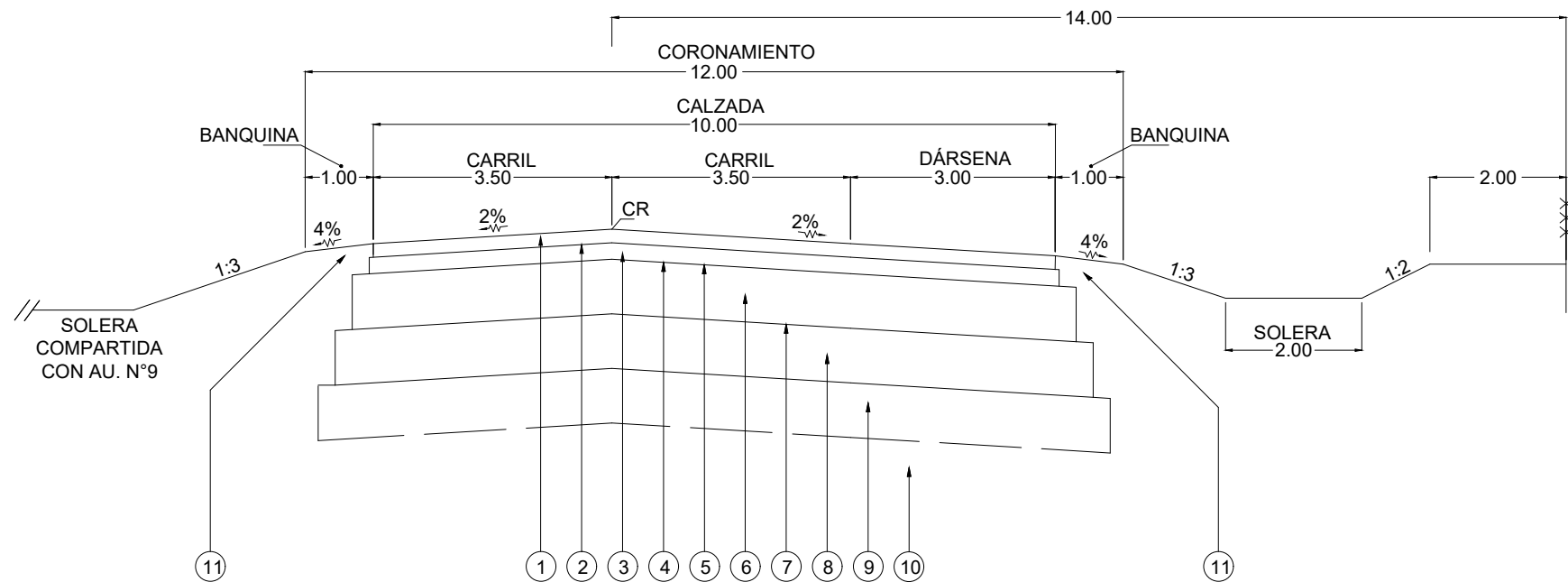
RESERVORIO

DESCARGA RESERVORIO

CE = 33,00

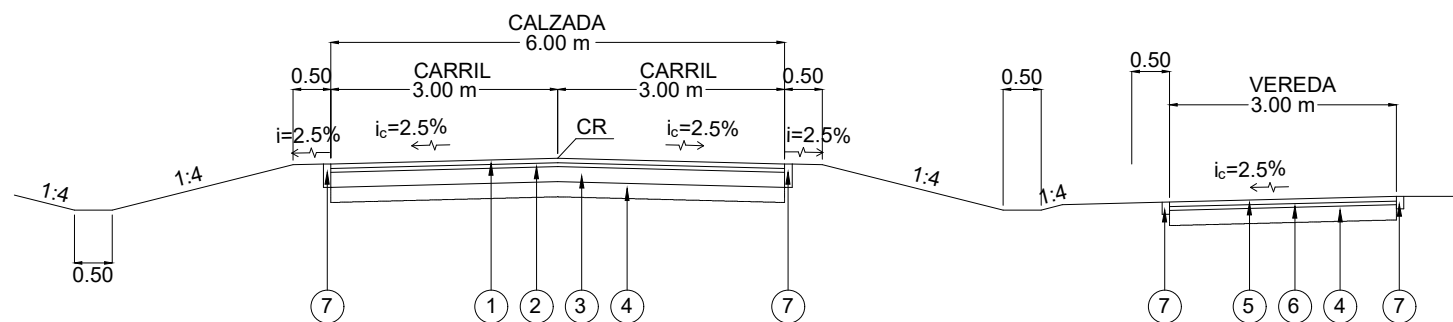
CS = 32,90

PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"			
PLANO CUENCAS DE APORTE DESAGÜES INTERNOS			
ESTUDIO Y PROYECTO	FECHA	ESCALAS	PLANO
BOTTI, GONDOLU, PUMAR, SAGARRAGA	04/08/2026	1:500	12



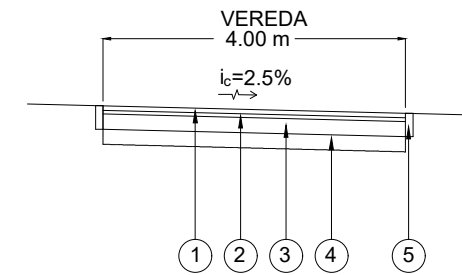
- 1 CARPETA DE CAC D R 19 CA30 EN 0,05 m DE ESPESOR Y 10,00 m DE ANCHO.
- 2 RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA A RAZÓN DE 0,4 kg/m², EN 10,00 m DE ANCHO.
- 3 BASE MEZCLA CAC D19 B CA30 EN 0,05 m DE ESPESOR Y 10,10 m DE ANCHO.
- 4 RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA A RAZÓN DE 0,4 kg/m², EN 10,10 m DE ANCHO.
- 5 RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA LENTA A RAZÓN DE 0,5 kg/m², EN 10,60 m DE ANCHO.
- 6 BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR 0,20 m DE ESPESOR Y 10,60 m DE ANCHO.
- 7 RIEGO DE CURADO CON MATERIAL BITUMINOSO TIPO EM-1 A RAZÓN DE 0,7 kg/m², EN 11,10 m DE ANCHO.
- 8 SUBBASE DE SUELO CAL EN 0,20 m DE ESPESOR Y 11,10 m DE ANCHO.
- 9 SUBRASANTE DE SUELO DE LUGAR TRATADO CON CAL
- 10 COMPACTACIÓN DE LA BASE DE ASIENTO DEL TERRAPLÉN, EN 0,30 m DE ESPESOR Y EN ANCHO VARIABLE.
- 11 BANQUINAS DE SUELO COMPACTADO

CORTE BB



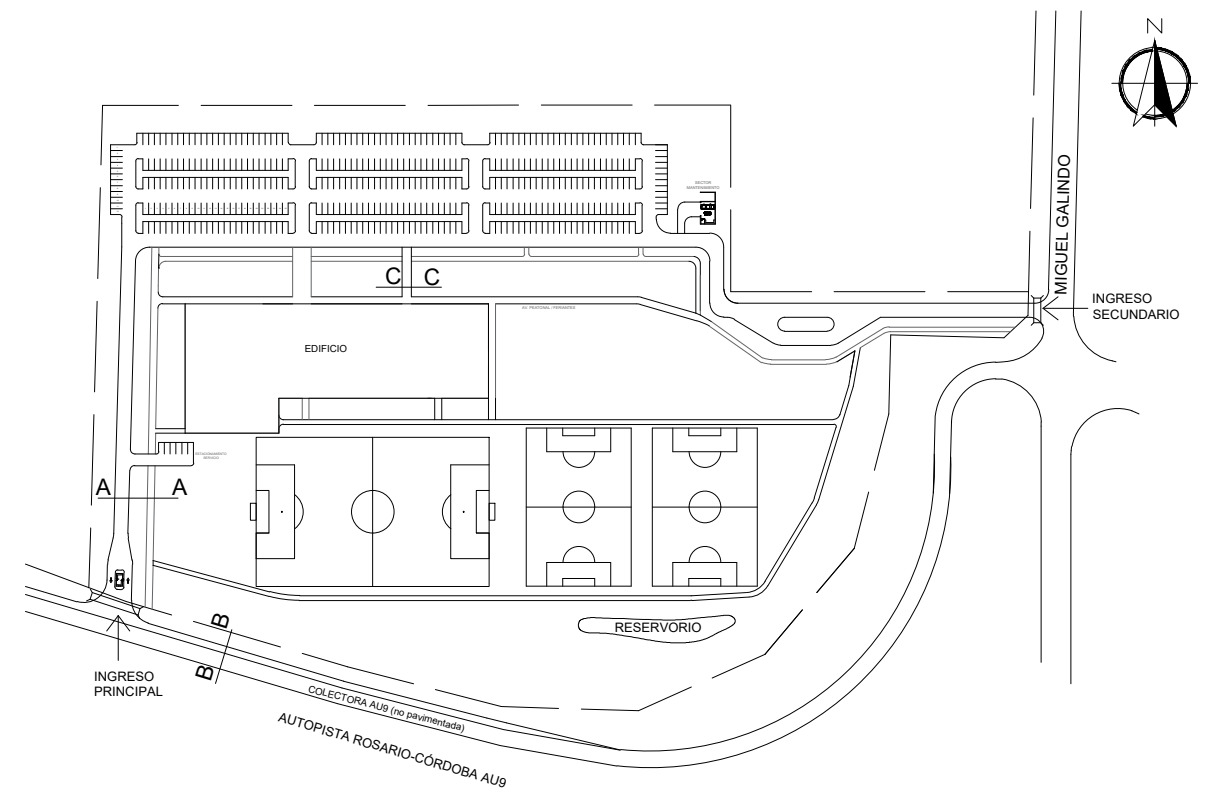
- 1 ADOQUINES EN 0,06 m DE ESPESOR Y 6 m DE ANCHO
- 2 CAPA DE ARENA EN (0,03-0,05) m DE ESPESOR Y 6 m DE ANCHO
- 3 BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR EN 0,20 m DE ESPESOR Y 6 m DE ANCHO
- 4 SUBBASE DE SUELO DEL LUGAR TRATADO CON CAL
- 5 ADOQUINES EN 0,06 m DE ESPESOR Y 3 m DE ANCHO
- 6 CAPA DE ARENA EN (0,03-0,05) m DE ESPESOR Y 3 m DE ANCHO
- 7 CORDÓN DE CONTENCIÓN LATERAL

CORTE AA



- 1 ADOQUINES EN 0,06 m DE ESPESOR Y 6 m DE ANCHO
- 2 CAPA DE ARENA EN (0,03-0,05) m DE ESPESOR Y 6 m DE ANCHO
- 3 BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR EN 0,20 m DE ESPESOR Y 6 m DE ANCHO
- 4 SUBBASE DE SUELO DEL LUGAR TRATADO CON CAL
- 5 CORDÓN DE CONTENCIÓN LATERAL

CORTE CC



PROYECTO IV
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR

PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO "GALINDO"
PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTOS

ESTUDIO Y PROYECTO

BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA

FECHA

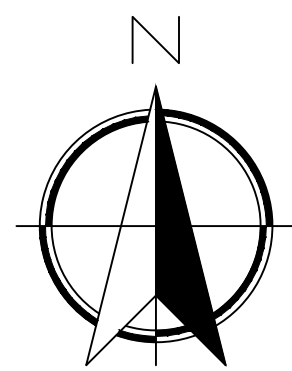
21/07/2026

ESCALAS

1:200

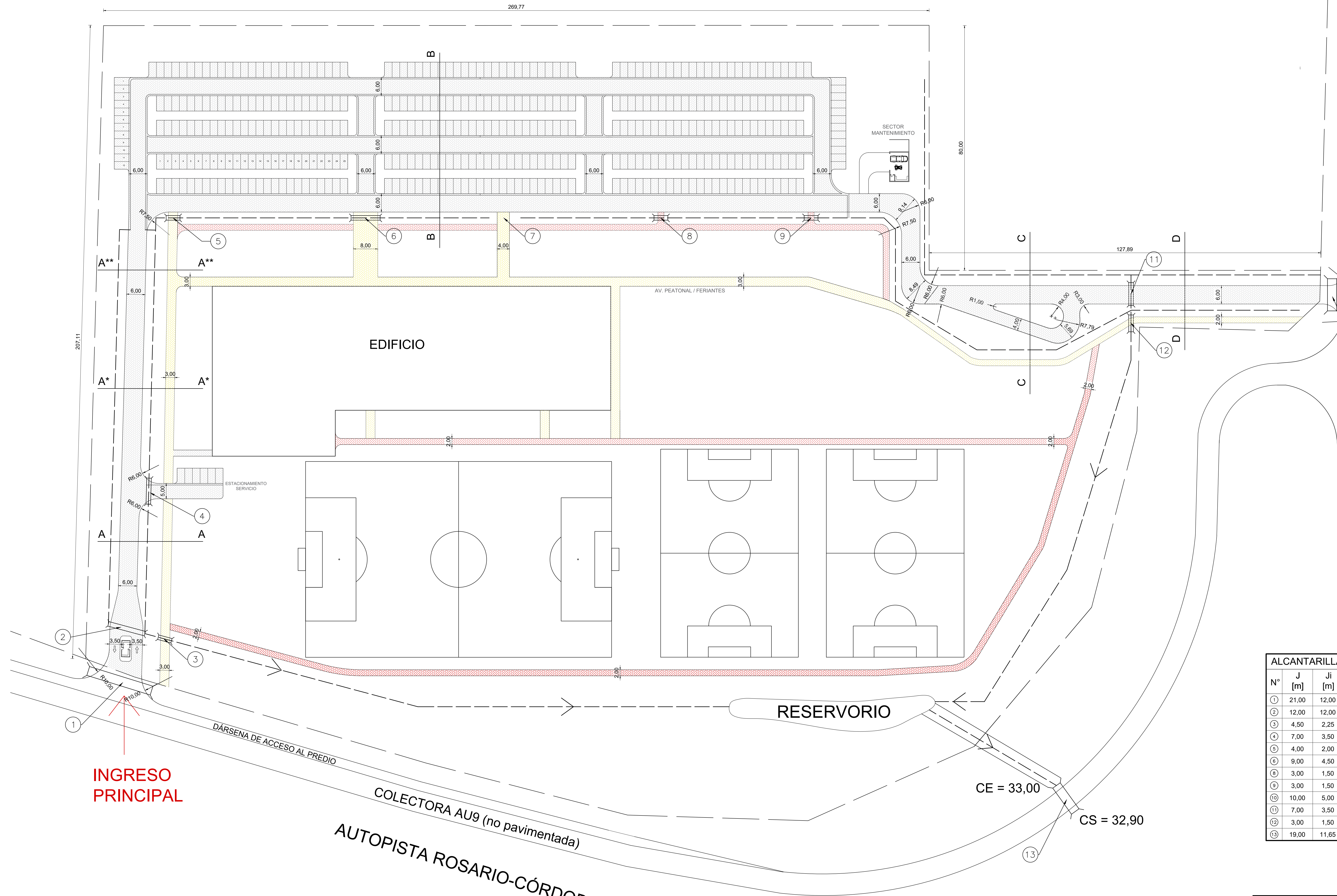
PLANO

14



MIGUEL GALINDO

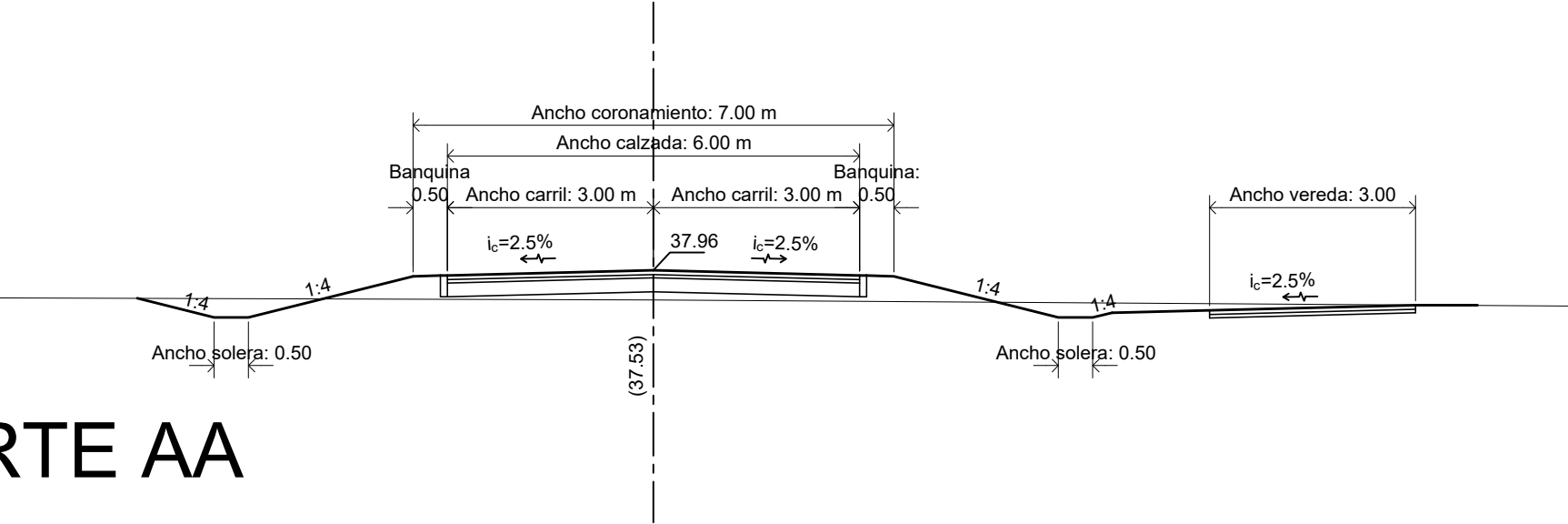
INGRESO
SECUNDARIO



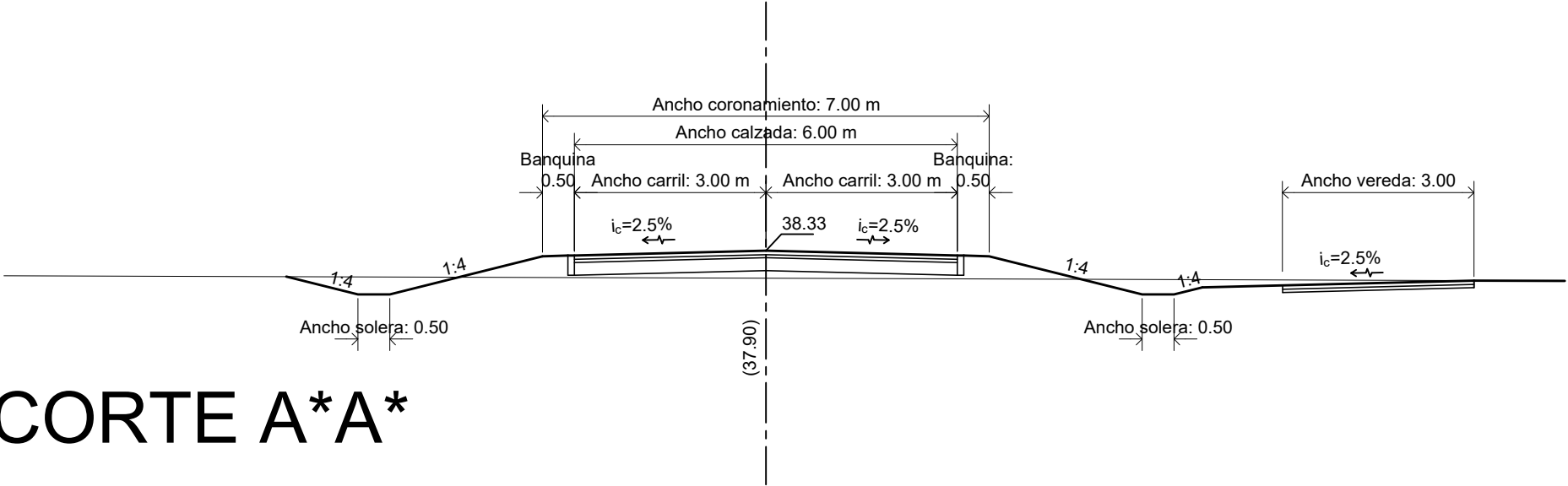
ALCANTARILLAS						
N°	J [m]	Ji [m]	Jd [m]	DIMENSIONES		S/ PLANO TIPO
				L	H	
①	21,00	12,00	9,00	1,50	1,50	O-41211-I MODIFICADO
②	12,00	12,00	9,00	0,50	0,50	
③	4,50	2,25	2,25	0,50	0,50	
④	7,00	3,50	3,50	0,50	0,50	
⑤	4,00	2,00	2,00	0,50	0,50	
⑥	9,00	4,50	4,50	0,50	0,50	
⑦	3,00	1,50	1,50	0,50	0,50	
⑧	3,00	1,50	1,50	0,50	0,50	
⑨	3,00	1,50	1,50	0,50	0,50	
⑩	10,00	5,00	5,00	1,50	1,50	
⑪	7,00	3,50	3,50	0,50	0,50	
⑫	3,00	1,50	1,50	0,50	0,50	
⑬	19,00	11,65	7,35	1,50	1,50	

- INTERTRABADO CALLE VEHICULAR
- INTERTRABADO VEREDA PEATOTAL PPAL
- INTERTRABADO VEREDA PEATONAL SECUNDARIA
- TRAZA CANALES DE DESAGÜE
- ALCANTARILLAS

