

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

**Centro de distribución de agua potable para los
barrios Tío Rolo, Puente Gallego y Piamonte**
Rosario, Provincia de Santa Fe, Argentina

ESTUDIANTES

CICCHIRILLO, FRANCO (C-6419/1)
CUMINI LONDERO, LUCÍA (C-6614/1)
KOVACEVICH, IVÁN (K-0576/2)
SUAREZ, ANGELA (S-5206/1)

DIRECTORES:

Ms. Ing. CLAUDIA FORESTIERI
Dra. Ing. MARGARITA PORTAPILA

ASESORES:

Dra. Ing. ALBERTINA GONZÁLEZ
Dra. Ing. VIRGINIA PACINI

DOCENTES:

Arq. CRISTINA CERVERA | Ing. RAÚL NAVARRO
Ing. ANALÍA LUQUE | Ing. HORACIO FIDELEFF

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.2 OBJETIVOS PARTICULARES	5
1.3 ANTECEDENTES	5
2. PROGRAMA BARRIOS	6
3. ACCESO AL AGUA POTABLE	6
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	6
3.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE SANTA FE	7
3.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN LA CIUDAD DE ROSARIO	10
4. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
4.1 ZONA DE ESTUDIO	11
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL	14
4.3 ANÁLISIS DE NOTICIAS	21
5. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO SELECCIONADO	21
5.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	21
5.2 UBICACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE ÓSMOSIS INVERSA.	23
6. DESARROLLO DEL PROYECTO	24
6.1 MARCO NORMATIVO	25
6.2 POBLACIÓN Y CONSUMO	27
6.2.1 Período De Diseño	27
6.2.2 Población y dotación	27
6.2.3 Caudales de diseño	29
6.2.4 Resumen de parámetros adoptados	30
6.3 FUNCIONAMIENTO P.O.I	30
6.3.1. Consideraciones Generales	30
6.3.2. Circuito hidráulico	31
6.4 POZOS DE BOMBEO	32
6.5 CAÑERÍA DE IMPULSIÓN	37
6.6 MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA	42
6.6.1 Selección de módulos	42
6.6.2 Cañería de rechazo	42
6.6.3 Operación y mantenimiento	44
6.7 CISTERNA DE ALMACENAMIENTO	45
6.8 ARQUITECTURA E INFRAESTRUCTURA	45
6.8.1 Proyecto arquitectónico	45
6.8.2 Materialidad	52
6.8.3 Infraestructura vial actual	55
6.8.4 Desagües pluviales	55
6.8.4.1 Descripción del entorno	55
6.8.4.2 Tipología de desagües	57
6.8.4.3 Reservorio pluvial	60
6.9 PROYECTO DE ESTRUCTURA	61
	2

6.9.1 Galpón metálico	61
6.9.1.1 Descripción general	62
6.9.1.2 Materialidades	63
6.9.1.3 Análisis de solicitaciones	63
6.9.1.4 Dimensionamiento de chapas	71
6.9.1.5 Dimensionamiento de correas	73
6.9.1.6 Dimensionamiento de estructura resistente	77
6.9.1.7 Uniones	85
6.9.2 FUNDACIONES	94
6.9.2.1 Elección de tipo de fundación	94
6.9.2.2 Análisis perfil geotécnico	95
6.9.2.3 Dimensionamiento bases	96
6.9.3 PAQUETE ESTRUCTURAL VIAL	99
7. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA EL CUIDADO DEL AGUA POTABLE	103
7.1 REDES COMUNITARIAS DE ACCESO AL AGUA POTABLE	103
7.2 PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y APROPIACIÓN SOCIAL EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN ROSARIO	104
8. APORTES DEL PROYECTO A LA AGENDA 2030 DE NACIONES UNIDAS	106
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
9.1 CONTINUACIÓN DEL PROYECTO	108
9.2 RECOMENDACIONES	109
9.3 CONCLUSIONES	109
10. BIBLIOGRAFÍA	111
11. ENTREVISTAS	113
12. PLANOS	114
13. ANEXOS	
ANEXO 01: ÁREA SERVIDA DE AGUA POTABLE Y CLOACAS. AGUAS SANTAFESINAS S.A.	
ANEXO 02: PLANO DE MENSURA DEL PREDIO	
ANEXO 03: ANÁLISIS DE NOTICIAS	
ANEXO 04: POBLACIÓN	
ANEXO 05: PERFORACIONES	
ANEXO 06: MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA	
ANEXO 07: CAÑERÍA DE IMPULSIÓN	
ANEXO 08: CÁLCULO SOLICITACIONES GALPÓN METÁLICO	
ANEXO 09: ESTUDIO DE SUELOS	
ANEXO 10: CAÑERÍA DE RECHAZO	
ANEXO 11: SISTEMA REGULADOR PLUVIAL	

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente proyecto es mejorar el acceso al agua potable a la población de los barrios Tío Rolo, Piamonte y Puente Gallego, ubicados al sur de la ciudad de Rosario (Provincia de Santa Fe, Argentina. Figuras 1 y 2) a través del diseño de un centro de distribución de agua potable que incluye una planta potabilizadora de ósmosis inversa para el tratamiento de fuentes de agua subterránea, con el fin de alcanzar los parámetros de calidad adecuados para el consumo humano de acuerdo a las normativas vigentes.

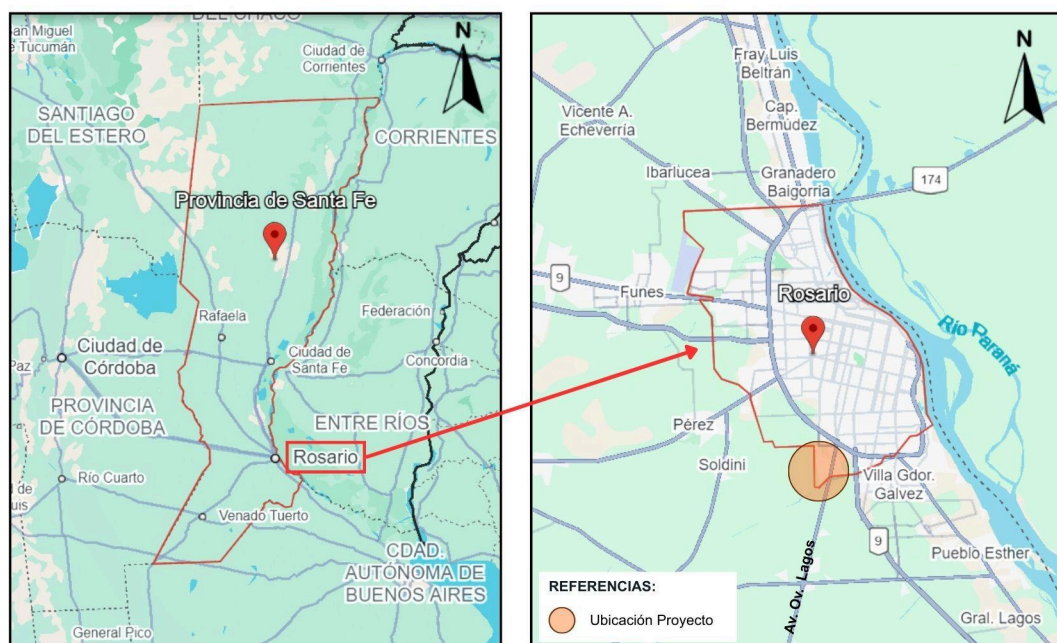


Figura 1. Ubicación del proyecto. Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps

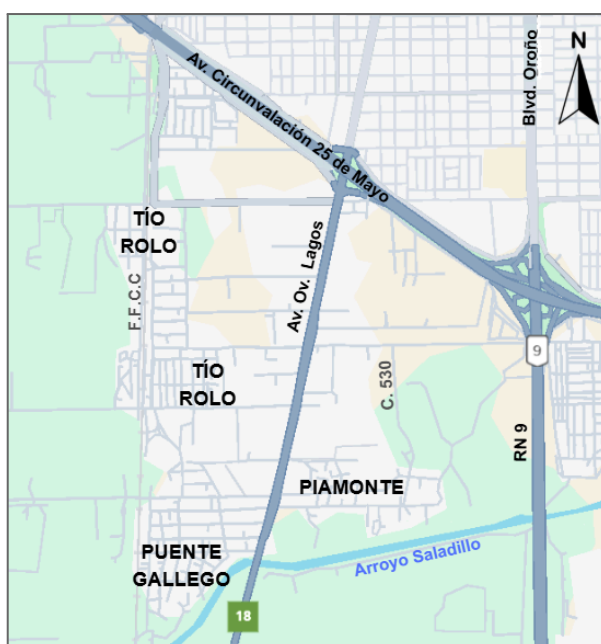


Figura 2. Ubicación de los barrios. Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

Realizar un análisis de la problemática de acceso al agua potable en los barrios populares de la zona de estudio.

Evaluar alternativas de soluciones a las problemáticas halladas.

Adoptar y calcular un diseño estructural que considere la funcionalidad de los distintos espacios y su integración al entorno del barrio para la solución elegida.

Analizar el impacto ambiental de la alternativa seleccionada para minimizar sus efectos.

Proponer y promover medidas no estructurales sobre el uso y consumo de agua potable dirigidas a la población para fomentar la sostenibilidad del recurso y de la propuesta adoptada.

1.3 ANTECEDENTES

En los últimos años, de manera focalizada, se han realizado una serie de intervenciones en los barrios analizados, orientadas a mejorar el acceso de la población a un suministro de agua potable de calidad.

Entre las obras realizadas se puede mencionar la instalación de una planta de osmosis inversa en el barrio Tío Rolo. Esta planta se puso en marcha en el año 2016 y fue posteriormente ampliada en el año 2018 (Aguas Santafesinas S.A., 2018), sin embargo, actualmente no se encuentra en funcionamiento. Esto se detalla con mayor claridad en el capítulo 4.2 del presente informe.

En el caso del barrio Piamonte, se realizó en el año 2022 una intervención puntual orientada a mejorar las conexiones de 65 familias, de manera de garantizar así un acceso más seguro al recurso (Gobierno de la Provincia de Santa Fe, 2022).

Por su parte, en el barrio Puente Gallego se están desarrollando una serie de proyectos comunitarios en el marco del Programa Barrios, impulsado por el Centro de Ingeniería Sanitaria (CIS)¹, perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), en el que también participan docentes y estudiantes de las Facultades de Psicología, Ciencia Política y Relaciones Internacionales y Arquitectura, Planeamiento y Diseño, todas ellas dependientes de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). Uno de estos proyectos consistió en la construcción de una red de agua clorada para uso general (no apta para bebida ni preparación de alimentos) por fuera del radio servido de la empresa prestataria del servicio (Aguas Santafesinas S.A.²), que abastece a 50 familias (Delbianco, 2024). El Programa Barrios y su alcance se detallan más adelante en el apartado 2 del presente informe.

¹ www.fceia.unr.edu.ar/cis

² <https://www.aguassantafesinas.com.ar/portal/>

Se cuenta además con otros proyectos de grado de la carrera de Ingeniería Civil de esta facultad cuya población de estudio es la del barrio Puente Gallego. Pradi y Tiberi (2021) tuvieron como objetivo analizar las problemáticas del barrio relacionadas con la falta de agua segura y saneamiento y buscar soluciones acordes a la realidad territorial. La propuesta consistió en el cierre de la malla de la red formal de agua potable en la zona urbanizada y la regularización de las conexiones informales, acompañado de canillas públicas para proveer de agua apta para consumo a la población no servida. Por otro lado, en su trabajo, Abalone et al. (2021) continuaron con algunas de las recomendaciones hechas por el grupo anterior y agregaron el abastecimiento de agua para distintos usos, excepto de bebida y preparación de alimentos, en la zona no contemplada en el proyecto precedente mediante la utilización de aguas de fuentes subterráneas a través de un pozo de bombeo con un sistema de cloración. Finalmente, Dell' Aia y Mora (2022) se centraron en brindar soluciones paliativas referidas a los desagües cloacales y a la readecuación de los núcleos húmedos de las construcciones precarias en la zona.

2. PROGRAMA BARRIOS

En el año 2020 se constituyó el PROGRAMA BARRIOS-FCEIA, con base en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, con el objetivo inicial de abordar la problemática del acceso al agua y al saneamiento en barrios populares, lo que fue llevando al encuentro con otras disciplinas y espacios de trabajo, y a entender la importancia de abordar los problemas complejos del hábitat de forma interdisciplinaria e interinstitucional y con la comunidad. En tal sentido, con este programa, se busca generar nuevos conocimientos aplicados a la mejora de la calidad de vida de las comunidades, en especial en los barrios populares, mediante proyectos de infraestructura urbana desde una perspectiva comunitaria, interdisciplinaria e interinstitucional, involucrando a docentes, estudiantes y nodocentes que quieran participar (CIS-FCEIA-UNR, s.f.).

3. ACCESO AL AGUA POTABLE

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El acceso al agua potable se reconoce como un derecho humano fundamental, tal como lo establece la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas *El derecho humano al agua y el saneamiento* (64/292, Naciones Unidas, 2010), que afirma que “el agua potable y el saneamiento son derechos humanos esenciales para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos” (Naciones Unidas, 2010, p. 2). Este reconocimiento implica que los estados deben garantizar que todas las personas tengan acceso equitativo a agua segura, suficiente y

asequible, así como promover la gestión sostenible de los recursos hídricos y la participación comunitaria en su administración.

A su vez, en el año 2015, mediante la resolución de la Asamblea General *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (A/RES/70/1, Naciones Unidas, 2015) se aprobó la Agenda 2030, que consiste en un plan de acción global orientado a erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar el bienestar de todas las personas mediante 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos abarcan dimensiones sociales, económicas y ambientales, promoviendo un desarrollo inclusivo, equitativo y sostenible con horizonte al año 2030. En particular, el Objetivo 6 plantea “garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos” (Naciones Unidas, 2015, p. 21).

En la Provincia de Santa Fe, este derecho es abordado en la *Ley de Aguas de Santa Fe* (13740/2017, Provincia de Santa Fe, 2018) según:

“ARTÍCULO 1 - Objeto de la Ley de Aguas. Esta ley regula la gestión integrada de los recursos hídricos de la provincia de Santa Fe, con el fin de promover los distintos usos del agua de manera sustentable a favor de las generaciones presentes y futuras, garantizando el derecho humano fundamental de acceso al agua potable. La gestión integrada de los recursos hídricos involucra el ordenamiento territorial.” (Ley de Aguas de la Provincia de Santa Fe, 2018, art. 1)

En ese sentido, este proyecto se inspira en los derechos reconocidos al acceso al agua potable, buscando traducirlos en soluciones concretas que garanticen acceso seguro y sostenible, alineando la intervención con la legislación provincial y los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030.

3.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

En la Provincia de Santa Fe, el servicio de agua potable y desagües cloacales atravesó un proceso de privatización a través de la ley *Transformación del Sector Público de Agua Potable, Desagües Cloacales y Saneamiento* (Ley 11.220, Provincia de Santa Fe, 1994), cuya ley continúa vigente hasta el día de la fecha. En ese sentido, en la actualidad, la mayor prestadora del servicio de la provincia, mediante concesión, es la empresa estatal Aguas Santafesinas S.A (ASSA), a la cual se le agregan cooperativas y servicios municipales que abastecen a las distintas localidades. Según el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ENRESS), existen actualmente un total de 587 servicios de agua potable distribuidos en toda la provincia (Ente Regulador de Servicios Sanitarios, s.f.). En la Figura 3 se indica el número de servicios de agua potable en cada zona.

Según la información proveniente del Gobierno de la Provincia, la planificación general vigente del sistema provincial de acueductos es el que se muestra en la Figura 4. Dicha planificación contempla además, el acueducto interprovincial con la Provincia de Córdoba (Figura 5), el cual se encuentra en etapa de ejecución y se extiende desde la ciudad de Coronda en la Provincia de Santa Fe, pasando por San Martín de las Escobas hasta la ciudad de San Francisco, Provincia de Córdoba.

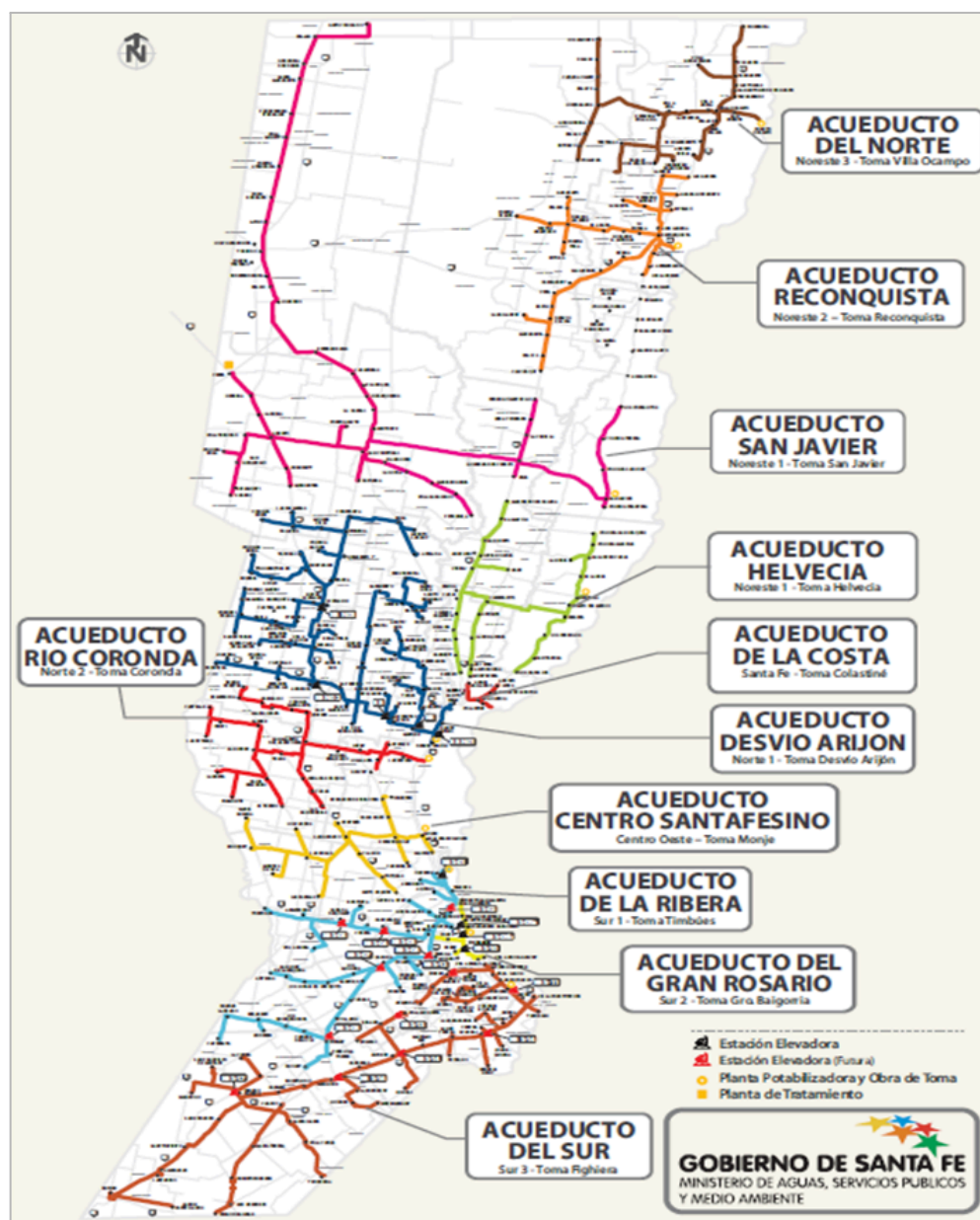


Figura 4. Sistema provincial de acueductos. Fuente: Gobierno de Santa Fe.

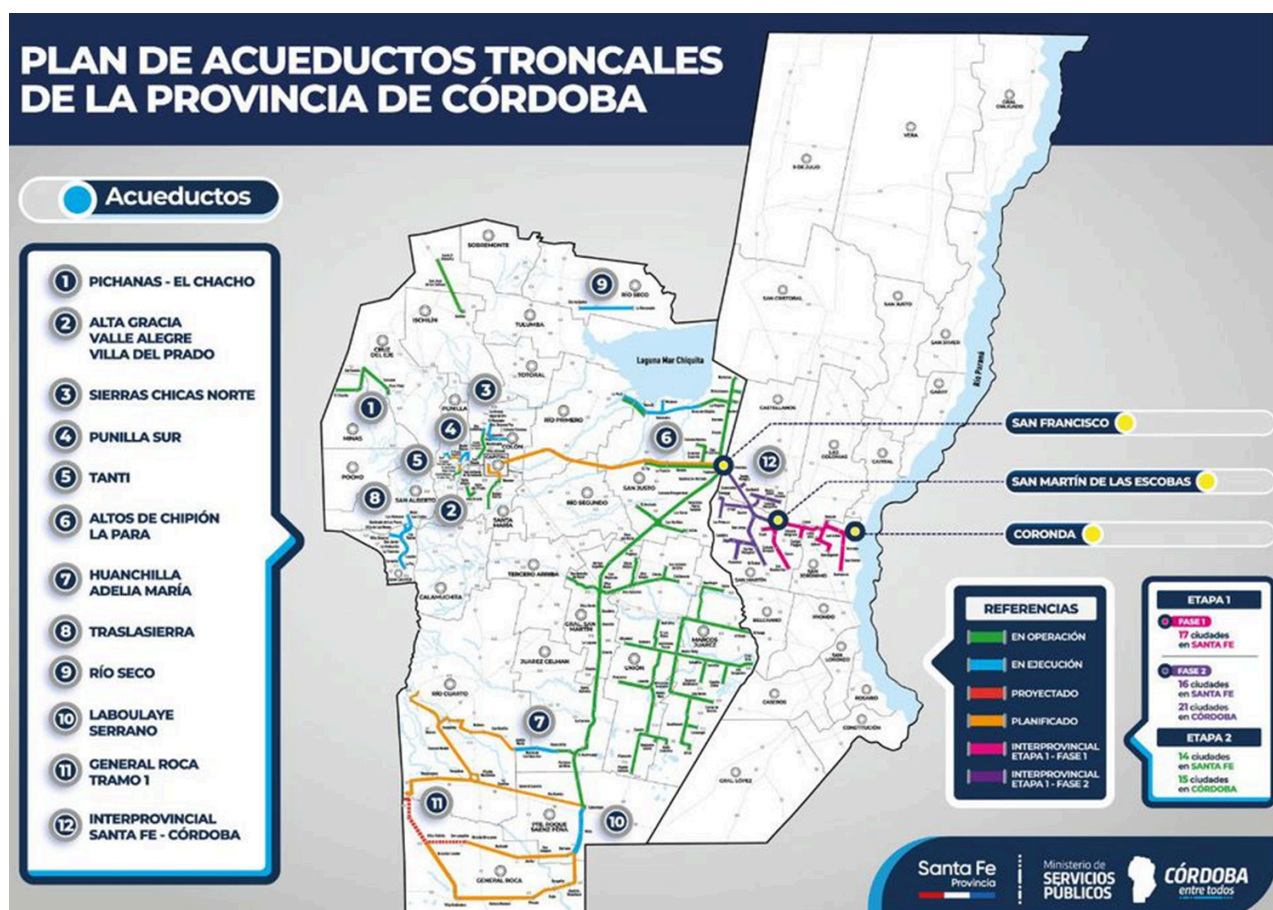


Figura 5. Acueducto interprovincial Santa Fe - Córdoba. Fuente: Gobierno de Santa Fe.

3.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN LA CIUDAD DE ROSARIO

Particularmente en la ciudad de Rosario, según datos de la web de ASSA (Aguas Santafesinas S.A. s.f.) la empresa abastece a 1.035.765 habitantes.

En lo que respecta a los acueductos, se encuentra en ejecución el completamiento de la Etapa II del Acueducto Gran Rosario (ACGRO): ampliación de la Planta Potabilizadora de Granadero Baigorria (Ameriso, 2024). Se proyecta a futuro la realización de la Etapa III que contempla ramales hacia Ibarlucea y Funes y la extensión por Av. Circunvalación. Estas obras, proyectadas y en ejecución, se pueden ver representadas en la Figura 6 a continuación.