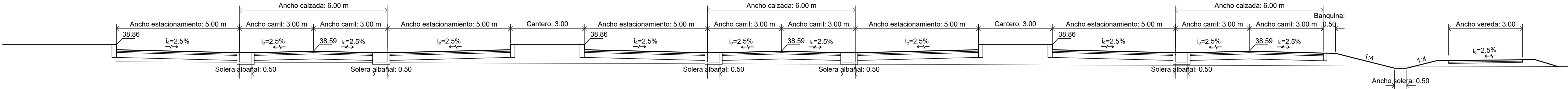
CORTE AA



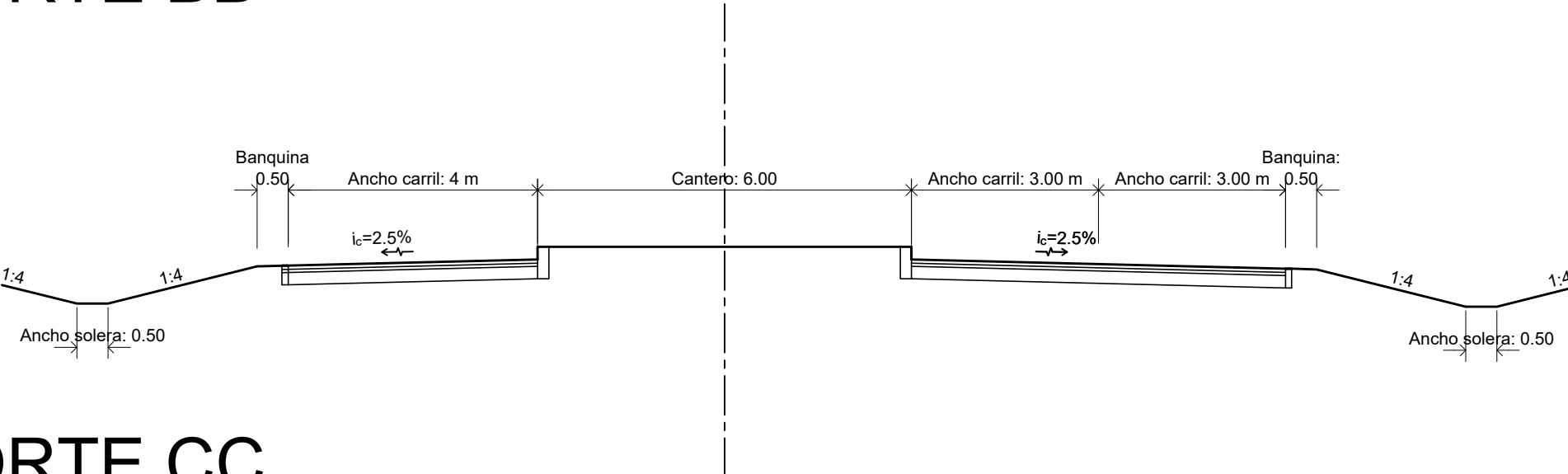
CORTE A*A*



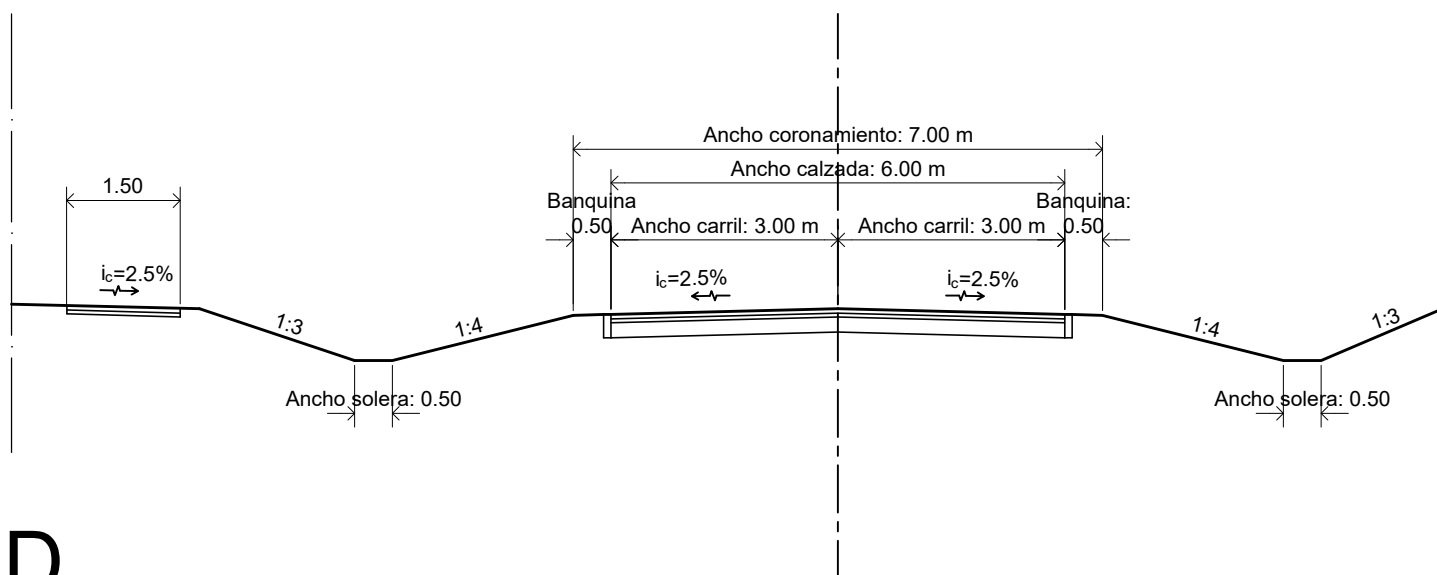
CORTE BB



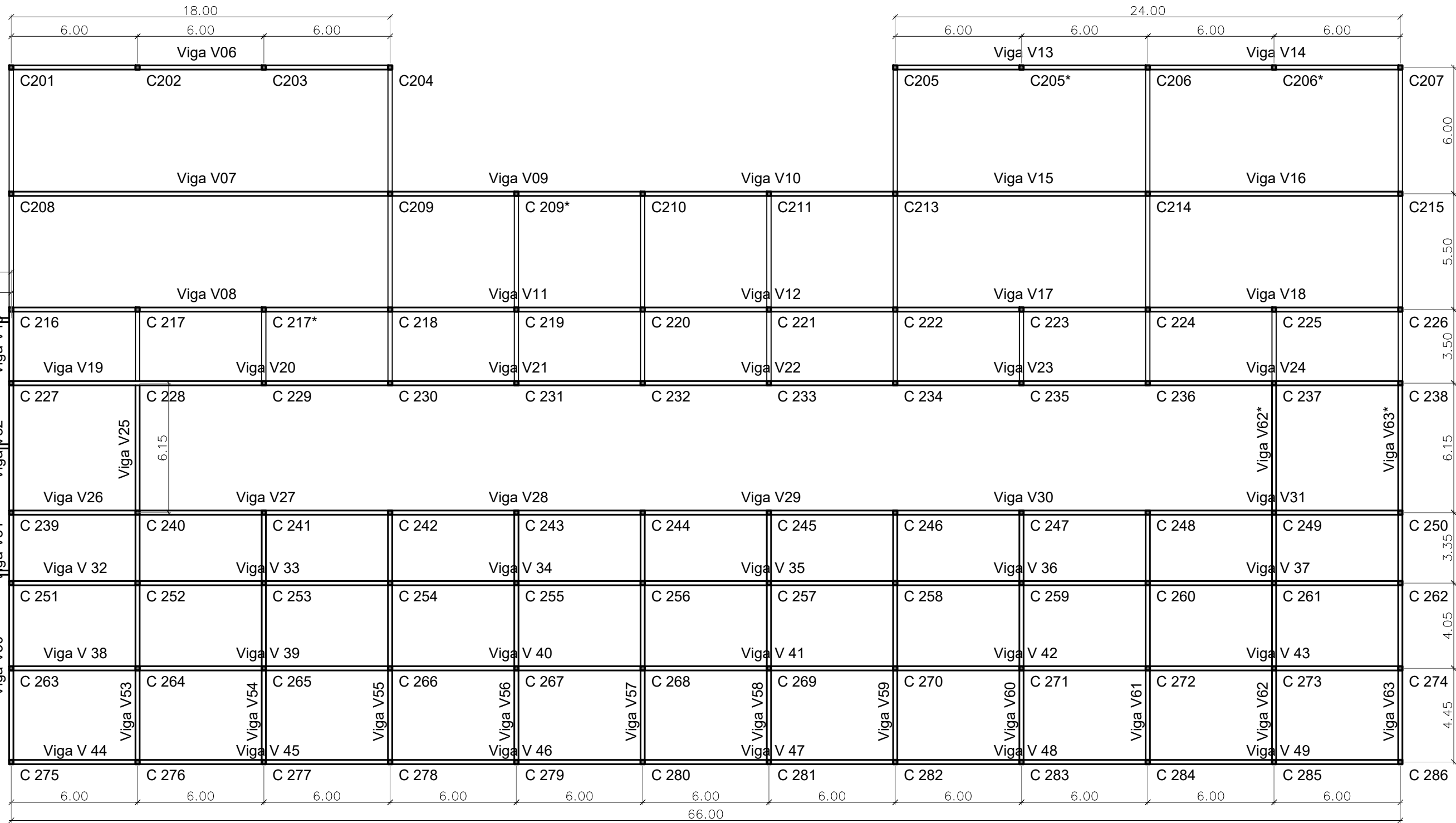
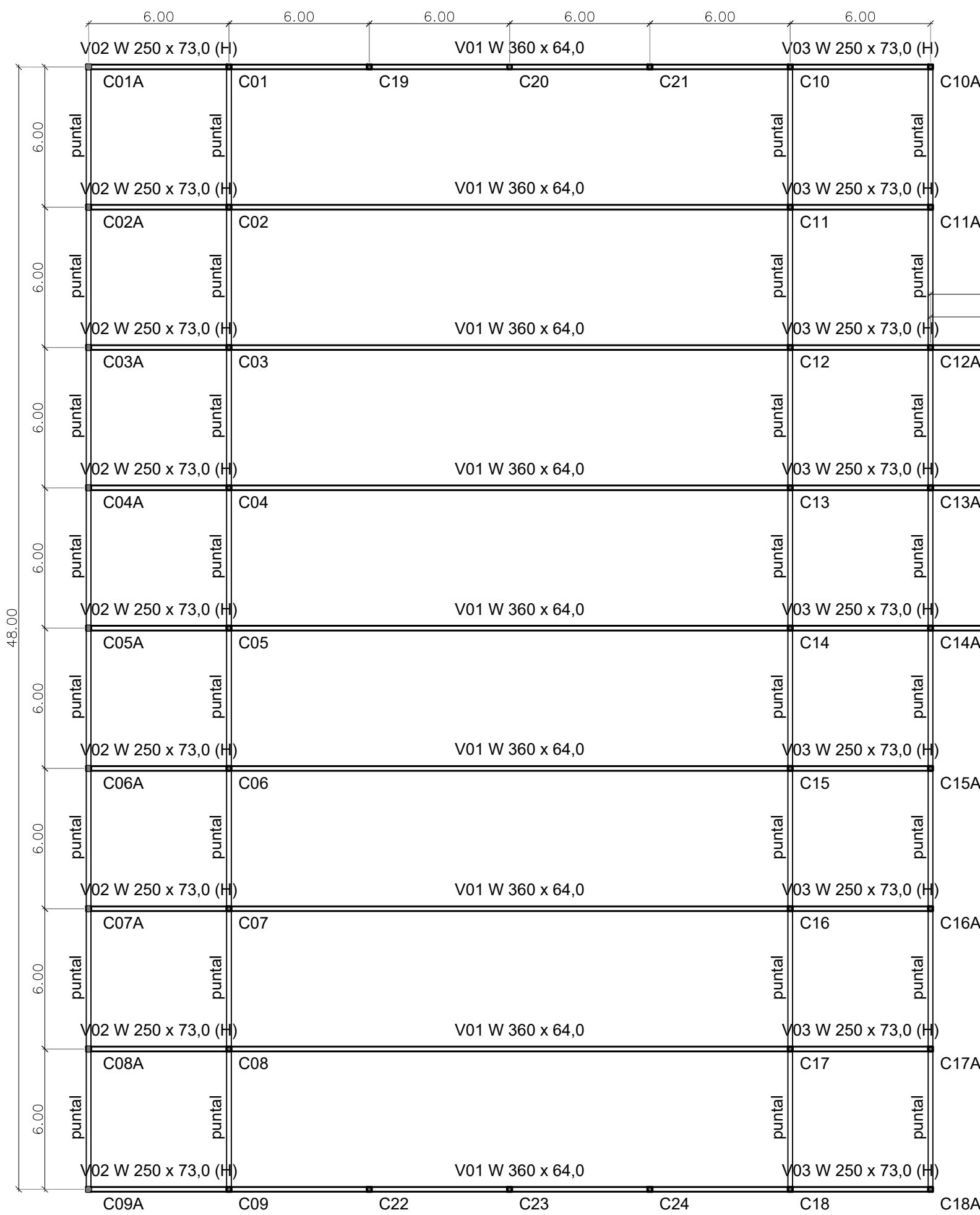
CORTE CC



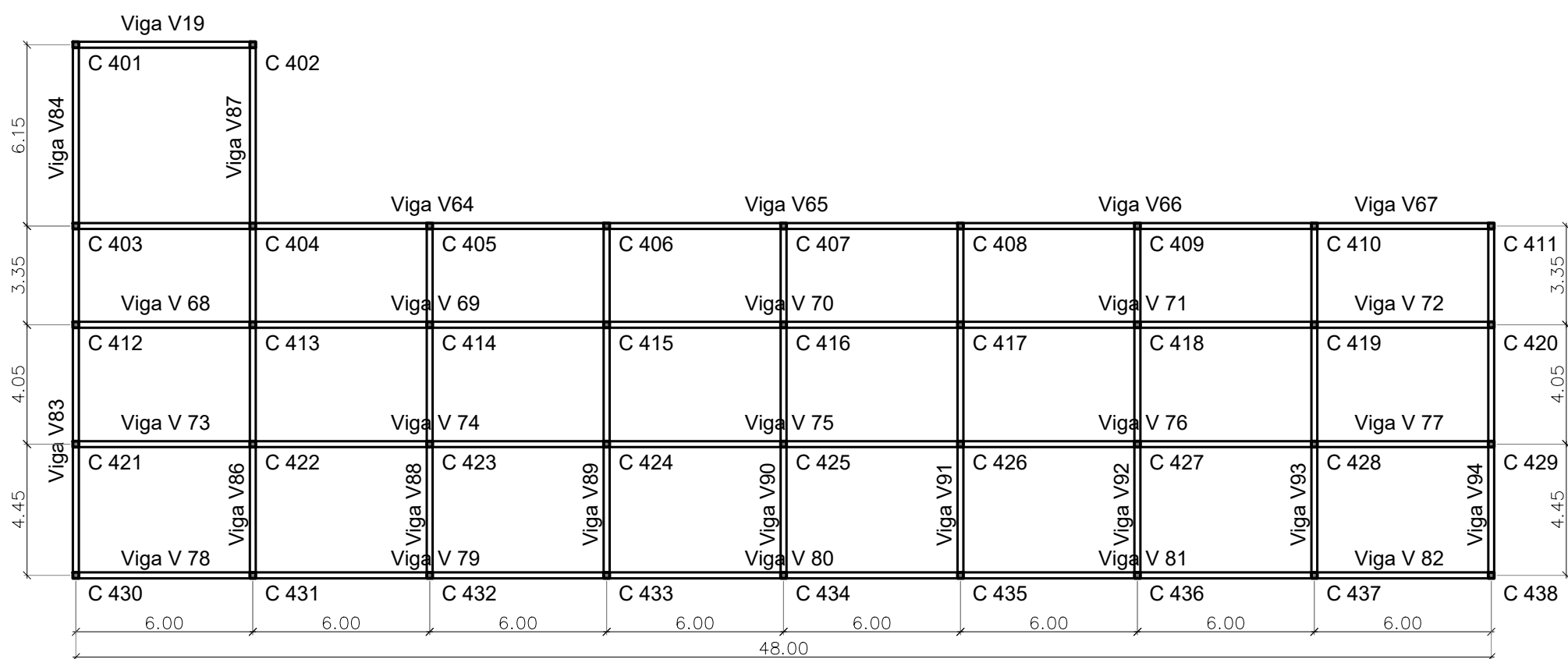
CORTE DD



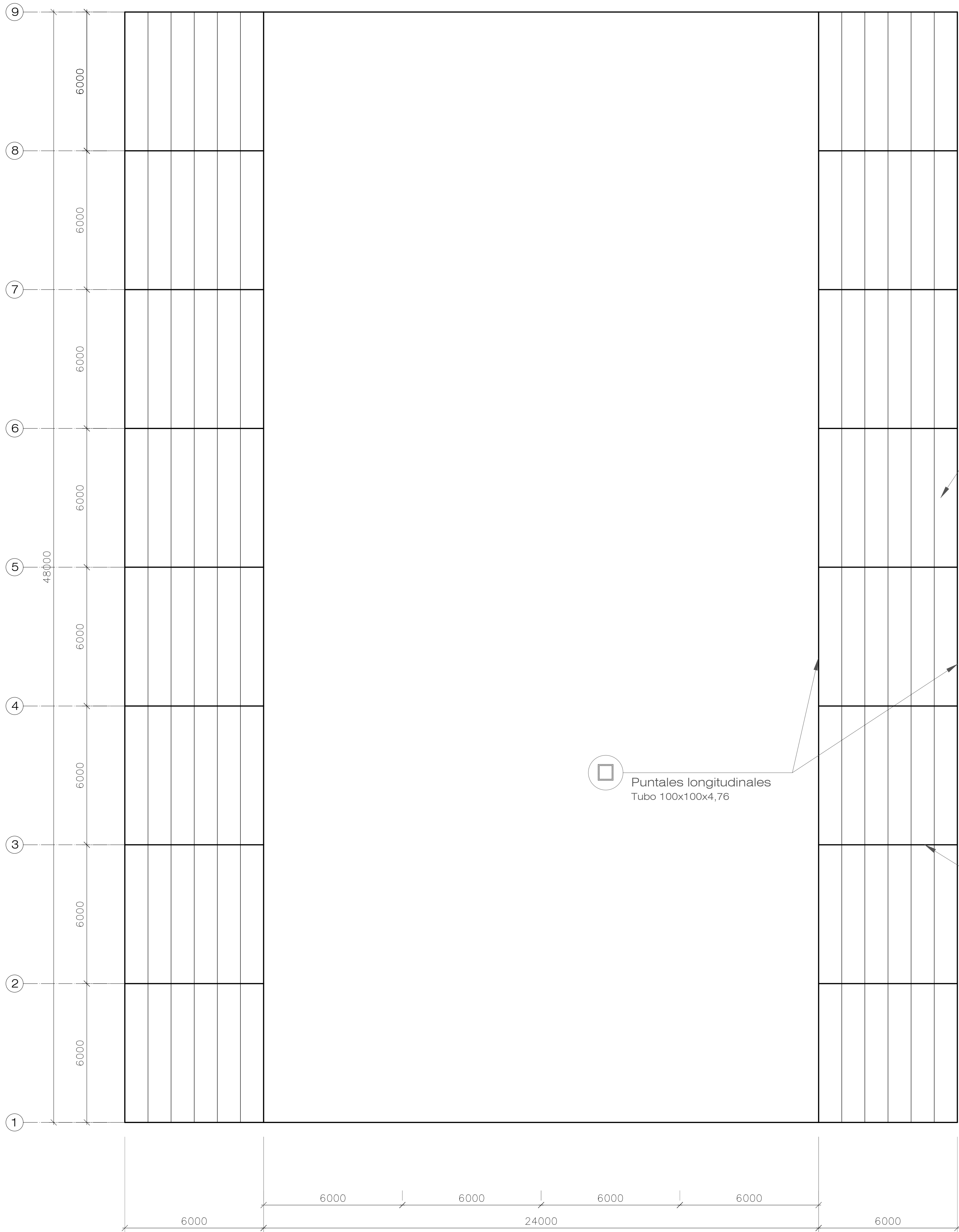
PROYECTO IV ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA - UNR			
PARQUE EDUCATIVO, TURÍSTICO Y RECREATIVO “GALINDO” PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA - CALLES INTERNAS			
ESTUDIO Y PROYECTO BOTTI, GONDOU, PUMAR, SAGARRAGA	FECHA 04/08/2026	ESCALAS 1:100	PLANO 16



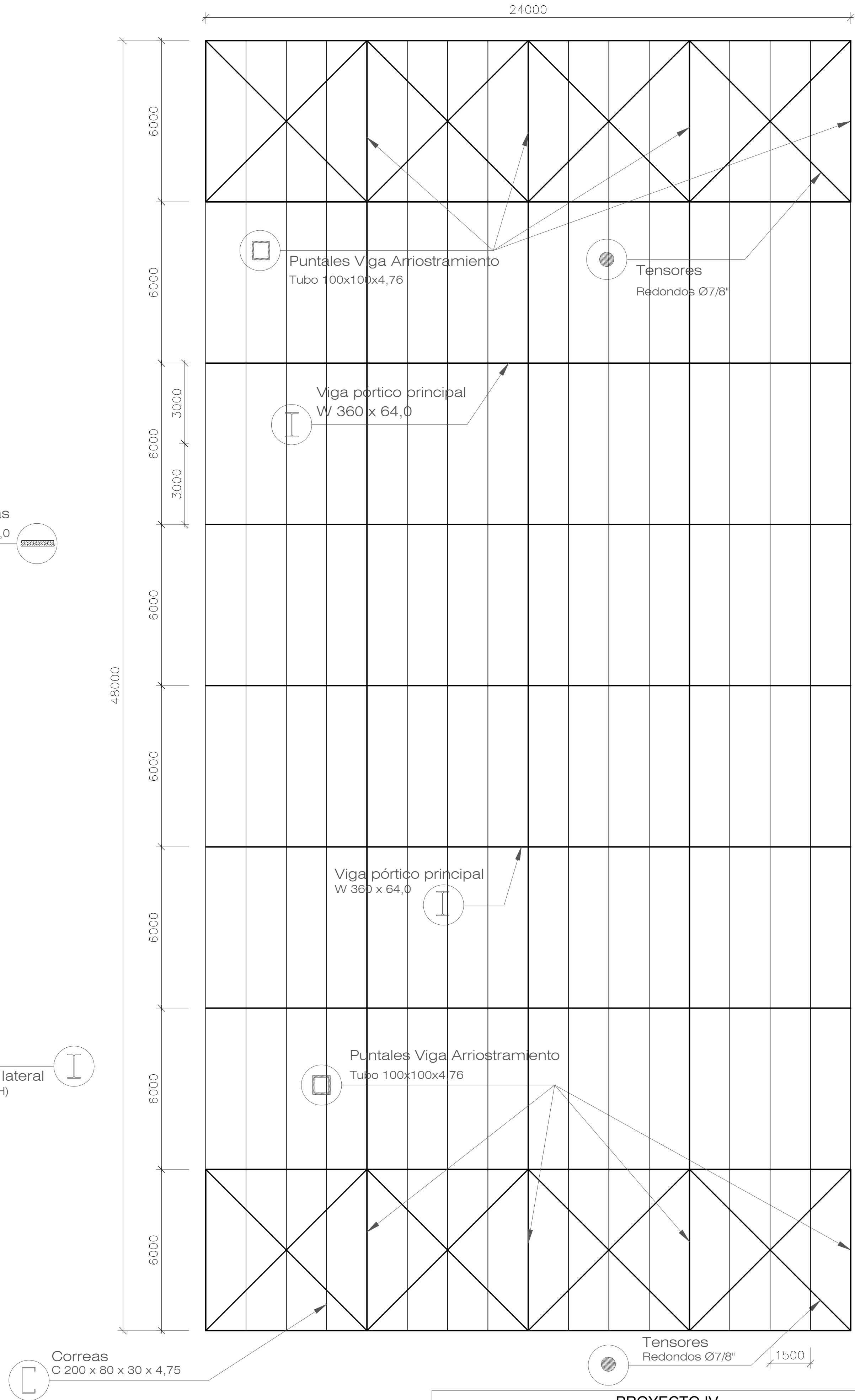
S/ PLANTA BAJA



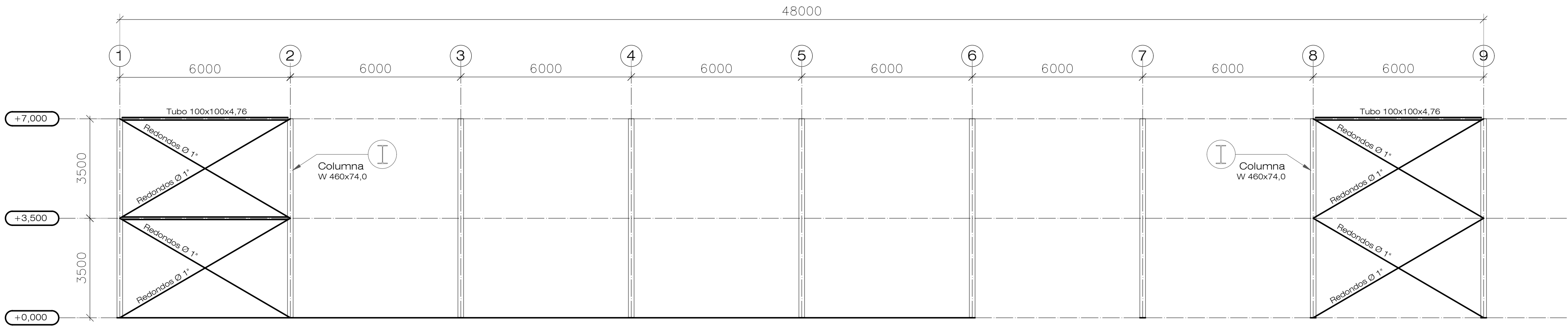
S/ PLANTA ALTA



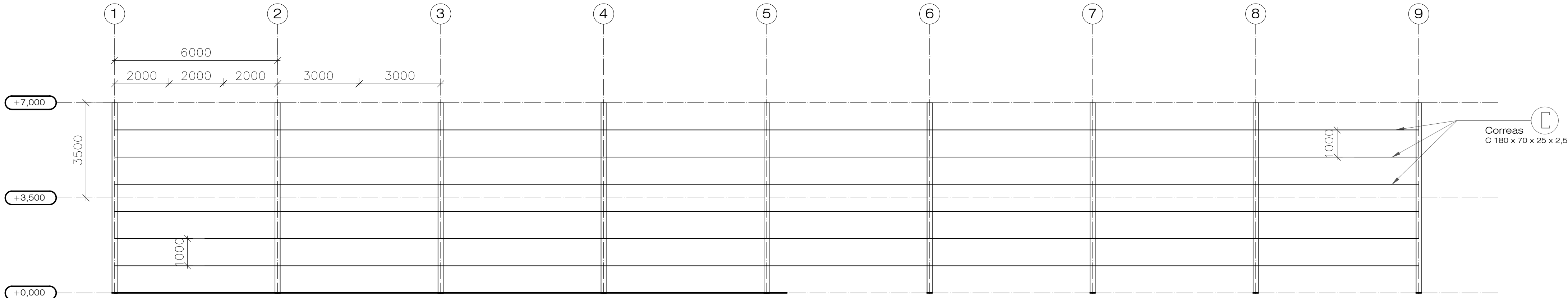
PLANTA DE ESTRUCTURAS - NIVEL PLANTA ALTA



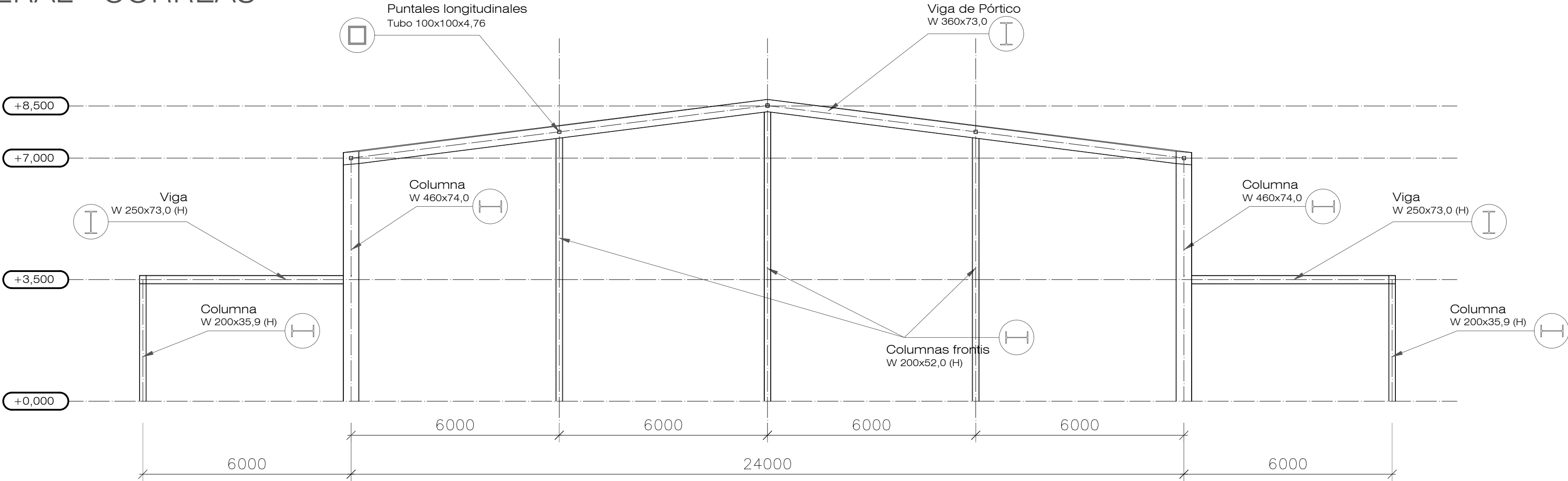
PLANTA DE TECHO - CORREAS



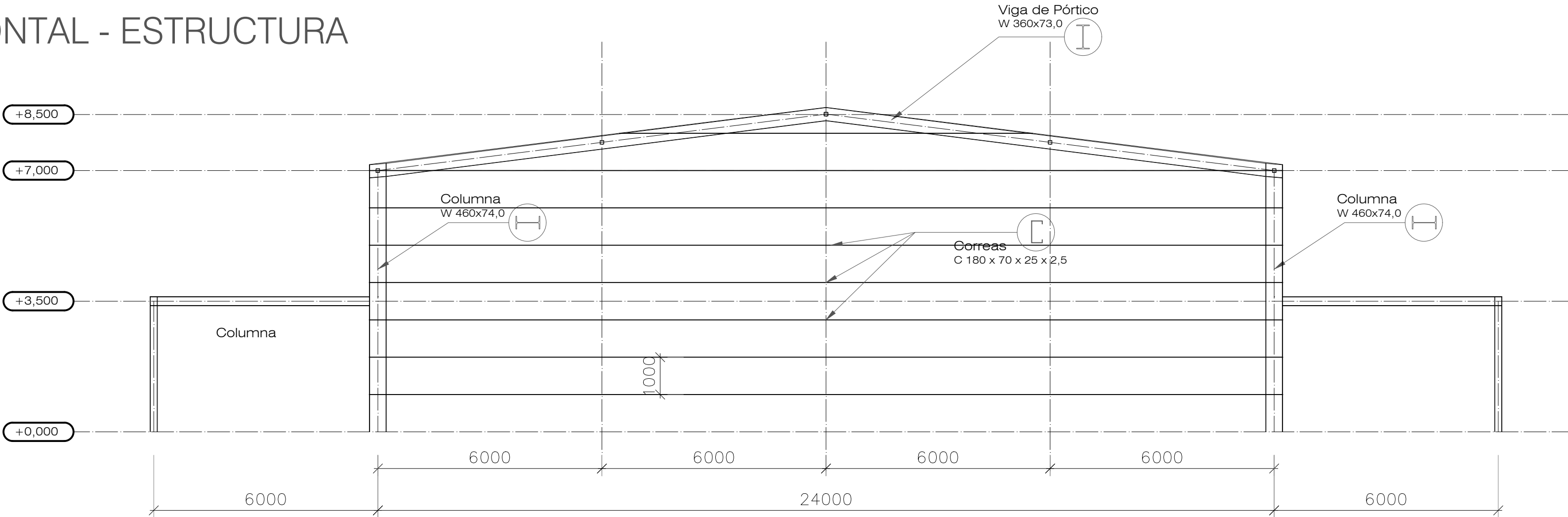
VISTA LATERAL - ESTRUCTURA



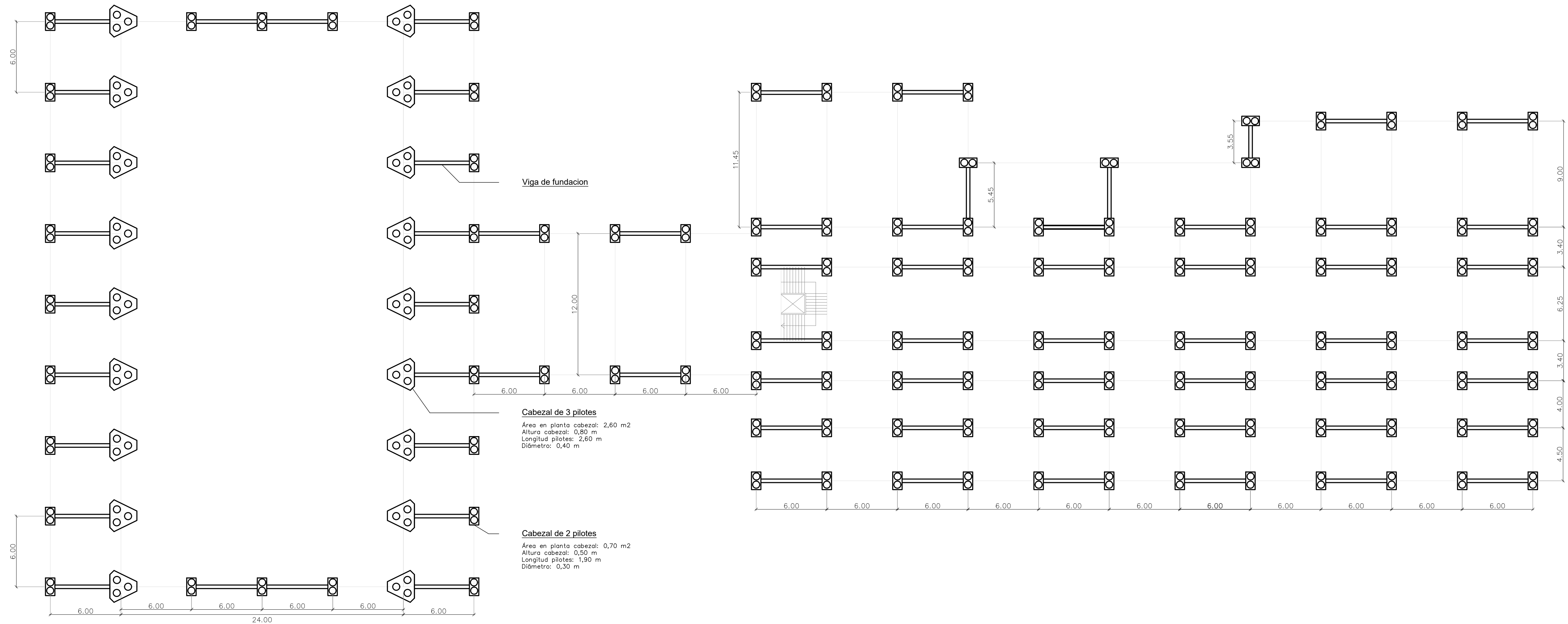
VISTA LATERAL - CORREAS



VISTA FRONTAL - ESTRUCTURA



VISTA FRONTAL - CORREAS



PLANO DE PLANTA - FUNDACIONES

ANEXO I

CÁLCULO HIDROLÓGICO

CÁLCULO DE CAUDALES DE APOORTE Y DE CORTE PARA R = 100 AÑOS

1. PARÁMETROS DE DISEÑO

1.1 Caudal pico generado

En caso de emplear para el cálculo el método racional, se establece los siguientes coeficientes de escurrimiento (Escorrentía) a utilizar, según los Chow et al., 1994.

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO						
	Recurrencias (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Hormigón: pavimentos, techos	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas Verdes (jardines, parques, etc.):							
Condición pobre (cubierta de pasto menor al 50% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%):	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente elevada (>7%):	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición media (cubierta de pasto entre 50% - 75% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%):	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente elevada (>7%):	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%):	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente elevada (>7%):	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Pendiente baja (0-2%):	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%):	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente elevada (>7%):	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Pendiente baja (0-2%):	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%):	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente elevada (>7%):	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Pendiente baja (0-2%):	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%):	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente elevada (>7%):	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Se propone, por la importancia y dimensiones de la obra, que la recurrencia a adoptar sea de R=50 años.

1.2 Intensidad de la lluvia

Correspondiente a las curvas (IDR) Intensidad-Duración-Recurrencia de la ciudad de Rosario, para la cual tenemos las siguientes variables:

RECURRENCIA	A	B	C
2	2503,797	22,997	0,8896
5	1849,402	17,280	0,8079
10	2049,965	18,197	0,8011
20	2199,949	18,576	0,7941
50	2299,979	18,120	0,7827
100	2400,000	15,004	0,7767

2. CALCULO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO

2.1 Datos

Es el volumen a acumular, generado por la diferencia entre el caudal de entrada y salida para la duración más desfavorable. La lluvia que acumula el máximo volumen no es necesariamente la misma que genera el máximo caudal, por lo que deberá estudiarse el volumen para duraciones diferentes al tiempo de concentración de modo de encontrar un máximo volumen asociado a una duración determinada.

SUBCUENCAS	Área perm [m2]	Área imperm. [m2]	Área Total [m2]	C			
SC- Salón Conferencias	0	1789	1789	0,97	1735,33	% vegetacion=	0,7054124358
SV - Sector Vestuarios	0	950	950	0,97	921,5	% futbol=	0,165317629
SE - Sector Educativo	0	857	857	0,97	831,29	% verde=	0,5400948068
HC - Hall + Circulacion	0	386	386	0,97	374,42		
SM - Sector Mantenimiento	0	88	88	0,97	85,36		
AL - Circulación al Aire Libre	0	3968	3968	0,97	3848,96		
E - Estacionamiento	0	14272	14272	0,97	13843,84		
CF - Canchas de Fútbol	12520	0	12520	0,53	6635,6		
EV - Espacio Verde	40903	0	40903	0,49	20042,47		
TOTAL	53423	22310	75733	0,64			

2.2 Método Racional

SUBCUENCAS	Área Total [m2]	C	Q [m3/s]
SC- Salón Conferencias	1789	0,97	0,113
SV - Sector Vestuarios	950	0,97	0,06
SE - Sector Educativo	857	0,97	0,05
HC - Hall + Circulacion	386	0,97	0,02
SM - Sector Mantenimiento	88	0,97	0,01
AL - Circulación al Aire Libre	3968	0,97	0,25
E - Estacionamiento	14272	0,97	0,90
CF - Canchas de Fútbol	12520	0,53	0,43
EV - Espacio Verde	40903	0,49	1,30

TOTAL 3,144

A través del metodo racional, se calcula el caudal de aporte de la cuenca completa

coeficiente de escurrimiento	C=	0,64
intensidad de lluvia	I=	173,62 mm/h
área	A=	75733,00 m2
caudal de aporte	Q=	2,33 m3/s
caudal de corte	Qc=	0,45 m3/s

	CUENCA NORTE	CUENCA OESTE
	R = 100 años	R = 100 años
duración de lluvia [min]	61,89	85,88
intensidad de lluvia [mm/h]	82,30	66,66
Coeficiente escurrimiento	0,75	0,75
Área [Ha]	99,90	74,70
Caudal [m3/s]	17,13	10,37

CÁLCULO DE CAUDALES DE APOORTE Y DE CORTE PARA R = 5 AÑOS

1. PARÁMETROS DE DISEÑO

1.1 Caudal pico generado

En caso de emplear para el cálculo el método racional, se establece los siguientes coeficientes de escurrimiento (Escorrentía) a utilizar, según los Chow et al., 1994.

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO						
	Recurrencias (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Hormigón: pavimentos, techos	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas Verdes (jardines, parques, etc.):							
Condición pobre (cubierta de pasto menor al 50% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%):	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente elevada (>7%):	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición media (cubierta de pasto entre 50% - 75% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%):	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente elevada (>7%):	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área):							
Pendiente baja (0-2%):	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%):	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente elevada (>7%):	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Pendiente baja (0-2%):	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%):	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente elevada (>7%):	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Pendiente baja (0-2%):	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%):	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente elevada (>7%):	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Pendiente baja (0-2%):	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%):	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente elevada (>7%):	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Se propone, por la importancia y dimensiones de la obra, que la recurrencia a adoptar sea de R=10 años.

1.2 Intensidad de la lluvia

Correspondiente a las curvas (IDR) Intensidad-Duración-Recurrencia de la ciudad de Rosario, para la cual tenemos las siguientes variables:

RECURRENCIA	A	B	C
2	2503,797	22,997	0,8896
5	1849,402	17,280	0,8079
10	2049,965	18,197	0,8011
20	2199,949	18,576	0,7941
50	2299,979	18,120	0,7827
100	2400,000	15,004	0,7767

2. CALCULO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO

2.1 Datos

Es el volumen a acumular, generado por la diferencia entre el caudal de entrada y salida para la duración más desfavorable. La lluvia que acumula el máximo volumen no es necesariamente la misma que genera el máximo caudal, por lo que deberá estudiarse el volumen para duraciones diferentes al tiempo de concentración de modo de encontrar un máximo volumen asociado a una duración determinada.

SUBCUENCAS	Área perm [m2]	Área imperm. [m2]	Área Total [m2]	C	
SC- Salón Conferencias	0	1789	1789	0,80	1431,2
SV - Sector Vestuarios	0	950	950	0,80	760
SE - Sector Educativo	0	857	857	0,80	685,6
HC - Hall + Circulacion	0	386	386	0,80	308,8
SM - Sector Mantenimiento	0	88	88	0,80	70,4
AL - Circulación al Aire Libre	0	3968	3968	0,80	3174,4
E - Estacionamiento	0	14272	14272	0,80	11417,6
CF - Canchas de Fútbol	12520	0	12520	0,40	5008
EV - Espacio Verde	40903	0	40903	0,36	14725,08
TOTAL	53423	22310	75733	0,50	

2.2 Método Racional

SUBCUENCAS	Área Total [m2]	C	Q [m3/s]
SC- Salón Conferencias	1789	0,80	0,060
SV - Sector Vestuarios	950	0,80	0,03
SE - Sector Educativo	857	0,80	0,03
HC - Hall + Circulacion	386	0,80	0,01
SM - Sector Mantenimiento	88	0,80	0,00
AL - Circulación al Aire Libre	3968	0,80	0,13
E - Estacionamiento	14272	0,80	0,48
CF - Canchas de Fútbol	12520	0,40	0,21
EV - Espacio Verde	40903	0,36	0,62

TOTAL 1,573

A través del metodo racional, se calcula el caudal de aporte de la cuenca completa

coeficiente de escurrimiento	C=	0,50
intensidad de lluvia	I=	113,36 mm/h
área	A=	75733,00 m2
caudal de aporte	Q=	1,18 m3/s
caudal de corte	Qc=	0,45 m3/s

	CUENCA NORTE	CUENCA OESTE
	R = 5 años	R = 5 años
duración de lluvia [min]	61,89	85,88
recurrencia de lluvia		
intensidad de lluvia [mm/h]	54,10	43,68
Coeficiente escurrimiento	0,46	0,46
Área [Ha]	99,90	74,70
Caudal [m3/s]	6,91	4,17

CÁLCULO DE TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

CUENCA NORTE	
Área	999000 m2
Distancia mantiforme	80 metros
Distancia encauzada 1	2523 metros
Distancia encauzada 2	3205 metros
Distancia encauzada 3	2986 metros

R=5 años	
U	0,100 m/s
L=	0,08 km
tm=	13,33 min
L=	3,205 km
U	1,100 m/s
te=	48,56 min
Tc=	61,89 min

R=100 años	
U	0,100 m/s
L=	0,08 km
tm=	13,33 min
L=	3,205 km
U	1,100 metros
te=	48,56 min
Tc=	61,89 min

MÍNIMO TC CUENCA NORTE = 61,89 min

CUENCA OESTE	
Área	747000 m2
Distancia mantiforme	307 metros
Distancia encauzada 1	1998 metros
Distancia encauzada 2	2291 metros

R=5 años	
U	0,100 m/s
L=	0,307 km
tm=	51,17 min
L=	2,291 km
U	1,100 m/s
te=	34,71 min
Tc=	85,88 min

R=100 años	
U	0,100 m/s
L=	0,307 km
tm=	51,17 min
L=	2,291 km
U	1,100 m/s
te=	34,71 min
Tc=	85,88 min

MÍNIMO TC CUENCA OESTE = 85,88 min

TIPO DE ESCURRIMIENTO	VELOCIDAD MAXIMA PROMEDIO DEL FLUJO
Flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines	0,10 m/seg.
Flujo no concentrado en pavimentos	0,35 m/seg.
Flujo en cordón-cuneta	0,60 m/seg.
Flujo en zanjas y canales excavados	1,10 m/seg.

2018 - Año del Bicentenario de la Provincia de la Pampa

 Provincia de Santa Fe Poder Ejecutivo	
	
LUGAR: CA. GUAYAN, PAMPA OBSERVACION: EL ESPACIO DE LA AGUA ES PARA EL USO DE LA AGUA Y LA VELOCIDAD DE LA AGUA	
Flujo en conductos de hormigón	1,30 m/seg.
Flujo en canales revestidos de hormigón	1,40 m/seg.

	CUENCA NORTE	CUENCA OESTE
Área [m2]	999000,00	747000,00
Distancia mantiforme [m]	80,00	307,00
Distancia encauzada [m]	3205,00	2291,00

	CUENCA NORTE		CUENCA OESTE	
	R = 5 años	R = 100 años	R = 5 años	R = 100 años
Tiempo mantiforme [min]	13,33	13,33	51,17	51,17
Tiempo encauzado [min]	48,56	48,56	34,71	34,71
Tiempo de concentración [min]	61,89	61,89	85,88	85,88

	CUENCA NORTE		CUENCA OESTE	
	R = 5 años	R = 100 años	R = 5 años	R = 100 años
duración de lluvia [min]	61,89	61,89	85,88	85,88
intensidad de lluvia [mm/h]	54,10	82,30	43,68	66,66
Coefficiente escurrimiento	0,23	0,36	0,23	0,36
Área [Ha]	99,90		74,70	
Caudal [m3/s]	6,91	17,13	4,17	10,37

TERRENO NUESTRO

Área 75733,00 m2

Distancia
mantiforme

1 169 metros

Distancia

encauzada 1 244 metros

Distancia
mantiforme

2 183 metros

Distancia

encauzada 2 189 metros

R=5 años

U 0,350 m/s

L= 169 m

tm= 10,88 min

L= 244 m

U 1,100 m/s

te= 3,70 min

Tc= 14,57 min

R=100 años

U 0,350 m/s

L= 169 m

tm= 10,88 min

L= 244 m

U 1,100 m/s

te= 3,70 min

Tc= 14,57 min

R=5 años

U 0,350 m/s

L= 183 m

tm= 11,54 min

L= 189 m

U 1,100 m/s

te= 2,86 min

Tc= 14,41 min

R=100 años

U 0,350 m/s

L= 183 m

tm= 11,54 min

L= 189 m

U 1,100 m/s

te= 2,86 min

Tc= 14,41 min

MÍNIMO TC = 14,57 min

MÍNIMO TC = 14,41 min

Tramo mantiforme en borde de cuenca (se suma al tiempo mantiforme en estacionamiento)

L= 16,98 m

U= 0,1 m/s

tm= 2,83

TIPO DE ESCURRIMIENTO	VELOCIDAD MAXIMA PROMEDIO DEL FLUJO
Flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines	0,10 m/seg.
Flujo no concentrado en pavimentos	0,35 m/seg.
Flujo en cordón-cuneta	0,60 m/seg.
Flujo en zanjas y canales excavados	1,10 m/seg.

2009, Año del Bicentenario de la Provincia de Santa Fe

 Provincia de Santa Fe Poder Ejecutivo MARCELO JULIAN RIVAS DIRECTOR GENERAL DE INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS PUBLICAS Y AGUA POTABLE	
Flujo en conductos de hormigón	1,30 m/seg.
Flujo en canales revestidos de hormigón	1,40 m/seg.

CUENCA INTERVENIDA

R = 5 años R = 100 años

Tiempo mantiforme [min]	11,54	11,54
Tiempo encauzado [min]	2,86	2,86
Tiempo de concentración [min]	14,41	14,41

CUENCA INTERVENIDA

R = 5 años R = 100 años

duración de lluvia [min]	14,41	14,41
intensidad de lluvia [mm/h]	113,36	292,85
Coefficiente escurrimiento	0,50	0,64
Área [Ha]	7,57	
Caudal [m3/s]	1,18	3,93

CÁLCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LA CUENCA ORIGINAL
(SIN INTERVENIR)

CUENCA ORIGINAL	
Área	75532,43 m2
Distancia mantiforme	80 metros
Distancia encauzada 1	369,4 metros
Distancia encauzada 2	236 metros
Distancia encauzada 3	291 metros

R=5 años	
U=	0,1 m/s
L=	80 m
tm=	13,33 min
L=	369,4 m
U=	0,6 m/s
te=	10,26 min
Tc=	23,59 min

R=100 años	
U=	0,1 m/s
L=	80 m
tm=	13,33 min
L=	369,4 m
U=	0,6 m/s
te=	10,26 min
Tc=	23,59 min

MÍNIMO TC CUENCA ORIGINAL = 23,59 min

TIPO DE ESCURRIMIENTO	VELOCIDAD MÁXIMA PROMEDIO DEL FLUJO
Flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines	0,10 m/seg.
Flujo no concentrado en pavimentos	0,35 m/seg.
Flujo en cordón-cuneta	0,60 m/seg.
Flujo en zanjas y canales excavados	1,10 m/seg.

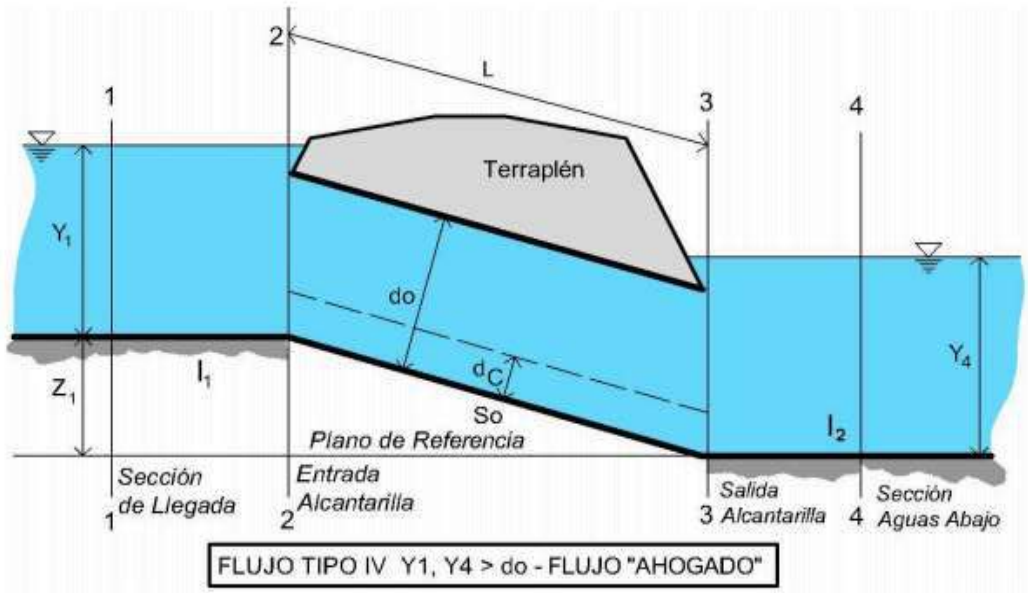
 Provincia de Santa Fe Poder Ejecutivo	
 MARCOS VILLARREAL DIRECCIÓN GENERAL DE DESPACHO GOBIERNO DE AGUAS, SERVICIOS PÚBLICOS Y SECTO AMBIENTE	
Flujo en conductos de hormigón	1,30 m/seg.
Flujo en canales revestidos de hormigón	1,40 m/seg.