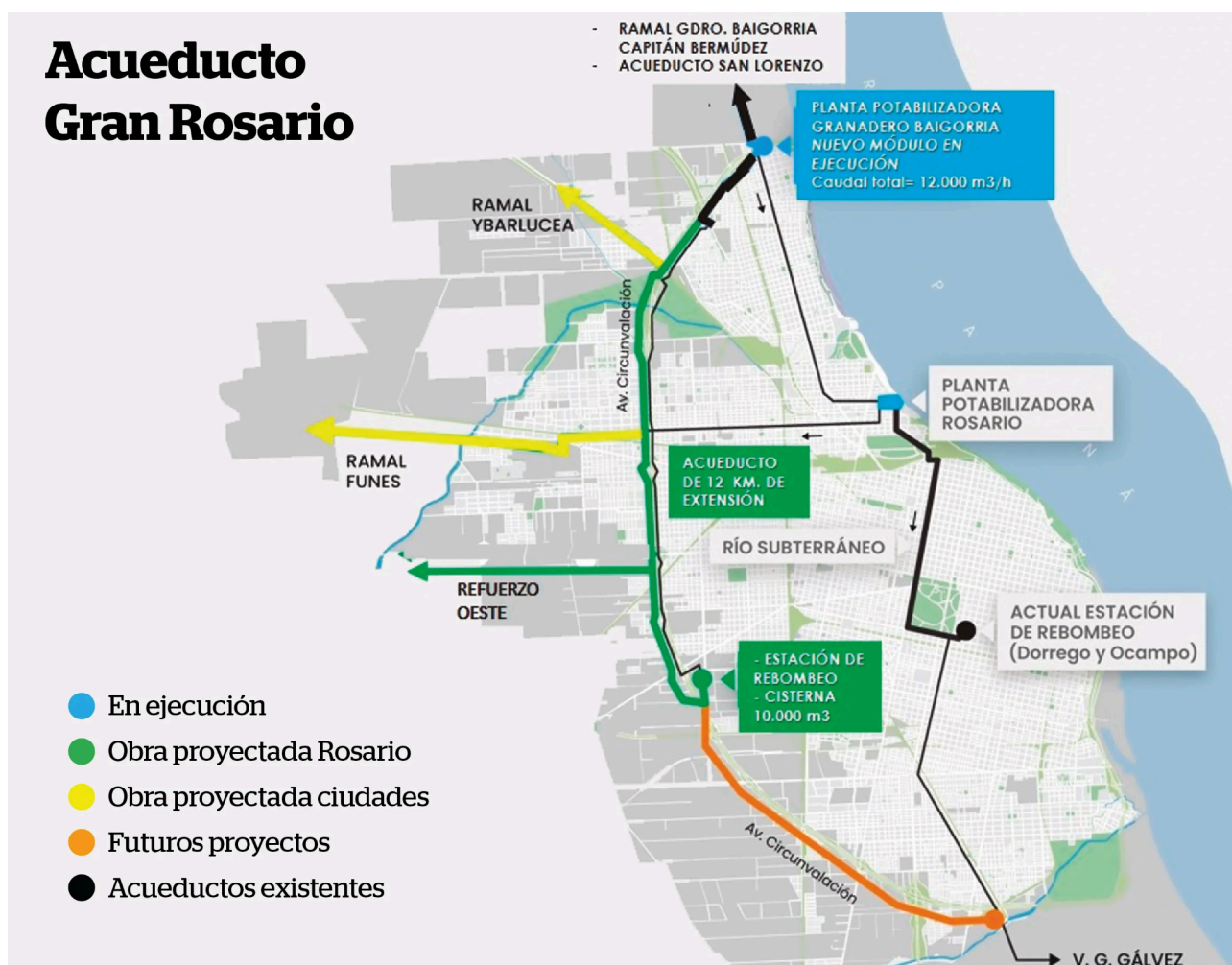


Figura 6. Situación actual del Proyecto de Acueducto Gran Rosario. Fuente: ASSA.

Cómo analiza Barrionuevo (2022), si bien la ciudad cuenta con una red extensa que garantiza el servicio a gran parte de la población, también existen aún muchas zonas donde la conexión formal a la red pública es casi inexistente. Allí, el acceso al agua depende de soluciones precarias (pozos, bombas comunitarias, camiones cisterna o conexiones irregulares), lo que profundiza la inequidad en términos de calidad, regularidad y seguridad sanitaria del recurso.

En el ANEXO 01: ÁREA SERVIDA DE AGUA POTABLE Y CLOACAS. AGUAS SANTAFESINAS S.A se presentan los mapas de la empresa prestataria donde se pueden ver las zonas de alcance del sistema de desagües cloacales y de la red de agua potable en la ciudad de Rosario. Este punto se amplía luego en el Apartado 4.2 del presente informe.

4. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio del presente proyecto se ubica en el Distrito Sudoeste de la ciudad de Rosario. La ciudad se sitúa al sudoeste de la Provincia de Santa Fe, a 300 km al norte por el río Paraná desde la capital del país, Buenos Aires (Figura 7).

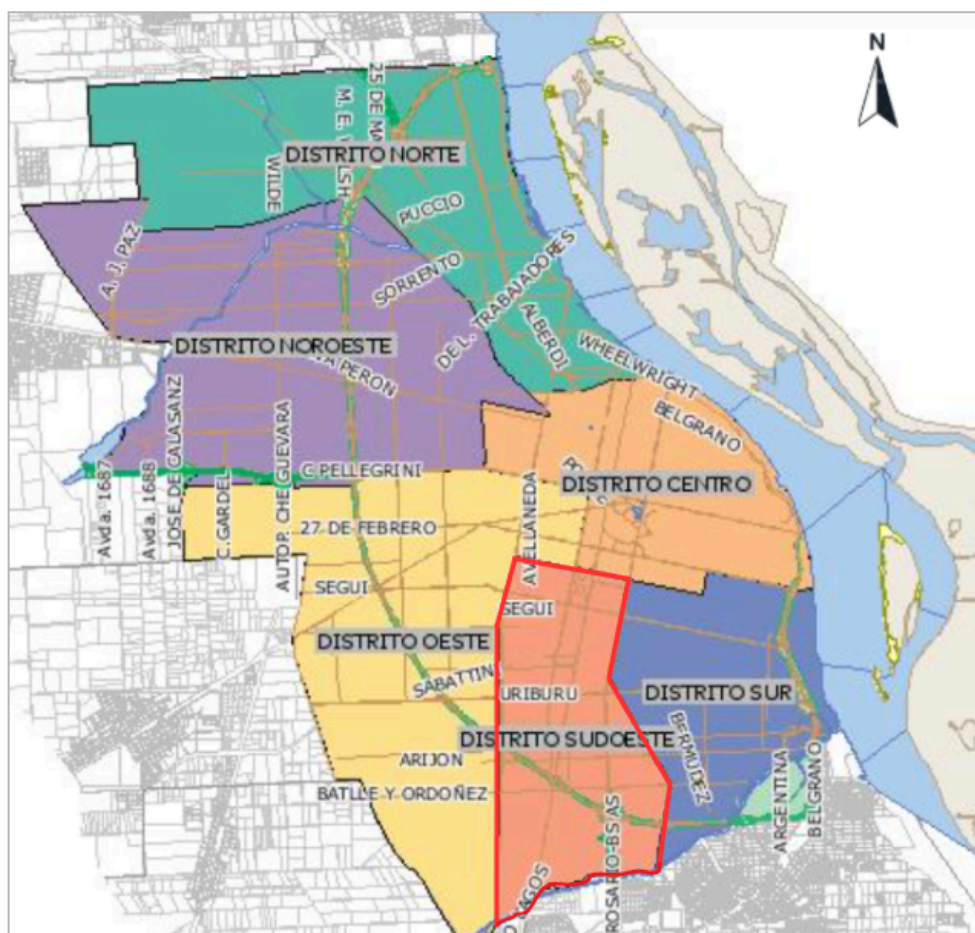


Figura 7. Distritos de la ciudad de Rosario. Fuente: Google Earth 2025 e Infomapa 2025.

Dentro del Distrito Sudoeste, nos situamos en la zona entre Avenida Circunvalación 25 de Mayo, vías del Ferrocarril Línea General Belgrano, Calle 530 y el Arroyo Saladillo, como se puede observar en la Figura 2 presentada anteriormente en **1.1 OBJETIVO GENERAL**.

Particularmente, el área de análisis queda delimitada por los polígonos de 3 barrios populares consolidados e identificados en el Registro Nacional de Barrios Populares³ (ReNaBaP. Decreto 358/2017, Administración Pública Nacional, 2017).

El ReNaBaP incluye a los barrios con características particulares tales como estar integrados por ocho o más familias, más de la mitad de la población sin título de propiedad del suelo y más de la mitad de la población sin acceso regular a 2 o más servicios básicos (red de agua corriente, red de energía eléctrica con medidor domiciliario o red cloacal). En la Figura 8 se muestra la distribución actual de los barrios populares en la ciudad.

³ <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/sisu/renabap>

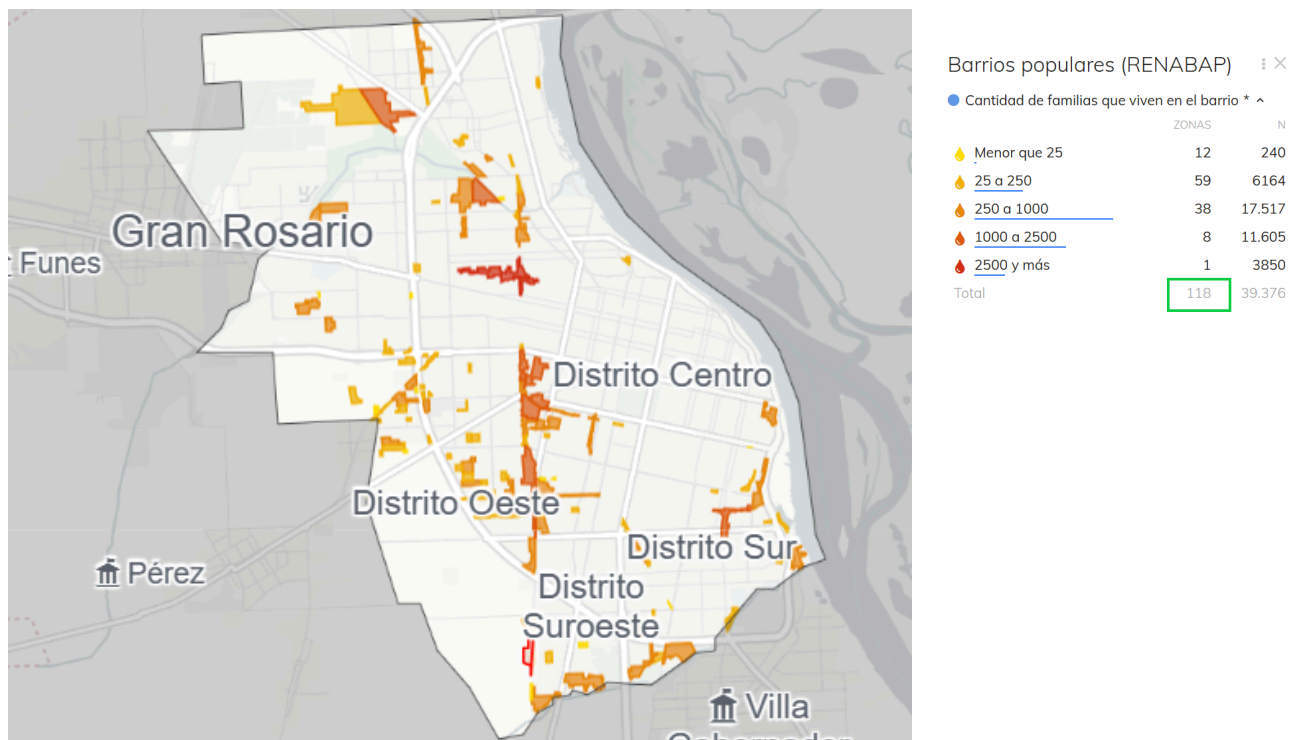


Figura 8. Barrios populares de la Ciudad de Rosario. Fuente: ReNaBaP, 2025

En ese sentido, son objeto de este proyecto los barrios (Observatorio de Barrios Populares, s.f.):

- Tío Rolo (polígonos ID 1801-4692).
- Puente Gallego (polígonos ID 1770-1908) .
- Piamonte (polígono ID 1833).

Se pueden identificar los barrios en la Figura 9 y con mayor detalle en los *Planos 01 y 02*.

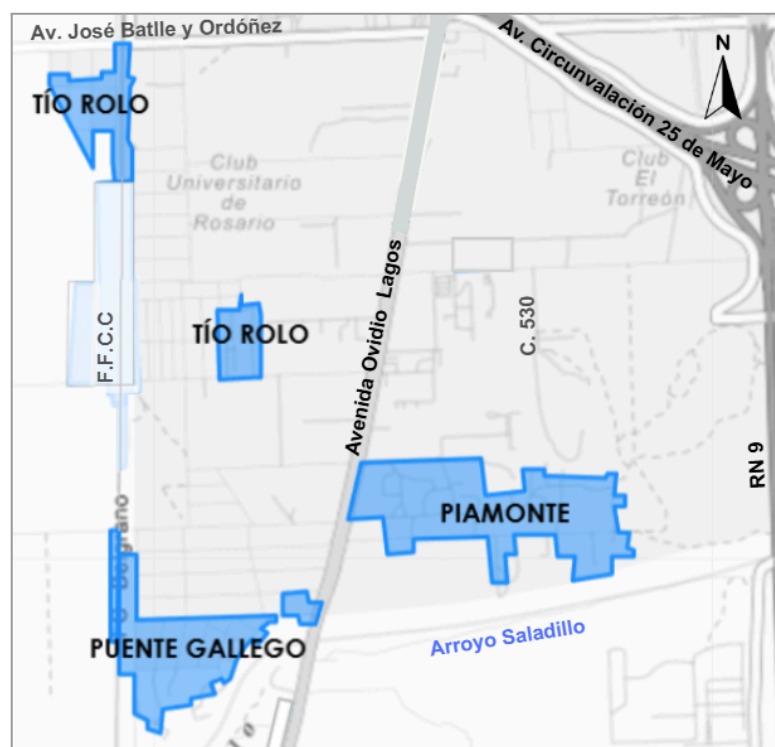


Figura 9. Ubicación de los barrios estudiados. Fuente: ReNaBaP.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

Como se mencionó anteriormente, la zona de estudio se enmarca dentro de la realidad en la que conviven las y los vecinos de los barrios populares. Según datos del año 2023 del ReNaBaP (Observatorio de Barrios Populares, s.f.), en Rosario hay 118 barrios populares, los cuales se distribuyen como se muestra en la Figura 8 presentada en el apartado anterior.

La zona presenta condiciones de habitabilidad bajas a regulares, caracterizadas por una cobertura limitada de servicios esenciales, particularmente de agua potable y saneamiento cloacal. La infraestructura vial es deficiente, con predominio de calles de carpeta asfáltica a nivel no definitivo y/o calles de tierra. Esto, sumado a el entramado urbano irregular que se presenta en ciertas zonas que tienen bajo a nulo grado de urbanización, dificulta la accesibilidad y la operación de sistemas de distribución de servicios y/o transporte.

La tipología habitacional es heterogénea, con viviendas de distinta calidad que incluyen aquellas de bajos recursos y asentamientos informales, lo que evidencia una ocupación urbana no planificada (Figuras 10 a 12). Además, la dinámica poblacional de estos barrios no sigue un patrón regular, con tasas de crecimiento irregulares y cierta dispersión territorial.



Figura 10. Atlántida 7968, Rosario (2025). Fuente: GoogleMaps.



Figura 11. Hollywood 3800 Rosario (2023). Fuente: GoogleMaps.



Figura 12. Camino Nuevo a Soldini y vías del Ferrocarril Línea General Belgrano, Rosario (2023).
Fuente: GoogleMaps.

En lo que respecta al abastecimiento de agua potable y al sistema de desagües cloacales, la empresa prestataria no brinda cobertura total en el área de estudio. En el *ANEXO 01* se incluyen los planos que muestran la extensión de las redes existentes en la ciudad de Rosario y sus alrededores. Se observa que la red cloacal no alcanza los barrios analizados, mientras que la red de agua potable sólo cubre parcialmente el sector.

Hasta el año 2019, un sector pequeño de Tío Rolo fue abastecido por una Planta de Ósmosis Inversa (POI) de 25 m³/h con 3 perforaciones ubicada en Camino de los Quinteros y Calle 2106, la cual fue desafectada con la puesta en servicio del acueducto Plata de D° 600 mm que comienza en la Estación C y finaliza en Ovidio Lagos y Batlle y Ordóñez (ver Figura 13). En ese punto, se vincula a una cañería de PVC D° 250 mm que continúa por Ovidio Lagos hacia el sur y a otras de menor diámetro. Actualmente la zona es abastecida exclusivamente por el acueducto Plata (ver resaltado verde en la Figura 14).

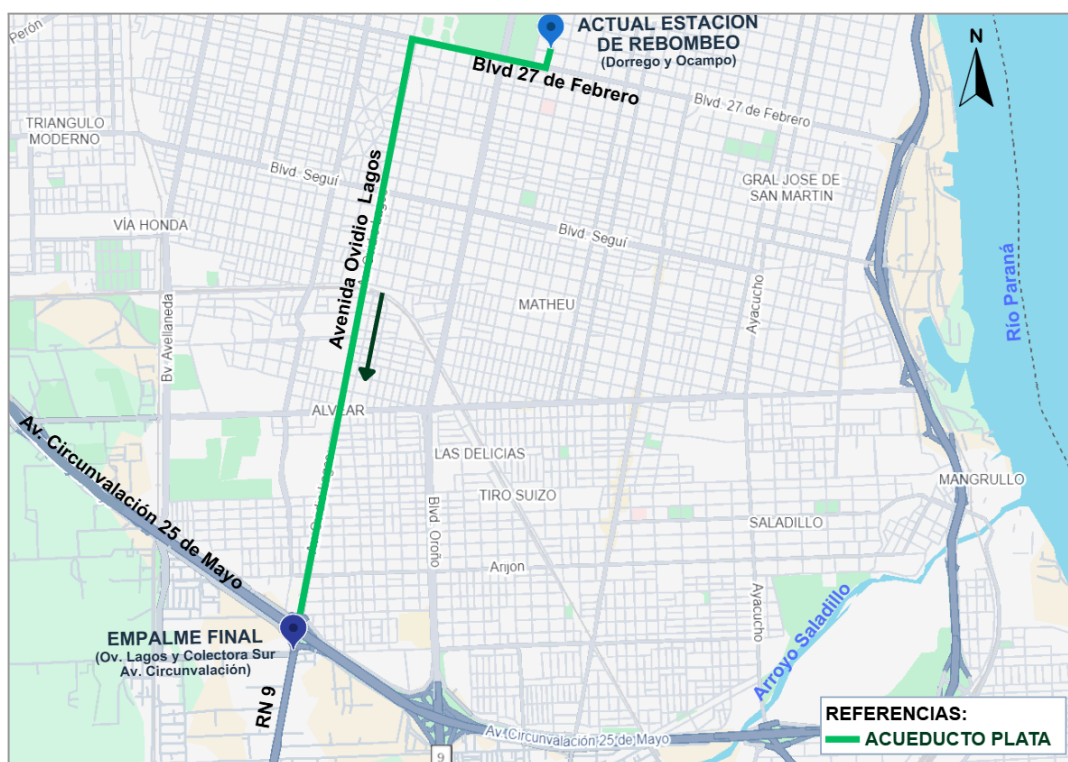


Figura 13. Acueducto Plata existente. Fuente: Elaboración propia mediante Google Maps.

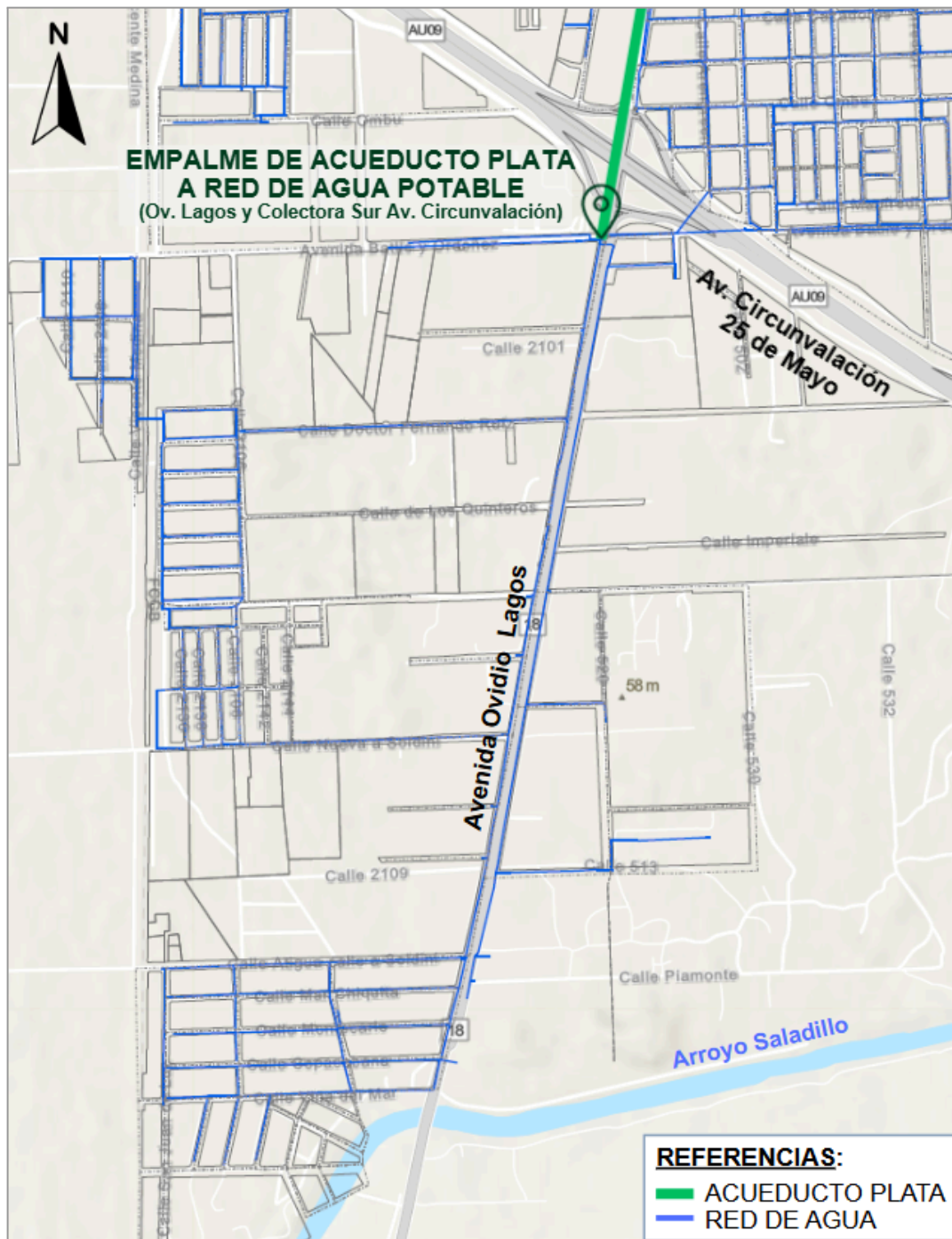


Figura 14. Red de agua potable existente y empalme a Acueducto Plata. Fuente: Aguas WebMap.

El abastecimiento de agua potable presenta una serie de inconvenientes tales como:

- Presión insuficiente

Las presiones en el sector se encuentran por debajo de los 5.0 mca. Existe un punto de presión con registrador en calle Copacabana y Ovidio Lagos (PPRO_0125, ver Figura 15) que muestra, para el período estival del año 2024, valores mínimos de 2.5 mca y máximos de 5.0 mca. Esto se puede ver en la Figura 16 dónde, en el eje de ordenadas se tienen los valores de presión medidos en metros de columna de agua (mca) y en el eje de abscisas se presentan las fechas en las que se realizaron las mediciones correspondientes.

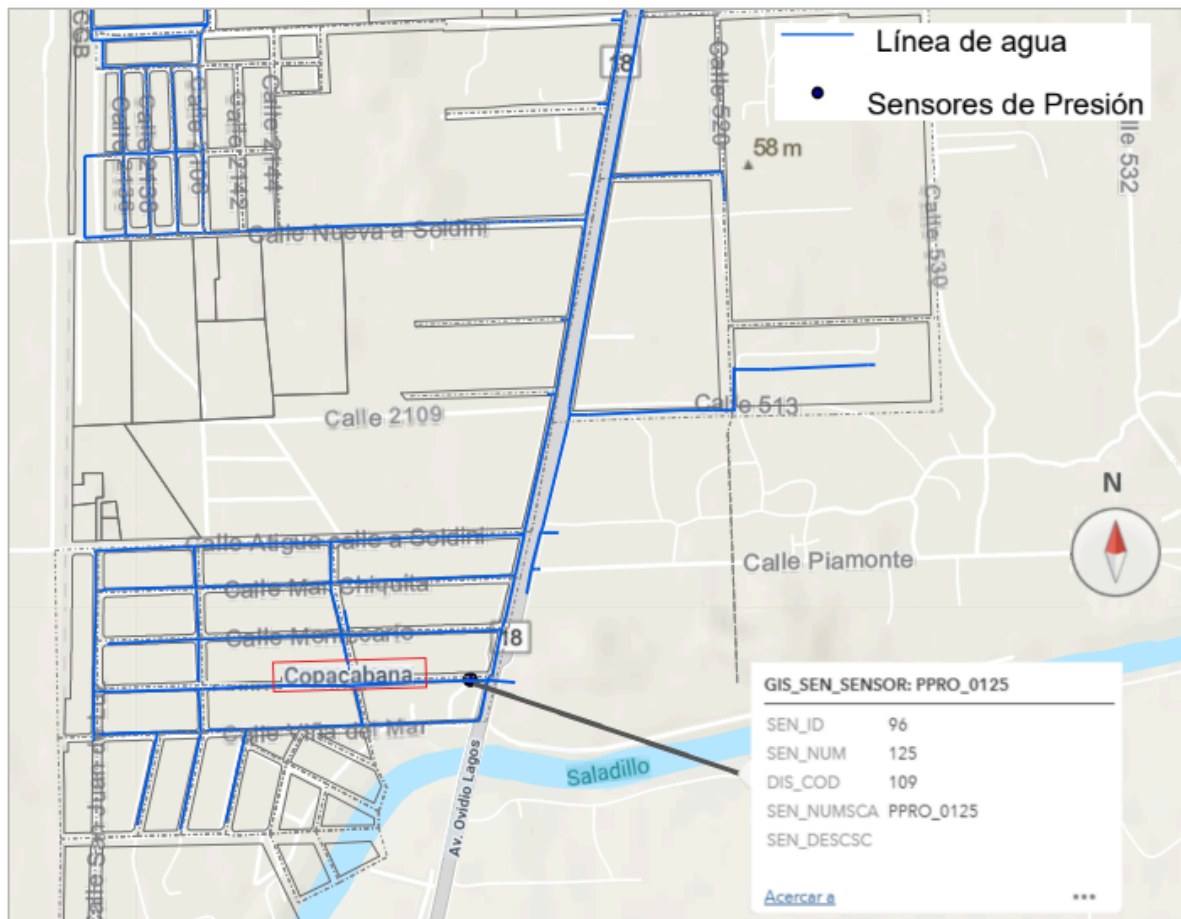


Figura 15. Ubicación del punto con registrador de presión (PPRO_0125). Fuente: Aguas Santafesinas S.A.