CUENCA ORIGINAL	
Área [m2]	75532,43
Distancia mantiforme [m]	80,00
Distancia encauzada [m]	369,40

CUENCA ORIGINAL		
	R = 5 años	R = 100 años
Tiempo mantiforme [min]	13,33	13,33
Tiempo encauzado [min]	10,26	10,26
Tiempo de concentración [min]	23,59	23,59

CUENCA ORIGINAL		
	R = 5 años	R = 100 años
duración de lluvia [min]	23,59	23,59
intensidad de lluvia [mm/h]	92,29	140,58
Coefficiente escurrimiento	0,23	0,36
Área [Ha]	7,55	
Caudal [m3/s]	0,45	1,06

CÁLCULO ALCANTARILLA PARA R = 5 AÑOS



Q=	11,52	m3/s
y4=	1,5	m
w=	0,2	m
b=	1,5	m
w/b=	0,13	
CD=	0,98	
A0=	2,25	m2
g=	9,8	m/s2
z1=	0,1	m
n=	0,012	
L=	10	m
RO=	6	
Y1=	2,80	m

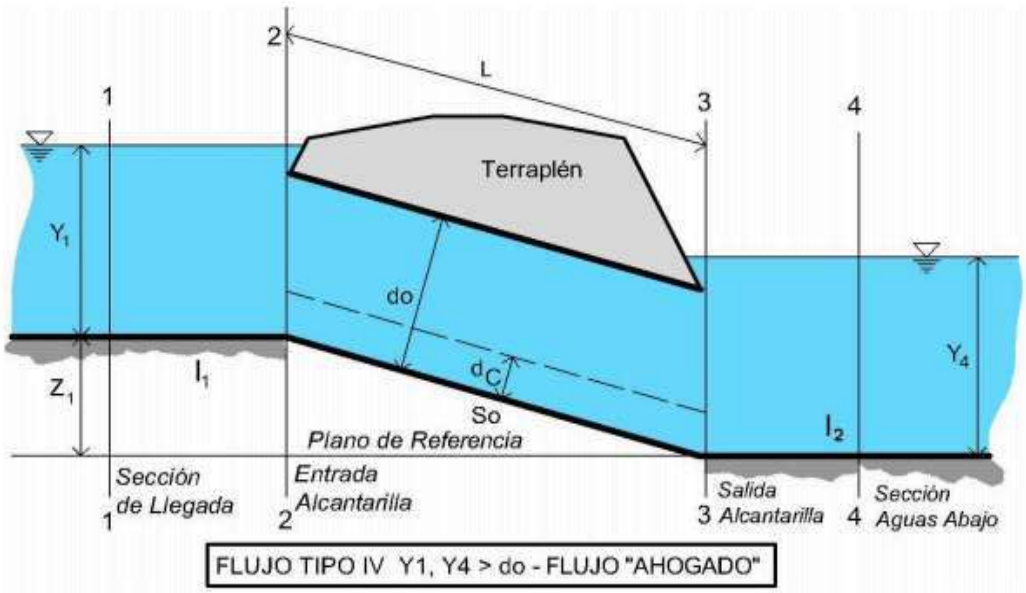
r/b, w/b	Cd
0	0,84
0,02	0,88
0,04	0,91
0,06	0,94
0,08	0,96
0,1	0,97
0,12	0,98

Cota del tirante aguas arriba = 35,80 m

Para que esta situación se presente, deberá ocurrir:

- 1. $y_1 > d_0$
- 2. $y_4 > d_0$
- 3. $z_1 + y_1 > y_4$

CÁLCULO ALCANTARILLA PARA R = 100 AÑOS



Q=	27,50	m3/s
y4=	1,5	m
w=	0,2	m
b=	1,5	m
w/b=	0,13	
CD=	0,98	
A0=	2,25	m2
g=	9,8	m/s2
z1=	0,1	m
n=	0,012	
L=	10	m
RO=	6	
Y1=	9,36	m

r/b, w/b	Cd
0	0,84
0,02	0,88
0,04	0,91
0,06	0,94
0,08	0,96
0,1	0,97
0,12	0,98

Cota del tirante aguas arriba = 42,36 m

Para que esta situación se presente, deberá ocurrir:

- 1. $y_1 > d_0$
- 2. $y_4 > d_0$
- 3. $z_1 + y_1 > y_4$

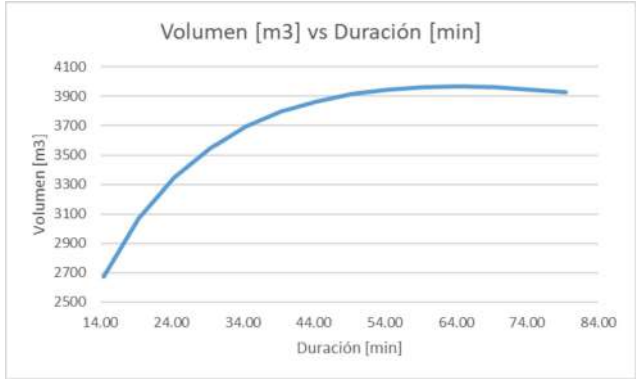
ANÁLISIS Y CÁLCULO DEL RESERVORIO

R = 100 años	
Atotal [m2]	75733
C	0,64
Tc [min]	14,41
i [mm/h]	252,62
Q [m3/s]	3,391

Metodo de Ven Te Chow

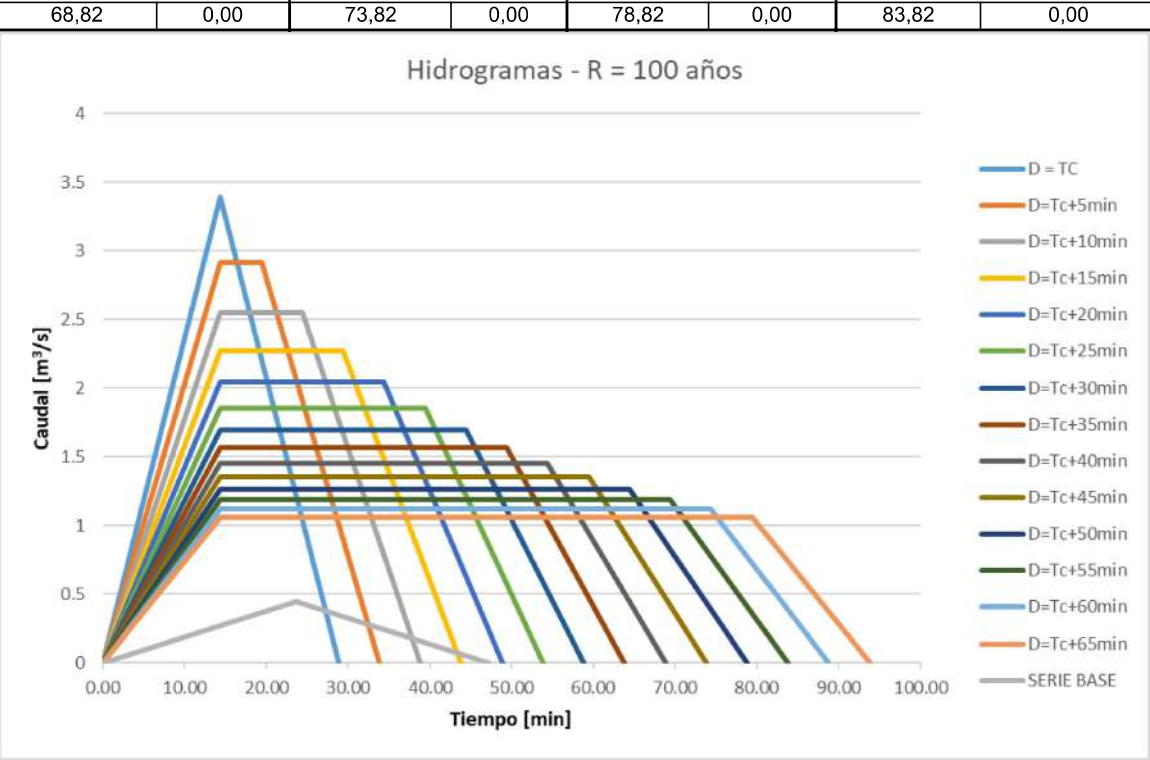
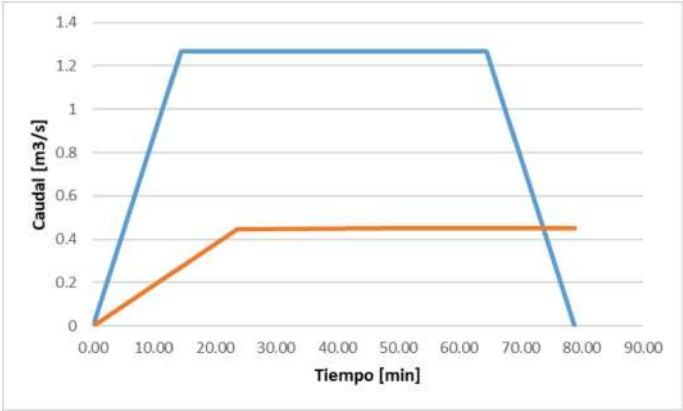
$$i = \frac{4891 T_r^{0.162}}{(t + 18.36)^{1.063}}$$

Duración [min]	Incremento de D	D_Entrada [min]	Acuena[km2]	Coef. escorrent.	i [mm/h]	Q entrada[m3/s]	V total [m3]	V des [m3]	Vol alm [m3]
D=Tc	0	14,41	0,076	0,64	252,625	3,391	2931,17	259,30	2671,88
D=Tc+5 min	5	19,41	0,076	0,64	217,228	2,916	3395,15	326,10	3069,05
D=Tc+10 min	10	24,41	0,076	0,64	190,335	2,555	3741,23	392,90	3348,33
D=Tc+15 min	15	29,41	0,076	0,64	169,229	2,271	4007,79	459,70	3548,08
D=Tc+20 min	20	34,41	0,076	0,64	152,236	2,043	4218,34	526,51	3691,83
D=Tc+25 min	25	39,41	0,076	0,64	138,269	1,856	4388,06	593,31	3794,75
D=Tc+30 min	30	44,41	0,076	0,64	126,591	1,699	4527,18	660,11	3867,07
D=Tc+35 min	35	49,41	0,076	0,64	116,686	1,566	4642,80	726,91	3915,89
D=Tc+40 min	40	54,41	0,076	0,64	108,182	1,452	4740,04	793,71	3946,33
D=Tc+45 min	45	59,41	0,076	0,64	100,804	1,353	4822,65	860,52	3962,13
D=Tc+50 min	50	64,41	0,076	0,64	94,343	1,266	4893,44	927,32	3966,12
D=Tc+55 min	55	69,41	0,076	0,64	88,640	1,190	4954,56	994,12	3960,44
D=Tc+60 min	60	74,41	0,076	0,64	83,571	1,122	5007,69	1060,92	3946,77
D=Tc+65 min	65	79,41	0,076	0,64	79,035	1,061	5054,14	1127,72	3926,42



D = TC		D=Tc+5 min		D=Tc+10 min		D=Tc+15 min		D=Tc+20 min		D=Tc+25 min	
T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
14,41	3,39	14,41	2,92	14,41	2,55	14,41	2,27	14,41	2,04	14,41	1,86
28,82	0,00	19,41	2,92	24,41	2,55	29,41	2,27	34,41	2,04	39,41	1,86
		33,82	0,00	38,82	0,00	43,82	0,00	48,82	0,00	53,82	0,00
D=Tc+30 min		D=Tc+35 min		D=Tc+40 min		D=Tc+45 min		D=Tc+50 min		D=Tc+55 min	
T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
14,41	1,70	14,41	1,57	14,41	1,45	14,41	1,35	14,41	1,27	14,41	1,19
44,41	1,70	49,41	1,57	54,41	1,45	59,41	1,35	64,41	1,27	69,41	1,19

58,82	0,00	63,82	0,00	68,82	0,00	73,82	0,00	78,82	0,00	83,82	0,00
D=Tc+60 min		D=Tc+65 min		Hidrogramas - R = 100 años D = TC D=Tc+5min D=Tc+10min D=Tc+15min D=Tc+20min							
T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]								
0,00	0	0,00	0								
14,41	1,12	14,41	1,06								
74,41	1,12	79,41	1,06								
88,82	0,00	93,82	0,00								
Previo											
T [min]	Q [m3/s]										
0,00	0,00										
23,59	0,45										
47,19	0,00										



D=Tc+50 min		Previo	
T [min]	Q [m3/s]	T [min]	Q [m3/s]
0,00	0	0,00	0,00
14,41	1,27	23,59	0,45
64,41	1,27	47,19	0,45
78,82	0,00	78,82	0,45

Cota [m]	Area [m2]	Volumen Parcial [m3]	Volumen Acumulado [m3]	
34,70	4917,92	0,00	0,00	A0
34,80	4917,92	491,79	491,79	A1
34,90	4917,92	491,79	983,58	A2
35,00	4917,92	491,79	1475,38	A3
35,10	4917,92	491,79	1967,17	A4
35,20	4917,92	491,79	2458,96	A5
35,30	4917,92	491,79	2950,75	A6
35,40	4917,92	491,79	3442,54	A7
35,50	4917,92	491,79	3934,34	A8

EL ORIFICIO SE DISEÑA A DESCARGA LIBRE PARA UNA RECURRENCIA DE R= 5 AÑOS

CAUDAL A DESCARGAR = 0,45 m3/s ----> Es el caudal máximo de salida que habia previo a la intervención
g = 9,81 m/s2
L = 25,30 m

RESERVORIO		ORIFICIO	
Q [m3/s]	0,45	ξ	0,05
y aguas ar [m]	35,01	η	0,012
y fondo reservorio [m]	34,70	Ho [m]	0,06

orificio de hormigon monolitico suave

coef de gasto

Orificios						
Diámetro [m]	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
Ho [m]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Área [m2]	0,126	0,159	0,196	0,238	0,283	0,332
L [m]	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30
f L/D	1,539	1,316	1,143	1,007	0,896	0,806
μ	0,621	0,650	0,675	0,697	0,717	0,734
Qo [m3/s]	0,085	0,112	0,144	0,180	0,220	0,264
N° de orificios	5,256	3,969	3,096	2,478	2,025	1,685
N° Adoptado	6	4	4	3	3	2
Qreal [m3/s]	0,508	0,449	0,575	0,539	0,660	0,529
error [%]	12,40%	0,77%	22,60%	17,41%	32,49%	15,75%

EL ORIFICIO SE DISEÑA A DESCARGA LIBRE PARA UNA RECURRENCIA DE R= 5 AÑOS

CAUDAL A DESCARGAR = 0,45 m3/s ----> Es el caudal máximo de salida que habia previo a la intervención
g = 9,81 m/s2
L = 25,30 m

RESERVORIO		ORIFICIO	
Q [m3/s]	0,45	ξ	0,05
y aguas ar [m]	35,50	η	0,012
y fondo reservorio [m]	34,70	Ho [m]	0,55

orificio de hormigon monolitico suave

coef de gasto

Orificios						
Diámetro [m]	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
Ho [m]	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Área [m2]	0,126	0,159	0,196	0,238	0,283	0,332
L [m]	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30	25,30
f L/D	1,539	1,316	1,143	1,007	0,896	0,806
μ	0,621	0,650	0,675	0,697	0,717	0,734
Qo [m3/s]	0,257	0,340	0,436	0,544	0,666	0,800
N° de orificios	1,736	1,311	1,023	0,818	0,669	0,557
N° Adoptado	6	4	4	3	3	2
Qreal [m3/s]	1,539	1,359	1,742	1,633	1,997	1,600
error [%]	71,07%	67,22%	74,44%	72,72%	77,70%	72,17%

DIMENSIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN DE VERTEDERO

VERTEDERO PROPUESTO:

Qmax =	0,97		
B =	5,6	<-- propuesta	
b =	4,25	<-- propuesta	
p =	0,45	Verifica contraccion lateral completa?	(B-b)/2 0,675
tirante =	0,8		2,5 h 0,625
h =	0,25		Si
n =	2		
Q =	0,97		
distancia hasta cerco =	11,2		

VERTEDERO	
Qmax [m3/s]	0,97
B [m]	5,6
b [m]	4,25
Tirante [m]	0,8
h [m]	0,25
(B-b)/2	0,675
2,5 h	0,625
Verifica contraccion lateral completa?	Sí
n	2
Q [m3/s]	0,97

MÉTODO RACIONAL SUBCUENCAS INTERNAS

Cuenca	Zona	Area permeable [m ²]	Area impermeable [m ²]	Atot [m ²]	Atot [km ²]	Longitud mantiforme [m]		Longitud cuneta [m]	C	Tc [min]	i (60, 5) [mm/hs]	Q [m ³ /s]
1	Estacionamiento	475,9	268,21	744,11	0,00074	12	Albañal	37,25	0,467	2,48	166,04	0,016
2	Estacionamiento	46,16	268	314,16	0,00031	1,5	Albañal	37,25	0,724	0,73	178,96	0,011
3	Estacionamiento	1000,52	548,79	1549,31	0,00155	17	Albañal	74,42	0,464	3,79	157,65	0,031
4	Estacionamiento	135,35	572,4	707,75	0,00071	1,5	Albañal	77	0,701	1,24	174,97	0,024
5	Estacionamiento	264,8	233,24	498,04	0,00050	17	Albañal	30	0,524	3,22	161,18	0,012
6	Estacionamiento	87,18	306,39	393,57	0,00039	1,5	Albañal	37,24	0,685	0,73	178,96	0,013
6b	Estacionamiento	42,04	42,78	84,82	0,00008	0	Albañal	13	0,542	0,17	183,59	0,002
7	Estacionamiento	176,21	531,54	707,75	0,00071	1,5	Albañal	77	0,671	1,24	174,97	0,023
8	Estacionamiento	46,16	268	314,16	0,00031	1,5	Albañal	37,25	0,724	0,73	178,96	0,011
9	Estacionamiento	135,35	572,4	707,75	0,00071	1,5	Albañal	77	0,701	1,24	174,97	0,024
10	Estacionamiento	87,18	306,39	393,57	0,00039	1,5	Albañal	37,24	0,685	0,73	178,96	0,013
10b	Estacionamiento	42,04	42,78	84,82	0,00008	0	Albañal	13	0,542	0,17	183,59	0,002
11	Estacionamiento	176,21	531,54	707,75	0,00071	1,5	Albañal	77	0,671	1,24	174,97	0,023
12	Estacionamiento	0	58,52	58,52	0,00005852	0	Albañal	19,65	0,800	0,25	182,87	0,002
13	Calle	1569,23	482,14	2051,37	0,00205137	6	Canal	145	0,402	3,20	161,31	0,037
14	Calle	1064,96	962,97	2027,93	0,00202793	7	Canal	142	0,527	3,32	160,54	0,048
15	Calle	425,82	351,38	777,2	0,0007772	2	Canal	109	0,515	1,98	169,46	0,019
16	Estacionamiento	1586,21	1050,24	2636,45	0,00263645	12	Albañal	152,63	0,487	3,96	156,63	0,056
17	Estacionamiento	826,78	3442,22	4269	0,004269	1,5	Albañal	155,8	0,699	2,25	167,62	0,139
18	Calle	483	362,25	845,25	0,00084525	2	Canal	120,75	0,503	2,16	168,21	0,020
19	Calle	740,98	744,69	1485,67	0,00148567	2	Canal	123,5	0,541	2,20	167,92	0,037
20	Calle	459,47	184,75	644,22	0,00064422	2	Canal	61,8	0,429	1,27	174,72	0,013
21	Mantenimiento	1804,72	524,44	2329,16	0,00232916	27	Canal	146	0,397	6,71	141,93	0,036
22	Calle	309,33	185,28	494,61	0,00049461	2	Canal	61,8	0,475	1,27	174,72	0,011
23	Edificio ppal	3597,94	6633,4	10231,34	0,01023134	120	Canal	77	0,617	21,17	96,97	0,170
24	Cancha 11	3481,08	0	3481,08	0,00348108	35	Canal	109	0,280	7,48	138,34	0,037
25	Cancha 11	3900	0	3900	0,0039	35	Canal	109	0,280	7,48	138,34	0,042
26	Cancha 7	4181,3	148,7	4330	0,00433	30	Canal	130	0,298	6,97	140,71	0,050
27	Sur canchas	577,28	218,41	795,69	0,00079569	5,6	Canal	104	0,423	2,51	165,82	0,015
28	Sur canchas	298,55	59,57	358,12	0,00035812	11	Canal	29,7	0,366	2,28	167,37	0,006
29	Sur canchas	2630,95	0	2630,95	0,00263095	46,4	Canal	45,9	0,280	8,43	134,22	0,027
30	Cancha 7	3961,78	243,65	4205,43	0,00420543	70	Canal	80	0,310	12,88	117,98	0,043
31	Cancha 7	3926,87	234,12	4160,99	0,00416099	70	Canal	80	0,309	12,88	117,98	0,042
32	Cancha 7	3091,88	108,18	3200,06	0,00320006	50	Canal	80	0,298	9,55	129,69	0,034
33	Sur canchas	2818,78	348,36	3167,14	0,00316714	25	Canal	80	0,337	5,38	148,64	0,044
34	Sur canchas	1138,72	406,3	1545,02	0,00154502	38	Canal	124,15	0,417	8,21	135,13	0,024
35	Sur canchas	4711,74	0	4711,74	0,00471174	14,8	Canal	184,82	0,280	5,27	149,24	0,055
36	Sur canchas	1828,34	0	1828,34	0,00182834	33	Canal	0	0,280	5,50	148,00	0,021
37	Sur canchas	1852,65	0	1852,65	0,00185265	11	Canal	184,82	0,280	4,63	152,71	0,022

VERIFICACIÓN CAUDALES MÁXIMOS

Conducto	Tipo conducto	Tipo sección	Q [m3/s]	Longitud	So	n	Base fondo [m]	Alto sección [m]	Q adm [m3/s]
C1	Albañal	Rectangular	0,016	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C2	Albañal	Rectangular	0,047	74,42	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C3	Albañal	Rectangular	0,057	30	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C4	Albañal	Rectangular	0,097	19,65	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C5	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C6+C7	Albañal	Rectangular	0,034	77	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C8	Albañal	Rectangular	0,104	15	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C9	Albañal	Rectangular	0,112	10	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C10	Albañal	Rectangular	0,016	37,24	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C11	Albañal	Rectangular	0,038	77	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C12	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C14	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C15	Albañal	Rectangular	0,034	77	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C16	Albañal	Rectangular	0,013	37,24	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C17	Albañal	Rectangular	0,016	13	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C18	Canal	Trapezoidal	0,019	109	0,002	0,03	0,5	0,5	0,779
C19	Canal	Trapezoidal	0,191	142	0,002	0,03	0,5	0,5	0,779
C20	Canal	Trapezoidal	0,097	145	0,002	0,03	0,5	0,5	0,779
C21	Canal	Trapezoidal	0,191	184,82	0,009	0,03	0,5	0,5	1,666
C22	Albañal	Rectangular	0,039	70	0,03	0,016	0,5	0,5	0,72
C23	Canal	Trapezoidal	0,068	35	0,007	0,016	0,5	0,5	2,761
C24	Canal	Trapezoidal	0,166	136	0,008	0,016	0,5	0,5	2,938
C25	Canal	Trapezoidal	0,202	130	0,008	0,016	0,5	0,5	2,865
C26	Canal	Trapezoidal	0,525	29,7	0,003	0,016	0,5	0,5	1,896
C27	Albañal	Rectangular	0,016	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C28	Albañal	Rectangular	0,047	74,42	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C29	Albañal	Rectangular	0,056	152,63	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C30	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C31+C32	Albañal	Rectangular	0,034	77	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C33	Albañal	Rectangular	0,016	37,24	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C34	Albañal	Rectangular	0,038	77	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C35	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C36	Albañal	Rectangular	0,034	77	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C38	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C39	Albañal	Rectangular	0,104	15	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C40	Albañal	Rectangular	0,013	37,24	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C41	Albañal	Rectangular	0,016	13	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C43	Albañal	Rectangular	0,011	37,25	0,0015	0,016	0,5	0,5	0,16
C44	Albañal	Rectangular	0,186	7	0,0015	0,016	0,6	0,5	0,21
C48	Canal	Trapezoidal	0,207	123,5	0,013	0,03	0,5	0,5	1,989
C50	Canal	Trapezoidal	0,036	146	0,004	0,03	0,5	0,5	1,144
C51	Canal	Trapezoidal	0,011	61,8	0,002	0,03	0,5	0,5	0,768
C52	Canal	Trapezoidal	0,046	16	0,002	0,03	0,5	0,5	0,754
C53	Canal	Trapezoidal	0,013	61,8	0,002	0,03	0,5	0,5	0,858
C54	Canal	Trapezoidal	0,207	12	0,003	0,03	0,5	0,5	0,871
C57	Canal	Trapezoidal	0,330	80	0,004	0,03	0,5	0,5	1,136
C58	Canal	Trapezoidal	0,034	80	0,008	0,03	0,5	0,5	1,509
C59	Canal	Trapezoidal	0,330	18	0,002	0,03	0,5	0,5	0,779
C60	Canal	Trapezoidal	0,085	80	0,008	0,03	0,5	0,5	1,509

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO SUBCUENCAS INTERNAS

Conducto	Cuenca aguas arriba	Cuenca incorporada	Area permeable [m2]	Area impermeable [m2]	Atot [m2]	Atot [km2]	Longitud mantiforme [m]	Longitud conducto	C	Tc cuenca incorporada [min]	Tc aguas arriba [min]	Tc [min]	i (60, 5) [mm/hs]	Q [m3/s]
C1		1	475,9	268,21	744,11	0,00074	12	37,25	0,467	2,48		2,48	166,04	0,016
C2	1	3	1476,42	817	2293,42	0,00229	17	74,42	0,465	3,79	3,43	3,79	157,65	0,047
C3	1,3	5	1741,22	1050,24	2791,46	0,00279	17	30	0,476	3,22	4,17	4,17	155,36	0,057
C4	1,3,5	12	1741,22	1108,76	2849,98	0,00285	0	19,65	0,800	0,25	4,42	4,42	153,90	0,097
C5		2	46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C6+C7	2	4	181,51	840,4	1021,91	0,00102	1,5	77	0,701	1,24	1,71	1,71	171,40	0,034
C8	2,4	6,7,8,9	668,45	2561,51	3229,96	0,00323	1,5	15	0,685	0,44	1,91	1,91	170,02	0,104
C9	2,4,6,7,8,9	11,10,	973,88	3442,22	4416,1	0,00442	1,5	10	0,542	0,38	2,04	2,04	169,10	0,112
C10		6	129,22	349,17	478,39	0,00048	1,5	37,24	0,660	0,73		0,73	178,96	0,016
C11	6,6b	7	305,43	880,71	1186,14	0,00119	1,5	77	0,666	1,24	1,71	1,71	171,41	0,038
C12		6b	46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C13														
C14		8	46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C15	8	9	181,51	840,4	1021,91	0,00102	1,5	77	0,708	1,24	1,71	1,71	171,40	0,034
C16		10	87,18	306,39	393,57	0,00039	1,5	37,24	0,685	0,73		0,73	178,96	0,013
C17	10,10b	11	129,22	349,17	478,39	0,00048	0	13	0,660	0,17	0,89	0,89	177,63	0,016
C18*		6b	46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C18		15	425,82	351,38	777,2	0,00078	2	109	0,515	1,98		1,98	169,46	0,019
C19	2,4,6,7,8,9,11,10,15	14,34	3603,38	5162,87	8766,25	0,00877	38	142	0,586	8,48	4,14	8,48	133,99	0,191
C20	1,3,5,12	13	3310,45	1590,9	4901,35	0,00490	6	145	0,449	3,20	6,62	6,62	142,37	0,097
C21	1 a 15, 34	27,29,35	14833,8	6972,18	21805,98	0,02181	46,4	184,82	0,446	10,53	11,29	11,29	123,27	0,191
C22		23a	366	867,64	1233,64	0,00123	0	70	0,646	0,90		0,90	177,60	0,039
C23	23a	23b	4018,89	1977,64	5996,53	0,00600	145	35	0,451	24,70	1,43	24,70	90,32	0,068
C24		23c,24	4898,08	3742	8640,08	0,00864	35	136	0,505	7,89		7,89	136,52	0,166
C25	23,24	26	9079,38	3890,7	12970,08	0,01297	30	130	0,436	6,97	9,86	9,86	128,46	0,202
C26	1 a 15,23 a 27,34,35	28	24211,73	10922,45	35134,18	0,03513	11	29,7	0,442	2,28	11,74	11,74	121,72	0,525
C27			475,9	268,21	744,11	0,00074	12	37,25	0,467	2,48		2,48	166,04	0,016
C28			1476,42	817	2293,42	0,00229	17	74,42	0,465	3,79	3,43	3,79	157,65	0,047
C29	16		1586,21	1050,24	2636,45	0,00264	12	152,63	0,487	3,96	3,79	3,96	156,63	0,056
C30			46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C31+C32			181,51	840,4	1021,91	0,00102	1,5	77	0,701	1,24	1,71	1,71	171,40	0,034
C33			129,22	349,17	478,39	0,00048	1,5	37,24	0,660	0,73		0,73	178,96	0,016
C34			305,43	880,71	1186,14	0,00119	1,5	77	0,666	1,24	1,71	1,71	171,41	0,038
C35			46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C36			181,51	840,4	1021,91	0,00102	1,5	77	0,708	1,24	1,71	1,71	171,40	0,034
C38			46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C39			668,45	2561,51	3229,96	0,00323	1,5	15	0,685	0,44	1,91	1,91	170,02	0,104
C40			87,18	306,39	393,57	0,00039	1,5	37,24	0,685	0,73		0,73	178,96	0,013
C41			129,22	349,17	478,39	0,00048	0	13	0,660	0,17	0,89	0,89	177,63	0,016
C41*	17		826,78	3442,22	4269,00	0,00427	1,5	9,38	0,699	2,25	0,89	2,25	167,62	0,139
C43			46,16	268	314,16	0,00031	1,5	37,25	0,724	0,73		0,73	178,96	0,011
C44	16,17		2412,99	4492,46	6905,45	0,00691	0	7	0,618	0,09	3,89	3,89	157,01	0,186
C45		16,17,18	2412,99	4492,46	6905,45	0,00691		25				0,00	185,02	0,000
C46					0	0,00000		30				0,00	185,02	0,000
C47					0	0,00000		30				0,00	185,02	0,000
C48	16,17,18	19	3153,97	5237,15	8391,12	0,00839	2	123,5	0,605	2,20	5,76	5,76	146,63	0,207
C49					0	0,00000		63				0,00	185,02	0,000
C50		21	1804,72	524,44	2329,16	0,00233	27	146	0,397	6,71		6,71	141,93	0,036
C51		22	309,33	185,28	494,61	0,00049	2	61,8	0,475	1,27		1,27	174,72	0,011
C52	21,22		2114,05	709,72	2823,77	0,00282		16	0,411		6,71	6,71	141,93	0,046
C53		20	459,47	184,75	644,22	0,00064	2	61,8	0,429	1,27		1,27	174,72	0,013
C54	16,17,18,19,20,21,22		5727,49	6131,62	11859,11	0,01186		12	0,397	5,76		5,76	146,63	0,207

C55					0	0,00000		30				0,00	185,02	0,000
C56					0	0,00000		42				0,00	185,02	0,000
C57	16,17,18,19,20,21,22	33,37	10398,92	6479,98	16878,9	0,01688	25	80	0,480	5,38	5,76	5,76	146,63	0,330
C58		32	3091,88	108,18	3200,06	0,00320	50	80	0,298	9,55		9,55	129,69	0,034
C59	16,17,18,19,20,21,22,33,37	32	13490,8	6588,16	20078,96	0,02008	50	18	0,451	9,55	5,76	9,55	129,69	0,330
C60		30,31	7888,65	477,77	8366,42	0,00837	70	80	0,310	12,88		12,88	117,98	0,085

ANEXO II

CÁLCULO ESTRUCTURAL

CORREAS

Datos		
Material		
Fy	23,50	kN/cm2
Fu	37,00	kN/m2
E	20.000	kN/cm2
G	7.720	kN/cm2
μ	0,30	
α	7,13	°
γ	77,30	kN/m3
Dimensiones		
L Lat.	48,00	m
L Frontis	24,00	m
h	10,00	m

peso esp del
acero

Cargas			
CARGAS DE VIENTO			
ANCHO DE INFLUENCIA			1,5
ELEMENTO	Zona	Presión [N/m2]	Succión [N/m2]
CORREAS	CUBIERTA	1	466,65
		2	466,65
		3 (esquina)	466,65
	PARED LATERAL	4	874,962
		5 (esquina)	874,962
		4	874,962
	PARED FRONTAL	5 (esquina)	874,962
		5 (esquina)	874,962

CARGAS PERMANENTES		
qD´ chapa	6,63	N/m2
SOBRECARGAS Lr		
qLr´ correa	1.417,85	N/m2

RESUMEN DE CORREAS

SECTOR	ZONA	PERFILES ADOPTADOS			DEFORMACIONES [cm]		PRESIÓN		SUCCIÓN	
		Perfil	Tillas	Presión		Succión	Admisible	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Mu [kNcm]
CUBIERTA	1	C 200 80 30 4,75	-	1,63		1,19	3,33	1.788,71	2.338,13	-1.058,99
	2	C 200 80 30 4,75	-	1,63		1,42	3,33	1.788,71	2.338,13	-1.255,86
	3	C 180 70 25 2,5	-	2,05		1,78	3,33	894,35	1.034,66	-627,93
PAREDES LATERALES	4	C 180 70 25 2,5	-	1,68		1,84	3,33	590,60	1.034,66	-649,66
	5	C 180 70 25 3,2	-	1,34		1,68	3,33	590,60	1.291,00	-738,25
PAREDES FRONTIS	4	C 180 70 25 2,5	-	1,68		1,84	3,33	590,60	1.034,66	-649,66
	5	C 180 70 25 3,2	-	1,34		1,63	3,33	590,60	1.291,00	-714,63

CORREAS - CUBIERTA

CARGAS EN CUBIERTA				
ESTADO SERVICIO PRESIÓN		ZONA N/m2		
		1	2	3
q1	qD' chapa + qW	473,27	473,27	473,27
q2	qD' chapa + qLr'	1.424,47	1.424,47	1.424,47
q3	qD' chapa + 0,7*(qLr' + qW)	1.325,77	1.325,77	1.325,77
qmáx		1.424,47	1.424,47	1.424,47
ESTADO SERVICIO SUCCIÓN		ZONA N/m2		
		1	2	3
q1	qD' chapa + qW	-1.043,33	-1.237,76	-1.237,76
ESTADO ÚLTIMO PRESIÓN		ZONA N/m2		
		1	2	3
qu1	1,20*qD'chapa +1,60*qLr'+0,80*qW	2.649,83	2.649,83	2.649,83
qu2	1,20*qD'chapa +0,50*qLr'+1,50*qW	1.416,85	1.416,85	1.416,85
qmáx		2.649,83	2.649,83	2.649,83
ESTADO ÚLTIMO SUCCIÓN		ZONA N/m2		
		1	2	3
qu1	0,90*qD'chapa +1,5*qW	-1.568,97	-1.860,62	-1.860,62

DATOS GENERALES				
ZONA	1	Luz	6,00	m
		Separación	1,50	m

PERFIL:		C 200 80 30 4,75		
ht [mm]	Ag [cm2]	Ix [cm4]	Sx [cm2]	Iy [cm4]
200	18,47	1105,48	110,55	159,55

VERIFICACIÓN ESTADO EN SERVICIO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m]		Cargas totales [N/m]		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
qs (+)	2.136,71	qD' correa	0,14	qs (+)	2.136,85	1,631	3,333	VERIFICA
qs (-)	-1.564,99			qs (-)	-1.564,85	1,194		VERIFICA

VERIFICACIÓN ESTADO ÚLTIMO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m]		Cargas totales [N/m]		Mu [kNm]	
qu (+)	3.974,74	1,20 qD' correa	0,17	qs (+)	3.974,91	17,89	
qu (-)	-2.353,45	0,90 qD' correa	0,13	qs (-)	-2.353,32	-10,59	

VERIFICACION FLEXION

Tillas	Mu [kNcm]	R	Cb	Lb [m]	Fe [kN/cm2]	Fc [kN/cm2]	Mn [kNcm]=Sx*fy	φb	Md [kNcm]	Verificación
Sin tilla	1.788,71	-	-	-	-	-	2.597,93	0,9	2.338,13	VERIFICA
	-1.058,99	0,65	-	-	-	-	1.688,65		1.519,79	VERIFICA
-	-	-	1,29	3	-	-	-		-	-
Vinculación:									Viga continua sin tilla	

DATOS GENERALES				
ZONA	2	Luz	6,00	m
		Separación	1,50	m

PERFIL:		C 200 80 30 4,75		
ht [mm]	Ag [cm2]	Ix [cm4]	Sx [cm2]	Iy [cm4]
200	18,47	1105,48	110,55	159,55

VERIFICACIÓN ESTADO EN SERVICIO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m2]		Cargas totales [N/m]		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
qs (+)	2.136,71	qD' correa	0,14	qs (+)	2.136,85	1,631	3,333	VERIFICA
qs (-)	-1.856,64			qs (-)	-1.856,50	1,417		VERIFICA

VERIFICACIÓN ESTADO ÚLTIMO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m2]		Cargas totales [N/m]		Mu [kNm]	
qu (+)	3.974,74	1,20 qD' correa	0,17	qs (+)	3.974,91	17,89	
qu (-)	-2.790,93	0,90 qD' correa	0,13	qs (-)	-2.790,80	-12,56	

Verificación flexión										
Tillas	Mu [kNcm]	R	Cb	Lb [m]	Fe [kN/cm2]	Fc [kN/cm2]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Sin tilla	1.788,71	-	-	-	-	-	2.597,93		2.338,13	VERIFICA
	-1.255,86	0,65	-	-	-	-	1.688,65	0,9	1.519,79	VERIFICA
-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
								Vinculación:	Viga continua sin tilla	

DATOS GENERALES					PERFIL: C 180 70 25 2,5				
ZONA	3	Luz	6,00	m	ht [mm]	Ag [cm2]	Ix [cm4]	Sx [cm2]	Iy [cm4]
		Separación	0,75	m	180	8,84	440,31	48,92	61,37

VERIFICACIÓN ESTADO EN SERVICIO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m2]		Cargas totales [N/m]		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
qs (+)	1.068,36	qD´ correa	0,07	qs (+)	1.068,42	2,047	3,333	VERIFICA
qs (-)	-928,32			qs (-)	-928,32	1,779		VERIFICA

VERIFICACIÓN ESTADO ÚLTIMO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m2]		Cargas totales [N/m]		Mu [kNm]	
qu (+)	1.987,37	1,20 qD´ correa	0,08	qs (+)	1.987,45	8,94	
qu (-)	-1.395,47	0,90 qD´ correa	0,06	qs (-)	-1.395,40	-6,28	

Verificación flexión										
Tillas	Mu [kNcm]	R	Cb	Lb [m]	Fe [kN/cm2]	Fc [kN/cm2]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Sin tilla	894,35	-	-	-	-	-	1.149,62		1.034,66	VERIFICA
	-627,93	0,65	-	-	-	-	747,25	0,9	672,53	VERIFICA
-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
								Vinculación:	Viga continua sin tilla	

CARGAS EN PAREDES LATERALES			
ESTADO SERVICIO PRESIÓN		ZONA Kn/m2	
		4	5
q1	qW	874,962	874,962
ESTADO SERVICIO SUCCIÓN		ZONA	
		4	5
q1	qW	-962,458	-1.093,703
ESTADO ÚLTIMO PRESIÓN		ZONA	
		4	5
q1	1,50*qW	1.312,44	1.312,44
ESTADO ÚLTIMO SUCCIÓN		ZONA	
		4	5
q1	1,50*qW	-1.443,69	-1.640,55

DATOS GENERALES			
ZONA	4	Luz	6,00 m
		Separación	1,00 m

PERFIL: C 180 70 25 2,5				
ht [mm]	Ag [cm2]	Ix [cm4]	Sx [cm2]	Iy [cm4]
180	8,84	440,31	48,92	61,37

VERIFICACIÓN ESTADO EN SERVICIO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m]		Cargas totales [N/m]		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
qs (+)	874,96	qD' correa	0,07	qs (+)	874,96	1,677	3,333	VERIFICA
qs (-)	-962,46			qs (-)	-962,46	1,844		VERIFICA

VERIFICACIÓN ESTADO ÚLTIMO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m]		Cargas totales [N/m]		Mu [kNm]
qu (+)	1.312,44	qD'u correa	-	qs (+)	1.312,44	5,91
qu (-)	-1.443,69		-	qs (-)	-1.443,69	-6,50

Verificación flexión										
Tillas	Mu [kNcm]	R	Cb	Lb [m]	Fe [kN/cm2]	Fc [kN/cm2]	Mn [kNcm]	ϕb	Md [kNcm]	Verificación
Sin tilla	590,60	-	-	-	-	-	1.149,62		1.034,66	VERIFICA
	-649,66	0,65	-	-	-	-	747,25	0,9	672,53	VERIFICA
-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
								Vinculación: Viga continua sin tilla		

DATOS GENERALES			
ZONA	5	Luz	6,00 m
		Separación	1,00 m

PERFIL: C 180 70 25 3,2				
ht [mm]	Ag [cm2]	Ix [cm4]	Sx [cm2]	Iy [cm4]
180	11,17	549,38	61,04	75,35

VERIFICACIÓN ESTADO EN SERVICIO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m]		Cargas totales [N/m]		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
qs (+)	874,96	qD' correa	0,09	qs (+)	874,96	1,344	3,333	VERIFICA
qs (-)	-1.093,70			qs (-)	-1.093,70	1,680		VERIFICA

VERIFICACIÓN ESTADO ÚLTIMO

Cargas máximas [N/m]		Peso propio [N/m2]		Cargas totales [N/m]		Mu [kNm]
qu (+)	1.312,44	qD'u correa	-	qs (+)	1.312,44	5,91
qu (-)	-1.640,55		-	qs (-)	-1.640,55	-7,38

Verificación flexión										
Tillas	Mu [kNcm]	R	Cb	Lb [m]	Fe [kN/cm2]	Fc [kN/cm2]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Sin tilla	590,60	-	-	-	-	-	1.434,44		1.291,00	VERIFICA
	-738,25	0,65	-	-	-	-	932,39	0,9	839,15	VERIFICA
-	-	-	-	-	-	-			-	-
									Vinculación: Viga continua sin tilla	

Verificación flexión										
Tillas	Mu [kNcm]	R	Cb	Lb [m]	Fe [kN/cm2]	Fc [kN/cm2]	Mn [kNcm]	ϕ_b	Md [kNcm]	Verificación
Sin tilla	590,60	-	-	-	-	-	1.434,44		1.291,00	VERIFICA
	-714,63	0,65	-	-	-	-	932,39	0,9	839,15	VERIFICA
-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Vinculación: Viga continua sin tilla										

CHAPAS

Datos		
Chapa T101 N°22		
Espesor	0,70	mm
Separación correas de techo	1,50	m
Ancho útil	1,01	m
Paso de la chapa	0,253	m
Peso propio de la chapa qD	6,68	N/m2
Pendiente de la cubierta	12,50	%
α cubierta	7,125	°
Módulo E	21.000	kN/cm2
Inercia	9,74	cm4
Peso teórico aprox. útil recubierto (cincalum)	69,20	N/m2

Cargas			
Viento - W			
CHAPAS	Zona	Presión máx. [N/m2]	Succión máx. [N/m2]
Cubierta	1	466,65	-1.147,17
	2	466,65	-1.924,92
	3	466,65	-2.897,10
Paredes	4	1.049,95	-1.137,45
	5	1.049,95	-1.399,94
CARGA Lr		CARGA D	
Lr [N/m2]	Lr' [N/m2]	D [N/m2]	D' [N/m2]
960,000	945,231	6,680	6,628

Cargas admisibles (según tabla SIDERAR)		
Luz =	1,40	m
Parámetro	Presión	Succión
Flexión [N/m2]	3.460,00	3.210,00
Flecha [N/m2]	4.850,00	5.450,00
Luz =	1,60	m
Parámetro	Presión	Succión
Flexión [N/m2]	2.630,00	2.470,00
Flecha [N/m2]	3.230,00	3.670,00
Luz =	1,50	m
Parámetro	Presión [N/M2]	Succión [N/M2]
Flexión [N/m2]	3.045,00	2.840,00
Flecha [N/m2]	4.040,00	4.560,00

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS															
ESPOSOR (mm)	ANCHO TOTAL (mm)	ANCHO ÚTIL (mm)	PASO (mm)	ALTURA CRESTA (mm)	SECCION	PESO PROPIO	PESO TEÓRICO APROX. UTIL RECUBIERTO (1)			FLEXION DIRECTA			FLEXION INVERSA		
					A (cm²)	g (kg/m)	Galva. (kg/m²)	Cincalum (kg/m²)	Prepintado Color (kg/m²)	I _x (cm⁴)	W (cm³)	M _{adm} (kg cm)	I _x (cm⁴)	W (cm³)	M _{adm} (kg cm)
0.41	1100	1010	253	28.5	4.92	3.86	4.11	4.08	4.30	4.72	1.89	3168.86	5.89	2.57	4308.98
0.50					6.00	4.68	4.97	4.93	5.15	5.07	2.61	3599.43	6.23	3.45	4746.81
0.71					8.51	6.68	7.07	6.92	7.14	9.74	4.05	6790.42	10.67	4.54	7611.98
0.89					10.67	8.37	8.78	8.63	8.85	12.92	5.42	9087.43	13.39	5.67	9506.59

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

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

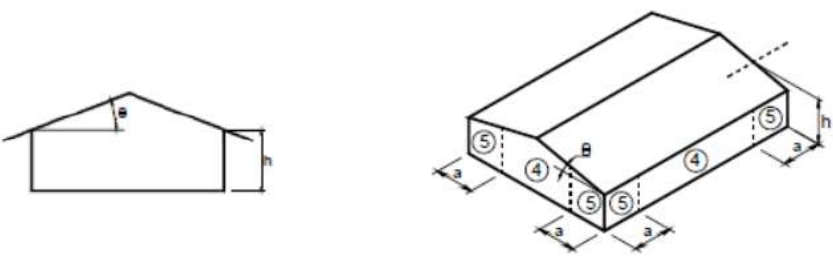
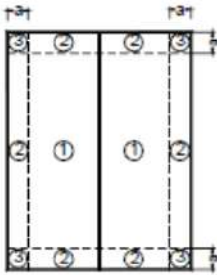


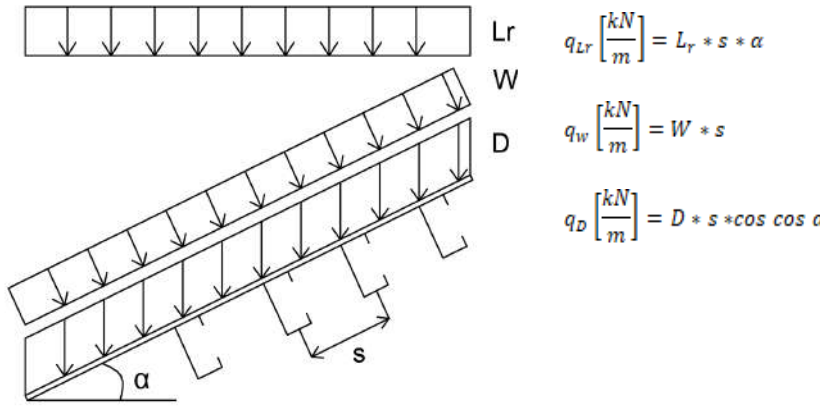
TABLA PARA PRESIÓN:

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

TABLA PARA SUCCIÓN:

Espesor (mm)	ESQUEMA DE APOYO	1.00		1.20		1.40		1.60	
		FLEXION	FLECTA	FLEXION	FLECTA	FLEXION	FLECTA	FLEXION	FLECTA
0.41		3.17	4.35	2.21	2.53	1.63	1.61	1.26	1.09
		2.34	10.40	1.64	6.03	1.21	3.81	0.94	2.57
		2.92	8.19	2.04	4.76	1.51	3.01	1.16	2.03
0.50		3.73	4.92	2.61	2.87	1.93	1.82	1.49	1.24
		2.84	11.76	1.99	6.83	1.47	4.31	1.14	2.91
		3.54	9.26	2.47	5.38	1.83	3.41	1.41	2.30
0.71		5.59	7.88	3.91	4.59	2.89	2.91	2.23	1.97
		5.00	18.83	3.49	10.93	2.58	6.91	1.99	4.65
		6.23	14.83	4.35	8.61	3.21	5.45	2.47	3.67
0.89		6.99	9.89	4.88	5.76	3.61	3.66	2.78	2.48
		6.68	23.64	4.67	13.71	3.45	8.67	2.66	5.83
		8.33	18.62	5.81	10.81	4.29	6.84	3.31	4.61

Considerando 4 apoyos



VERIFICACIÓN DE CHAPAS (Separacion 1,50 m)											
SECTOR	ZONA	COMB. SERV. PRESIÓN [N/m2]			ESTADO DET. [N/m2]		VERIFICACIÓN	COMB. SERV. SUCCIÓN [N/m2]			VERIFICACIÓN
Cubierta	1	q1	qD' + qw	473,27	q3	994,94	VERIFICA	q1	q1 = qD' + qW	-1.140,54	VERIFICA
		q2	qD' + qLr'	951,86							
		q3	qD' + 0,7*(qLr' + qw)	994,94							
	2	q1	qD' + qW	473,27	q3	994,94	VERIFICA	q1	q1 = qD' + qW	-1.918,29	VERIFICA
		q2	qD' + qLr'	951,86							
		q3	qD' + 0,7*(qLr' + qw)	994,94							
	3	q1	qD' + qW	1.056,58	q1	1.056,58	VERIFICA	q1	q1 = qD' + qW	-2.890,47	NO VERIFICA
		q2	qD' + qLr'	951,86							
		q3	qD' + 0,7*(qLr' + qw)	994,94							
Paredes	4	q1	qW	1.049,95	q1	1.049,95	VERIFICA	q1	q1 = qW	-1.137,45	VERIFICA
	5	q1	qW	1.049,95	q1	1.049,95	VERIFICA	q1	q1 = qW	-1.399,94	VERIFICA
		Presión						Succión			

Para la zona 3, donde no verifica, colocamos una correa intermedia en ese sector

VERIFICACIÓN DE CHAPAS (Separacion 0,75 m)											
SECTOR	ZONA	COMB. SERV. PRESIÓN INT.			ESTADO DET.		VERIFICACIÓN	COMB. SERV. SUCCIÓN INT.			VERIFICACIÓN
Cubierta	3	q1	qD' + qW	473,27	q3	994,94	VERIFICA	q1	q1 = qD' + qW	-2.890,47	VERIFICA
		q2	qD' + qLr'	951,86							
		q3	qD' + 0,7*(qLr' + qw)	994,94							

Cargas admisibles (según tabla SIDERAR)		
Luz =	1,00	m
Parámetro	Presión	Succión
Flexión [N/m2]	6.850,00	6.230,00
Flecha [N/m2]	13.420,00	14.830,00

La separacion nueva propuesta seria de 0,75, asi que tomamos 1m quedamos del lado de la seguridad

FRONTIS

COLUMNA INTERMEDIA DE FRONTIS (MAS ALTA)

PROPIEDADES GENERALES	
L [m]	8,5
ancho de infl. frente (abajo) [m]	6
Área de influencia frontal superior [m2]	51

ANÁLISIS DE CARGAS			
Paralelo a la cumbrera			
CARGAS VERTICALES (generan compresión/tracción)			
Carga	kN/m2	kN/m	kN
qD chapas frontis	0,007	-	0,341
qD correas frontis	-	0,068	3,485
PP columna	-	0,520	4,420
CARGAS NORMALES (generan flexión)			
Carga	kN/m2	kN/m	kN
qW(presion)	0,49	2,917	-
qW(succión)	0,84	5,016	-
CARGAS ULTIMAS VERTICALES (generan compresión)			
Pu=1,4D [KN]	11,544	-	
CARGAS ULTIMAS LONGITUDINALES (generan flexión)			
Carga	kN/m2	kN/m	kN
quW (presion)		4,375	-
quW (succión)		7,525	-

Mayorada 1,4D
Mayorada 1,4D

Mayorada 1,5W
Mayorada 1,5W

REACCIONES	
Combinación 1: 1,4D	
R verticales [kN]	11,544
C (Compresión) max [kN]	11,544
Combinación 1,5W Succión	
R longitudinal inferior [kN]	31,980
R longitudinal superior [kN]	31,980
M Max [KNm]	67,957
Combinación 1,5W Presión	
R longitudinal inferior [kN]	18,593
R longitudinal superior [kN]	18,593
M Max [KNm]	39,510

1.4D

1.5W

ESTADOS DE SERVICIO	
Flecha máx : L/150 [cm]	5,67
Inercia mínima [cm4]	2378,83

Propiedades del Material		
PERFIL ADOPTADO	W 200 x 52,0 (H)	
d [mm]	206,0	
bf [mm]	204,0	
tw [mm]	7,9	
tf [mm]	12,6	
hw [mm]	180,8	
bf/2tf	8,1	
hw/tw	19,9	
Area [cm2]	66,9	
Ix [cm4]	5.298,0	
Sx [cm3]	514,4	
rx [cm]	8,9	
Zx [cm3]	572,5	
Iy [cm4]	1.784,0	
Zy [cm4]	265,8	
ry [cm]	5,2	
J [cm4]	33,3	
Lp [cm] alma/ala sup	218,8	197,7
Lr [cm] alma/ala sup	744,0	606,9
Q	1	
PP [kN/m]	0,520	
Acero F-36		
Fy [Mpa]	345	
E [Mpa]	200000	
γ [KN/m³]	78,5	
Mr [kNm]	161,54	
G [Mpa]	77200	

VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN		
Tipo de sección (Compresión)		
Verificación ala		
λ_p	13,48	Tabla B.4.1a Caso 1
$b_f/2t_f$	8,10	COMPACTA
Verificación alma		
λ_p	35,87	Tabla B.4.1a Caso 5
h_w/t_w	19,873	COMPACTA
Q	1	(E.7.1)
Pandeo Global		
Pandeo Eje X		
k_x	1	<200
L_x	850	
λ_x	95,52	
Pandeo Eje Y		
k_y	1	<200
L_y (se vincula al plano rígido)	850	
λ_y	164,60	
Compresión		
λ_c	2,18	VERIFICA
F_{cr} [kN/cm2]	6,39	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	363,33	
P_u/P_d	0,03	

Resulta que la esbeltez determinante es segun eje X

CAP E - P. 43

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN (PRESIÓN)		
Tipo de sección (Flexión)		
Verificación ala		
λ_p	9,15	Tabla B.4.1b Caso 11
$b_f/2t_f$	8,10	COMPACTA
Verificación alma		
λ_p	90,53	Tabla B.4.1b. Caso 16
h_w/t_w	19,873	COMPACTA
Plastificación		VERIFICA
M_p [kNm]	197,513	
M_y [kNm]	177,468	
1,5 M_y [kNm]	266,202	
M_p [kNm]	197,513	
Pandeo Lateral Torsional		
C_b	1	
L_b [cm] (Tornapuntas en las correas de por medio)	200	
L_p [cm]	218,8	
L_r [cm]	744,0	
$L_p < L_b < L_r$		
F_L [Mpa]	276	
M_r [kNm]	141,9744	
X_1 [Mpa]	-	
M_n [kNm]	199,504	
Flexión		
M_n [KnM]	197,513	
ϕ	0,9	
M_d [KnM]	177,761	
M_u/M_d	0,222	

Verifico si tiene
elementos esbeltos.
No va a haber
pandeo local del
alma

Se producira el
pandeo lateral
torsional en un
sector inelastico.
CAP F - P. 75

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN (SUCCIÓN)	
Plastificación	
Mp [kNm]	197,513
My [kNm]	177,468
1,5 My [kNm]	266,202
Mp [kNm]	197,513
Pandeo Lateral Torsional	
Cb	1
Lb [cm] (Tornapuntas en las correas)	200
Lp [cm]	197,7
Lr [cm]	606,9
Lp<Lb<Lr	
FL [Mpa]	276
Mr [kNm]	141,9744
X1 [Mpa]	-
Mn [kNm]	197,199
Flexión	
Mn [KnM]	197,199
φ	0,9
Md [KnM]	177,479
Mu/Md	0,383
VERIFICA	

VERIFICACIÓN COMBINADA		
1.5W + 1.2D + f1Lr		
Pu compresion max [kN] (x1.2)	9,89	VERIFICA
Pd [kN]	363,33	
Pu/Pd	0,027	
Mu presión [kNm]	39,510	
Mu succión [kNm]	67,957	
Md presión [kNm]	177,761	
Md succión [kNm]	177,479	
Mu/Md presión	0,2223	
Mu/Md succión	0,3829	
Verificación combinada presión	0,236	
Verificación combinada succión	0,397	

VERIFICACIÓN A CORTE		
Vu [kN]	31,98	VERIFICA
Aw = d x tw (perfil laminado)	16,27	
hw/tw	19,87	
Kv	5	
Límite 1 = 1,10 x (kv x E/Fy)^0,5	59,22	
h/tw < Lím 1		
Cv	1	
Vn [KN]	336,87	
φ	0,9	
Vd [kN]	303,18	
Vu/Vd	0,11	

VERIFICACIÓN EN SERVICIO			
Flecha máx: L/160		5,31	cm
q _{máx}		0,050	kN/cm
Inercia mínima		3.209,09	cm4

El perfil que elegi
termina siendo
determinante por la
flecha

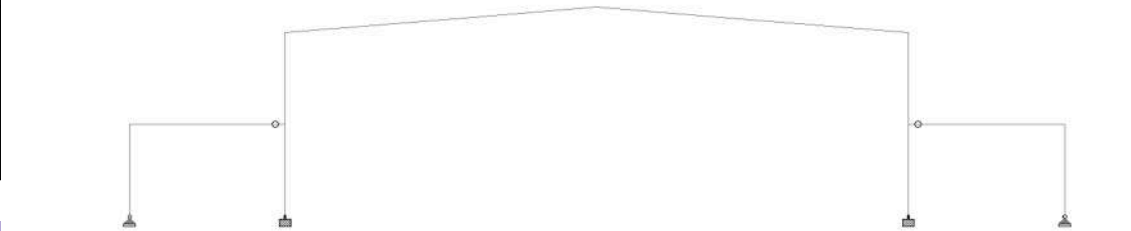
PORTICO

El análisis estructural del pórtico principal se realizó mediante el software STAAD.Pro, considerando las acciones permanentes, sobrecargas y cargas de viento definidas para el proyecto. A partir de las combinaciones de carga establecidas por la normativa, se obtuvieron los esfuerzos internos y desplazamientos necesarios para el dimensionamiento de los elementos resistentes.