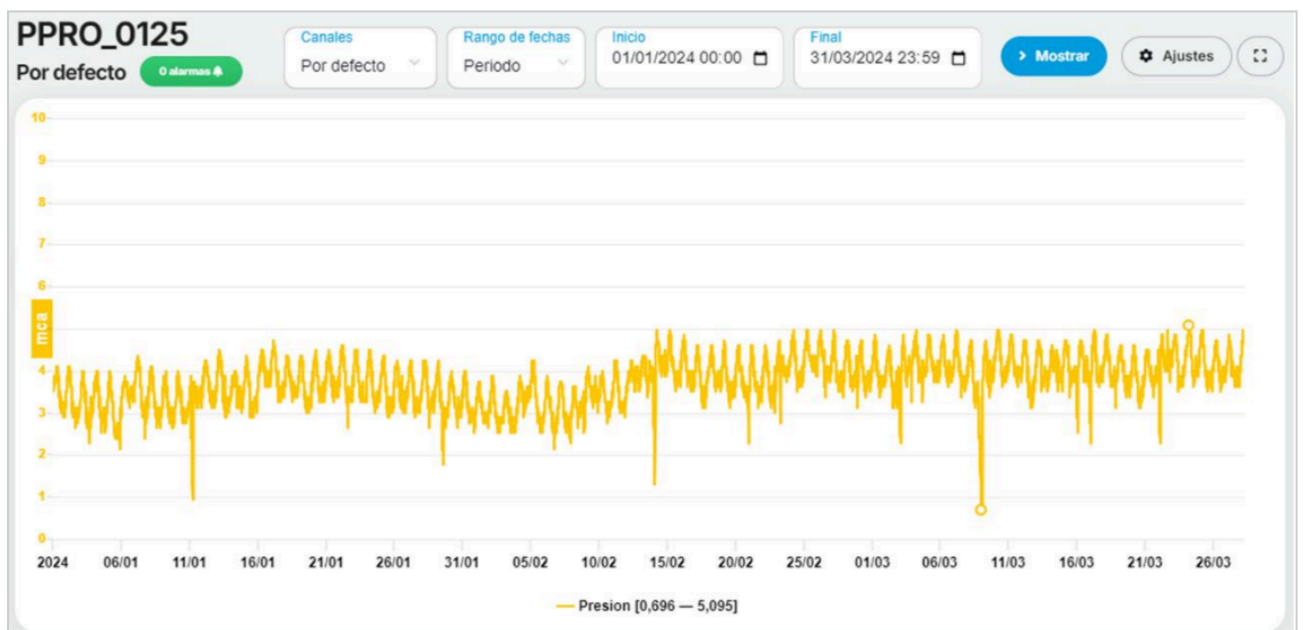


Figura 16. Registro de presión de agua potable en el PPRO_0125, periodo (01/01/24-31/03/24).

Fuente: Aguas Santafesinas S.A.

Sin embargo, y a pesar de las bajas temperaturas, los valores de presión registrados en julio y agosto de 2024 resultan inferiores a los observados durante el verano, considerado el período más crítico del año. Asimismo, se observa una baja de presiones con valores mínimos de

2.0 mca y máximos de 3.5 mca, por debajo de los registros del mismo período del año 2023 (4.0 a 6.0 mca) para el punto PPRO_0125 como se presenta en la Figura 17.

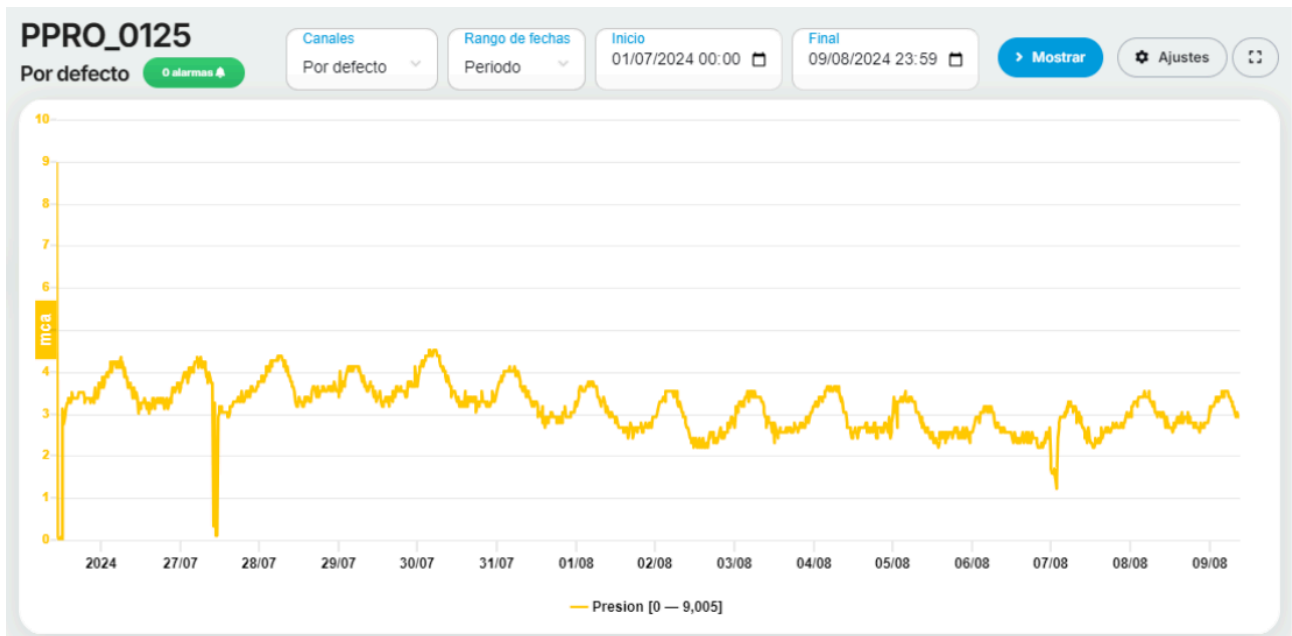


Figura 17. Registro de presión de agua potable en el PPRO_0125, período (01/07/24-09/08/24).
Fuente: Aguas Santafesinas S.A.

Se presentan también los registros de medición de presiones en el mismo punto, para el período de enero-octubre del 2025, con tomas cada 15 minutos. Se observan valores mínimos cercanos a 1.0 mca y máximos de 4.8 mca. Estos últimos ocurren en horarios nocturnos cuando la demanda del servicio es baja.

Se nota una marcada disminución de presión en períodos estivales y un promedio de presiones diarias entre 3.0 y 4.0 mca para los meses de otoño y primavera, aumentando en períodos invernales (ver Figura 18).

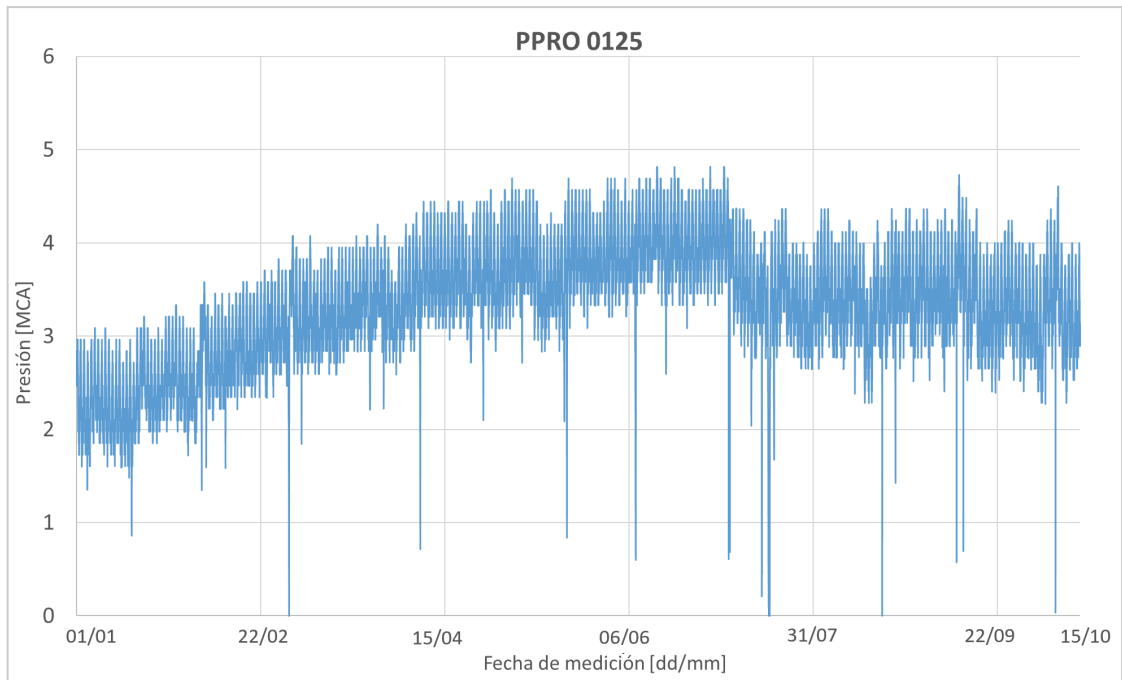


Figura 18. Registro de presión de agua potable, período (01/01/25-15/10/24). Fuente: ASSA

Podemos notar entonces, un deterioro progresivo y constante de la presión de agua en el área, ya que, en el año 2019, las presiones mínimas registradas en ese punto estaban en el orden de los 6.5 mca.

- Pérdida físicas

En las zonas de los barrios que no se cuenta con red formal de agua potable, las y los vecinos se abastecen de agua mediante conexiones informales que conectan a las redes formales más cercanas (Figuras 19, 20 y 21). Estas conexiones son materializadas a través de mangueras de PEAD, las cuales se tienden de manera superficial por el terreno y por el interior de zanjas pluviales, sin ningún tipo de protección, quedando expuestas a las condiciones ambientales, que con el paso del tiempo, se resecan y rompen, generando pérdidas de agua potable que hacen disminuir la presión de la red y producir un riesgo potencial de contaminación cruzada, debido al ingreso de contaminantes provenientes de efluentes domiciliarios y residuos sólidos que se depositan sobre el terreno.



Figura 19. Conexiones irregulares en barrio Tío Rolo, Rosario (2023). Fuente: GoogleMaps



Figura 20. Conexiones irregulares en barrio Piamonte, Rosario (2023). Fuente: GoogleMaps.



Figura 21. Conexiones irregulares y zanjás, Rosario (2023). Fuente: GoogleMaps

- Insuficiencias en el saneamiento integral

Como en todos los barrios populares, el problema de acceso al agua no es el único, también existen otros como falta de mantenimiento de las zanjás, problemas con roedores, ineficiencia en la recolección de residuos sólidos urbanos, ausencia de desagües cloacales centralizados, entre otros (Figura 22).



Figura 22. Basurales en Barrio Piamonte, Rosario (2025). Fuente: GoogleMaps

El análisis y descripción de la situación de los barrios Tío Rolo, Piamonte y Puente Gallego evidencia la necesidad urgente de abordar esta problemática de la falta de acceso a agua segura y saneamiento de manera integral.

4.3 ANÁLISIS DE NOTICIAS

En el *ANEXO 03: ANÁLISIS DE NOTICIAS* se presenta un resumen de las diferentes noticias que fueron analizadas en este apartado. Esta investigación nos permitió reconocer, por un lado, los diferentes actores sociales intervinientes en la problemática abordada y por otro, identificar las diferentes acciones o medidas que se realizaron en torno al conflicto en cuestión.

Podemos entonces decir, que el problema del acceso al agua potable incluye actores del orden gubernamental, la intervención de gobiernos nacionales, provinciales y municipales a través de planes y proyectos sólidos, inversiones en infraestructura y garantía del derecho básico de acceso al agua. También comprende a la empresa prestataria del servicio y a los beneficiarios, los vecinos y vecinas de cada uno de los barrios, a quienes se debe incluir en procesos de capacitación sobre el uso responsable del recurso, un enfoque que resulta necesario aplicar de manera transversal en toda la sociedad ante la falta de hábitos sostenibles en el consumo de agua. Por último, aparecen otros actores que intervienen en la dinámica diaria de los barrios como las vecinales, organizaciones sociales y ONGs que operan en la zona.

5. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO SELECCIONADO

5.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

La complejidad de la problemática y la demora en la ejecución de soluciones definitivas como por ejemplo, la tercera etapa del Acueducto del Gran Rosario, hacen necesaria la implementación de una solución intermedia que garantice un suministro de agua potable de calidad, regularizado y permanente hasta tanto se realice la integración de los barrios a la red centralizada de abastecimiento.

De acuerdo con la caracterización de la zona de proyecto, se plantea el análisis de distintas alternativas que puedan responder a la problemática de acceso al agua potable en el corto y mediano plazo. Es importante remarcar que dichas opciones corresponden a soluciones habitualmente aplicadas en contextos similares, pero que la selección final debe ajustarse a las particularidades de la población y la infraestructura existente en el área de estudio. Asimismo, cabe aclarar que este análisis no contempla, en esta instancia, la extensión del tendido de redes, aunque se reconoce que una solución integral a futuro necesariamente deberá incorporar dicha etapa para garantizar el acceso en cada lote/vivienda.

En primer lugar, una alternativa de rápida implementación sería la provisión mediante una cuba. Si bien esta opción, que se realiza en algunos barrios de la ciudad, permitiría un acceso inicial al recurso, presenta limitaciones significativas como la dependencia de la disponibilidad y

recarga constante de la cuba por parte de la empresa prestadora, la incomodidad para las y los vecinos que deberían trasladarse con recipientes hacia tanques comunitarios (en caso de que la cuba no abastezca los tanques domiciliarios de cada vivienda), y la imposibilidad de establecer conexiones domiciliarias. Por estas razones, se trata de una solución provisoria con bajo nivel de sustentabilidad y escasa capacidad de mejora en el tiempo.

Otra posibilidad evaluada es la intervención directa sobre el conducto troncal existente mediante una mejora en la conexión, o incluso la ejecución de una nueva derivación. Sin embargo, este escenario enfrenta restricciones técnicas importantes. Las pérdidas no visibles (o visibles) que hay en las cañerías formales se traducen en disminución del caudal y la presión de la red con afectación al suministro. Incorporar nuevas demandas sobre dicha troncal agravaría la problemática, generando perjuicios tanto para la zona en estudio como para las áreas consolidadas que dependen de esa infraestructura. En consecuencia, esta alternativa carece de viabilidad en términos de eficiencia y confiabilidad.

En contraste, la implementación de una Planta Potabilizadora de Ósmosis Inversa (POI) surge como la solución más consistente y adaptable a las necesidades detectadas. Este tipo de planta ha sido probado con éxito en la ciudad, particularmente en Barrio Toba y Barrio Zona Cero. Sus principales ventajas radican en la independencia respecto de las troncales existentes, lo que garantiza autonomía operativa, y en la posibilidad de modular la capacidad de producción mediante la incorporación de nuevos módulos según la demanda.

A nivel estratégico, constituye una obra que no solo resuelve el abastecimiento de agua en el corto y mediano plazo, sino que también brinda flexibilidad ya que, una vez que la zona quede incorporada al Acueducto Gran Rosario, la planta puede ser relocalizada para atender demandas en otros sectores de la ciudad u otras localidades de la región, mientras que el sistema proyectado y las instalaciones asociadas (galpón, cisterna de agua tratada y estación de bombeo) serán utilizadas, estableciéndose como zona de almacenamiento y rebombeo. Ejemplo de esto es lo ocurrido con la POI ubicada en Zona Cero, en la ciudad de Rosario, que luego fue trasladada a la localidad de Firmat (Aguas Santafesinas S.A. 2018). En ese caso, la infraestructura edilicia remanente fue reutilizada con fines operativos por la empresa prestadora.

En términos económicos, si bien la inversión inicial resulta mayor respecto de las soluciones alternativas, el balance costo-beneficio se torna favorable al considerar la durabilidad, la capacidad de adaptación, la posibilidad de relocalización y el impacto positivo directo sobre la calidad de vida de la población. Además, el proyecto representa una respuesta que armoniza con los principios del derecho humano al agua, al asegurar un acceso seguro y equitativo, y constituye una base sólida mientras se avanza hacia la solución definitiva del Acueducto Gran Rosario.

En conclusión, el análisis comparativo evidencia que las opciones preliminares, como el abastecimiento mediante cuba o la derivación de la troncal existente, no ofrecen garantías de

continuidad ni sustentabilidad, y podrían incluso profundizar los problemas ya presentes en la zona. En cambio, la instalación de una planta de ósmosis inversa se considera la alternativa más adecuada para enfrentar la situación actual ya que combina factibilidad técnica, flexibilidad de operación, sostenibilidad social y ambiental y alineamiento con los compromisos normativos y de derechos que fundamentan este proyecto. Por ello, la propuesta de avanzar con una POI no solo responde a la urgencia del acceso al agua potable en el territorio, sino que también se enmarca en una visión de planificación progresiva, donde las soluciones inmediatas son coherentes con las metas de largo plazo para el desarrollo urbano y la garantía del derecho humano al agua.

5.2 UBICACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE ÓSMOSIS INVERSA.

Del análisis y descripción de la zona de estudio se desprende la necesidad de contar con un terreno disponible que satisfaga las necesidades para la instalación de una POI.

En ese sentido, según información recabada desde el CIS, se encuentra disponible el terreno ubicado entre los barrios Tío Rolo y Puente Gallegos, delimitado por las calles Camino Nuevo a Soldini al Norte, calle 2109 al Sur, calle 2106 al Este y proyección de calle Avellaneda al Oeste. En las Figuras 23 y 24 se presenta la ubicación del terreno disponible. A su vez, en el *ANEXO 02* se encuentra disponible el plano de mensura de dicho terreno.

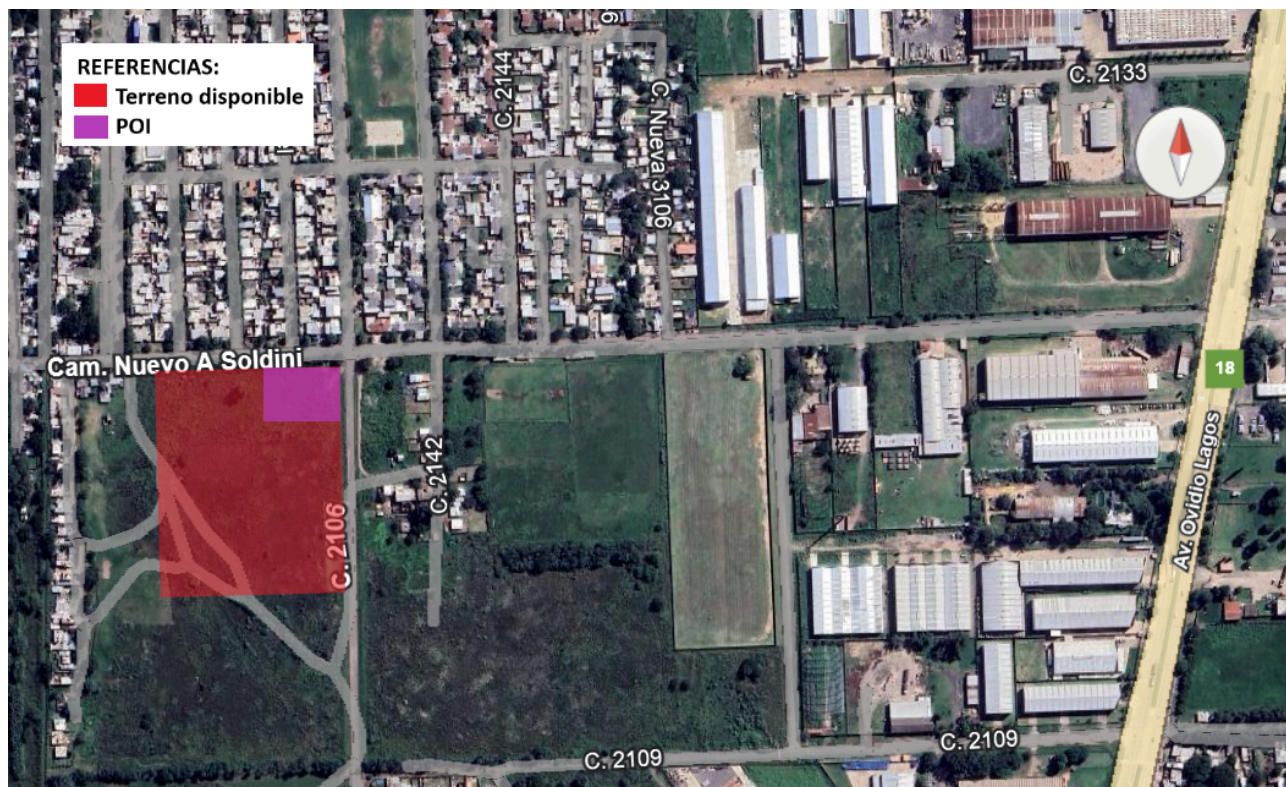


Figura 23. Terreno disponible para la POI, Rosario (2025). Fuente: Elaboración propia mediante GoogleMaps.

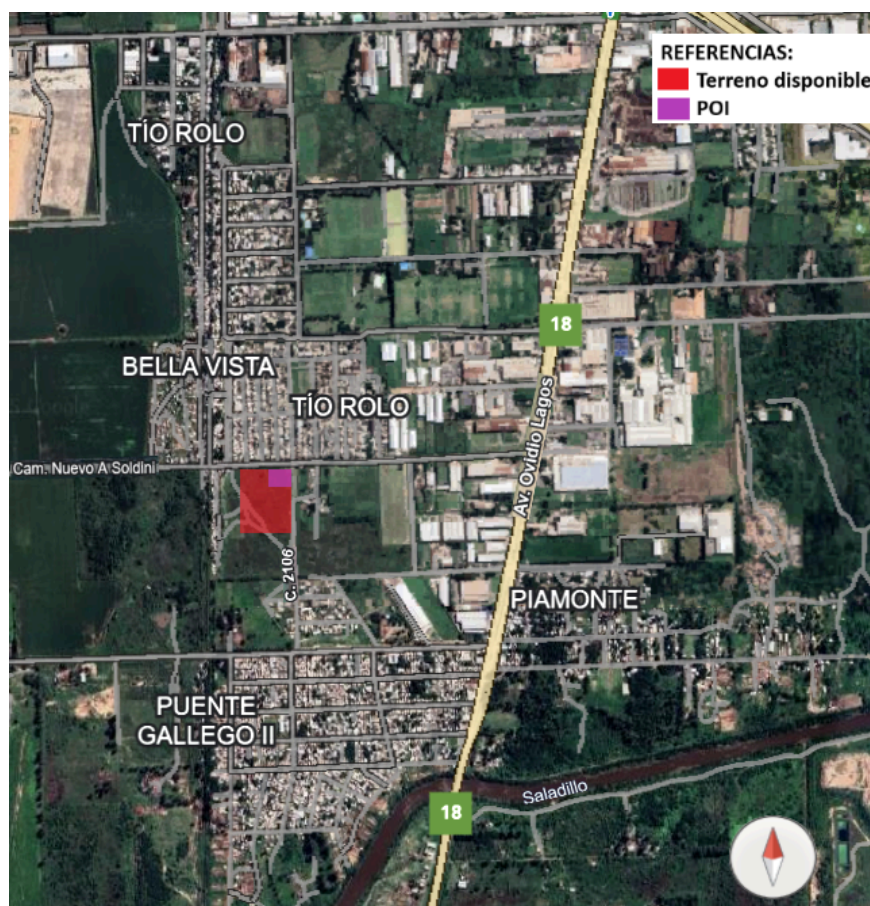


Figura 24. Terreno disponible para la POI, Rosario (2025). Fuente: Elaboración propia mediante GoogleMaps.

El terreno es propiedad de la Dirección Provincial de Vivienda y Hacienda de Santa Fe y se encuentra estratégicamente ubicado entre los barrios a abastecer, al mismo tiempo que está conectado mediante la calle Camino Nuevo a Soldini con la Av. Ovidio Lagos, principal arteria de la ciudad. Dentro del terreno disponible se eligió la esquina Noreste (Camino Nuevo a Soldini y Calle 2106) debido a las conexiones de tránsito que presenta, así como también la posible integración al resto del barrio.