El momento flector máximo obtenido fue de 249,29 kN·m (succion) y de 305,63 kN·m (presion), mientras que el esfuerzo cortante alcanzó 85,58 kN. La deformación máxima resultó de 130,86 mm, inferior al límite admisible de 161,25 mm, verificándose el adecuado comportamiento en estado de servicio.

REGLA DEL PORTICO			
L [cm]	2418,68		
Esfuerzos y flecha			
Pu [kN] compresión	92,56	Pu [kN] traccion	113,32
Mu [kNm] succion	249,29	Mu [kNm] presion (pp y Lr)	305,63
Vu [kN]	85,58		

Datos perfil y generales		Perfil W adoptado	W 360 x 72.0
d [mm]	350		
bf [mm]	204		
tw [mm]	8,6		
tf [mm]	15,1		
h [mm]	320		
bf/2tf	6,75		
hw/tw	33,49		
Area [cm2]	91,3		
Ix [cm4]	20.169		
Sx [cm3]	1.152,5		
rx [cm]	14,86		
Zx [cm3]	1.285,9		
Iy [cm4]	2.140		
Zy [cm4]	321,8		
ry [cm]	4,84		
J [cm4]	61,18		
Lp [cm] alma/ala sup	205,16	185,34	
Lr [cm] alma/ala sup	584,53	401,91	
Q	1		
PP [kN/m]	0,72		



DATOS		
Material (F36)		
Fy	345	MPa
E	200.000	MPa
Y	77,30	kN/m3
G	77.200	Mpa

PREDIMENSIONAMIENTO REGLA DE PORTICO		
L total	2418,68	cm
Flecha max	161,25	mm
Perfil adoptado		W 360 x 72.0
Flecha max vert		130,861 mm
H total	850,00	cm
Flecha max	56,67	mm
Perfil adoptado		460x68
Flecha max vert		12,223 mm

L/150

H/150

Verificación pandeo local			
Esbelteces		A compresión	A flexión
λala	6,75	13,48	9,15
		24,80	
		COMPACTO	COMPACTO
λalma	21,18	35,87	90,53
		COMPACTO	COMPACTO

Verificación a flexión (sección compacta)			
Momentos últimos			
Mu presión [kNcm]	30563	staad	
Mu succión [kNcm]	24928,6	staad	

Plastificación			
Mp [kNcm]	44364	< 1.5 My =	59642
Mn = Mp [kNcm]	44364		
φb	0,90		
Md [kNcm]	39927		
Md / Mu	1,31	> 1	

Pandeo Lateral Torsional			
Cargas aplicadas en alma o ala inferior (SUCCION)		Cargas aplicadas en el ala superior (DEBIDO A PP Y L)	
Lb [cm]	302,3	Lb [cm]	151,2
Lp [cm]	205,16	Lp [cm]	185,34
Lr [cm]	584,53	Lr [cm]	401,91
FL [MPa]	276	FL [MPa]	276
Mr [kNcm]	31809,00	Mr [kNcm]	31809,00
Cb	1	Cb	1
Mn [KNcm]	41147,70	Mn [KNcm]	46344,67
φb	0,9	φb	0,9
Md [Kncm]	37032,93	Md [Kncm]	41710,20
Md/Mu	1,49	Md/Mu	1,36

Verificación a compresión	
Qs	1,00
Q	1,00
Lx [cm]	2418,68
Ly [cm]	604,67
λx	162,73
λy	124,90
λc	2,15
Fcr [kN/cm2]	6,54
Pn [kN]	596,84
Pd [kN]	507,31
Pu [kN]	92,56
Pd/Pu	5,48

Verificación a flexocompresión	
Pu/Pd	0,18
Mu/Md+Pu/2Pd	0,92

> 0.2

< 1

Verificación a tracción	
A [cm2]	91,3
Fy [kN/cm2]	34,5
Pn [kN]	3149,85
Pd [kN]	2834,87
Pu [kN]	113,32
Pd/Pu	25,02

> 1

Verificación a flexotracción	
0,040	< 0.2
Mu/Md+Pu/2Pd	0,905

Verificación corte	
Fyw [kN/cm2]	34,5
Aw [cm2]	30,10
h/tw	33,49
Limite 1	59,22
Kv	5
Cv	1
Vn [kN]	623,07
φ	0,9
Vu [kN]	85,58
Vd [kN]	560,76
Vd/Vu	6,55

h/tw < Lim 1

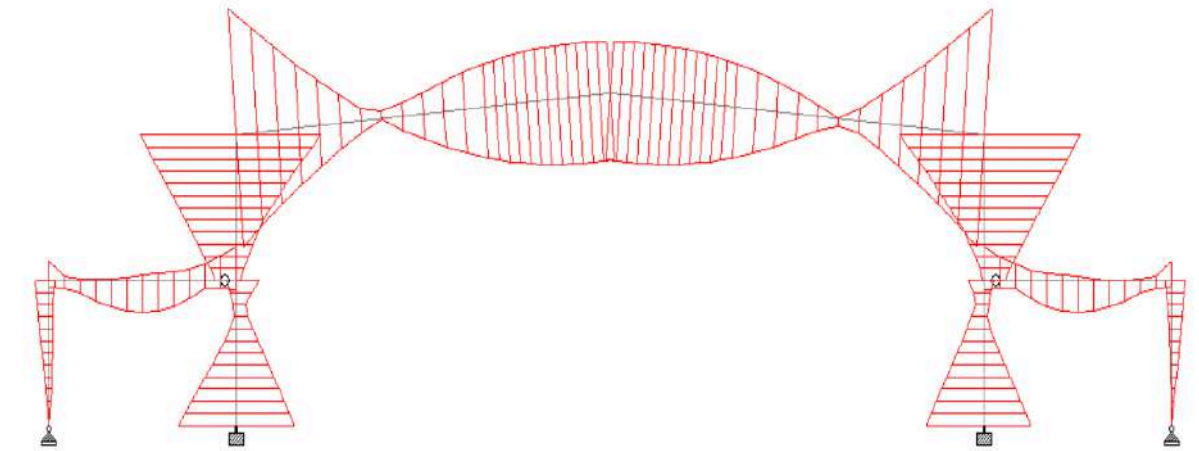
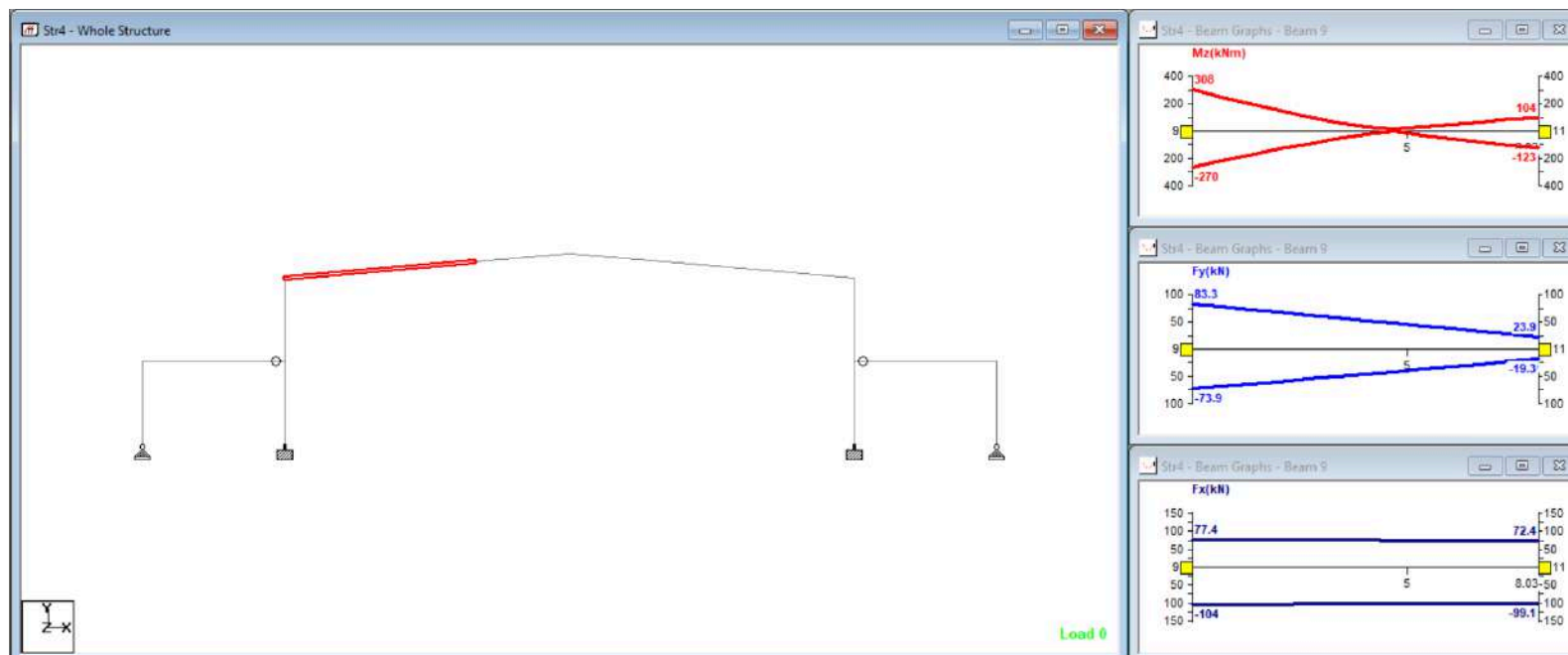


DIAGRAMA ENVOLVENTE DE MOMENTO FLECTOR

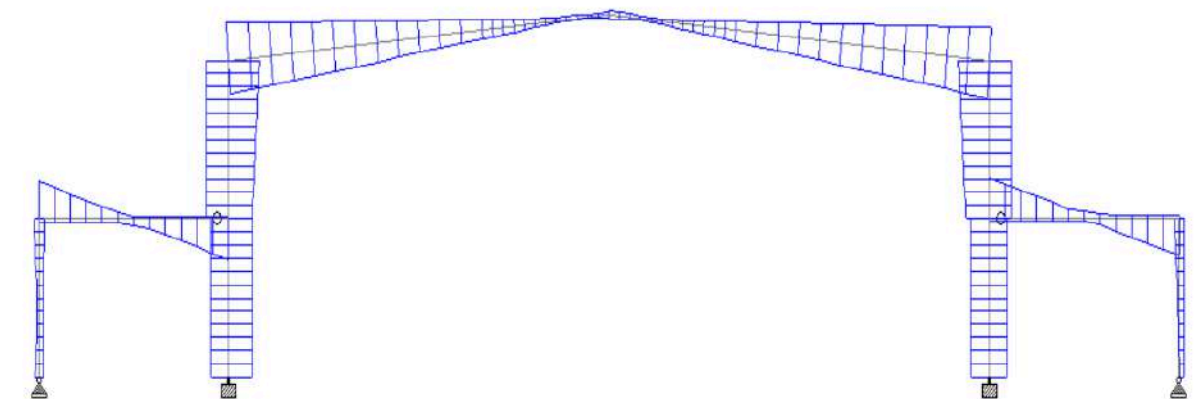
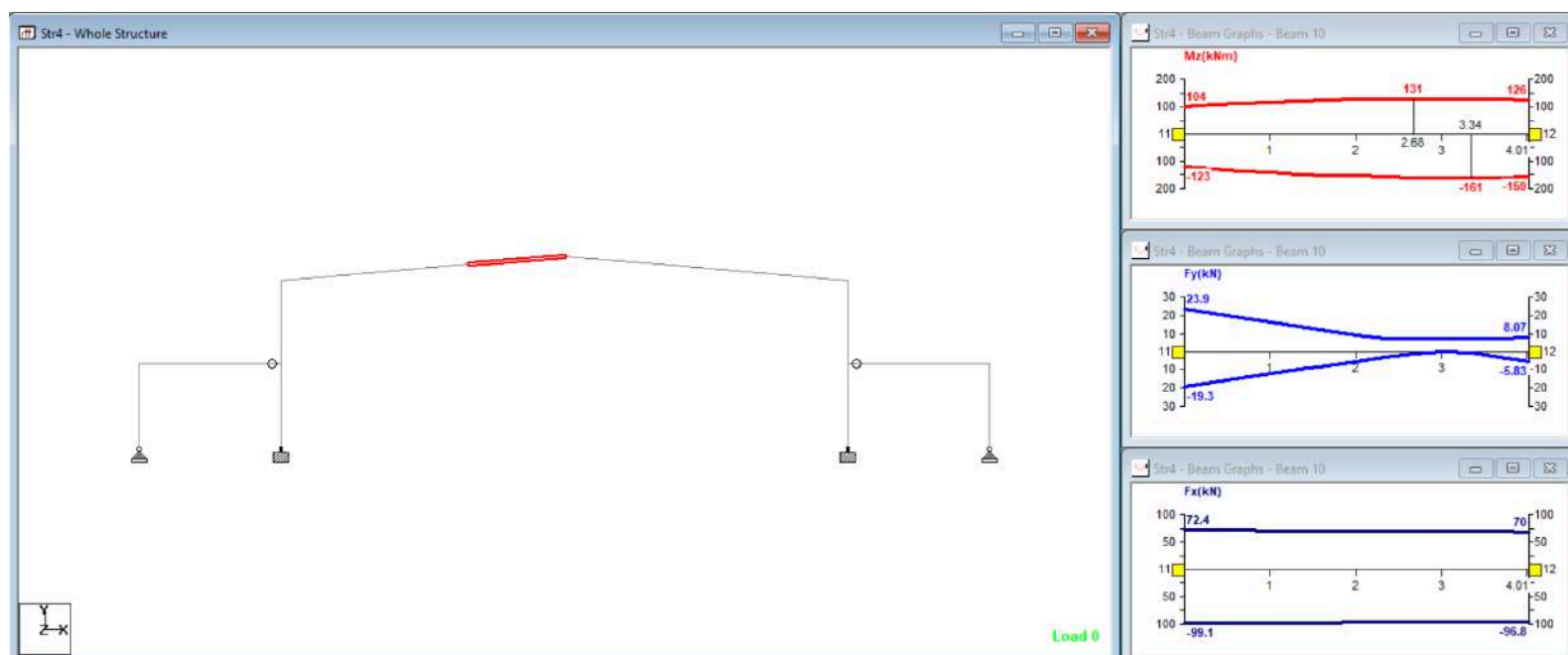


DIAGRAMA ENVOLVENTE DE CORTE

El esfuerzo axial máximo desarrollado en las columnas fue de 178 kN, acompañado por un momento flector máximo de 305,70 kN·m.

El desplazamiento horizontal máximo registrado fue de 56,67 mm, manteniéndose dentro de los límites admisibles.

COLUMNAS PORTICO			
L [cm]	700,00		
Esfuerzos y flecha			
Pu [kN] compresión	178,47	Pu [kN] traccion	103,66
Mu [kNm] succion	118,65	Mu [kNm] presion (pp y Lr)	305,70
Vu [kN]	96,82		

Datos perfil y generales		Perfil W adoptado	W 460 x 82.0
d [mm]	460		
bf [mm]	191		
tw [mm]	9,9		
tf [mm]	16,0		
h [mm]	428		
bf/2tf	5,97		
hw/tw	40,81		
Area [cm2]	104,7		
Ix [cm4]	37.157		
Sx [cm3]	1.615,5		
rx [cm]	18,84		
Zx [cm3]	1.836,4		
Iy [cm4]	1.862		
Zy [cm4]	303,3		
ry [cm]	4,22		
J [cm4]	70,62		
Lp [cm] alma/ala sup	178,70	161,44	
Lr [cm] alma/ala sup	489,92	287,35	
Q	1		
PP [kN/m]	0,82		

Verificación pandeo local			
Esbelteces		A compresión	A flexión
λala	5,97	13,48	9,15
		24,80	
		COMPACTO	COMPACTO
λalma	26,75	35,87	90,53
		COMPACTO	COMPACTO

Verificación a flexión (sección compacta)			
Momentos últimos			
Mu presión [kNcm]	30570	staad	
Mu succión [kNcm]	11865	staad	
Plastificación			
Mp [kNcm]	63356	< 1.5 My =	83602
Mn = Mp [kNcm]	63356		
φb	0,90		
Md [kNcm]	57020		
Md / Mu	1,87	> 1	
Pandeo Lateral Torsional			
Cargas aplicadas en alma o ala inferior (SUCCION)		Cargas aplicadas en el ala superior (PRESION)	
Lb [cm]	350,0	Lb [cm]	350,0
Lp [cm]	178,70	Lp [cm]	161,44
Lr [cm]	489,92	Lr [cm]	287,35
FL [MPa]	276	FL [MPa]	276
Mr [kNcm]	44587,80	Mr [kNcm]	44587,80
Cb	1	Cb	1
Mn [KNcm]	53025,71	Mn [KNcm]	35248,30
φb	0,9	φb	0,9
Md [Kncm]	47723,14	Md [Kncm]	31723,47
Md/Mu	4,02	Md/Mu	1,04

Verificación a compresión	
Qs	1,00
Q	1,00
Lx [cm]	700,00
Ly [cm]	350,00
λx	37,16
λy	82,99
λc	1,10
Fcr [kN/cm2]	20,84
Pn [kN]	2182,36
Pd [kN]	1855,01
Pu [kN]	178,47
Pd/Pu	10,39

Verificación a flexocompresión		
Pu/Pd	0,10	> 0.2
Mu/Md+Pu/2Pd	0,67	< 1

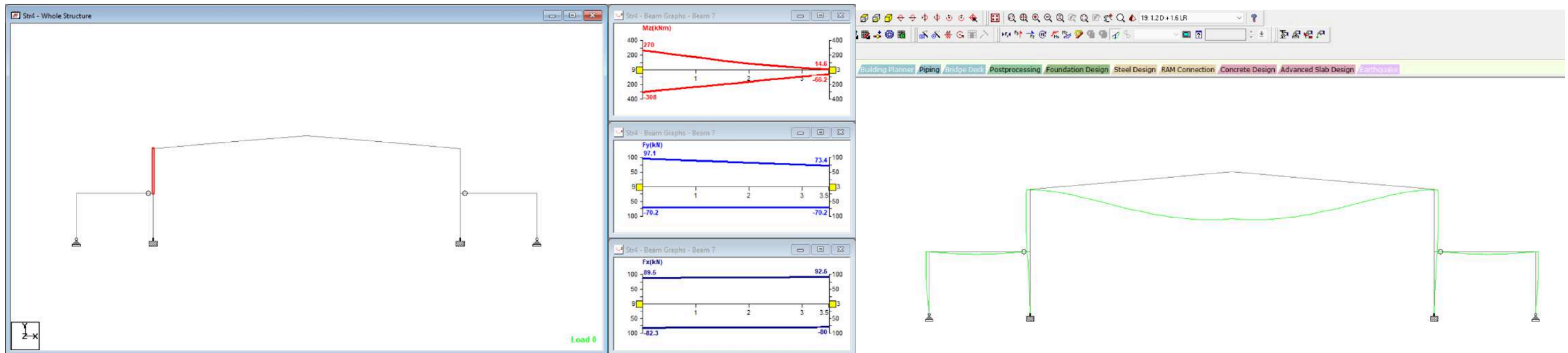
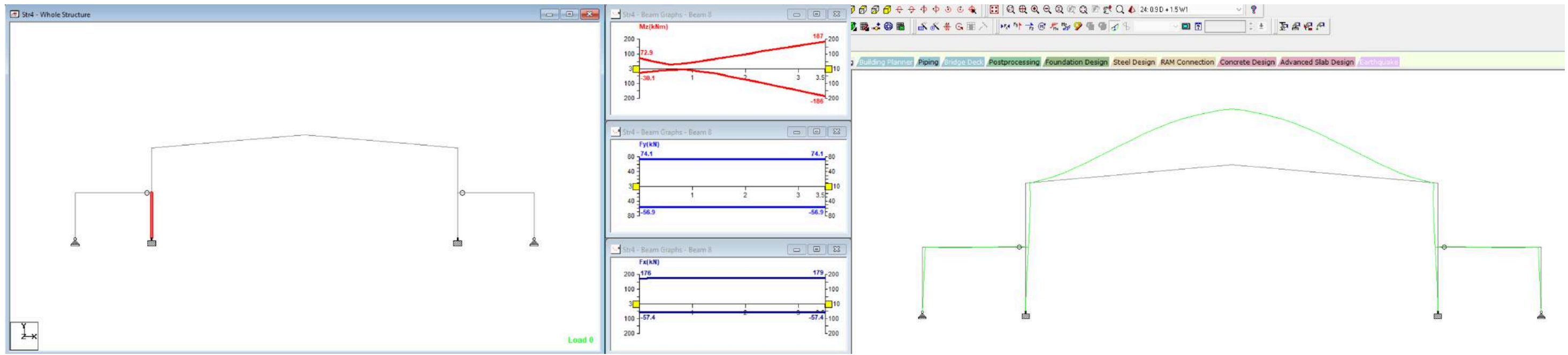
Verificación a tracción	
A [cm2]	104,7
Fy [kN/cm2]	34,5
Pn [kN]	3612,15
Pd [kN]	3250,94
Pu [kN]	103,66
Pd/Pu	31,36

> 1

Verificación a flexotracción	
0,032	< 0.2
Mu/Md+Pu/2Pd	0,704

Verificación corte	
Fyw [kN/cm2]	34,5
Aw [cm2]	45,54
h/tw	40,81
Limite 1	59,22
Kv	5
Cv	1
Vn [kN]	942,678
φ	0,9
Vu [kN]	96,82
Vd [kN]	848,41
Vd/Vu	8,76

h/tw < Lim 1



VIGA TRANSVERSAL	
------------------	--

Medidas	
Altura	3,5
Ancho	6
Pórticos sep	6

CARGAS		
Servicio accesibles privadamente		
qs [kN/m2]	3	
Peso Propio losa+capa de compresión		
Losas [kN/m2]	3,44	
Viento cubierta		
	// a la cumbrera	Perp. a la cumbrera
qw presión [kN/m2]	-0,92	qw presión [kN/m2]
qw succión [kN/m2]	-0,57	qw succión [kN/m2]
	Viento costado	
qw presión [kN/m2]	-0,92	
qw succión [kN/m2]	-0,57	

Combinaciones	
E1) 1,4D	15,45
E2) 1,2D+1,6Lr+0,8W (succión)	26,28
E3) 1,2D+1,6Lr+0,8W (presión)	25,44
E4) 1,2D+1,6Lr	27,64
E5) 0,9D+1,5W (succión)	7,37
E6) 0,9D+1,5W (presión)	5,80
MAX [kN/m]	27,64
D+Lr	20,04

PROPIEDADES		
PERFIL ADOPTADO	W 250 x 73.0 (H)	
Masa lineal	73	
d [mm]	253	
tw [mm]	8,6	
bf [mm]	254	
tf [mm]	14,2	
hw [mm]	225	
bf/2tf	1803,4	
hw/tw	26,11627907	
Area [cm2]	92,7	
Ix [cm4]	11.257	
Sx [cm3]	889,9	
rx [cm]	11,02	
Zx [cm3]	983,3	
Iy [cm4]	253	
Zy [cm4]	463,1	
ry [cm]	6,47	
J [cm4]	253	
Lp [cm] alma/ala sup	274,15	247,7
Lr [cm] alma/ala sup	862,70	676,1
Q	1	
X1	22.535,43	

Predimensionamiento en servicio PPLOSA			
Flecha adm: L/200 [cm]	Miembro soportando cubiertas rígidas		3,00
Inercia mínima [cm4]		2902,50	
Perfil W	W 250 x 73.0 (H)	Ix	11.257
		Q=	1

Solicitaciones sobre vigas	
qs [kN/m]	9
qp viga [kN/m]	0,72
qp losa [kN/m]	10,32
qwpresión [kN/m]	-2,76
qwsucción [kN/m]	-1,71

Flecha en servicio	
flecha [cm]	0,77

Mu [kNm]		124,39
Flexión eje de mayor inercia (presión)		
Plastificación		VERIFICA
Mp [kNm]	339,2385	
My [kNm]	307,0155	
1,5 My [kNm]	460,52	
Mp [kNm]	339,24	
Pandeo Lateral Torsional		
Cb	1	
Lb [cm]	600	
Lp [cm]	247,7	
Lr [cm]	676,1	
Lb>Lr		
X1 [Mpa]	22535,43	
Mcr [kNm]	276,78	
Mn [kNm]	276,78	
Flexión		
Mn [KnM]	276,785	
φ	0,9	
Md [KnM]	249,106	
Mu/Md	0,499	

Acero F-36	
Fy [MPa]	345
E [MPa]	200000
γ [KN/m3]	78,5
G [MPa]	77200

COLUMNAS			
L [cm]	350,00		
Esfuerzos y flecha			
Pu [kN] compresión	82,15	Pu [kN] traccion	13,93
Mu [kNm] succion	36,10	Mu [kNm] presion (pp y Lr)	38,77
Vu [kN]	33,72		

Datos perfil y generales		Perfil W adoptado	W 200 x 35,9 (H)
d [mm]	201		
bf [mm]	165		
tw [mm]	6,2		
tf [mm]	10,2		
h [mm]	181		
bf/2tf	8,09		
hw/tw	25,97		
Area [cm2]	45,7		
Ix [cm4]	3.437		
Sx [cm3]	342,0		
rx [cm]	8,67		
Zx [cm3]	379,2		
Iy [cm4]	764		
Zy [cm4]	141,0		
ry [cm]	4,09		
J [cm4]	14,51		
Lp [cm] alma/ala sup	173,26	156,53	
Lr [cm] alma/ala sup	523,70	394,11	
Q	1		
PP [kN/m]	0,359		

Verificación pandeo local			
Esbelteces		A compresión	A flexión
λala	8,09	13,48	9,15
		24,80	
		COMPACTO	COMPACTO
λalma	17,71	35,87	90,53
		COMPACTO	COMPACTO

Verificación a flexión (sección compacta)			
Momentos últimos			
Mu presión [kNcm]	8110	staad	
Mu succión [kNcm]	8240	staad	

Plastificación			
Mp [kNcm]	13082	< 1.5 My =	17699
Mn = Mp [kNcm]	13082		
φb	0,90		
Md [kNcm]	11774		
Md / Mu	1,43	> 1	

Pandeo Lateral Torsional			
Cargas aplicadas en alma o ala inferior (SUCCION)		Cargas aplicadas en el ala superior (PRESION)	
Lb [cm]	350,0	Lb [cm]	350,0
Lp [cm]	173,26	Lp [cm]	156,53
Lr [cm]	523,70	Lr [cm]	394,11
FL [MPa]	276	FL [MPa]	276
Mr [kNcm]	9439,20	Mr [kNcm]	9439,20
Cb	1	Cb	1
Mn [KNcm]	11245,03	Mn [KNcm]	10115,56
φb	0,9	φb	0,9
Md [Kncm]	10120,53	Md [Kncm]	9104,00
Md/Mu	1,23	Md/Mu	1,12

Verificación a compresión	
Qs	1,00
Q	1,00
Lx [cm]	350,00
Ly [cm]	175,00
λx	40,36
λy	42,80
λc	0,57
Fcr [kN/cm2]	30,17
Pn [kN]	1378,91
Pd [kN]	1172,07
Pu [kN]	82,15
Pd/Pu	14,27

Verificación a flexocompresión		
Pu/Pd	0,07	> 0.2
Mu/Md+Pu/2Pd	0,78	< 1

Verificación a tracción	
A [cm2]	45,7
Fy [kN/cm2]	34,5
Pn [kN]	1576,65
Pd [kN]	1418,99
Pu [kN]	13,93
Pd/Pu	101,88

Verificación a flexotracción	
0,010	< 0.2
Mu/Md+Pu/2Pd	0,821

Verificación corte	
Fyw [kN/cm2]	34,5
Aw [cm2]	12,46
h/tw	25,97
Limite 1	59,22
Kv	5
Cv	1
Vn [kN]	257,9634
φ	0,9
Vu [kN]	33,72
Vd [kN]	232,17
Vd/Vu	6,89

h/tw < Lim 1

BASES

DATOS		
COLUMNA		
Perfil	W 460 x 82.0	
Fy	34,50	kN/cm2
Fu	45,00	kN/cm2
d	46,00	cm
bf	19,10	cm
tw	0,99	cm
tf	1,60	cm
SOLICITACIONES		
ESTADO 1: Máxima compresión		
Pu	179,00	kN
Vu	56,91	kN
Mu	187,00	kNm
ESTADO 2: Máxima tracción y corte		
Tu	32,335	kN
Vu	57,612	kN
Mu	149,95	kNm

GEOMETRÍA		
PLACA BASE		
Fy	23,50	kN/cm2
A	56,00	cm
B	30,00	cm
tp	1,91	cm
L	3,00	cm
D = A - 2L	50,00	cm
H = B - 2L	24,00	cm
W = (A - d)/2	5,00	cm
Z = B tp^2 /4	27,22	cm3
BASE DE HORMIGÓN		
f'c	2,50	kN/cm2
AF = A+10cm	66,00	cm
BF = B+10cm	40,00	cm
G (grout)	5,00	cm
NARIZ DE CORTE		
Perfil	IPN 100	
Fy	23,50	kN/cm2
AN = d	5,00	cm
BN = bf	10,00	cm
Zx	39,80	cm3
P (longitud)	10,00	cm
X = G+(P-G)/2	7,50	cm

PERNOS DE ANCLAJE		
PERNOS		
Ø	1/2	"
	1,27	cm
Ag	1,27	cm2
Fu	37,00	kN/cm2
Cantidad	4	
Ø agujero	1,47	cm
DISTANCIAS		
db = (B-H)/2	3,00	cm
db mín	2,80	cm
db > db mín	VERIFICA	
d1 = H - Øag	22,53	cm
d2= db-Øag/2	2,27	cm
Lc = d mín	2,27	cm
12 tp <15 cm	15,00	cm
14 tp <18 cm	18,00	cm
db máx	15,00	cm
db <= db máx	VERIFICA	
db=(A-d)/2 - L	2,00	cm
Bp = 4 dp	8,00	cm

ESTADO 1: COMPRESIÓN MÁXIMA

EXCENTRICIDAD		
Pu	179,00	kN
Vu	56,91	kN
Mu	187,00	kNm
M*= Mu+Vu X	613,79	kNcm
e = M*/Pu	3,43	
A/6	9,33	cm
A/2	28,00	cm
Condición	Baja Excentricidad	

PRESIÓN VERTICAL		
Area placa base A1	1.680,00	cm2
Sx	47.040,00	cm3
Area hormigon A2	2.640,00	cm2
tension max hormigun fp	0,11	kn/cm2
fc	0,60	
limite sup 1	1,60	kn/cm2
limite sup 2	2,55	kn/cm2
Pu/Pd	0,069	

FLEXION PLACA POR COMPRESION DEL HORMIGON		
Long voladizo W	5,00	cm
Mu placa	248,68	kncm
Momento res pl. Zp	27,22	cm3
Mn	639,62	kncm
Md	575,65	kncm
Mu/Md	0,432	

PRESION HORIZONTAL		
Area frontal NC	50,00	cm2
Tension hormigon	1,14	kn/cm2
Lim sup	1,275	kn/cm2
Pu/Pd	0,893	

VERIFICACION FLEXION NARIZ		
Mu nariz	426,7875	Kncm
Mom res pl Zn	62,5	cm3
Mn	1468,75	Kncm
Md	1321,875	Kncm
Mu/Md	0,323	

ESTADO 2: TRACCIÓN MÁXIMA

SOLICITACIONES		
Tu	32,34	kN
Vu	57,61	kN
Mu	149,95	kNcm
M*= Mu+Vu X	582,04	kNcm

PRESION HORIZONTAL		
Area frontal NC	50,00	cm2
Tension hormigon	1,15	kn/cm2
Lim sup	1,275	kn/cm2
Pu/Pd	0,904	

FLEXION PLACA POR TRACCION PERNOS		
Dist Z	2	cm
Tu perno	9,86	kn
Mu placa	39,45	kncm
Dist entre agujeros H	24,00	cm
Ancho de calculo BP	8	cm
Momento res pl. Zp	27,22	cm3
Mn	639,62	kncm
Md	575,65	kncm
Mu/Md	0,069	

VERIFICACION FLEXION NARIZ		
Mu nariz	426,79	Kncm
Mom res pl Zn	62,50	cm3
Mn	1468,75	Kncm
Md	1321,88	Kncm
Mu/Md	0,323	

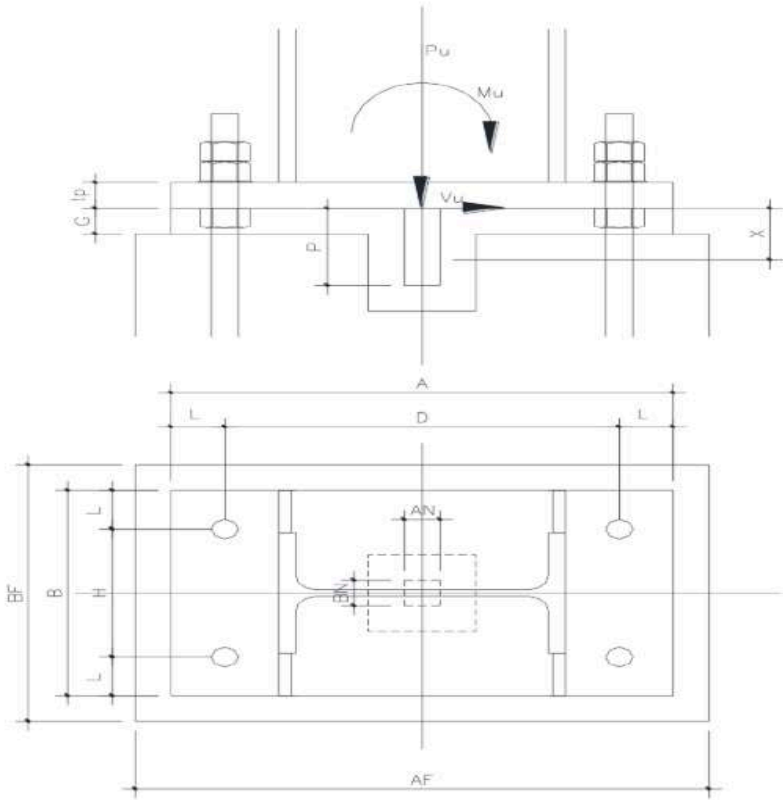
VERIFICACION TRACCION PERNOS		
Tn	35,153	Kn
Td	26,365	Kn
Tu/Td	0,374	

VERIFICACIÓN DEL ESPESOR DE LA PLACA (AISC)

SOLICITACIONES		
Pu máxima	179,00	kN
fpu = Pu/(A B)	0,11	kN/cm2

LUZ DE ANÁLISIS		
m	6,15	cm
n	7,36	mc
λn'	7,41	cm
I	7,41	cm

VERIFICACIÓN		
Mpl= fpu l^2/2	2,93	kNcm/cm
Mn= Fy tp^2/4	21,32	kNcm/cm
Md= 0,9 Mn	19,19	kNcm/cm
Mpl < Md	VERIFICA	



ESTADO MAXIMA TRACCION		
Unión abulonada VIGA - VIGA		
0. Datos acero del perfil		
Módulo de elasticidad del acero: E	20000	kN/cm2
Módulo de elasticidad transversal del acero: G	7720	kN/cm2
Tensión de fluencia del acero de perfiles: Fy	34,5	kN/cm2
Tensión de Rotura Fu	45	kN/cm2
Tensión residual: FL	6,9	kN/cm2
1. Solicitaciones según el estado a verificar		
Normal	99,075	kN Traccion
Momento	10367	kNcm
Corte	19,27	kN
2. Parámetros del perfil		
Perfil	W 360 x 72.0	
Masa lineal	72	kg/m
Altura de la sección: d	35	cm
Ancho del ala: bf	20,4	cm
Espesor del alma: tw	0,86	cm
Espesor del ala: tf	1,51	cm
h (con curva)	31,98	cm
hw	28,8	cm
Área bruta: Ag	91,3	cm2
Momento de inercia según eje x: Ix	20.169	cm4
Momento resistente elástico según eje x: Sx	1152,5	cm3
Radio de giro según eje x: rx	14,86	cm
Momento resistente plástico según eje x: Zx	1285,9	cm3
Momento de inercia según eje y: Iy	2.140	cm4
Momento resistente elástico según eje y: Sy	209,8	cm3
Radio de giro según eje y: ry	4,84	cm
Momento resistente plástico según eje y: Zy	321,8	cm3
Calibre	-	
rt	-	cm
It	61,18	cm4
Esbeltez ala	6,75	
Esbeltez alma	33,49	
Cw	599.082	cm6
U	1,47	
Lp carga en alma	185,3	cm
Lr carga en alma	401,9	cm
Lp carga en ala	318,1	cm
Lr carga en ala	443,6	cm
Mp	443,64	kNm
Mr	318,09	kNm
Compresion Q	-	
X1	-	kN/cm2
Área de un ala: Af	30,80	cm2
Área alma: Aw	29,69	cm2
Distancia entre baricentros de ambas alas	33,49	cm
Momento de inercia ambas alas s/x-x: If x	17274,58	cm4
Momento de inercia alma s/x-x: Iw x	2894,42	cm4

3. Parámetros de las platabandas			
Tensión de fluencia chapas: Fy	23,5	kN/cm2	
Tensión de Rotura chapas: Fu	37	kN/cm2	
Espesor platabandas ALA	1,91	cm	3/4"
Espesor platabandas ALMA	0,635	cm	1/4"
Diámetro bulones ALA	2,7	cm	
Diámetro bulones ALMA	2,7	cm	
Cantidad total de bulones por lado de platabanda ALA	4		
Cantidad total de bulones por lado de platabanda ALMA	4		
Calidad bulones:	A325		
Rosca respecto de los planos de corte	Incluida		
Agujeros	Normales		
a (ALA)	4,00	cm	
b (ALA)	12,00	cm	
c (ALA)	5,00	cm	
d (ALA)	10,00	cm	
e: separacion perfiles	1,00	cm	
a (ALMA)	4,00	cm	
b (ALMA)	12,00	cm	
c (ALMA)	4,50	cm	
d (ALMA)	8,50	cm	

4. Distribución de esfuerzos (calcular con áreas de alas y alma del perfil, no de los cubrejunta)		
4.1 - Distribución del corte Vy		
Esfuerzo de corte que recibe el alma debido a Vy: Vw	19,27	kN
4.2 - Distribución del momento flector Mx		
Momento flector que reciben las alas debido a Mx: Mf	8879,25	kNcm
Esfuerzo normal que recibe cada ala debido a Mx: Nf	265,13	kN
Momento flector que recibe el alma debido a Mx: Mw	2,77	kNcm
4.3 - Distribución de la normal		
Esfuerzo normal que recibe cada ala debido a N: Nf	33,43	kN
Esfuerzo normal que recibe el alma debido a N: Nw	32,22	kN

5. Esfuerzos máximos a nivel del baricentro del grupo de bulones que están a la derecha de la junta		
5.1 - Cubrejunta de ala		
ESFUERZO NORMAL ALA SUPERIOR	-231,70	kN
ESFUERZO NORMAL ALA INFERIOR	297,35	kN
5.2 - Cubrejunta de alma (2 chapas)		
CORTE ALMA	9,64	kN
TRACCIÓN O COMPRESION ALMA	16,11	kN
MOMENTO ALMA	83,28	kNcm

6. Platabanda del ala comprimida		
Esfuerzos		
Fuerza de compresión	231,70	kN
Fuerza horizontal en cada bulón: H bul	57,93	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	5,73	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	141,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,41	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,38	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	232,15	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,25	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,9	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,14	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	210,98	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,27	
Compresión de la chapa		
Espesor t	1,91	cm
Ancho b	20,00	cm
Longitud l	20,00	cm
Menor inercia	11,61	cm4
Área	38,20	cm2
Radio de giro minimo	0,55	cm
Esbeltez	36,27	<200
Esbeltez crítica	0,40	
Tensión crítica: Fcr	22,01	kN/cm2
Resistencia nominal a compresión de un cordón: Pn	840,73	kN
Factor de minoración de resistencia: ϕ_c	0,85	
Resistencia de diseño a compresión de un cordón: Pd	714,62	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,32	

7. Platabanda del ala traccionada		
Esfuerzos de tracción		
Fuerza de tracción	297,35	kN
Fuerza horizontal en cada bulón: H bul	74,34	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	5,73	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	141,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,52	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,38	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	232,15	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,32	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,9	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,14	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	210,98	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,35	
Bloque de corte chapa		
Área neta solicitada a corte: Anv	39,54	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	17,00	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	57,30	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	22,92	cm2
Ubs	1,00	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	956,95	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	399,48	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: φv	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	299,61	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,99	
Bloque de corte perfil		
Área neta solicitada a corte: Anv	31,26	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	13,44	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	45,30	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	18,12	cm2
Ubs	1,00	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	756,54	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	315,82	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: φv	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	236,86	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	1,26	
Tracción en la chapa		
Mayor esfuerzo de tracción: Tu máx	297,35	kN
Seccion bruta: Ag	38,20	cm2
Seccion neta: Ae	26,36	cm2
0,90 Fy Ag	807,93	kN
0,75 Fu Ae	731,43	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,41	

8. Platabanda del alma		
Repartición de esfuerzos		
Momento de inercia polar de grupo de bulones: Ip	216,25	cm2
Vu en el alma	9,64	kN
Momento por excentricidad de Vu	89,12	kNcm
Momento central en CG de los bulones	172,40	kNcm
Vu en cada bulón	2,41	kN
Nu en cada bulón	4,03	KN
Vx por momento	4,78	kN
Vy por momento	3,39	kN
V total en cada bulón	5,80	kN
H total en cada bulón	8,81	kN
R total en cada bulón	10,55	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	5,7	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	141,7	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,07	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	
1,2 Lc	3,54	
2,4 d	6,48	
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	62,38	
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,17	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,90	
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	
1,2 Lc	3,54	
2,4 d	6,48	
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	102,75	
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,21	
Flexión de la chapa		
Espesor chapa alma: t	0,635	cm
Ancho chapa alma: b	20,00	cm
Largo chapa alma: l	17,50	cm
Módulo plástico: Zx	63,50	cm3
Momento de plastificación: Mp	1492,25	kncm
Módulo elástico: Sx	42,33	cm3
Momento de fluencia: My	994,83	kncm
Menor inercia: Iy	0,43	cm4
Área bruta: Ag	12,70	cm2
Menor radio de giro: ry	0,18	cm
Longitud lateralmente no arriostrada límite de plastificación: Lp	8,50	cm
Módulo de torsión: J	1693,33	cm4
X1	95620,09	KN/cm2
Tensión disminuida por residuales: FL	16,60	KN/cm2
Lr	1351,56	cm
<u>Plastificación</u>		
Mn = Mp	1492,25	kNcm
<u>Pandeo lateral torsional</u>		
Lb	17,50	cm

Cb	1	
Lp	8,50	cm
Lr	1351,56	cm
Mr	702,73	kNcm
Mn (Lb≤Lp)	1492,25	kNcm
Mn (Lp<Lb≤Lr)	1486,96	kNcm
Mn (Lb>Lr)	54273,35	kNcm
Mn	1486,96	kNcm
<u>Verificación</u>		
Mn	1486,96	kNcm
Md	1338,26	kNcm
Mu/Md	0,06	
Compresión de la chapa		
No aplica, chapa traccionada		
Espesor t	0,635	cm
Ancho b	20,00	cm
Longitud l	17,50	cm
Menor inercia	0,43	cm4
Área	12,70	cm2
Radio de giro minimo	0,18	cm
Esbeltez	95,47	
Esbeltez crítica	1,04	
Tensión crítica: Fcr	14,92	kN/cm2
Resistencia nominal a compresión de un cordón: Pn	189,51	kN
Factor de minoración de resistencia: φc	0,85	
Resistencia de diseño a compresión de un cordón: Pd =	161,09	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,10	
Bloque de corte chapa		
Aplica		
Área neta solicitada a corte: Anv	10,60	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	5,65	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	16,51	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	7,62	cm2
Ubs	1	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	282,33	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	132,81	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: φv	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	99,61	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,16	
Bloque de corte perfil		
Aplica		
Área neta solicitada a corte: Anv	14,36	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	7,65	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	22,36	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	10,32	cm2
Ubs	1	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	382,37	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	179,87	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: φv	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	134,90	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,24	
Tracción en la chapa		
Aplica		

Mayor esfuerzo de tracción: Tu máx	16,11	kN
Seccion bruta: Ag	12,70	cm2
Seccion neta: Ae	8,76	cm2
0,90 Fy Ag	268,61	kN
0,75 Fu Ae	243,17	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,07	

Unión abulonada VIGA - VIGA a 600 mm de la columna		
Se dispuso una unión abulonada a una distancia de 0,60 m de la columna con el objetivo de facilitar el transporte y la manipulación de los elementos estructurales durante las etapas de fabricación, logística y montaje.		
La subdivisión de la viga en dos tramos permite reducir las dimensiones de cada pieza, optimizando su traslado mediante transporte convencional y simplificando las tareas de carga, descarga e izaje en obra. Asimismo, esta solución disminuye el riesgo de deformaciones accidentales durante la manipulación y mejora las condiciones de montaje.		
0. Datos acero del perfil		
Módulo de elasticidad del acero: E	20000	kN/cm2
Módulo de elasticidad transversal del acero: G	7720	kN/cm2
Tensión de fluencia del acero de perfiles: Fy	34,5	kN/cm2
Tensión de Rotura Fu	45	kN/cm2
Tensión residual: FL	6,9	kN/cm2
1. Solicitaciones según el estado a verificar		
Normal	-77,7	kN
Momento	30760	kNcm
Corte	83,31	kN
2. Parámetros del perfil		
Perfil	W 360 x 72.0	
Masa lineal	72	kg/m
Altura de la sección: d	35	cm
Ancho del ala: bf	20,4	cm
Espesor del alma: tw	0,86	cm
Espesor del ala: tf	1,51	cm
h (con curva)	31,98	cm
hw	28,8	cm
Área bruta: Ag	91,3	cm2
Momento de inercia según eje x: Ix	20.169	cm4
Momento resistente elástico según eje x: Sx	1152,5	cm3
Radio de giro según eje x: rx	14,86	cm
Momento resistente plástico según eje x: Zx	1285,9	cm3
Momento de inercia según eje y: Iy	2.140	cm4
Momento resistente elástico según eje y: Sy	209,8	cm3
Radio de giro según eje y: ry	4,84	cm
Momento resistente plástico según eje y: Zy	321,8	cm3
Calibre		
rt		cm
It	61,18	cm4
Esbeltez ala	6,75	
Esbeltez alma	33,49	
Cw	599.082	cm6
U	1,47	
Lp carga en alma	185,3	cm
Lr carga en alma	401,9	cm
Lp carga en ala	318,1	cm
Lr carga en ala	443,6	cm
Mp	0,00	kNm
Mr	318,09	kNm
Área de un ala: Af	30,80	cm2
Área alma: Aw	29,69	cm2
Distancia entre baricentros de ambas alas	33,49	cm
Momento de inercia ambas alas s/x-x: If x	17274,58	cm4
Momento de inercia alma s/x-x: Iw x	2894,42	cm4