En el capítulo 6.4 se detalla la proximidad de la planta a tres pozos de extracción de agua subterránea preexistentes, los cuales abastecían anteriormente a la POI del Barrio Tío Rolo, citada previamente. Esta cercanía favorece la elección de la ubicación dentro del terreno. Finalmente, en el capítulo 6.8 se abordarán aspectos relacionados a la orientación, circulación, integración y demás consideraciones arquitectónicas de la planta.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se abordará el marco normativo que se tendrá en cuenta para realizar el proyecto así como también todos los componentes que hacen a la obra proyectada en su conjunto.

6.1 MARCO NORMATIVO

Ley N° 13740/2018

La Ley Provincial N° 13.740, conocida como “*Ley de Aguas de la Provincia de Santa Fe*”, establece el marco jurídico para la gestión integrada de los recursos hídricos en todo el territorio provincial. Su objetivo principal es regular de manera sustentable los distintos usos del agua, garantizando el derecho humano al acceso al agua potable, promoviendo su uso responsable y asegurando la conservación de este recurso vital para las generaciones presentes y futuras. La ley reconoce al agua como bien público dependiente del interés general, sujetándola a control, planificación y ordenamiento territorial por parte de la autoridad competente, así como a la coordinación interjurisdiccional cuando corresponda.

Normas ENOHSa

En lo referente a las normativas, se consultaron y tomaron como referencia las disposiciones establecidas por el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa), creado por la Ley N° 24.583. Se adoptan sus lineamientos técnicos como base para el desarrollo del proyecto, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de estándares técnicos adecuados, tanto en el diseño como en la calidad de los materiales y en los procedimientos constructivos.

Cabe señalar que el ENOHSa fue disuelto mediante un decreto a principios del año 2024, y que sus funciones pasaron a ser asumidas por la Subsecretaría de Recursos Hídricos, dependiente de la Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Economía, en el marco del proceso de reorganización y reducción del aparato estatal impulsado por el actual gobierno nacional. En consecuencia, las normas que lo regían ya no están vigentes en su forma original y su funciones han sido modificadas. Sin embargo, estas normas continúan representando un marco técnico de referencia válido, ya que establecen criterios esenciales para la ejecución de obras públicas de agua y saneamiento, así como la selección de materiales y maquinarias, por lo que consideramos pertinente mantener su aplicación como guía técnica del proyecto.

Ley 11.220

La ley provincial N° 11.220 - *Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Desagües Cloacales* (1994, Santa Fe) mencionada en el apartado 3.3 del presente informe, incluye disposiciones sobre la calidad del agua y del servicio, pero deja la definición técnica a la autoridad de aplicación y a las normas complementarias como las del ENRESS que definen protocolos de control y fiscalización de la calidad del agua y efluentes o las del Código Alimentario Argentino, que fija los parámetros de potabilidad.

Ordenanza 8334

En esta normativa de la municipalidad de Rosario, se dan los lineamientos a considerar para sistemas reguladores y/o retardadores de desagües pluviales para edificios.

Resolución N° 1089/82

La Resolución N° 1089/82 de la Provincia de Santa Fe establece el “Reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales” que se utiliza para la disposición final de la cañería de rechazo.

Código Alimentario Argentino

El Código Alimentario Argentino (CAA) es el conjunto de normas legales que regulan los alimentos, bebidas y productos comestibles que se elaboran, fraccionan, transportan o venden en el territorio nacional argentino, con el objetivo principal de que los mismos sean seguros, aptos y de calidad adecuada, protegiendo la salud pública y los derechos del consumidor.

En relación al agua potable, en el Artículo 982 del código se establecen los parámetros que el agua debe cumplir para ser potable, se detallan los límites máximos permitidos para diversas características físicas, químicas y microbiológicas.

Se establece por ejemplo, la ausencia de microorganismos patógenos (coli, coliformes totales), límites máximos de sustancias químicas (arsénico, nitratos, plomo, flúor, etc.), características físicas como color, olor, sabor y turbidez, pH y contenido de sólidos disueltos.

Reglamentos CIRSOC

El Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC), a través del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), establece los reglamentos nacionales de seguridad estructural, de utilización obligatoria en obras públicas.

En este punto, se siguen los lineamientos y disposiciones de los reglamentos que se indican a continuación. El área 100 nuclea las acciones sobre las estructuras, el área 200 las estructuras de hormigón y el área 300 las estructuras de acero.

- CIRSOC 101: Reglamento Argentino de Cargas Permanentes Y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios Y Otras Estructuras (2025). *Reglamento en trámite de aprobación.*
- CIRSOC 102: Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones (2025). *Reglamento en trámite de aprobación.*
- CIRSOC 201: Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón (2024). *Reglamento en Discusión Pública Nacional.*
- CIRSOC 301: Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios (2018).
- CIRSOC 303: Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Acero de Sección Abierta Conformados en Frío (2009).

6.2 POBLACIÓN Y CONSUMO

6.2.1 Período De Diseño

En primer lugar, se define el periodo de diseño del sistema para obtener posteriormente los datos para el proyecto de las distintas partes componentes de la POI.

Se determina el **año de inicio de operación del sistema** a partir de la suma de los siguientes tiempos:

- Tiempo de realización del proyecto: 3 meses
- Tiempo del proceso licitatorio: 3 meses
- Tiempo de construcción de la obra: 6 meses
- Tiempo total: 1 año

Teniendo en cuenta que el proyecto se comenzará en el año 2025, el año de inicio de operación del sistema será el 2027 (año cero). Se adopta un *horizonte de diseño de 10 años* a partir de la puesta en marcha de la obra, considerando que para ese momento estará finalizada la obra del ACGRO – Etapa III. En consecuencia, la proyección final corresponde al año 2037.

6.2.2 Población y dotación

La dinámica particular de crecimiento de los barrios populares, caracterizada por un desarrollo irregular, asentamientos informales y una tipología habitacional heterogénea, requiere de un enfoque de intervención distinto al aplicado en el resto de la ciudad, considerando tanto la dimensión técnica como la social.

Para abordar este punto, resulta necesario situarnos en la realidad actual de la población estudiada, tanto en lo habitacional como en lo referido al consumo de agua. Los usos, costumbres y prácticas vinculadas al acceso, almacenamiento y aprovechamiento del recurso hídrico, así como a las condiciones de saneamiento, difieren en algunos casos de los patrones habituales. Estas particularidades inciden directamente en la manera en que las familias organizan su vida cotidiana, determinan sus necesidades específicas y condicionan la efectividad de las soluciones propuestas en materia de infraestructura y servicios.

Haciendo uso de la clasificación de viviendas según su calidad, determinada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)⁴, podemos ver que dentro del área a servir conviven familias con casas tipo A y tipo B, las cuales se diferencian en función del acceso a servicios básicos como agua corriente y baño, entre otras cosas (Instituto Nacional de Estadística y Censos, s.f.). Las distintas tipologías se describen a continuación.

⁴ <https://www.indec.gob.ar/>

Casa tipo B: vivienda que no cuenta con los servicios básicos en su interior. Esto incluye al menos una de las siguientes condiciones: tener piso de tierra, no tener provisión de agua por cañería dentro de la vivienda y/o no disponer de baño con descarga de agua.

Casa tipo A: toda vivienda que, al no cumplir con las características de la casa tipo B, sí dispone de los servicios básicos mencionados.

Estas condiciones inciden directamente en el consumo de agua diario.

Al definir la población de estudio se observa que los distintos métodos de proyecciones tradicionales no se amoldan a lo que sucede en la realidad, no representando la dinámica de crecimiento en estos barrios, la cual está influenciada principalmente por las condiciones políticas, sociales y económicas coyunturales. Pero resulta difícil aplicar otro tipo de metodología, como por ejemplo determinar una población de saturación considerando los terrenos disponibles, ya que debido a la gran ocupación del suelo, la manera de crecimiento habitacional sería mediante construcción en altura, lo cual no se observa en la actualidad, convirtiéndolo al proceso de saturación de difícil cuantificación.

Si bien existen registros en bases censales de institutos como el INDEC, por cuestiones metodológicas puede que ciertos sectores de los barrios no hayan sido relevados. Por ello, se complementa dicha información con los registros obtenidos del RENABAP, cuya finalidad es realizar un censo de los habitantes de los barrios populares.

En base a lo mencionado anteriormente, se analizaron y constataron los datos poblacionales de las diferentes fuentes. Este estudio se puede ver en detalle en el *ANEXO 04: POBLACIÓN*, dónde se compararon distintos factores obtenidos para analizar diferentes comportamientos de proyección.

Resulta complejo definir el método de proyección poblacional más adecuado y se observa que hay una gran variación entre los diferentes factores. En vista a los resultados obtenidos, tomamos como representativa la población calculada a partir de aplicar un factor $F01 = 1,147$.

A fines del diseño hidráulico, **la población para el final del periodo de diseño (2037) corresponde a $P_D = 19.981$ habitantes.**

Luego, para determinar la dotación se parte de considerar las particularidades de consumo mencionadas al comienzo, es decir, la higiene personal, la ingesta de agua y uso directo en cocina y lavadero, teniendo en cuenta el estado habitacional de las viviendas. Además, se tomó como marco de referencia los valores utilizados en el proyecto de Barrio Toba, presentado a la Secretaría de Integración Socio Urbana (SISU) donde se usó una dotación entre 100 y 150 lts/hab/día. Con estas consideraciones, se asume una *dotación de consumo* $\delta_c = 130 \text{ lts/hab/día}$.

Por otro lado, tomamos un porcentaje adicional de consumo para contemplar el Agua No Contabilizada (ANC), que se perderá de diferentes maneras en la red y no llegará efectivamente a las y los usuarios del servicio. Se entiende por ANC al volumen de agua asociado a pérdidas físicas, generadas por fugas en las redes, y a pérdidas aparentes, originadas en consumos no facturados debido a conexiones clandestinas o a errores de medición.

$$\delta_D = \delta_C \times (1 + \%ANC) = 130 \text{ lts/hab/día} \times (1 + 0,15) \simeq 150 \text{ lts/hab/día}$$

Finalmente, se adoptó una **dotación de diseño de** $\delta_D = 150 \text{ lts/hab/día}$.

6.2.3 Caudales de diseño

Se analiza cada parte de la planta potabilizadora por separado, estableciendo el caudal de diseño en cada unidad como aquel que satisfaga la necesidad de la población, cuando se produzcan los máximos consumos.

Para el diseño de las perforaciones se considera un *caudal de bombeo* Q_{Bombeo} cuyo valor se explicita en el apartado 6.4 de perforaciones y dependerá de la producción de cada perforación, considerando la demanda media diaria al año 10 Q_{C10} dado que el sistema se complementa con la *cisterna de almacenamiento*, la cual será la responsable de amortiguar los picos de consumo diarios.

Para el diseño de las cañerías de impulsión de agua cruda se considera un caudal Q_{C10} (caudal medio diario) al año 10, el caudal total de producción de la planta potabilizadora, y se verifica la velocidad con caudales menores para evitar la deposición de sólidos.

Para el diseño de la cisterna se utiliza el caudal Q_{D10} es decir, el caudal máximo diario.

Entonces, en función de todo lo expuesto, a partir del *caudal medio diario anual* Q_C y *utilizando los coeficientes pico* que se indican en la Figura 25, se obtienen los caudales de diseño:

- $Q_{PROYECTO} = Q_C = P_D \cdot \delta_D \text{ [m}^3/\text{día]} \text{ caudal medio diario}$
- $Q_B = Q_C \cdot \beta_1 \text{ [m}^3/\text{día]} \text{ caudal mínimo diario}$
- $Q_D = Q_C \cdot \alpha_1 = P_D \cdot \delta_D \cdot \alpha_1 \text{ [m}^3/\text{día]} \text{ caudal máximo diario}$
- $Q_A = Q_C \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \text{ [m}^3/\text{h]} \text{ caudal mínimo horario}$
- $Q_E = Q_C \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \text{ [m}^3/\text{h]} \text{ caudal máximo horario}$

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < P _s ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _s ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Figura 25. Coeficientes pico. Fuente: Normas ENOHSA

6.2.4 Resumen de parámetros adoptados

En la Tabla 01 y Tabla 02 se presenta un resumen de las distintas variables adoptadas en el proyecto.

ADOPCIONES PARA EL PROYECTO		
Población total actual (año 0) - 2027	13822	hab
Población total final (año 10) - 2037	19981	hab
Alfa 1	1,3	
Dotación	150	lts/hab/día

Tabla 01. Parámetros de población y dotación adoptados.

CAUDALES ADOPTADOS					
Año 2027	Qc	2073300	lts/día	86	m3/h
	Qd			112	m3/h
Año 2037	Qc 10	2997150	lts/día	125	m3/h
	Qd 10			162	m3/h

Tabla 02. Caudales adoptados.

6.3 FUNCIONAMIENTO P.O.I

6.3.1. Consideraciones Generales

En el proceso de ósmosis, dos soluciones con distintas concentraciones salinas, separadas por una membrana semipermeable, tienden a igualar su concentración con un flujo de agua, desde la solución más diluida hacia la más concentrada. Este equilibrio queda determinado por la presión osmótica. En la ósmosis inversa, se aplica una presión externa mayor a la osmótica natural para invertir el sentido del flujo.

La ósmosis inversa (OI) es entonces, un proceso físico-químico que mediante el uso de la presión hidráulica y membranas semipermeables, permite la separación de la mayoría de las sales disueltas, microorganismos, materia orgánica y otras impurezas presentes en el agua. La membrana deja atravesar únicamente las moléculas de agua, reteniendo la mayoría de los iones y compuestos disueltos, y como resultado, se tiene un agua de alta pureza conocida como *agua de permeado*, mientras que la parte que es rechazada y queda con una concentración elevada de contaminantes, se denomina *salmuera o rechazo*.

6.3.2. Circuito hidráulico

El circuito hidráulico en la POI se organiza de la manera que se describe a continuación y se presenta en la Figura 26. En primer lugar, se debe extraer el agua subterránea desde el campo de perforaciones, a través de diferentes bombeos. Este agua denominada “agua cruda” es conducida hacia una cañería de impulsión que recolecta la producción de los distintos pozos de bombeo hacia el predio de la planta. Allí, el agua atraviesa bombas booster o de baja presión y unos filtros de pretratamiento que permiten eliminar las partículas de mayor tamaño, evitan obstrucciones y sedimentación en las membranas de los equipos posteriores.

Luego, mediante una bomba de alta presión, se le suministra al agua cruda la energía necesaria para vencer la presión osmótica y permitir la filtración inversa, e ingresa a los módulos de OI. Estos módulos están compuestos por tubos de alta resistencia que contienen las membranas en su interior. Además, se tienen instrumentos de control como son manómetros, caudalímetros, medidores de conductividad y switch de presión para las bombas, entre otros. Todos ellos permiten monitorear las condiciones de operación.

Desde los módulos, una parte del agua que ingresa y es eliminada, se dirige hacia la cañería de rechazo (alrededor de un 50%) y el resto, es decir, el agua permeada, se conduce a la cisterna de almacenamiento. El grado de rechazo de sales puede superar el 98%, dependiendo de la calidad de las membranas y las condiciones de operación (presión, temperatura, pH).

En la cisterna se reinyecta o mezcla una fracción de agua cruda para remineralizar y equilibrar el agua final, lo cual se realiza con un equipo dosificador para tener un control adecuado de la composición química de la misma (un 25% aproximadamente). El porcentaje de mezcla se determina mediante ensayos y análisis de laboratorio para asegurar que se cumplan los estándares indicados por la norma. Finalmente, se realiza una desinfección final en la cisterna para asegurar la inocuidad del agua potable.

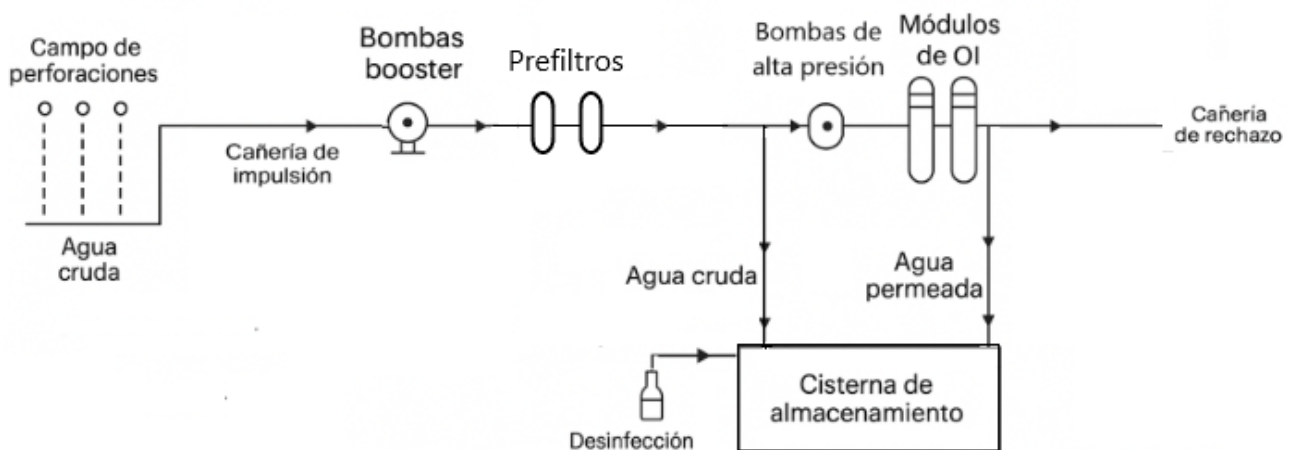


Figura 26. Circuito hidráulico de la P.O.I. Fuente: Elaboración propia.

6.4 POZOS DE BOMBEO

El bombeo dependerá de la calidad de agua que se tenga en la zona del campo de perforaciones. En este caso, se realiza una mezcla de agua cruda proveniente de dos acuíferos: acuífero puelche y acuífero pampeano.

En la zona, el primer acuífero que aparece es la napa freática, que se ubica hasta los 6 m de profundidad con respecto a la superficie y cuyo techo fluctúa con el régimen de lluvias. Son aguas en general de mala calidad por su contaminación química y bacteriológica con pozos sépticos domiciliarios.

Por debajo se tiene el segundo acuífero Pampeano, aproximadamente a 30 metros por debajo del nivel del terreno y es del tipo libre. Los caudales de extracción que proporciona este acuífero están entre 20-25 m³/h y en cuanto a su calidad, las aguas de este acuífero son duras (excesos de carbonatos de calcio y magnesio) y frecuentemente presentan contaminación bacteriológica.

Continuando, se tiene el tercer acuífero, acuífero Puelche, aproximadamente a los 60 metros de profundidad y puede alcanzar una extensión hasta los 120 metros, está semiconfinado y compuesto principalmente por arenas finas y medianas. Su piso está formado por las denominadas arcillas verdes del Paraná (prácticamente impermeables) que limitan la filtración vertical descendente y su techo posee otro tipo de sedimentos (semipermeables) que le permite la conexión hidráulica con los acuíferos superiores. Los caudales de extracción que proporciona este acuífero están entre 50-60 m³/h. Se presenta un esquema de lo descrito en la Figura 27.

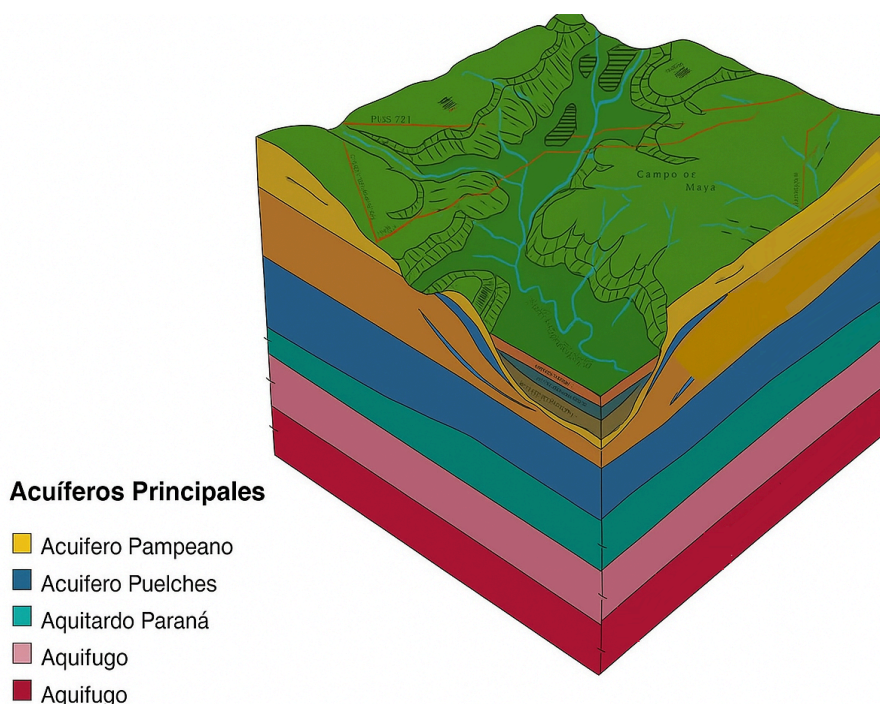


Figura 27. Esquema de los acuíferos en la región de estudio.

Fuente: Adaptado del Atlas Ambiental de Buenos Aires.

Estos tres acuíferos se encuentran interconectados por la infiltración del agua de lluvia, lo que contribuye a mantener la calidad del agua subterránea. El agua percola a través de múltiples capas de suelo que actúan como filtros naturales, reteniendo las impurezas orgánicas y una buena parte de las sustancias minerales contaminantes que puedan presentarse.

En el área de estudio existen 3 perforaciones que alimentaban a la planta existente, 2 de ellas son del acuífero Puelche y 1 del Pampeano, todas ellas ubicadas dentro del predio del Sindicato de Judiciales, entre las calles Cinco de Agosto, calle 2106 y Camino de los Quinteros, del barrio Tío Rolo, como muestra la Figura 28 y el Plano 03. Se plantea utilizar estos pozos ya que se encuentran en buen estado.

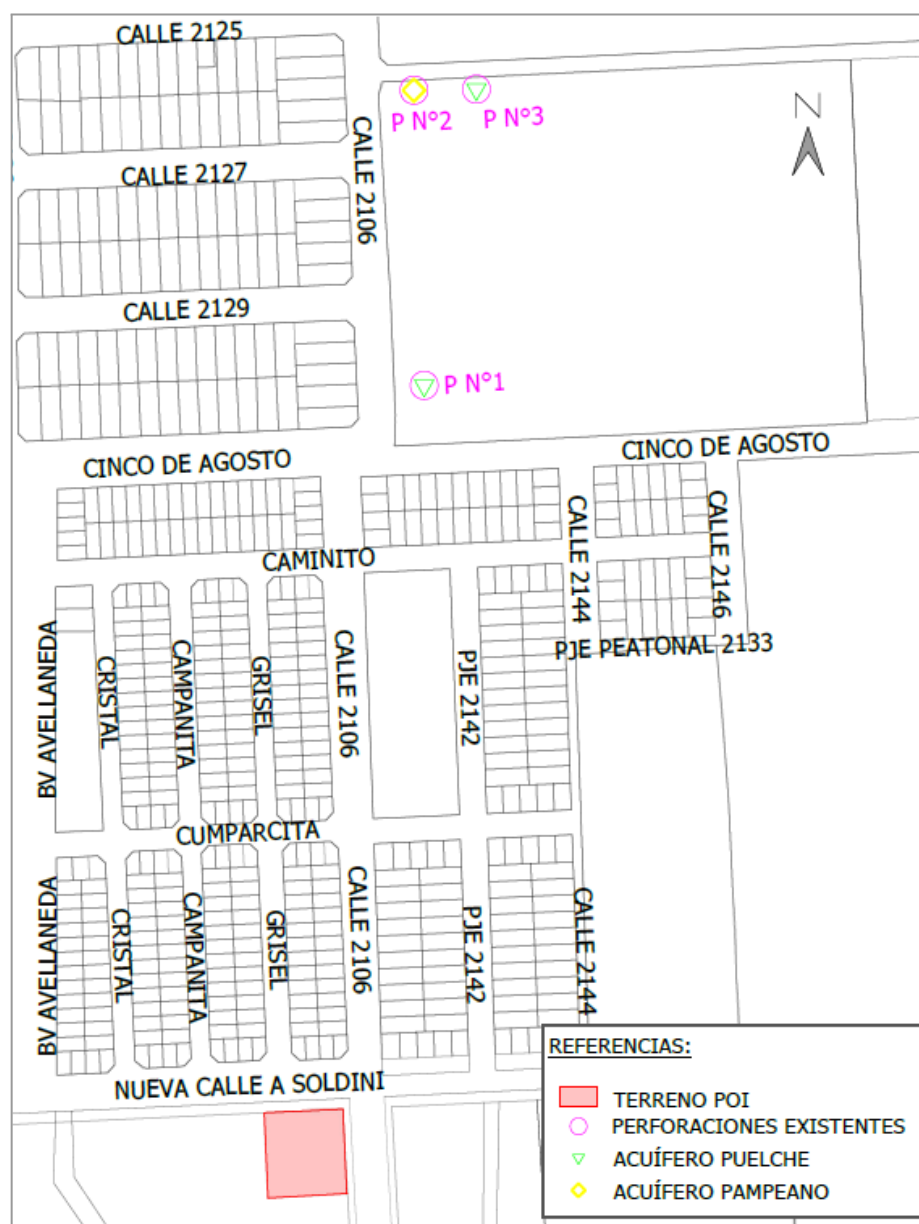


Figura 28. Ubicación de las perforaciones existentes.

En el ANEXO 05: PERFORACIONES se presentan los análisis de calidad de las perforaciones mencionadas, cuya información fue brindada por Aguas Santafesinas S.A.

Considerando los caudales del sistema y admitiendo que los pozos estarán en

funcionamiento 21 horas al día, se definió la cantidad y tipo de perforaciones necesarias.

Caudales sistema de potabilización			
Qsalida POI = Qc =	125	m3/h	
Qentrada POI = Qc * 2 =	250	m3/h	(50% de rechazo)
Vol entrada POI = Qentrada POI * 24hs	5994	m3	
% mezcla cruda =	25	%	
Q Cisterna de almacenamiento de agua tratada = Qd	162	m3/h	

Tabla 03. Caudales del sistema de potabilización.

Caudal perforaciones					
Acuífero	Q de explotación [m3/h]	Q adopt [m3/h]	N° de perforaciones	Q total [m3/h]	V [m3]
Puelche	50-60	60	4	240	5040
Pampeano	20-25	25	2	50	1050
TOTAL				290	6090

NOTA: en un principio se consideran los pozos funcionando 21hs dado que ya se conocen las características pero a futuro se deberá agregar algún pozo más para no agotar las perforaciones y disminuir las horas de funcionamiento

Tabla 04. Caudales de perforaciones adoptados.

Del análisis anterior se desprende la necesidad de contar con 6 pozos de bombeo: 4 pertenecientes al acuífero Puelche (P N° 1, 3, 5 y 6) y 2 del Pampeano (P N° 2 y 4). Se suman entonces, 3 nuevas perforaciones: dos del tipo puelche y una del pampeano.

El campo de perforaciones se puede ver en la Figura 29.



Figura 29. Ubicación de las perforaciones.

Las perforaciones se ejecutarán hasta la profundidad deseada, por rotación con inyección de agua limpia y con la adición de lodos orgánicos reversibles en caso de ser necesario para mejorar la densidad de la inyección. Una vez alcanzada la profundidad, se efectuará un lavado del pozo y se descenderá el conjunto de los entubamientos (camisa porta filtro, filtros, depósito y tapón de fondo) según el diseño previsto.

Para los pozos del tipo *pampeano* se colocará una tubería camisa porta-filtro de 160 mm con una longitud aproximada de 20 m, una tubería filtro de PVC ranurado a máquina de longitud aproximada de 12 m, un caño decantador y tapón de fondo de 1 m de longitud.

Para los pozos del tipo *puelche* se colocará una tubería camisa porta-filtro de 200 mm con una longitud aproximada de 44 m, una tubería filtro de PVC ranurado a máquina de longitud aproximada de 6 m, un caño decantador y tapón de fondo de 1 m de longitud.

Se realizará la operación de engravado, donde la grava será seleccionada según el análisis granulométrico del suelo de manera de impedir el ingreso de arena dentro del pozo. Se introducirá desde boca de pozo, sondeando el nivel hasta alcanzar una profundidad aproximada de 5 m sobre nivel del caño del filtro.

Posteriormente, se efectuará el cementado. Para separar la grava del cemento se inyectará bentonita en una capa de 50 cm y a continuación se realizará la inyección de mortero hasta que se alcance el nivel del suelo en boca de pozo.

Pasado el tiempo de fragüe se desarrollará la perforación y se instalará una electrobomba sumergible. Una vez que el bombeo sea sostenido y el agua extraída esté libre de sedimentos se dará por concluido el desarrollo del pozo. También se realizarán ensayos de bombeo y recuperación y se harán ensayos de calidad de agua. Se muestra en la Figura 30 un perfil tipo de la perforación del acuífero Pampeano y en la Figura 31 un perfil tipo de la perforación del acuífero Puelche.

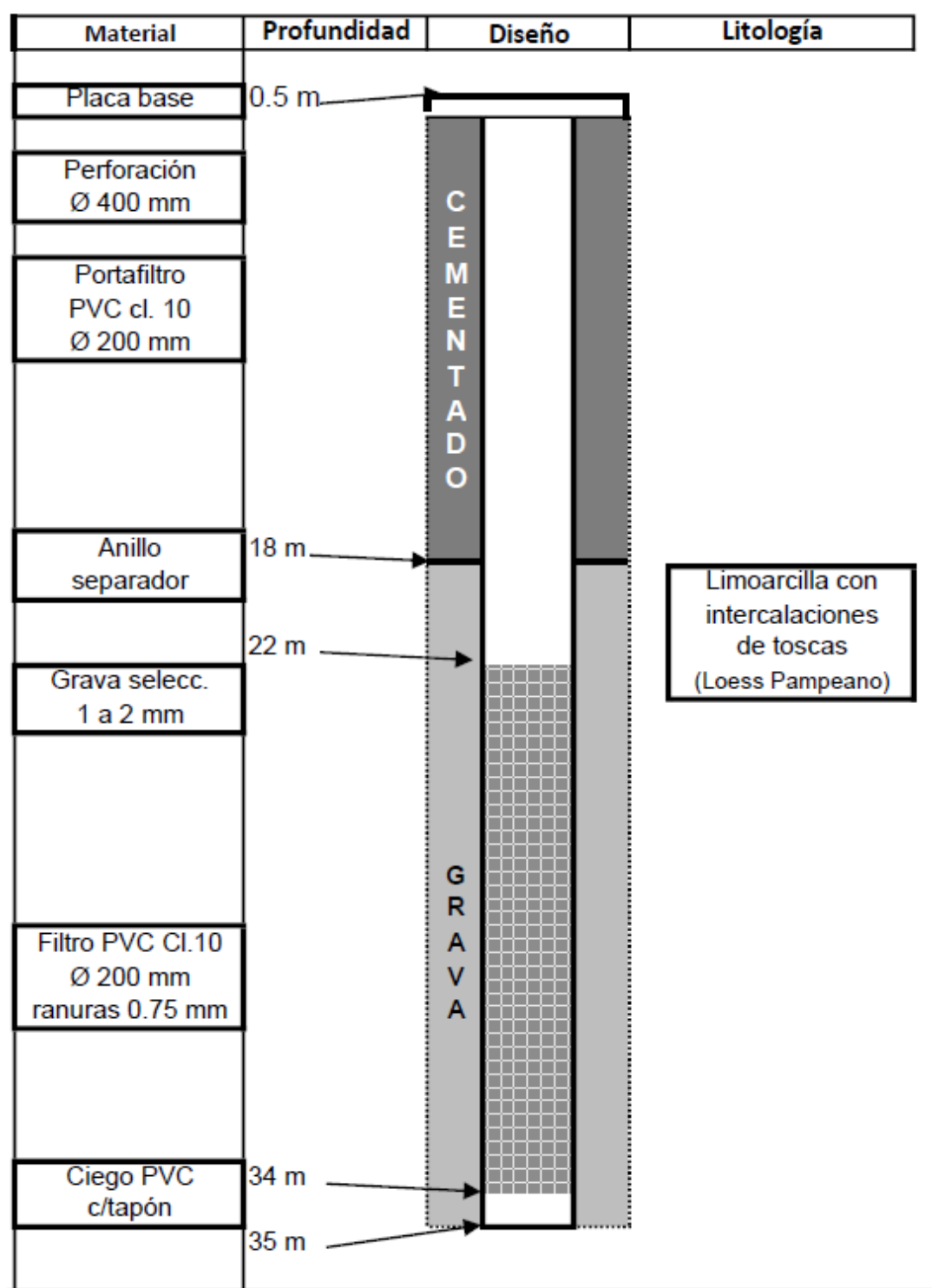


Figura 30. Diseño tipo perforaciones de explotación, acuífero Pampeano. Fuente: Aguas Santafesinas S.A

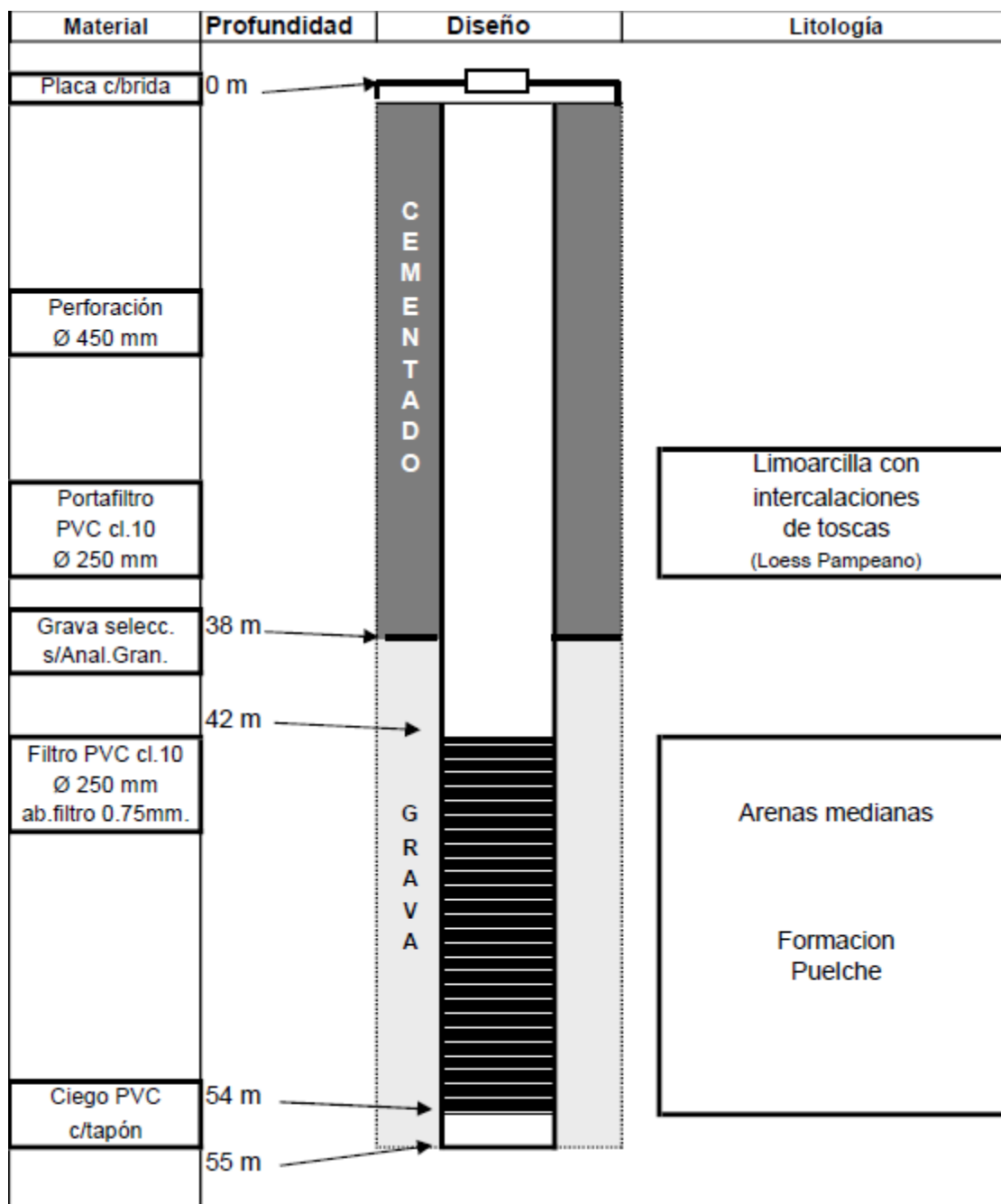
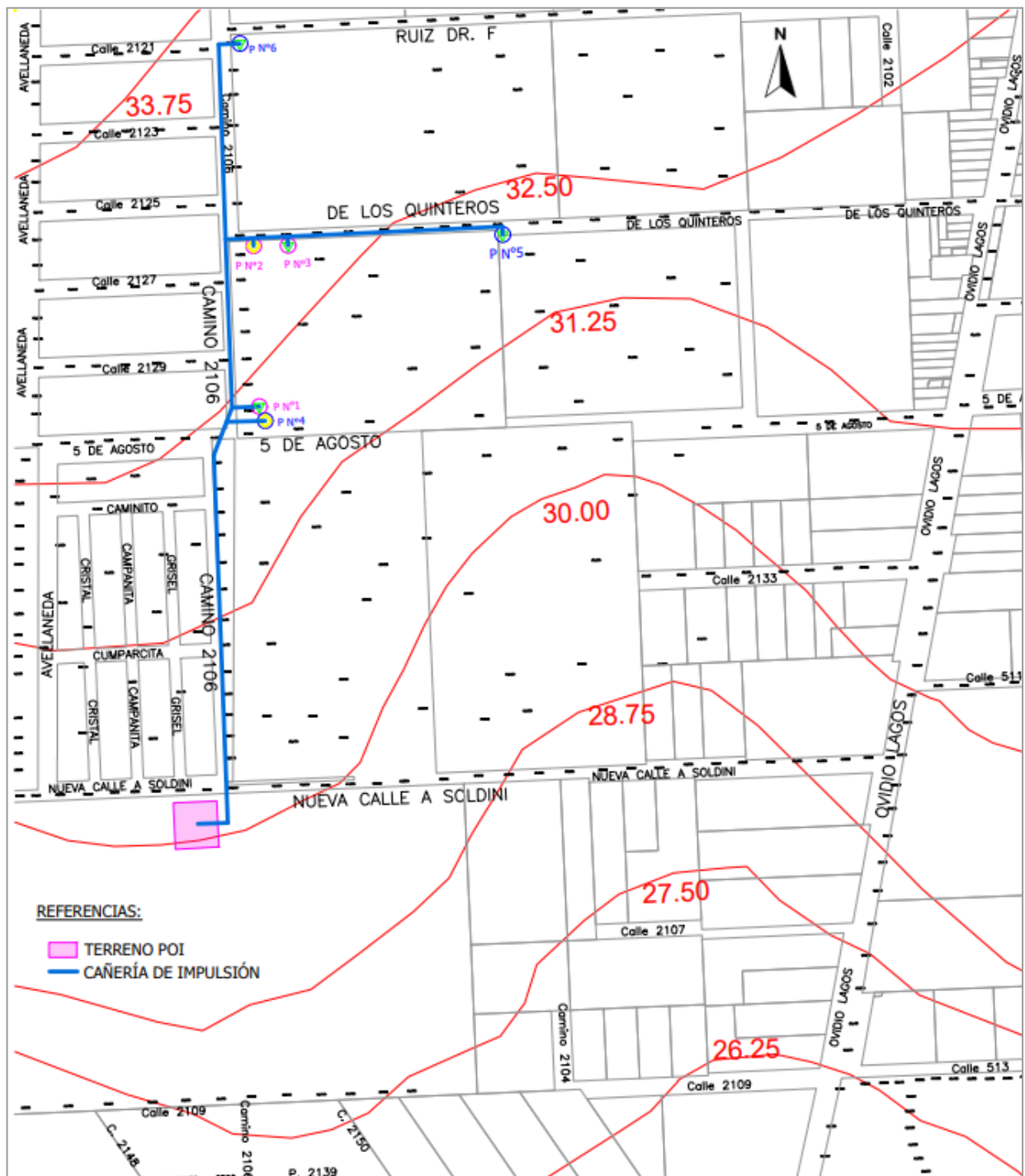


Figura 31. Diseño tipo perforaciones de explotación, acuífero puelche. Fuente: Aguas Santafesinas S.A

6.5 CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

En base a un relevamiento brindado por el CIS dónde se tienen las cotas de terreno y las curvas de nivel en toda la zona de estudio, se definieron las trazas de las cañerías de impulsión y se trazó el perfil topográfico correspondiente.

En la Figura 32 se presenta la ubicación del terreno de la POI, junto con la traza de las conducciones y las curvas de nivel mencionadas.



Seguidamente, en la Figura 33 se muestra el recorrido de las cañerías que unen a las perforaciones con la planta y el perfil longitudinal topográfico de cada una de ellas presentados en las Figuras 34, 35, 36 y 37 y en el Plano 03.

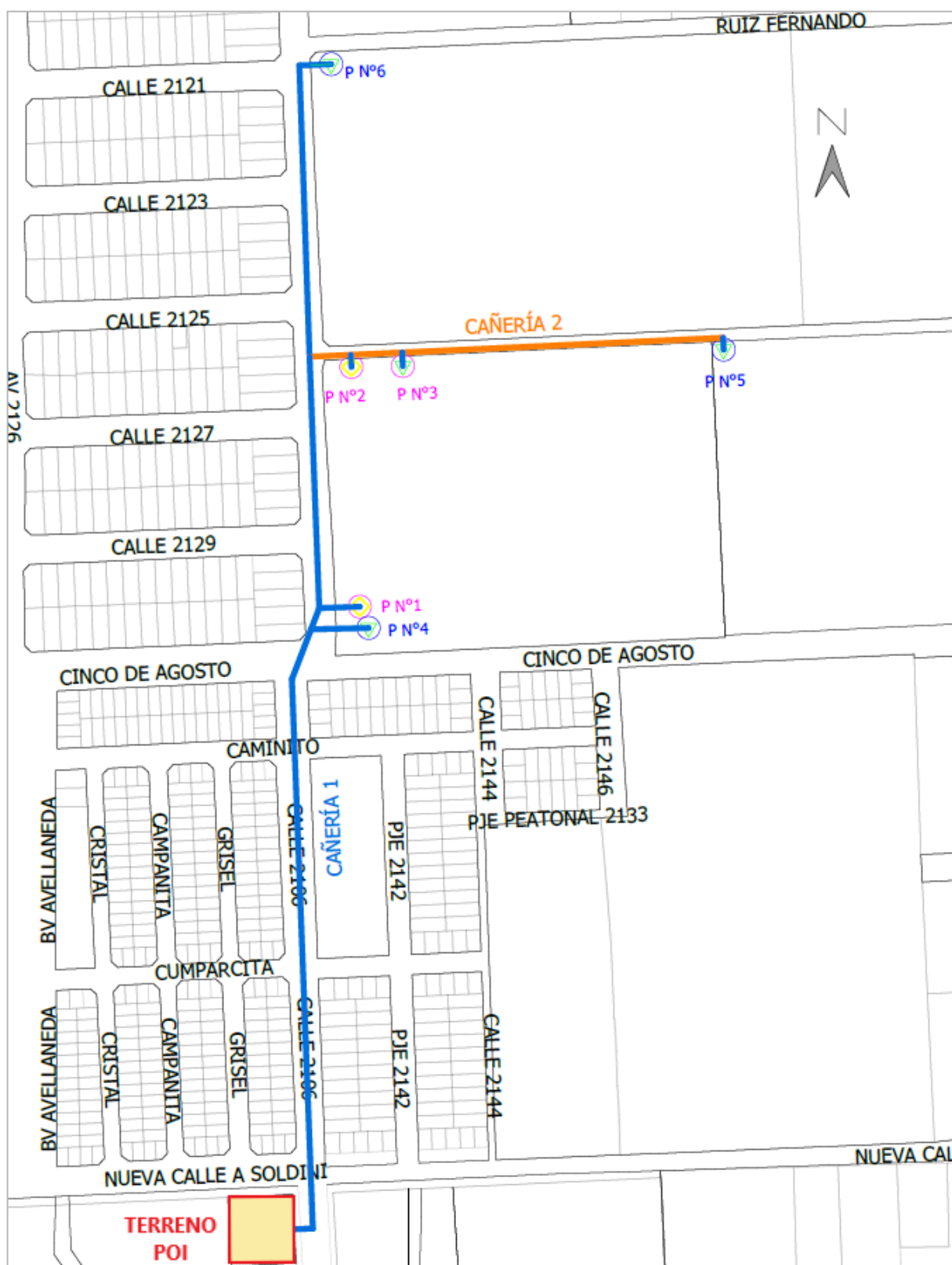


Figura 33. Esquema de trazado de cañerías

PERFIL LONGITUDINAL CAÑERÍA 1
ESC. V: 1:10

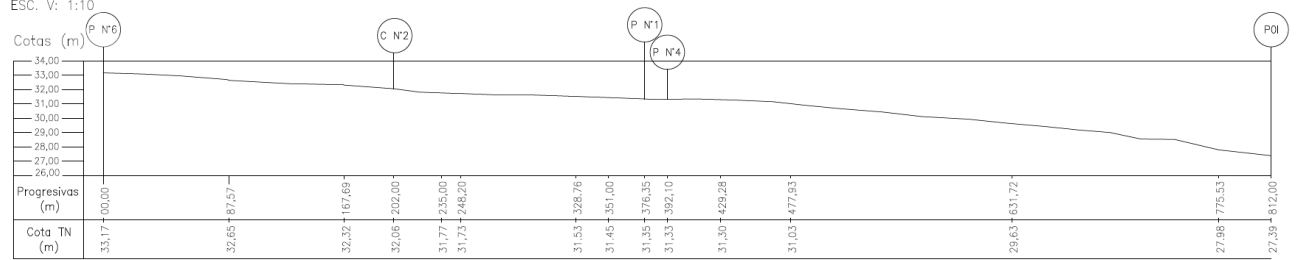


Figura 34. Perfil longitudinal topográfico cañería 1 (vista global)

PERFIL LONGITUDINAL CAÑERÍA 1
ESC. V: 1:10

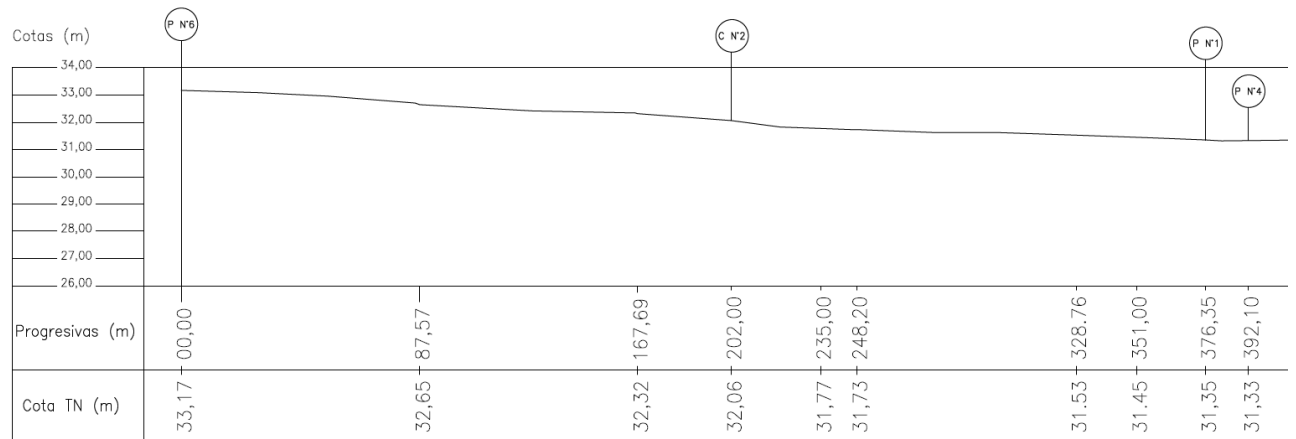


Figura 35. Perfil longitudinal topográfico cañería 1 (vista P6 a P4)

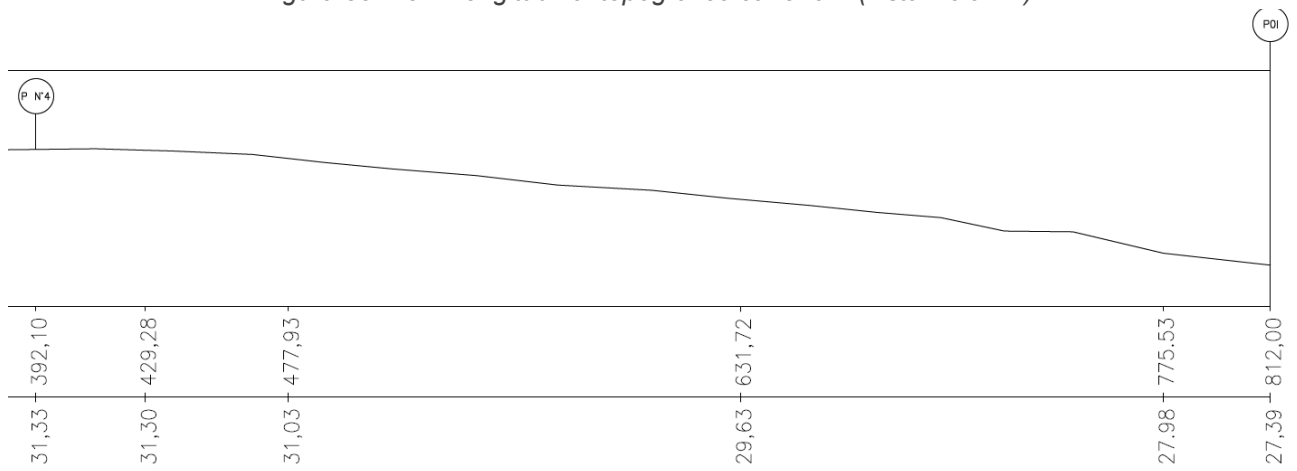


Figura 36. Perfil longitudinal topográfico cañería 1 (vista P4 a POI)

PERFIL LONGITUDINAL CAÑERÍA 2
ESC. V: 1:10

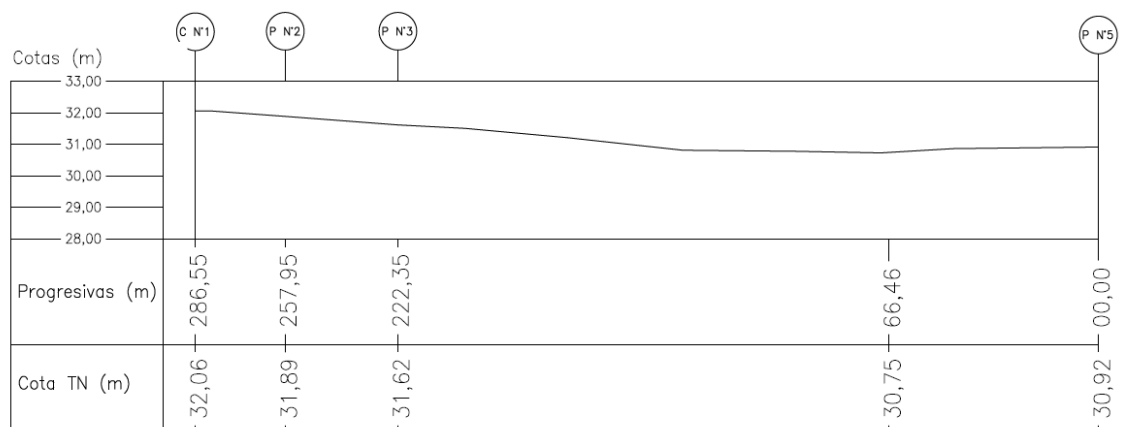


Figura 37. Perfil longitudinal topográfico cañería 2

Partiendo de las recomendaciones establecidas por el ENOHSA, se trazó el perfil longitudinal de la cañería respetando las pendientes mínimas indicadas por dicho organismo, adoptándose una pendiente mínima de 0,6 % para tramos descendentes y de 0,3 % para tramos ascendentes. Asimismo, se dispusieron cámaras de desagüe en los puntos bajos, con el fin de permitir el vaciado y purga del sistema, y cámaras de aire en los puntos altos, destinadas a liberar el aire acumulado en la conducción y evitar obstrucciones o golpes de ariete durante la operación de la red.