3. Parámetros de las platabandas		
Tensión de fluencia chapas: F_y	23,5	kN/cm ²
Tensión de Rotura chapas: F_u	37	kN/cm ²
Espesor platabandas ALA	2,54	cm
Espesor platabandas ALMA	1,27	cm
Diametro bulones ALA	2,7	cm
Diámetro bulones ALMA	2,2	cm
Cantidad total de bulones por lado de platabanda ALA	6	
Cantidad total de bulones por lado de platabanda ALMA	6	
Calidad bulones:	A325	
Rosca respecto de los planos de corte	Incluida	
Agujeros	Normales	
a (ALA)	4,00	cm
b (ALA)	12,00	cm
c (ALA)	5,00	cm
d (ALA)	10,00	cm
e: separacion perfiles	1,00	cm
a (ALMA)	4,00	cm
b (ALMA)	12,00	cm
c (ALMA)	6,00	cm
d (ALMA)	10,00	cm
4. Distribución de esfuerzos (calcular con áreas de alas y alma del perfil, no de los cubrejunta)		
4.1 - Distribución del corte V_y		
Esfuerzo de corte que recibe el alma debido a V_y : V_w	83,31	kN
4.2 - Distribución del momento flector M_x		
Momento flector que reciben las alas debido a M_x : M_f	26345,68	kNcm
Esfuerzo normal que recibe cada ala debido a M_x : N_f	786,67	kN
Momento flector que recibe el alma debido a M_x : M_w	4414,32	kNcm
4.3 - Distribución de la normal		
Esfuerzo normal que recibe cada ala debido a N : N_f	-26,22	kN
Esfuerzo normal que recibe el alma debido a N : N_w	-25,27	kN
5. Esfuerzos máximos a nivel del baricentro del grupo de bulones que están a la derecha de la junta		
5.1 - Cubrejunta de ala		
ESFUERZO NORMAL ALA SUPERIOR	-812,89	kN
ESFUERZO NORMAL ALA INFERIOR	761,40	kN
5.2 - Cubrejunta de alma (2 chapas)		
CORTE ALMA	41,66	kN
TRACCIÓN O COMPRESION ALMA	-12,63	kN
MOMENTO ALMA	2561,23	kNcm
6. Platabanda del ala comprimida		
Esfuerzos		
Fuerza de compresión	812,89	kN
Fuerza horizontal en cada bulón: H_{bul}	135,48	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: F_{nv} (J.3.2)	33	kN/cm ²
Area sección transversal de un bulón: A_b	5,73	cm ²
Resistencia de diseño al corte de un bulón: R_d corte	141,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,96	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
$1,2 L_c$	4,38	cm

2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	308,72	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,44	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,9	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,14	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	210,98	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,64	
Compresión de la chapa		
Espesor t	2,54	cm
Ancho b	20,00	cm
Longitud l	30	cm
Menor inercia	27,31	cm4
Área	50,80	cm2
Radio de giro minimo	0,73	cm
Esbeltez	40,91	<200
Esbeltez crítica	0,45	
Tensión crítica: Fcr	21,62	kN/cm2
Resistencia nominal a compresión de un cordón: Pn	1098,26	kN
Factor de minoración de resistencia: φc	0,85	
Resistencia de diseño a compresión de un cordón: Pd	933,52	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,87	

7. Platabanda del ala traccionada		
Esfuerzos de tracción		
Fuerza de tracción	761,40	kN
Fuerza horizontal en cada bulón: H bul	126,90	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	5,73	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	141,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,90	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,38	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	308,72	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,41	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,9	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,14	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	210,98	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,60	
Bloque de corte chapa		
Área neta solicitada a corte: Anv	87,63	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	22,61	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	127,00	cm2

Área bruta solicitada a tracción: Agt	30,48	cm2
Ubs	1,00	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	2517,91	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	3019,61	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: ϕ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	1888,43	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,40	
Bloque de corte perfil		
Área neta solicitada a corte: Anv	52,10	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	13,44	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	75,50	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	18,12	cm2
Ubs	1,00	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	1496,87	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	1795,12	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: ϕ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	1122,65	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,68	
Tracción en la chapa		
Mayor esfuerzo de tracción: Tu máx	761,40	kN
Seccion bruta: Ag	50,80	cm2
Seccion neta: Ae	35,05	cm2
0,90 Fy Ag	1074,42	kN
0,75 Fu Ae	972,69	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,78	

8. Platabanda del alma		
Repartición de esfuerzos		
Momento de inercia polar de grupo de bulones: Ip	594,00	cm2
Vu en el alma	41,66	kN
Momento por excentricidad de Vu	687,31	kNcm
Momento central en CG de los bulones	3248,54	kNcm
Vu en cada bulón	6,94	kN
Nu en cada bulón	2,11	KN
Vx por momento	65,63	kN
Vy por momento	27,34	kN
V total en cada bulón	34,29	kN
H total en cada bulón	67,73	kN
R total en cada bulón	75,92	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	3,8	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	94,1	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,81	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,40	
Diámetro de cálculo del agujero	2,60	
1,2 Lc	5,64	
2,4 d	5,28	
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	186,08	
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,41	
Aplastamiento en perfil		

Diámetro nominal del agujero	2,40	
Diámetro de cálculo del agujero	2,60	
1,2 Lc	5,64	
2,4 d	5,28	
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	153,25	
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,99	
Flexión de la chapa		
Espesor chapa alma: t	0,900	cm
Ancho chapa alma: b	20,00	cm
Largo chapa alma: l	32,00	cm
Módulo plástico: Zx	90,00	cm ³
Momento de plastificación: Mp	2115,00	kncm
Módulo elástico: Sx	60,00	cm ³
Momento de fluencia: My	1410,00	kncm
Menor inercia: Iy	1,22	cm ⁴
Área bruta: Ag	18,00	cm ²
Menor radio de giro: ry	0,26	cm
Longitud lateralmente no arriostrada límite de plastificación: Lp	12,05	cm
Módulo de torsión: J	2400,00	cm ⁴
X1	95620,09	KN/cm ²
Tensión disminuida por residuales: FL	16,60	KN/cm ²
Lr	1915,59	cm
<u>Plastificación</u>		
Mn = Mp	2115,00	kNcm
<u>Pandeo lateral torsional</u>		
Lb	32,00	cm
Cb	1	
Lp	12,05	cm
Lr	1915,59	cm
Mr	996,00	kNcm
Mn (Lb≤Lp)	2115,00	kNcm
Mn (Lp<Lb≤Lr)	2103,27	kNcm
Mn (Lb>Lr)	59622,79	kNcm
Mn	2103,27	kNcm
<u>Verificación</u>		
Mn	2103,27	kNcm
Md	1892,95	kNcm
Mu/Md	1,35	No se tiene en cuenta

Compresión de la chapa		
Aplica		
Espesor t	1,270	cm
Ancho b	20,00	cm
Longitud l	32,00	cm
Menor inercia	3,41	cm ⁴
Área	25,40	cm ²
Radio de giro mínimo	0,37	cm
Esbeltez	87,28	
Esbeltez crítica	0,95	
Tensión crítica: Fcr	16,08	kN/cm ²
Resistencia nominal a compresión de un cordón: Pn	408,35	kN
Factor de minoración de resistencia: φc	0,85	

Resistencia de diseño a compresión de un cordón: Pd =	347,10	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,04	
Bloque de corte chapa		
No aplica, chapa comprimida		
Área neta solicitada a corte: Anv	49,53	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	11,94	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	66,04	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	15,24	cm2
Ubs	1	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	1395,06	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	1576,32	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: ϕ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	1046,29	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	-0,01	
Bloque de corte perfil		
No aplica, chapa comprimida		
Área neta solicitada a corte: Anv	33,54	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	8,08	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	44,72	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	10,32	cm2
Ubs	1	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	944,69	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	1067,43	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: ϕ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	708,51	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	-0,04	
Tracción en la chapa		
No aplica, chapa comprimida		
Mayor esfuerzo de tracción: Tu máx	-12,63	kN
Seccion bruta: Ag	25,40	cm2
Seccion neta: Ae	18,80	cm2
0,90 Fy Ag	537,21	kN
0,75 Fu Ae	521,59	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	-0,02	

ESTADO MAXIMA COMPRESION		
Unión abulonada VIGA - VIGA		
0. Datos acero del perfil		
Módulo de elasticidad del acero: E	20000	kN/cm2
Módulo de elasticidad transversal del acero: G	7720	kN/cm2
Tensión de fluencia del acero de perfiles: Fy	34,5	kN/cm2
Tensión de Rotura Fu	45	kN/cm2
Tensión residual: FL	6,9	kN/cm2
1. Solicitaciones según el estado a verificar		
Normal	-72,44	kN Compresion
Momento	12273	kNcm
Corte	5,3	kN
2. Parámetros del perfil		
Perfil	W 360 x 72.0	
Masa lineal	72	kg/m
Altura de la sección: d	35	cm
Ancho del ala: bf	20,4	cm
Espesor del alma: tw	0,86	cm
Espesor del ala: tf	1,51	cm
h (con curva)	31,98	cm
hw	28,8	cm
Área bruta: Ag	91,3	cm2
Momento de inercia según eje x: Ix	20.169	cm4
Momento resistente elástico según eje x: Sx	1152,5	cm3
Radio de giro según eje x: rx	14,86	cm
Momento resistente plástico según eje x: Zx	1285,9	cm3
Momento de inercia según eje y: Iy	2.140	cm4
Momento resistente elástico según eje y: Sy	209,8	cm3
Radio de giro según eje y: ry	4,84	cm
Momento resistente plástico según eje y: Zy	321,8	cm3
Calibre		
rt		cm
It	61,18	cm4
Esbeltez ala	6,75	
Esbeltez alma	33,49	
Cw	599.082	cm6
U	1,47	
Lp carga en alma	185,3	cm
Lr carga en alma	401,9	cm
Lp carga en ala	318,1	cm
Lr carga en ala	443,6	cm
Mp	443,64	kNm
Mr	318,09	kNm
Compresion Q	#REF!	
X1	#REF!	kN/cm2
Área de un ala: Af	30,80	cm2
Área alma: Aw	29,69	cm2
Distancia entre baricentros de ambas alas	33,49	cm
Momento de inercia ambas alas s/x-x: If x	17274,58	cm4
Momento de inercia alma s/x-x: Iw x	2894,42	cm4

3. Parámetros de las platabandas		
Tensión de fluencia chapas: Fy	23,5	kN/cm2
Tensión de Rotura chapas: Fu	37	kN/cm2
Espesor platabandas ALA	1,91	cm
Espesor platabandas ALMA	0,635	cm
Diametro bulones ALA	2,7	cm
Diámetro bulones ALMA	2,7	cm
Cantidad total de bulones por lado de platabanda ALA	4	
Cantidad total de bulones por lado de platabanda ALMA	4	
Calidad bulones:	A325	
Rosca respecto de los planos de corte	Incluida	
Agujeros	Normales	
a (ALA)	4,00	cm
b (ALA)	12,00	cm
c (ALA)	5,00	cm
d (ALA)	10,00	cm
e: separacion perfiles	1,00	cm
a (ALMA)	4,00	cm
b (ALMA)	12,00	cm
c (ALMA)	4,50	cm
d (ALMA)	8,50	cm
4. Distribución de esfuerzos (calcular con áreas de alas y alma del perfil, no de los cubrejunta)		
4.1 - Distribución del corte Vy		
Esfuerzo de corte que recibe el alma debido a Vy: Vw	5,30	kN
4.2 - Distribución del momento flector Mx		
Momento flector que reciben las alas debido a Mx: Mf	10511,72	kNcm
Esfuerzo normal que recibe cada ala debido a Mx: Nf	313,88	kN
Momento flector que recibe el alma debido a Mx: Mw	0,76	kNcm
4.3 - Distribución de la normal		
Esfuerzo normal que recibe cada ala debido a N: Nf	-24,44	kN
Esfuerzo normal que recibe el alma debido a N: Nw	-23,56	kN
5. Esfuerzos máximos a nivel del baricentro del grupo de bulones que están a la derecha de la junta		
5.1 - Cubrejunta de ala		
ESFUERZO NORMAL ALA SUPERIOR	-338,32	kN
ESFUERZO NORMAL ALA INFERIOR	290,32	kN
5.2 - Cubrejunta de alma (2 chapas)		
CORTE ALMA	2,65	kN
TRACCIÓN O COMPRESION ALMA	-11,78	kN
MOMENTO ALMA	22,91	kNcm

6. Platabanda del ala comprimida		
Esfuerzos		
Fuerza de compresión	338,32	kN
Fuerza horizontal en cada bulón: H bul	84,58	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	5,73	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	141,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,60	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,38	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	232,15	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,36	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,9	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,14	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	210,98	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,40	
Compresión de la chapa		
Espesor t	1,91	cm
Ancho b	20,00	cm
Longitud l	20,00	cm
Menor inercia	11,61	cm4
Área	38,20	cm2
Radio de giro minimo	0,55	cm
Esbeltez	36,27	<200
Esbeltez crítica	0,40	
Tensión crítica: Fcr	22,01	kN/cm2
Resistencia nominal a compresión de un cordón: Pn	840,73	kN
Factor de minoración de resistencia: φc	0,85	
Resistencia de diseño a compresión de un cordón: Pd	714,62	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,47	
7. Platabanda del ala traccionada		
Esfuerzos de tracción		
Fuerza de tracción	290,32	kN
Fuerza horizontal en cada bulón: H bul	72,58	kN
Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: Fnv (J.3.2)	33	kN/cm2
Area sección transversal de un bulón: Ab	5,73	cm2
Resistencia de diseño al corte de un bulón: Rd corte	141,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,51	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,38	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	232,15	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,31	

Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,9	cm
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	cm
1,2 Lc	4,14	cm
2,4 d	6,48	cm
Resistencia de diseño al aplastamiento: Rd aplast	210,98	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,34	
Bloque de corte chapa		
Área neta solicitada a corte: Anv	39,54	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	17,00	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	57,30	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	22,92	cm2
Ubs	1,00	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	956,95	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	99510,27	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: ϕ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	717,71	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,40	
Bloque de corte perfil		
Área neta solicitada a corte: Anv	31,26	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	13,44	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	45,30	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	18,12	cm2
Ubs	1,00	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	756,54	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	78670,43	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: ϕ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	567,41	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,51	
Tracción en la chapa		
Mayor esfuerzo de tracción: Tu máx	290,32	kN
Seccion bruta: Ag	38,20	cm2
Seccion neta: Ae	26,36	cm2
0,90 Fy Ag	807,93	kN
0,75 Fu Ae	731,43	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,40	
8. Platabanda del alma		
Repartición de esfuerzos		
Momento de inercia polar de grupo de bulones: Ip	216,25	cm2
Vu en el alma	2,65	kN
Momento por excentricidad de Vu	24,51	kNcm
Momento central en CG de los bulones	47,42	kNcm
Vu en cada bulón	0,66	kN
Nu en cada bulón	2,94	KN
Vx por momento	1,32	kN
Vy por momento	0,93	kN
V total en cada bulón	1,59	kN
H total en cada bulón	4,26	kN
R total en cada bulón	4,55	kN

Corte en bulones		
Resistencia nominal al corte del bulón: F_{nv} (J.3.2)	33	kN/cm ²
Area sección transversal de un bulón: A_b	5,7	cm ²
Resistencia de diseño al corte de un bulón: R_d corte	141,7	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,03	
Aplastamiento en chapa		
Diámetro nominal del agujero	2,90	
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	
1,2 L_c	3,54	
2,4 d	6,48	
Resistencia de diseño al aplastamiento: R_d aplast	62,38	
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,07	
Aplastamiento en perfil		
Diámetro nominal del agujero	2,90	
Diámetro de cálculo del agujero	3,10	
1,2 L_c	3,54	
2,4 d	6,48	
Resistencia de diseño al aplastamiento: R_d aplast	102,75	
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,09	
Flexión de la chapa		
Espesor chapa alma: t	0,635	cm
Ancho chapa alma: b	20,00	cm
Largo chapa alma: l	17,50	cm
Módulo plástico: Z_x	63,50	cm ³
Momento de plastificación: M_p	1492,25	kncm
Módulo elástico: S_x	42,33	cm ³
Momento de fluencia: M_y	994,83	kncm
Menor inercia: I_y	0,43	cm ⁴
Área bruta: A_g	12,70	cm ²
Menor radio de giro: r_y	0,18	cm
Longitud lateralmente no arriostrada límite de plastificación: L_p	8,50	cm
Módulo de torsión: J	1693,33	cm ⁴
X_1	95620,09	KN/cm ²
Tensión disminuida por residuales: F_L	16,60	KN/cm ²
L_r	1351,56	cm
<u>Plastificación</u>		
$M_n = M_p$	1492,25	kNcm
<u>Pandeo lateral torsional</u>		
L_b	17,50	cm
C_b	1	
L_p	8,50	cm
L_r	1351,56	cm
M_r	702,73	kNcm
$M_n (L_b \leq L_p)$	1492,25	kNcm
$M_n (L_p < L_b \leq L_r)$	1486,96	kNcm
$M_n (L_b > L_r)$	54273,35	kNcm
M_n	1486,96	kNcm
<u>Verificación</u>		
M_n	1486,96	kNcm
M_d	1338,26	kNcm
M_u/M_d	0,02	

Compresión de la chapa		
Aplica		
Espesor t	0,635	cm
Ancho b	20,00	cm
Longitud l	17,50	cm
Menor inercia	0,43	cm4
Área	12,70	cm2
Radio de giro mínimo	0,18	cm
Esbeltez	95,47	
Esbeltez crítica	1,04	
Tensión crítica: Fcr	14,92	kN/cm2
Resistencia nominal a compresión de un cordón: Pn	189,51	kN
Factor de minoración de resistencia: φ_c	0,85	
Resistencia de diseño a compresión de un cordón: Pd =	161,09	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	0,07	
Bloque de corte chapa		
No aplica, chapa comprimida		
Área neta solicitada a corte: Anv	10,60	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	5,65	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	16,51	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	7,62	cm2
Ubs	1	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	282,33	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	28672,16	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: φ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	211,75	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	-0,06	
Bloque de corte perfil		
No aplica, chapa comprimida		
Área neta solicitada a corte: Anv	14,36	cm2
Área neta solicitada a tracción: Ant	7,65	cm2
Área bruta solicitada a corte: Agv	22,36	cm2
Área bruta solicitada a tracción: Agt	10,32	cm2
Ubs	1	
Resistencia nominal a rotura del bloque de corte: Rn1	382,37	kN
Resistencia nominal límite: Rn2	38831,58	kN
Factor de minoración de resistencia para corte: φ_v	0,75	
Resistencia de diseño a rotura del bloque de corte: Rd	286,78	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	-0,08	
Tracción en la chapa		
No aplica, chapa comprimida		
Mayor esfuerzo de tracción: Tu máx	-11,78	kN
Sección bruta: Ag	12,70	cm2
Sección neta: Ae	8,76	cm2
0,90 Fy Ag	268,61	kN
0,75 Fu Ae	243,17	kN
Relación Resistencia requerida / Resistencia de diseño	-0,05	

Panel nodal regla - columna				
Esfuerzos máximos (en el nudo)			Datos perfil regla	W 360 x 72.0
Mu [kNcm]	30756,00		d [mm]	460,0
Brazo de palanca [cm]	42,80		bf [mm]	191,0
Nu alas [kN]	745,61		tw [mm]	9,9
Fluencia por corte en alma de panel nodal		J.10.6 (a)	tf [mm]	16,0
Vu [kN]	745,61	< 0.4 Py	h [mm]	428,0
Ag bayoneta [cm2]	104,70		bf/2tf	6,0
Py [kN]	7393,91		hw/tw	40,8
0.4 Py	2957,57		Area [cm2]	104,7
dc [cm]	850,00		Ix [cm4]	37157,0
tw [cm]	0,99		Sx [cm3]	1615,5
Rn [kN]	17419,05		rx [cm]	18,8
φ	0,90		Zx [cm3]	1836,4
Rd [kN]	15677,15	> Ru	ly [cm4]	1862,0
Rd / Ru	21,03	> 1	Zy [cm4]	303,3
Especificaciones adicionales para rigidizadores		J.10.8	ry [cm]	4,2
ancho mínimo rig [cm]	5,87	ítem 1: ancho	J [cm4]	70,6
ancho adoptado = A1 [cm]	6,00		Lp [cm] alma/ala sup	178,7
A1 + tw/2	6,50	> 1/3 bf = 5,93	Lr [cm] alma/ala sup	489,9
espesor mínimo [cm]	0,80	ítem 2: espesor	Q	1,0
espesor adoptado [cm]	2,86	1 1/8"	PP [kN/m]	0,8
relación ancho espesor	2,10			
relación límite	16,34		Datos acero planchuelas	
Verificación a compresión rigidizador		E.2	Fy [kN/cm²]	23,5
Pu [kN]	745,61		Fu [kN/cm²]	37,0
ancho sección comprimida [cm]	23,88			
espesor [cm]	2,86			
Ix [cm4]	46,43			
Iy [cm4]	3242,71			
Ag [cm2]	68,24		E[kN/cm²]	20000
rx [cm]	0,82		Fy [kN/cm²]	34,5
ry [cm]	62,70		Fu [kN/cm²]	45
L rig [cm]	42,80		Fr [kN/cm²]	6,9
L efectiva [cm]	32,10		FL [kN/cm²]	27,6
λx	38,91		G [kN/cm²]	7720
λy	0,51			
λdet	38,91			
λc	0,42			
Q	1,00			
λc * √Q	0,42	< 1.5		
Fcr [kN/cm2]	21,79			
Pn [kN]	1487,02			
φ	0,85			
Pd [kN]	1263,97			
Pd / Pu	1,70	> 1		

Altura Estrato	Nf	Nfacum	Np	Cmax
1,5	0	0	0	0
2,5	131,95	131,95	28,27	160,22
1,5	105,56	237,50	54,66	292,17
1	86,71	324,21	86,08	410,29
5,5	594,39	918,60	120,01	1038,61

H-25 [kn/m3]	25
--------------	----

ANALIZO PILOTES - ESTRUCTURA PRINCIPAL - CASO COMPRIMIDO

PILOTES COMPRIMIDOS

Pu [kN] =	179,00		Ps [kN] =	126,8
Mu [kNm] =	186,9		Ms [kNm] =	126,1
Reaccion sobre pilote traccionado [kN] =	-105,03	Único pilote traccionado	Reaccion sobre pilote traccionado [kN] =	-69,16
Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	142,02	En cada pilote comprimido	Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	97,98

Propuesta -->	3	número de pilotes
Diametro [m]	0,4	

Área en planta cabezal [m2] =		2,6
Separación entre eje de pilotes [m] =		1,2
Altura del cabezal	d [m] >=	0,61
	h [m] >=	0,80
Se adopta [m] =		0,8
PP cabezal sobre cada pilote [kN] =		17,33

Carga en serv [kN] =	115,31				
L pen [m] >=	0,52				
L adoptada [m]	1,02	----->	Long pilote [m] =	2,52	
PP pilote [kN]	7,93				
Carga en serv a resistir por pilote [kN] =	123,24		C [kN] =	198,22	¿Verifica? Si

PILOTE TRACCIONADO

Carga en serv [kN] =	-51,82				
L pen [m] >=	0,52				
L adoptada [m]	1,02	----->	Long pilote [m] =	2,52	
PP pilote [kN]	7,93				
Carga en serv a resistir por pilote [kN] =	-43,89		C [kN] =	169,94	¿Verifica? Si

ANALIZO PILOTES - ESTRUCTURA PRINCIPAL - CASO TRACCIONADO

PILOTES TRACCIONADOS

Pu [kN] =	32,34		Ps [kN] =	2,34
Mu [kNm] =	149,95		Ms [kNm] =	85,13
Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	115,80	Único pilote comprimido	Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	70,28
Reaccion sobre pilote traccionado [kN] =	-74,07	En cada pilote traccionado	Reaccion sobre pilote traccionado [kN] =	-36,31

Propuesta -->	3	número de pilotes
Diametro [m]	0,4	

Área en planta cabezal [m2] =		2,6
Separación entre eje de pilotes [m] =		1,2
Altura del cabezal	d [m] >=	0,61
	h [m] >=	0,80
Se adopta [m] =		0,8
PP cabezal sobre cada pilote [kN] =		17,33

Carga en serv [kN] =	-18,98	----->	Long pilote [m] = 2,52		C [kN] = 198,22 ¿Verifica? Si		
L pen [m] >=	0,52						
L adoptada [m]	1,02						
PP pilote [kN]	7,93						
Carga en serv a resistir por pilote [kN] =	-11,04						

PILOTE COMPRIMIDO

Carga en serv [kN] =	87,61	----->	Long pilote [m] = 2,52		C [kN] = 169,94 ¿Verifica? Si		
L pen [m] >=	0,52						
L adoptada [m]	1,02						
PP pilote [kN]	7,93						
Carga en serv a resistir por pilote [kN] =	95,54						

ANALIZO PILOTES - ESTRUCTURA LINDERA - CASO COMPRIMIDO				
PILOTES COMPRIMIDOS				
Pu [kN] =	83,89		Ps [kN] =	60,41
Mu [kNm] =	0		Ms [kNm] =	0
Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	41,95	x2	Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	30,21

Propuesta -->	2	número de pilotes
Diametro [m]	0,3	

Área en planta cabezal [m2] =		0,675
Separación entre eje de pilotes [m] =		0,75
Altura del cabezal	d [m] >=	0,29
	h [m] >=	0,50
Se adopta [m] =		0,5
PP cabezal sobre cada pilote [kN] =		2,81

Carga en serv [kN] =	33,02
L pen [m] >=	0,04
L adoptada [m]	0,34
PP pilote [kN]	3,25
Carga en serv a resistir por pilote [kN] =	36,27

----->

Long pilote [m] =	1,84
-------------------	------

C [kN] =	84,34
----------	-------

¿Verifica?	Si
------------	----

ANALIZO PILOTES - ESTRUCTURA LINDERA - CASO TRACCIONADO				
PILOTES COMPRIMIDOS				
Pu [kN] =	15,32		Ps [kN] =	22,99
Mu [kNm] =	0		Ms [kNm] =	0
Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	7,66	x2	Reaccion sobre pilote comprimido [kN] =	11,50

Propuesta -->	2	número de pilotes
Diametro [m]	0,3	

Área en planta cabezal [m2] =		0,675
Separación entre eje de pilotes [m] =		0,75
Altura del cabezal	d [m] >=	0,29
	h [m] >=	0,50
Se adopta [m] =		0,5
PP cabezal sobre cada pilote [kN] =		2,81

Carga en serv [kN] =	14,31
L pen [m] >=	-0,11
L adoptada [m]	0,30
PP pilote [kN]	3,18
Carga en serv a resistir por pilote [kN] =	17,49

----->

Long pilote [m] =	1,80
-------------------	------

C [kN] =	78,02
----------	-------

¿Verifica?	Si
------------	----