El **dimensionamiento de las cañerías** se presenta en el *ANEXO 07: CAÑERÍA DE IMPULSIÓN*, determinando materiales, diámetros y presiones en distintos puntos del sistema.

En el Plano 03 se presentan los perfiles longitudinales finales con los datos de cada tramo de conducción (CTN, CI, diámetro, longitud, etc) y en el Plano 04 se muestran los nudos correspondientes. Además se presentan los planos tipo para las cámaras de aire y de desagüe, adaptados de los pertenecientes a Aguas Santafesinas S.A (Plano PT-CD y Plano PT-CA).

Luego, en el mismo *ANEXO 07* se realizó el **predimensionamiento de las bombas**, determinando la altura manométrica requerida en cada pozo, en régimen permanente, asegurando una presión mínima de 2 bar en el punto de ingreso a la planta. Se utilizaron bombas sumergibles, colocadas por encima del filtro de cada perforación.

Cabe aclarar que, por tratarse de un proyecto académico, se incluyen en el presente informe marcas de los equipamientos seleccionados para las distintas componentes del proyecto. En el caso que se lleve adelante el proyecto para su etapa licitatoria y/o constructiva, se adecuarán las especificaciones técnicas particulares del organismo licitante.

Finalmente, se adoptaron las siguientes bombas, como se presenta en la Tabla 05.

BOMBAS GRUNDFOS			
Modelo Bomba	SP 77-6	Modelo Bomba	SP 30-8
Código	16A01906	Código	13A01908
Cantidad [u]	4	Cantidad [u]	2
Qbombeo [m3/h]	60	Qbombeo [m3/h]	25
Htotal [m]	62.1	Htotal [m]	61
Potencia [kW]	22	Potencia [kW]	7.5
Tipo de motor	MS6000	Tipo de motor	MS6000
Diámetro de motor ["]	6	Diámetro de motor ["]	6
Tipo de arranque	Directo	Tipo de arranque	Directo
Rendimiento [%]	88	Rendimiento [%]	88
ANPA [m]	2,56	ANPA [m]	2,62

Tabla 05. Bombas adoptadas.

Las curvas de las bombas y demás detalles y especificaciones adicionales se presentan en el *ANEXO 7* mencionado anteriormente.

6.6 MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA

6.6.1 Selección de módulos

Para la selección de los módulos de ósmosis inversa se recurrió a un proveedor de la localidad de Sunchales, Santa Fe, Argentina. Se le solicitó las características técnicas de un módulo de capacidad de 40 m³/h de producción de permeado para la calidad de agua descrita en el *ANEXO 05: PERFORACIONES*.

Se muestran los detalles técnicos de los módulos y las membranas en las Figuras 38 y 39. Se adjunta en el *ANEXO 06: MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA* las especificaciones completas del sistema en su totalidad.

a) Datos Técnicos Generales de cada Módulo

Marca	AGUAS & PROCESOS
Modelo	AP RO BW-A20-428FL
Recuperación	65%
Presión teórica del Sistema	10 bar
Producción nominal de Permeado	40 m ³ /h
Producción nominal de Concentrado	21,6 m ³ /h
Caudal de mezcla	10 m ³ /h
Producción nominal de Agua tratada	50 m ³ /h
Dimensiones estimadas	6.800 x 1.800 x 2.000 mm (largo x ancho x alto)

Figura 38. Datos técnicos generales de cada módulo

b) Membranas

Marca	TORAY
Modelo	TMG20D-440
Material	Thin - Film Composite
Tamaño	8" x 40"

Figura 39. Membranas

6.6.2 Cañería de rechazo

El punto del vuelco del agua de rechazo de la POI se prevé en el Arroyo Saladillo, considerado como curso de agua superficial y cuerpo receptor final conforme a la definición establecida en el Anexo I de la Resolución N°1089/82 de la Provincia de Santa Fe que establece el "Reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales".

Cabe mencionar que, previo a la ejecución del proyecto, deberá solicitarse la **Factibilidad de Vertimiento** y la **Autorización de Volcamiento** a los organismos competentes, incluyendo las áreas de Medio Ambiente e Hidráulica de la Municipalidad de Rosario y los organismos provinciales correspondientes, de acuerdo a lo estipulado en la resolución provincial.

En primera instancia, se evaluaron dos alternativas de conducción entubadas. Una de ellas descargando en el Emisario 14, ubicado en calle Ov. Lagos (alternativa 1), y la otra, directo al arroyo Saladillo (alternativa 2), las cuales se presentan en la Figura 40.



Figura 40. Alternativas para vuelco de agua de rechazo POI

La alternativa 1 tiene una traza de aproximadamente 725 m de longitud mientras que la alternativa 2, unos 1.400 m.

Con el objetivo de aprovechar la infraestructura existente y optimizar la traza de la cañería, se optó finalmente por la primera alternativa. Entonces, se proyecta una conducción entubada desde la POI, por calle Nuevo Camino a Soldini, hasta el Emisario 14.

El dimensionamiento hidráulico de la cañería de rechazo se realizó a partir de la información altimétrica provista por el CIS - UNR presentada anteriormente en el punto 6.5 *CAÑERÍA DE IMPULSIÓN*, y de las cotas conforme a obra del Emisario 14 que se muestran en la Figura 41.

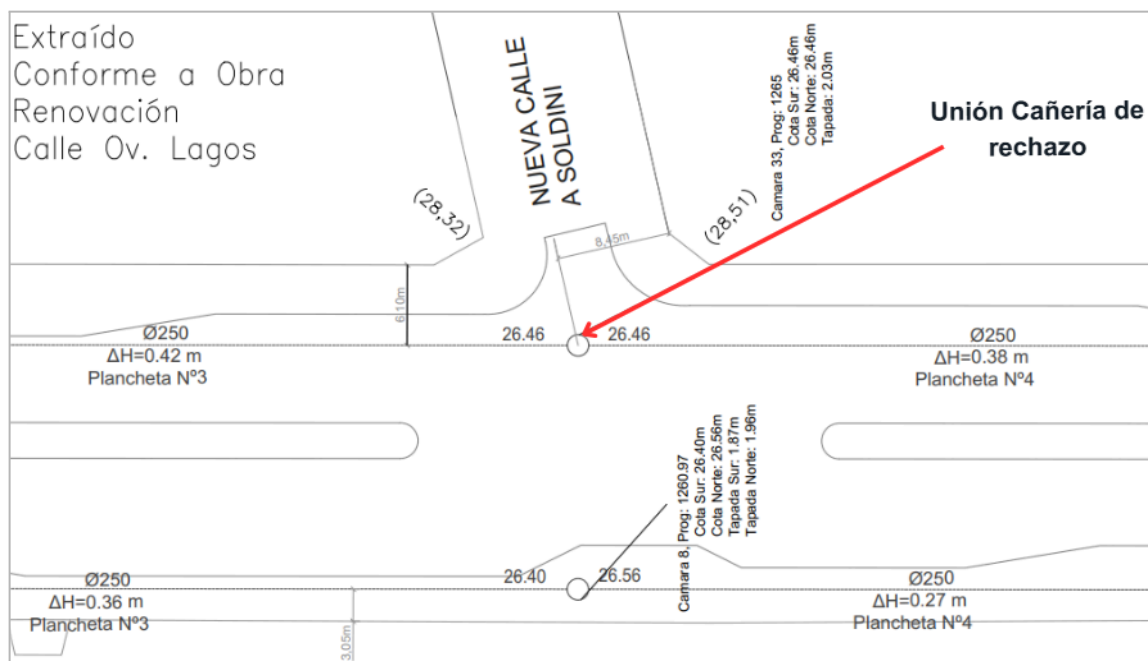


Figura 41. Extraído conforme a obra Emisario 14. Fuente: ASSA

En el **ANEXO 10: CAÑERÍA DE RECHAZO** se presentan los cálculos correspondientes y en el Plano 05, el perfil longitudinal final con los datos de cada tramo de conducción (cota de terreno natural -CTN-, cota de extradós de las cañería -CI-, diámetro, longitud, entre otros).

El caudal de agua de rechazo informado por el proveedor (**ANEXO 06: MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA**) es de 61,6 m³/h por módulo, resultando un caudal máximo total de 0,0513 m³/seg. Dicho valor resulta significativamente menor frente al caudal base del Arroyo Saladillo, del orden de 1m³/seg, lo que implica una elevada dilución del efluente en el cuerpo receptor.

En cuanto a la posición del punto de vuelco, no presenta cercanía con obras de toma ya que no existen obras de captación en dicho arroyo, y además, al coincidir con el Emisario 14 se asegura el cumplimiento de dicha normativa.

En esta instancia no se dispone de información suficiente para realizar el análisis completo establecido en el Anexo II de la Resolución N° 1089/82 de la Provincia de Santa Fe. Los datos de calidad de agua disponibles no se encuentran actualizados al momento de la elaboración del presente informe y, asimismo, resta incorporar los resultados de los estudios correspondientes a las nuevas perforaciones. En función de ello, no se considera pertinente efectuar un análisis comparativo de los parámetros solicitados respecto de la normativa vigente, dado que el mismo no resultaría representativo. Dichos análisis deberán ser realizados oportunamente al momento de la ejecución del proyecto. No obstante, desde el punto de vista académico, la presente definición se considera aceptable, dejando su análisis pormenorizado para etapas posteriores.

6.6.3 Operación y mantenimiento

En cuanto a la operación y el mantenimiento de los módulos de la POI, se deberán tener

en cuenta los siguientes trabajos mínimos, una vez la planta comience su funcionamiento:

- Lavado de filtros en la pileta dispuesta a tal fin.
- Recambio de bombas con autoelevador.
- Recambio de tubos de filtros manual realizado por operarios.

Estas tareas se realizarán según la necesidad, mediante un control rutinario que deberá establecer la empresa prestadora (Aguas Santafesinas S.A.).

6.7 CISTERNA DE ALMACENAMIENTO

Los alcances del presente trabajo no involucran el cálculo de la cisterna de almacenamiento. Se deja para trabajos posteriores su análisis y ejecución. Sin embargo, se establece el lugar donde se emplazará la misma, mencionado en el capítulo 6.8.

A su vez, se recomienda el uso de tanques de polietileno de alta densidad horizontales sobre el terreno.

6.8 ARQUITECTURA E INFRAESTRUCTURA

6.8.1 Proyecto arquitectónico

El centro de distribución fue pensado con la finalidad principal de alojar los módulos de OI. Además contará con los espacios necesarios para que dos operarios puedan realizar las tareas diarias relacionadas con el mantenimiento y la operación de la planta así como también recibir la eventual visita de proveedores, ejecutivos, personal de seguridad, etc.

Se contempla una zona de operación que incluye los módulos de OI, depósito, sala de tableros, laboratorio y sala de grupo electrógeno. Estos espacios fueron concebidos para garantizar condiciones óptimas de seguridad, accesibilidad y mantenimiento de equipos, contemplando además futuras ampliaciones o reemplazos tecnológicos.

Finalmente se proyectó una zona administrativa y de servicios que incluye oficina, cocina, un sanitario completo y otro con ducha y vestuario. La localización de estas dependencias responde a criterios de funcionalidad y confort, ubicándose próximas al acceso principal y conectadas al área de descanso exterior.

A su vez se contempla estacionamiento para tres vehículos particulares, espacio para bicicletas y/o motos y dos ingresos para camiones. Esta disposición responde a la necesidad de garantizar un flujo ordenado de tránsito interno, evitando interferencias entre actividades operativas y administrativas/de servicios, y asegurando la maniobrabilidad de vehículos de mediano porte.

El proyecto contempla además espacios exteriores complementarios como zonas de descanso.

Finalmente, se deja reservado el espacio para la cisterna de almacenamiento de agua tratada junto a la estación de bombeo de agua tratada con las respectivas impulsiones que se abordarán en futuros trabajos. Se presenta un esquema de la planimetría del centro de distribución de agua potable en la Figura 42 y en las Figuras 43, 44, 45 y 46 los cortes transversales y longitudinales de la planta.

El detalle de cada zona se presenta en el Plano 06 y en el apartado 6.8.3. A su vez, la planta de arquitectura, techos y cortes se encuentran detallados en los Plano 07, 09 y 11 respectivamente.

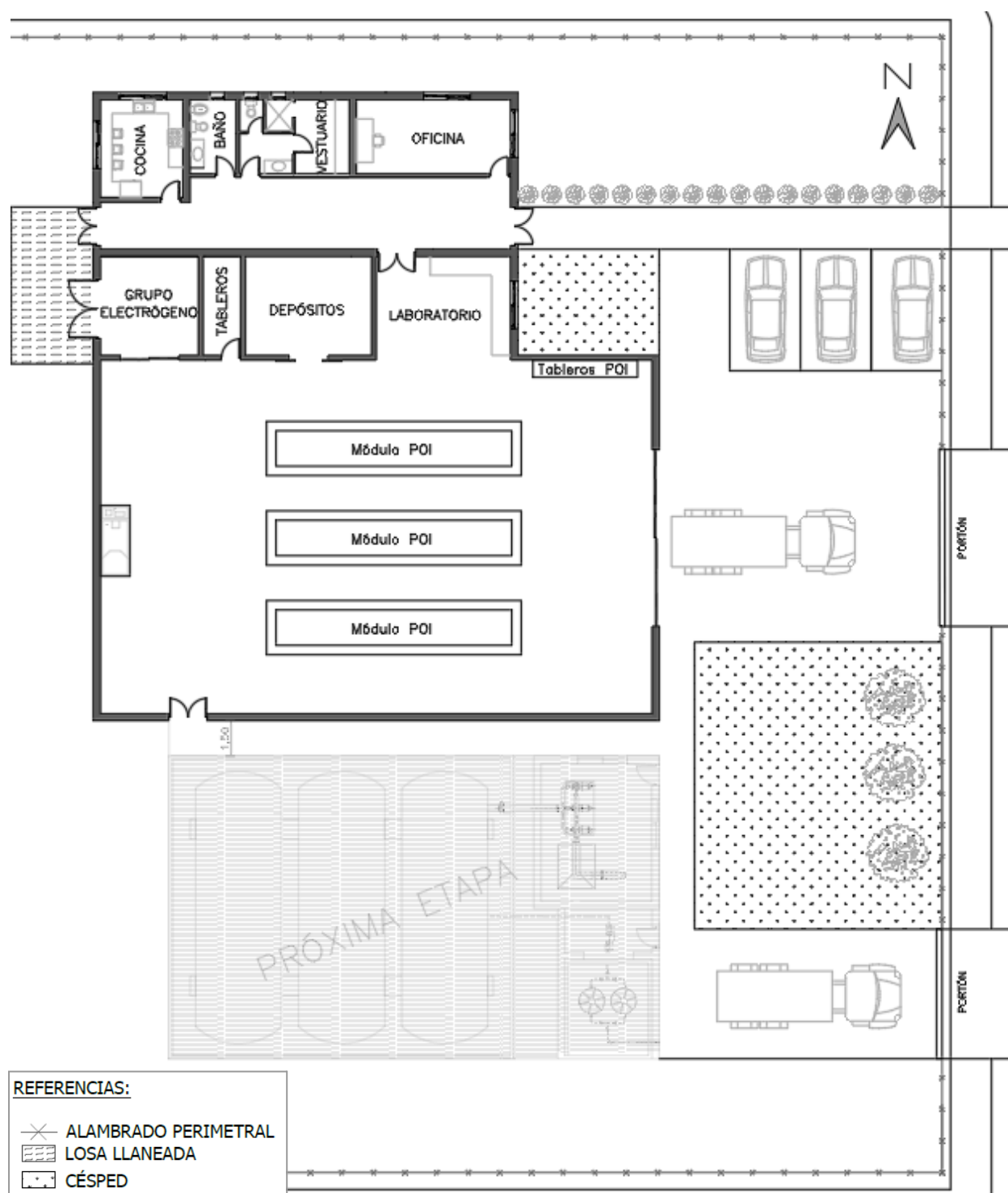


Figura 42. Planimetría centro de distribución de agua potable. Fuente: Producción propia.

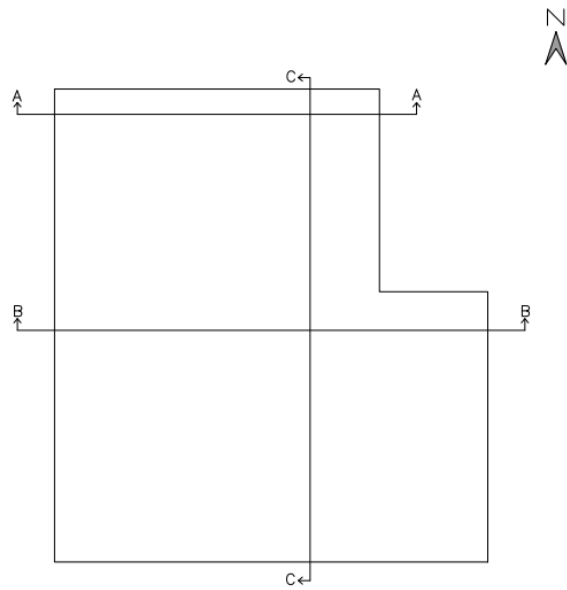


Figura 43. Esquema de cortes de la POI. Fuente: Producción propia.

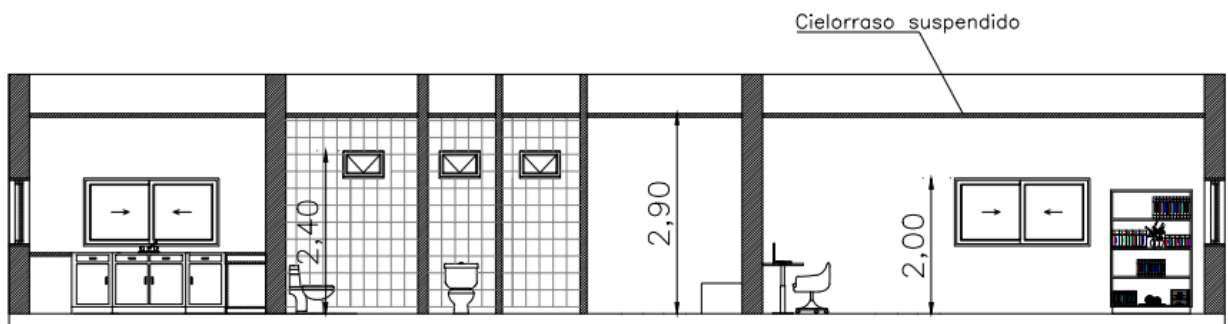


Figura 44. Corte A-A POI. Fuente: Producción propia.

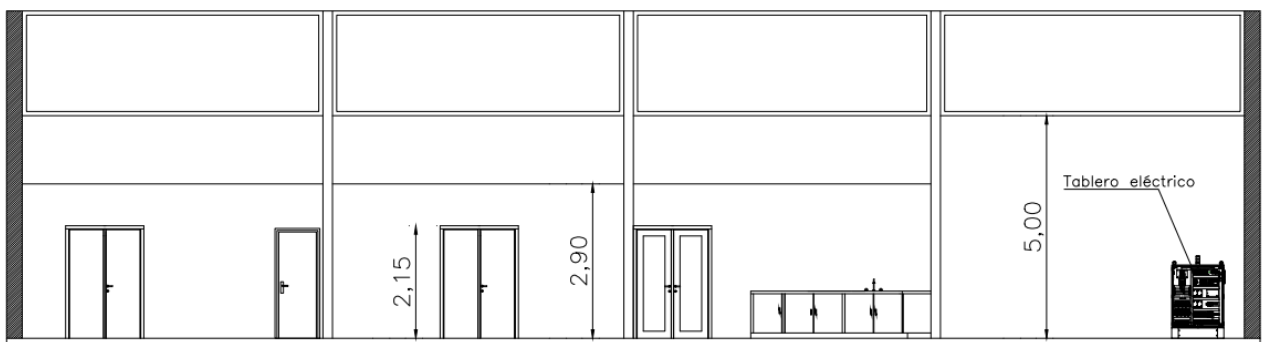


Figura 45. Corte B-B POI. Fuente: Producción propia.

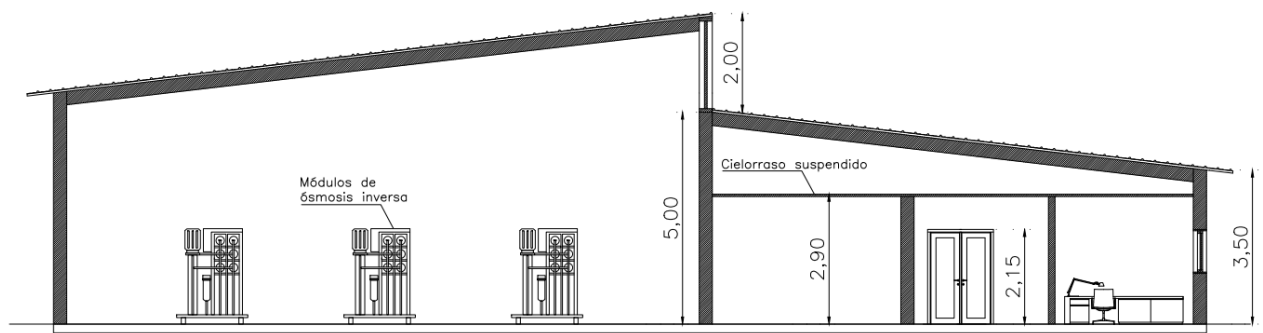


Figura 46. Corte C-C POI. Fuente: Producción propia.

i- Circulaciones internas y externas

Se proyecta una circulación interna peatonal que una el exterior con el interior por el frente de la nave así como también la zona de operación con la zona administrativa y de servicios, permitiendo un recorrido claro y seguro que delimita con precisión las distintas zonas.

Por otro lado, se presenta la circulación vehicular tanto para estacionamiento de vehículos particulares como para el ingreso/egreso de camiones en la Figura 47. Esta diferenciación de circulación busca minimizar cruces conflictivos entre vehículos y peatones a la vez que mejora la logística de entrada/salida de insumos. Para mayores detalles ver Plano 08.

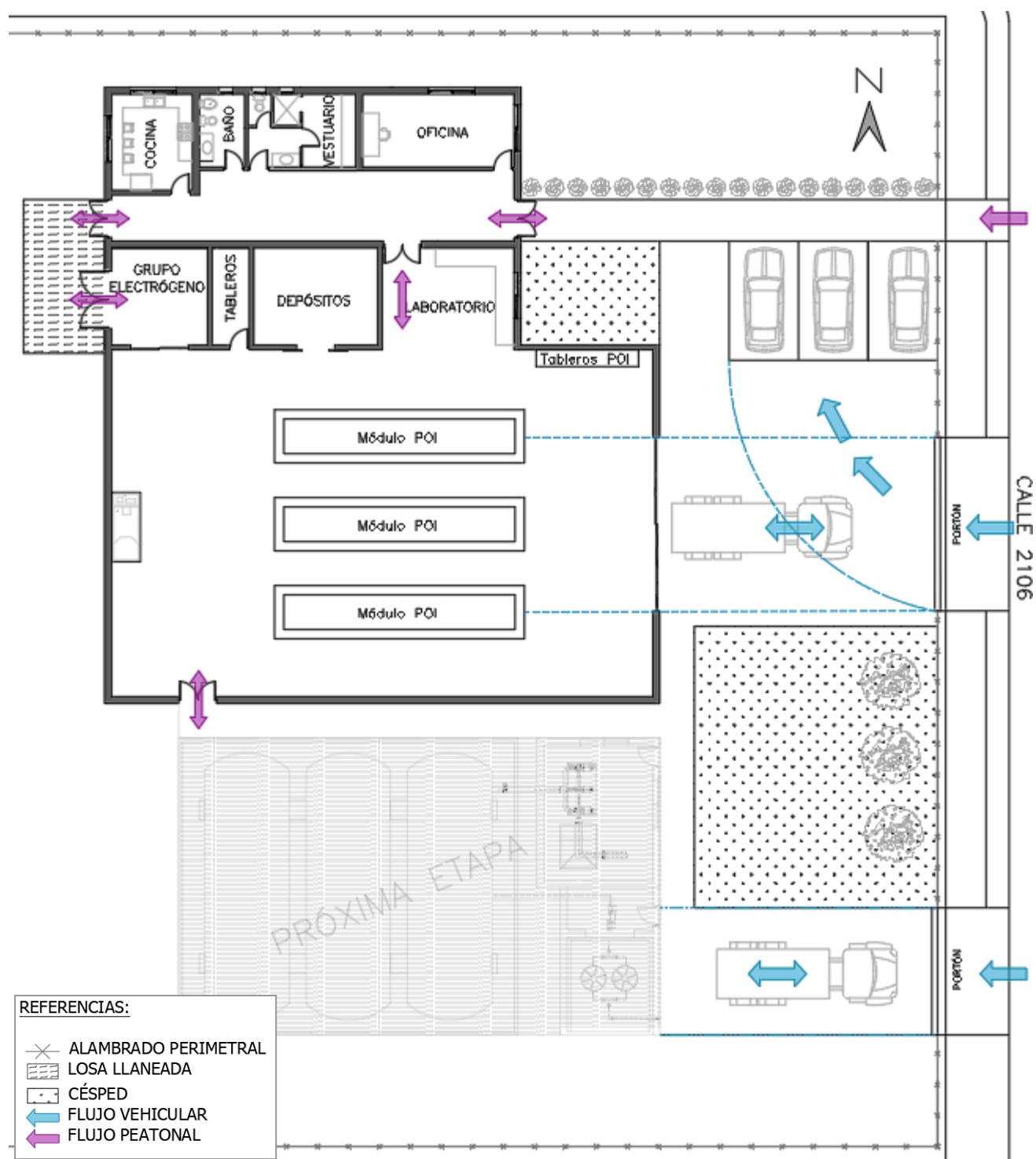


Figura 47. Circulaciones internas y externas. Fuente: Elaboración propia

ii- Zonificación

Se muestra en la Figura 48 las diferentes zonas de la planta. Ver Plano 06.

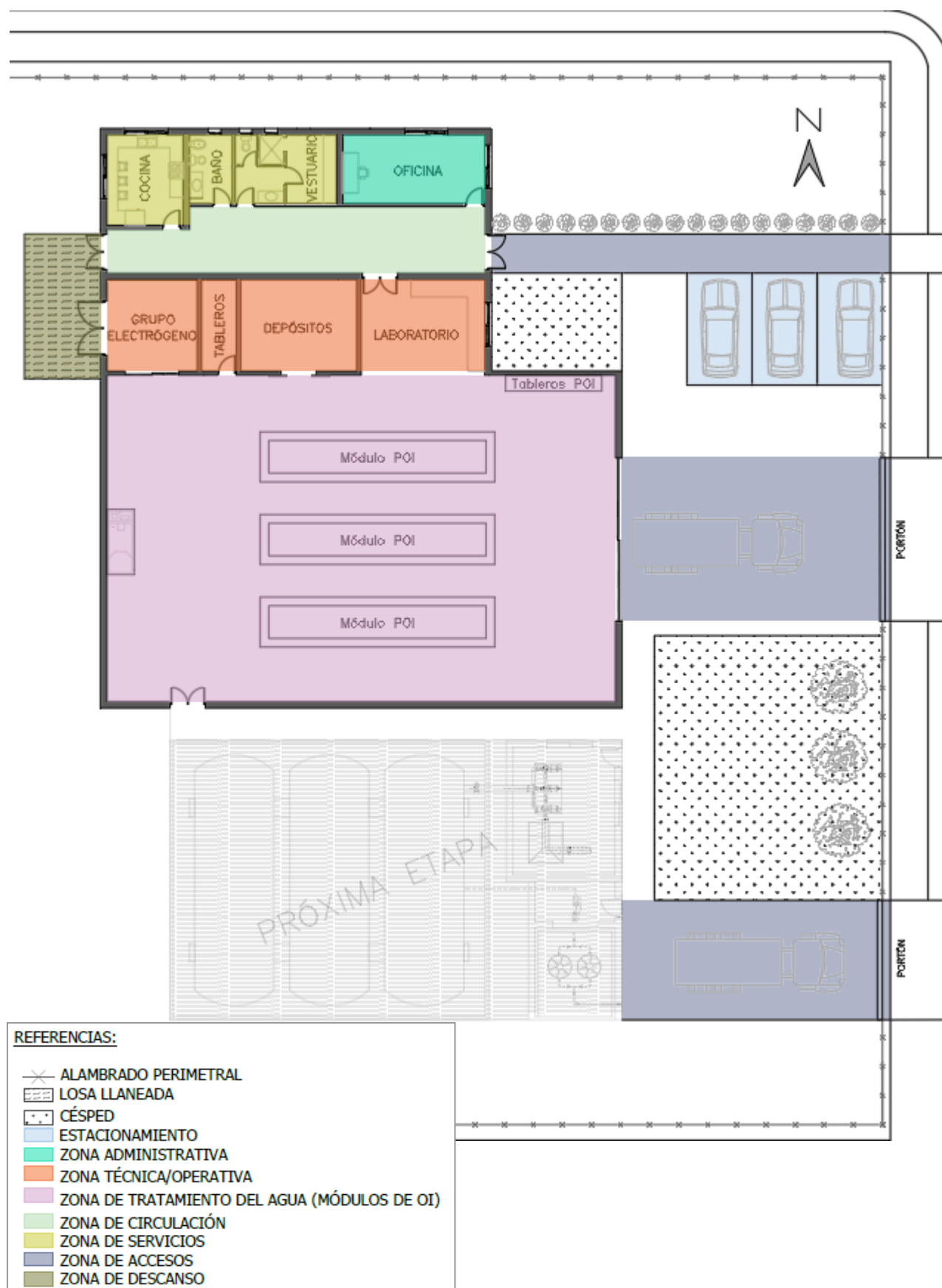


Figura 48. Zonificación. Fuente: Elaboración propia

iii- Integración con el entorno

El diseño arquitectónico de la planta potabilizadora busca lograr una integración armónica con el entorno inmediato, priorizando tanto el diálogo con el tejido urbano existente como la eficiencia funcional de las instalaciones. Para ello, se plantean dos volúmenes diferenciados que responden a lógicas de escala y uso específicas (Figuras 49 y 50). El primer volumen, ubicado sobre calle Camino Nuevo a Soldini, presenta una altura reducida con el objetivo de respetar la escala residencial predominante en el frente de la edificación. Esta decisión permite generar una transición suave entre el entorno barrial y la infraestructura industrial, evitando impactos visuales abruptos y favoreciendo la apropiación social del espacio. Además, en este sector se concentran las áreas de uso cotidiano y de usos diarios del personal como cocina, baños y sala de reuniones, configurando un espacio de escala doméstica que refuerza la idea de cercanía entre la comunidad y la planta.

En contraposición, el segundo volumen asume una escala de carácter industrial, ya que en su interior se ubican los módulos de la POI, donde se desarrolla el proceso de potabilización. Su morfología responde a requerimientos operativos como espacios amplios y flexibles que facilitan tanto el montaje de equipos como su mantenimiento y funcionamiento continuo. Este volumen incorpora una doble altura que no solo aporta una imagen clara de infraestructura productiva, sino que además cumple un rol fundamental en términos de confort ambiental. Las aberturas superiores, orientadas al norte, garantizan una adecuada iluminación natural y ventilación de los espacios, reduciendo el uso de iluminación artificial durante el día.

En conjunto, la composición volumétrica no solo responde a necesidades técnicas, sino que también materializa un criterio de integración urbana y ambiental. El diálogo entre escala residencial y escala industrial permite que la planta se inserte de manera respetuosa en el territorio, evitando configurarse como una infraestructura aislada o impuesta, y reforzando su carácter de equipamiento comunitario.



Figura 49. Esquema de emplazamiento de la nave industrial en el terreno - vista desde el noreste.

Fuente: Elaboración propia



Figura 50. Esquema de emplazamiento de la nave industrial en el terreno - vista desde el sur.

Fuente: Elaboración propia

6.8.2 Materialidad

La materialidad de la envolvente del edificio se realizará con paneles aislantes de tipo sándwich con núcleo de poliuretano. Los paneles sándwich son un sistema de construcción modular diseñado para revestir edificios y estructuras. Está compuesto por tres capas, como se puede observar en la Figura 51, dadas por un núcleo de baja densidad de espuma de poliuretano y dos láminas de cincalum que forman la estructura exterior. La capa central le confiere aislamiento térmico y acústico mientras que las capas externas aseguran la forma, resistencia y rigidez.

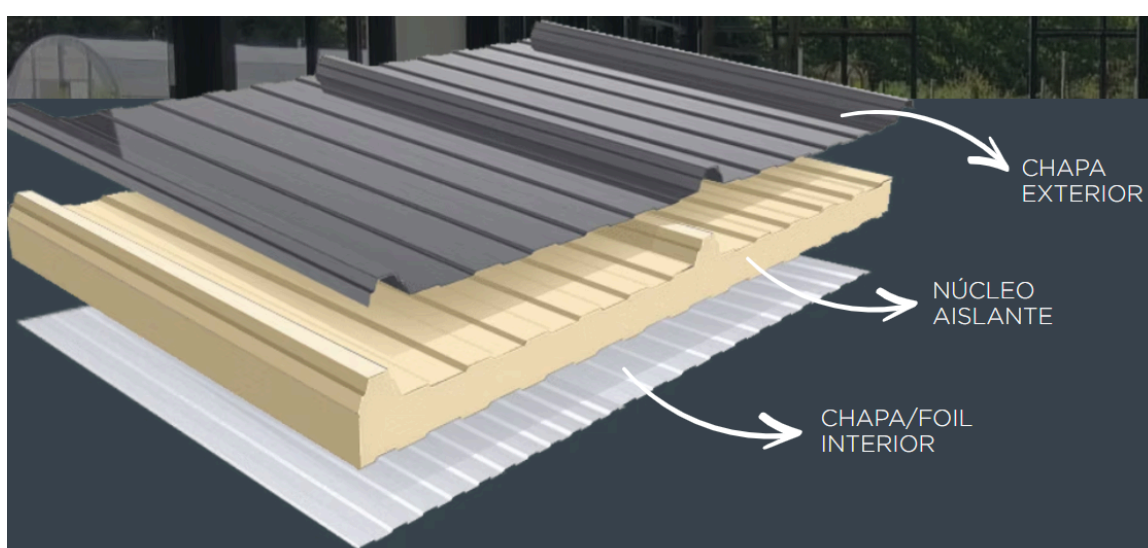


Figura 51. Cerramiento tipo “sándwich”

Para los cerramientos verticales se adoptó un núcleo de poliuretano de 50 mm de espesor y densidad de 40 kg/m^3 , combinado con chapas de cincalum de 0,5 mm de espesor, resultando en

un espesor total aproximado de 51 mm. Para la cubierta, se considera un núcleo de poliuretano de 80 mm con las mismas chapas de 0,5 mm, alcanzando un espesor total de 81 mm.

En cuanto a su colocación, cuenta con un sistema de sujeción implementado por encastre a través de machimbrado o solape de las placas (Figura 52). De esta manera se asegura una adecuada protección, evitando la disipación de calor y humedad.

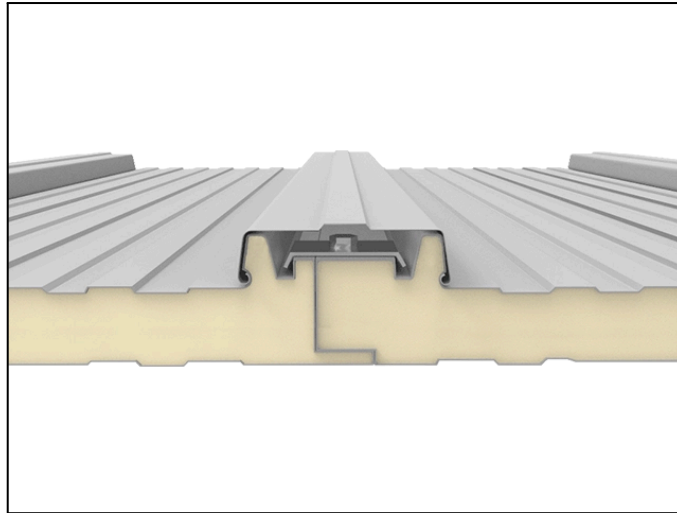
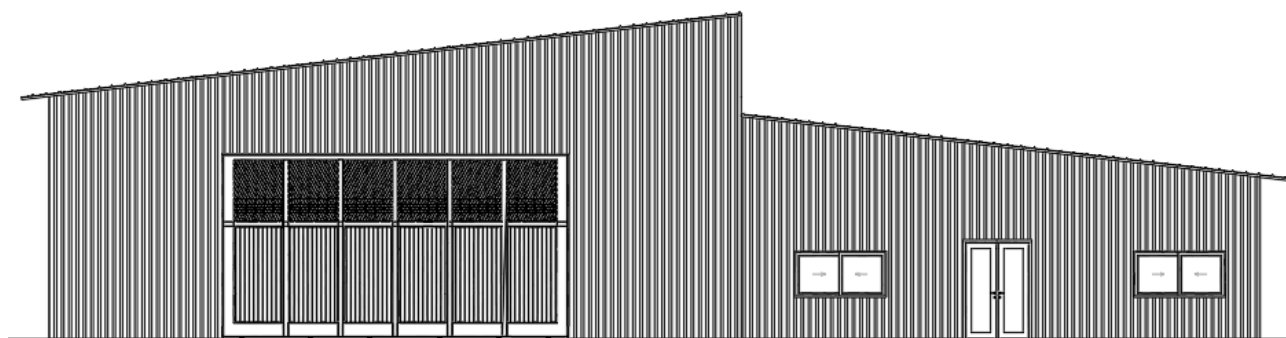


Figura 52. Sistema de encastre de paneles tipo "sándwich".

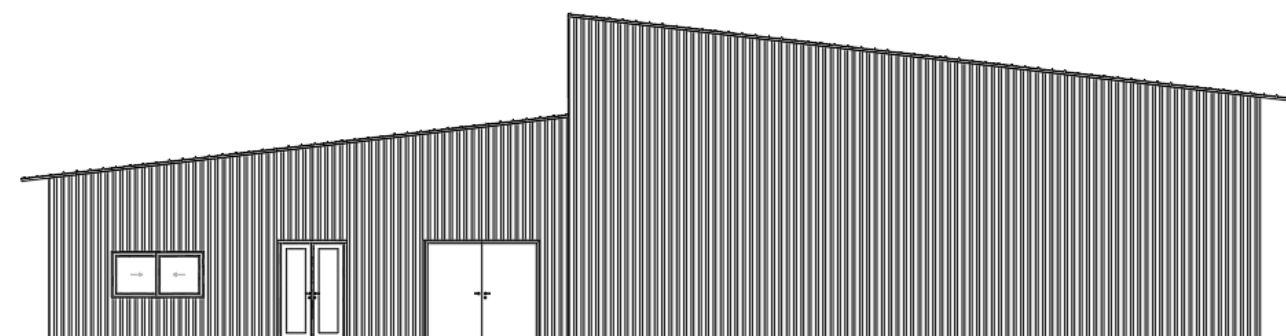
Este tipo de material presenta ventajas en términos de aislación térmica, contribuyendo a reducir las pérdidas y ganancias de calor y, en consecuencia, las demandas energéticas de la nave. A su vez, en un mismo material se encuentran las tres terminaciones (interior, aislación y exterior) reemplazando así las múltiples capas constructivas tradicionales. Finalmente la mayor ventaja es su rápida colocación ya que el sistema modular, el peso liviano del panel y el corte a medida hacen que la instalación sea ágil y con bajos desperdicios. Cabe aclarar además que esta solución es hidrófuga y no absorbe agua. Las divisiones internas se harán utilizando el sistema de steel framing.

En cuanto a las aberturas estas serán de aluminio, con doble vidriado hermético (DVH), a fin de mejorar las condiciones de aislación térmica y acústica, garantizar la estanqueidad frente a agentes climáticos y contribuir a un adecuado desempeño energético del edificio

Se muestra en la Figura 53 ambas fachadas y en la Figura 54 los laterales de la nave.

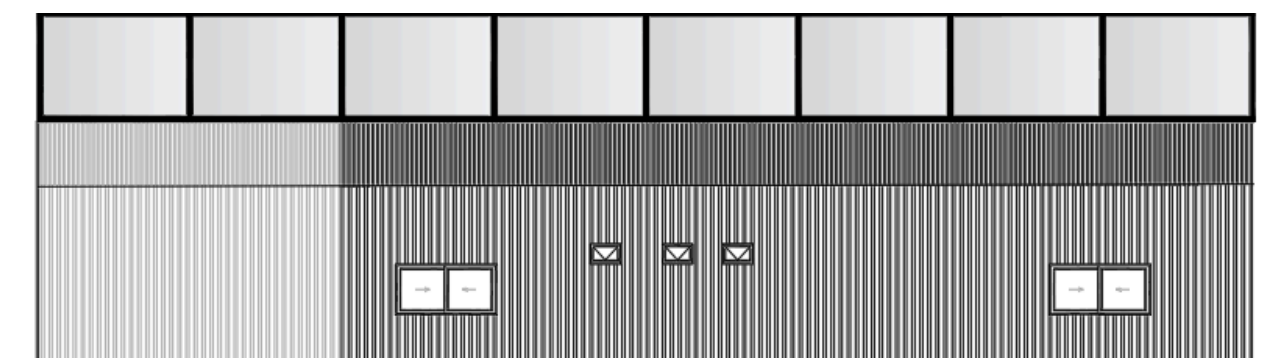


FACHADA ESTE

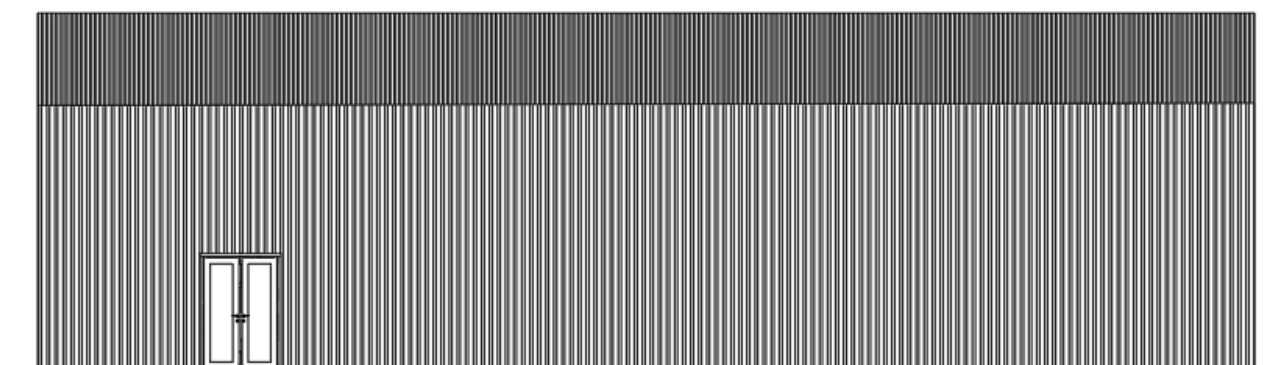


FACHADA POSTERIOR OESTE

Figura 53. Fachadas de la nave. Fuente: Elaboración propia



LATERAL NORTE



LATERAL SUR

Figura 54. Laterales de la nave metálica. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la etapa siguiente del proyecto, que corresponde a la cisterna de agua tratada, lleva consigo aparejada la realización de un recinto para los tanques de hipoclorito y para la cañería de impulsión hacia la red. Si bien este análisis no corresponde al presente proyecto, se recomienda utilizar para la materialidad de los recintos mampostería de tipo tradicional ya que, sobre todo en el recinto del tanque de hipoclorito, se pueden liberar gases corrosivos para otro tipo de materiales. A su vez, como se mencionó en el capítulo 6.7 se recomienda polietileno de alta densidad para la materialidad de los tanques cisterna.

Para mayor detalle ver Plano 10.

6.8.3 Infraestructura vial actual

La infraestructura vial actual de ambas calles donde se emplazará la planta (Camino Nuevo a Soldini y Calle 2106) presenta situaciones similares, ya que no poseen pavimento a nivel definitivo. Por un lado, Camino Nuevo a Soldini tiene una carpeta de asfalto mientras que a la Calle 2106 se le realizó un mejorado de tierra en 2023, que actualmente se encuentra en mal estado. A su vez, la vereda sur de Camino Nuevo a Soldini no presenta zanja mientras que en la Calle 2106 se observa que están construidas en ambas márgenes. Todo esto se presenta en la Figura 55.



Figura 55. Infraestructura vial existente. Fuente: Elaboración propia en base a Google maps 2025

A priori, lo identificado no constituye un inconveniente para la ejecución de la obra pero se estudiará en el capítulo 6.9.3 la necesidad de un paquete estructural vial en los ingresos a la planta.

6.8.4 Desagües pluviales

6.8.4.1 Descripción del entorno

La zona de emplazamiento de la obra se encuentra actualmente cubierta de vegetación y terreno natural constituyendo un sector permeable al agua. Del análisis de las curvas de nivel de la zona (ver Figura 32) se observa que el agua escurre naturalmente hacia el sector sur del terreno por lo cual se respetará ese sentido de escurrimiento para la obra.

Desde Dirección General de Hidráulica perteneciente a la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad de Rosario se obtuvo un plano del Plan Integral de Infraestructura Sanitaria 2013 en el cual se pueden observar las redes de desagües existentes, las que se encuentran en ejecución o en obra y las proyectadas. En la zona correspondiente a nuestro proyecto se tienen las redes que se presentan a continuación en la Figura 56

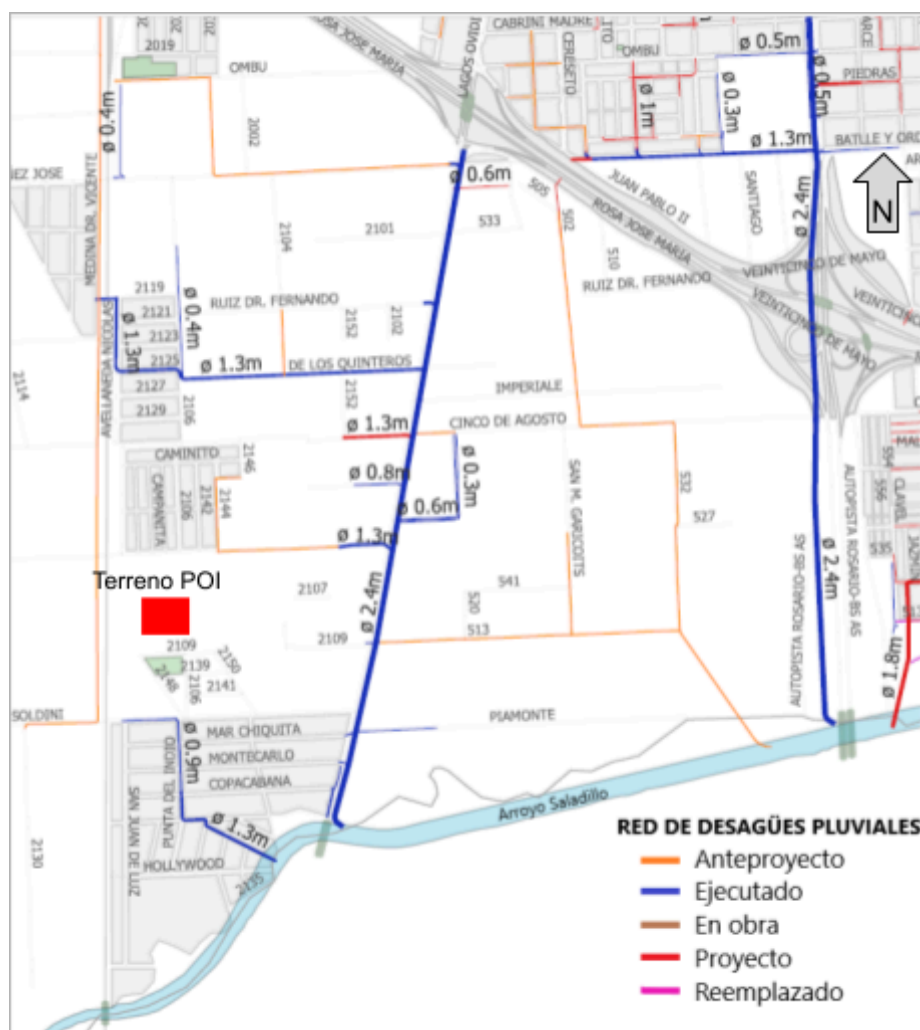


Figura 56. Plan Integral de Infraestructura Sanitaria 2013.

Fuente: Elaboración propia en base a Dirección General de Hidráulica, Municipalidad de Rosario.

De acuerdo a la Figura 56 se puede observar que no hay caños pluviales en las inmediaciones del terreno. La calle 2106 tiene un escurrimiento a cielo abierto mediante zanjaz desde su extremo norte hasta la intersección con Camino Viejo a Soldini. A pocos metros de ese punto, en la intersección de Camino Viejo a Soldini con Punta del Indio se

encuentra un colector pluvial existente.

6.8.4.2 Tipología de desagües

Para el desagüe pluvial se identificaron las diferentes áreas que impermeabilizan el terreno y se plantearon los sentidos de escurrimiento y tipología de conductos para las mismas.

Se muestra lo descrito en el esquema de la Figura 57 para la planta de techos y la Figura 58 para la planta de nivel del piso.

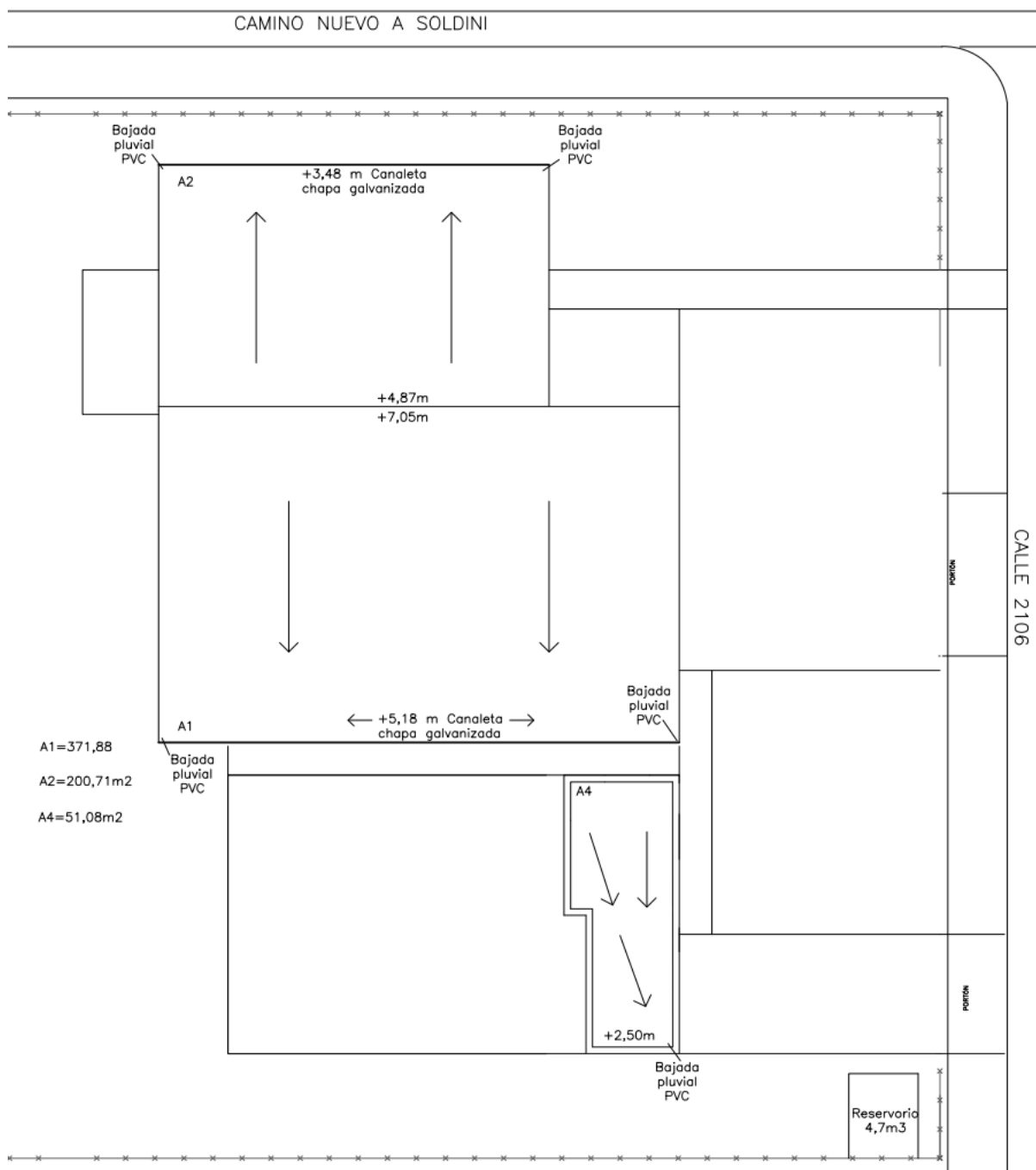


Figura 57. Áreas de aporte y tipos de conductos. Planta de techos. Fuente: Elaboración propia

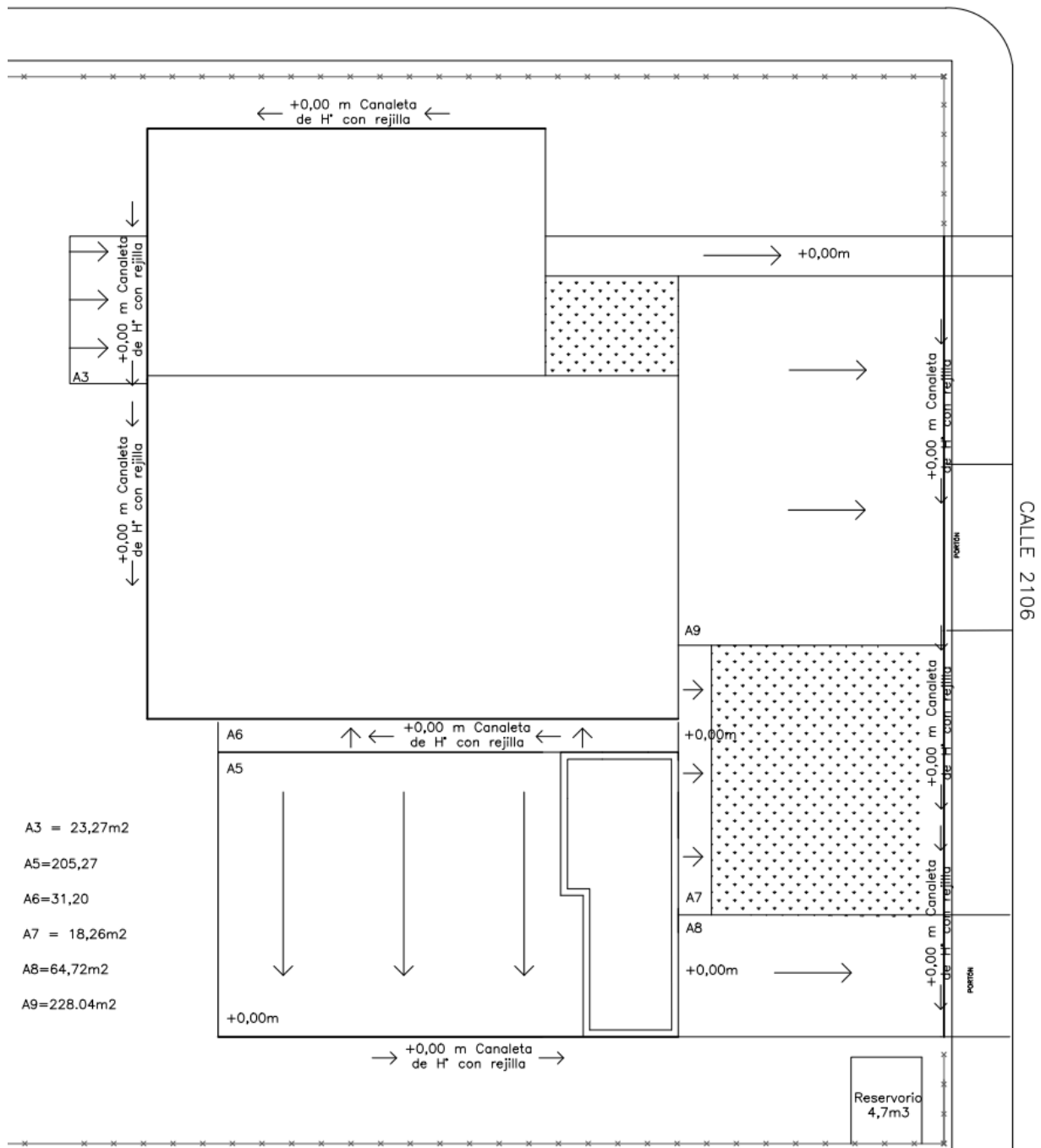


Figura 58. Áreas de aporte y tipos de conductos. Planta de nivel de piso. Fuente: Elaboración propia

Para coleccionar el agua de techo en la nave metálica se optó por el uso de canaletas de zinc circulares, que finalizan en cañerías verticales de PVC como ejemplifica la Figura 59, y llevan el agua recolectada a las canaletas de piso que se materializan de hormigón con rejillas superiores como muestra la Figura 60. Estas últimas, a su vez, coleccionan el escurrimiento superficial que se da en el nivel del terreno.



Figura 59. Ejemplo de canaleta de techo de zinc y cañería vertical de PVC



Figura 60. Ejemplo de canaleta de piso con rejilla

6.8.4.3 Reservorio pluvial

En función de la superficie construida, se determina la necesidad de incorporar un sistema regulador pluvial. Para su diseño y ejecución se toma como referencia lo establecido en la Ordenanza N.º 8.334/08 de la Municipalidad de Rosario y sus instructivos anexos, correspondientes a los Sistemas Reguladores y/o Retardadores de Desagües Pluviales para Edificios.

La normativa establece cinco zonas de incumbencia dentro de la ciudad de Rosario, cada una con sus condiciones específicas. En el presente caso de estudio, el predio se ubica dentro de la Zona 3, como se indica en la Figura 61.

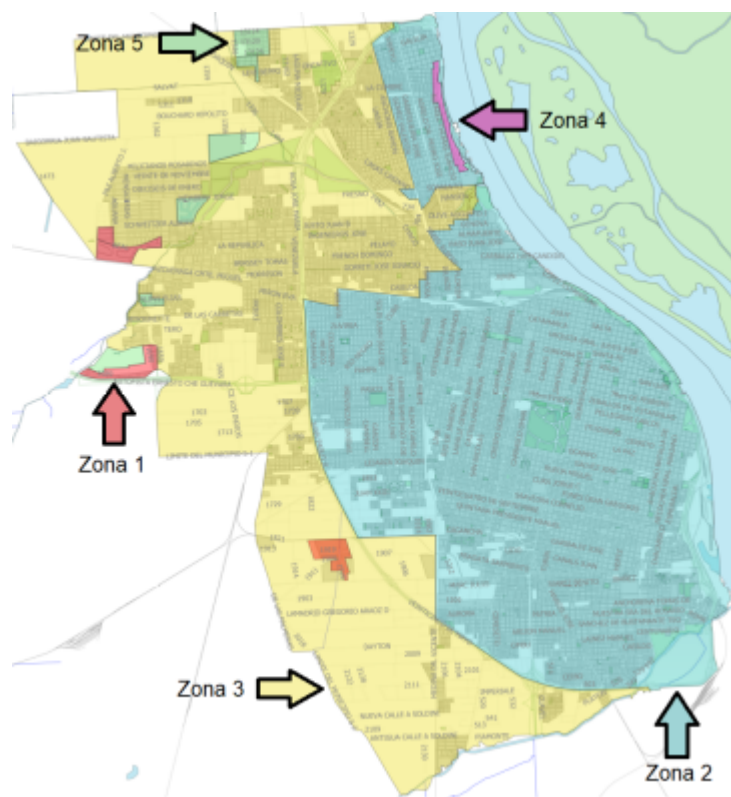


Figura 61. Zonas de incumbencia de acuerdo a Ordenanza 8334/08. Fuente: Municipalidad de Rosario

De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza N.º 8.334/08 de la Municipalidad de Rosario: *“En los proyectos de edificios de cualquier tipo, de más de 23 m de altura o más de 500 m² de superficie impermeabilizante, ubicados en zonas 2, 3 y 4, se incorporarán sistemas retardadores de escurrimiento”*.

Es por esto que se proyecta en el terreno un reservorio de 4,7 m³ para subsanar la impermeabilización del terreno de 1000 m² que la obra provoca. Se muestra en la Figura 62 las características que debe cumplir el reservorio según los m² de superficie impermeabilizada.

Sup. Imp.	Altura de Presión	Reducción	Volumen Cubierta Horizontal	Volumen Cubierta Inclinada
100 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,040 m	650 litros	660 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,040 m		
	1,50 m <	0,040 m		
200 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,050 m	1200 litros	1300 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,040 m		
	1,50 m <	0,040 m		
300 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,063 m	1600 litros	1700 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,050 m		
	1,50 m <	0,040 m		
400 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,075 m	2000 litros	2100 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,063 m		
	1,50 m <	0,050 m		
500 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,075 m	2500 litros	2600 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,063 m		
	1,50 m <	0,063 m		
600 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,090 m	3000 litros	3200 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,075 m		
	1,50 m <	0,063 m		
700 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,090 m	3500 litros	3800 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,075 m		
	1,50 m <	0,075 m		
800 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,110 m	4000 litros	4300 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,090 m		
	1,50 m <	0,075 m		
900 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,110 m	4200 litros	4600 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,090 m		
	1,50 m <	0,075 m		
1000 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,110 m	4400 litros	4700 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,090 m		
	1,50 m <	0,075 m		

Figura 62. Volúmenes y reducciones según la superficie impermeable Ord. Municipal 8334/2008. Fuente: Municipalidad de Rosario

Tanto el cálculo del reservorio como el dimensionamiento de las cañerías y canaletas se presentan en el ANEXO 11: SISTEMA REGULADOR PLUVIAL. Los resultados quedan plasmados en el Plano 12.

6.9 PROYECTO DE ESTRUCTURA

6.9.1 Galpón metálico

6.9.1.1 Descripción general

El Centro de distribución de agua potable se encuentra ubicado en el Barrio Tío Rolo, Rosario, provincia de Santa Fe, en la intersección de las calles *Camino Nuevo a Soldini* y *calle 2106*, con ingreso sobre esta última, como se indica en la Figura 63. El mismo cuenta con orientación Este, donde se encuentra el portón de entrada.



Figura 63. Lugar de implantación del predio. Fuente: Elaboración propia en base a Google Maps 2025.

El galpón constituye una superestructura exclusivamente metálica, con planta rectangular, sin entresijos, combinada con hormigón armado para el desarrollo de las fundaciones. Está constituido por dos zonas con diferentes alturas, que comparten las columnas interiores, contando cada una con un techo a un agua en dirección contraria. La “Zona POI” está destinada para alojar los módulos de ósmosis inversa, mientras que en la “Zona oficinas” se encuentra la oficina, cocina y baño como muestra la figura 64.

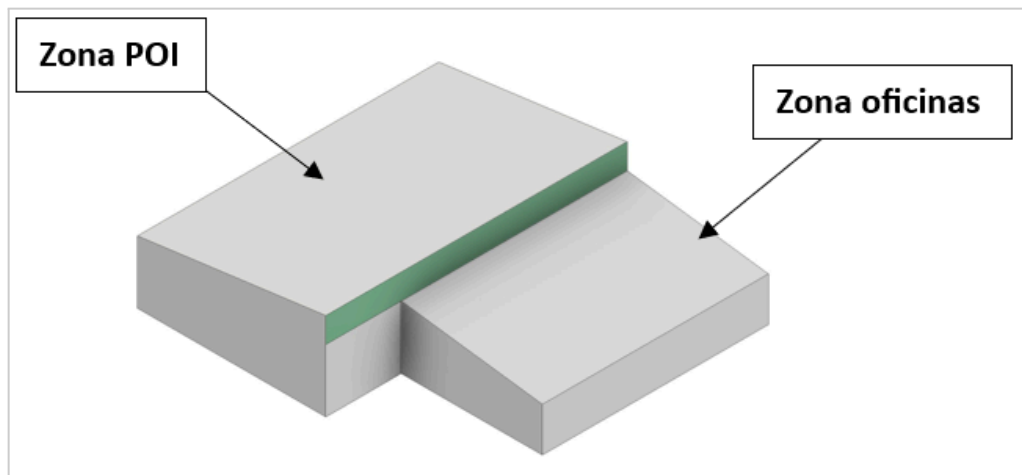


Figura 64. Bloques galpón metálico. Fuente: Elaboración propia

6.9.1.2 Materialidades

Se especifica a continuación la calidad del acero y perfilería a utilizar:

- Sistema resistente: Columnas y vigas de techo con perfiles IPN, F24 (Fy=235 MPa Fu=370 MPa)
- Componentes y revestimientos:
 - *Chapa*: Trapezoidal T101 N° 22, Cincalum con un espesor $e = 0.70$, mm tomada con tornillos autoperforantes.
 - *Correas*: Típicas C simplemente apoyadas con agujeros ovalados en un extremo, calidad ZAR-250 (Fy=250 MPa Fu=330 MPa). Las correas típicas no participan del sistema de arriostramiento ni contravientos.
- Fundaciones:
 - Pernos de anclaje: F24 Fy=235 MPa Fu=370 MPa.
- Uniones:
 - *Bulones*: A325 (rosca incluida) diámetro mínimo ½".
 - *Soldaduras*: Electrodo E70XX.
- Sistema de contraviento:
 - *Cubierta*: Sistema de cruces con barras redondas pretensadas con extremos roscados (AL 220 Fy=220 MPa Fu=340 MPa).
 - *Paredes laterales*: arriostramientos en K (F24 Fy=235 MPa Fu=370 MPa)
- Arriostramientos:
 - Perfiles L en cruz o correas dobles según corresponda.

6.9.1.3 Análisis de solicitaciones

En el *ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO* se presentan en detalle los cálculos efectuados para las solicitaciones (desde la pág. 1 a 13 del anexo) , y en los Plano 12, 13 y 14 se incorporan los planos unifilares correspondientes, al final del correspondiente informe.

Cálculo de cargas de Viento “W”

Se parte de la suposición de que se está en presencia de un *edificio cerrado* (ver *esquema de la envolvente en la Figura 65*). Debido a que el ángulo de inclinación “ α ” de ambas cubiertas es el mismo y menor a 10° (siendo en este caso igual a $7,6^\circ$), la altura media de la cubierta “h” es igual a la altura del alero en ambas zonas. Por lo tanto:

- Zona POI (Planta osmosis inversa): h media de la cubierta = $h_1 = 5,00$ m.
- Zona oficinas: h media de la cubierta = $h_2 = 3,50$ m.

Como se trata de un edificio cerrado y en ambos casos $h < 20$ m y $h <$ menor dimensión horizontal ($L = 15$ m en el frente) se lo considera como un *edificio de baja altura*.

El análisis y fórmulas a utilizar se divide en dos partes, la primera correspondiente al sistema principal resistente al viento, y la segunda a componentes y revestimientos (C&R).

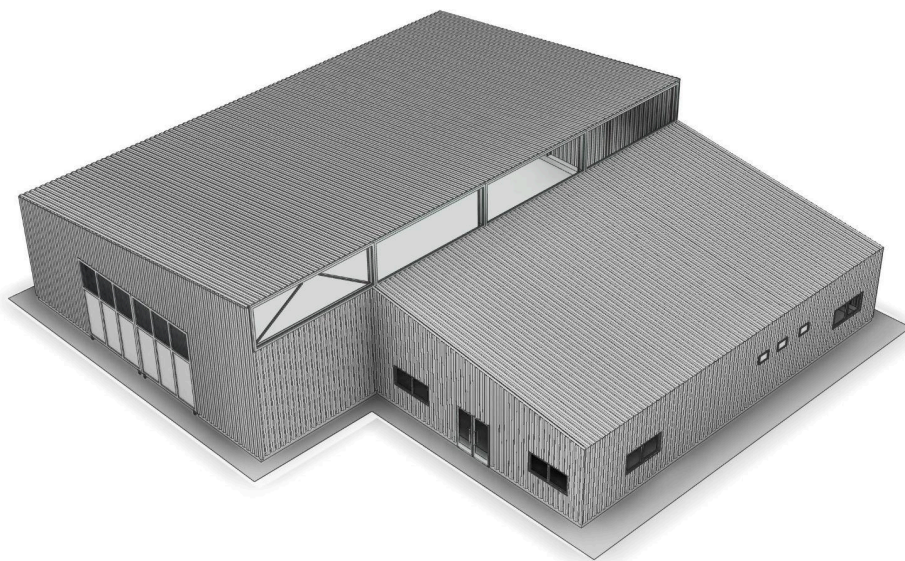


Figura 65. Esquema de la envolvente. Fuente: Elaboración propia

a- Sistema principal resistente al viento

El mismo está constituido por el conjunto de elementos estructurales que soporta y da estabilidad a la estructura en su totalidad.

La *presión de diseño* ejercida por el viento sobre dichos elementos está dada por la siguiente ecuación (Artículo 5.12.2.2-CIRSOC 102-2005) para edificios de baja altura:

$$p = qh * [G * C_p - GC_{pi}]$$

dónde:

- $q = q_z \rightarrow$ presión evaluada a la altura z sobre el terreno.
- $q_z = q_h$ (para edificios de baja altura) $\rightarrow$ presión evaluada a la altura h sobre el terreno.
- $q_i \rightarrow$ presión interna
- $G \rightarrow$ factor de efecto de ráfaga.
- $C_p \rightarrow$ coeficiente de presión externa
- $GC_{pi} \rightarrow$ coeficiente de presión interna.

Para obtener la *presión dinámica* " q_z " se utiliza la siguiente ecuación (Artículo 5.10-CIRSOC 102-2005):

$$q_z = 0.613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I$$

dónde:

- $K_d \rightarrow$ factor de direccionalidad del viento
- $K_z \rightarrow$ coeficiente de exposición para la presión dinámica (si se calcula de acuerdo a la altura h se denomina K_h)
- $K_{zt} \rightarrow$ factor topográfico
- $q_z = q_h \rightarrow$ presión dinámica calculada a la altura media de la cubierta h .
- $V \rightarrow$ velocidad básica del viento
- $I \rightarrow$ factor de importancia

Se adoptan los siguientes factores indicados en la Tabla 06:

TABLA RESUMEN - PRESIÓN DINÁMICA			
Factores y coeficientes		Valor	Aclaraciones
Ubicación		Rosario	
Velocidad	V [m/s] =	50	Figura 1B
Categoría		IV	Apéndice A - Tabla A-1
Factor de importancia	I =	1	Tabla 1
Exposición		C	Ítem 5.6.1.
Coeficiente de exposición (Casos 1 y 2)	$K_z = K_h$ (0-5m) =	0,87	Tabla 5
Factor Direccional	K_d =	0,85	Tabla 6
Factor Topográfico	K_{zt} =	1	Ítem 5.7.2. - Figura 2

Presión dinámica (Zona POI)	$q_z = q_h (5m) =$	1,133	Aplica a CyR y SPRFV
Presión dinámica (Zona oficinas)	$q_z = q_h (3,5m) =$	1,133	Aplica a CyR y SPRFV
TABLA RESUMEN - PRESIÓN DE DISEÑO			
Clasificación de cerramiento		Edificio Cerrado	
Coeficiente de presión interna	GCpi+ =	0,18	
	GCpi- =	-0,18	
Factor de Ráfaga	G =	0,85	Ítem 5.8.
Los coeficientes de presión externa y las correspondientes presiones de viento se calcularán para cada elemento, más adelante.			

Tabla 06. Bloques galpón metálico.

El galpón se emplaza en un terreno descampado y sin obstáculos significativos en el entorno (viviendas de baja altura), motivo por el cual se adopta una Categoría de exposición C, conforme a lo establecido por las normas de acción del viento. En la Figura 66 se observa lo anteriormente indicado.



Figura 66. Entorno galpón metálico. Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth 2025

Para el cálculo de las presiones, se debe analizar en todas las posibles direcciones de actuación del viento. Es decir:

- Caso A → Viento perpendicular a la cumbrera
- Caso B → Viento paralelo a la cumbrera

Dentro de los casos mencionados, el viento puede tener una dirección u otra, por lo que resultan 4 direcciones para analizar. Al tratarse de una nave asimétrica, no hay posibilidad de simplificar los casos de carga. Además, para cada caso de carga, la nave

puede estar sometida a presión interna (“nave se infla”) o a succión interna (“nave se desinfla”). Por lo tanto, se analizan los siguientes 8 estados:

- Viento (N) perpendicular a la cumbrera con presión interna
- Viento (N) perpendicular a la cumbrera con succión interna
- Viento (S) perpendicular a la cumbrera con presión interna
- Viento (S) perpendicular a la cumbrera con succión interna
- Viento (E) paralelo a la cumbrera con presión interna
- Viento (E) paralelo a la cumbrera con succión interna
- Viento (O) paralelo a la cumbrera con presión interna
- Viento (O) paralelo a la cumbrera con succión interna

La nomenclatura de las caras de la nave se observa a continuación en la Figura 67:

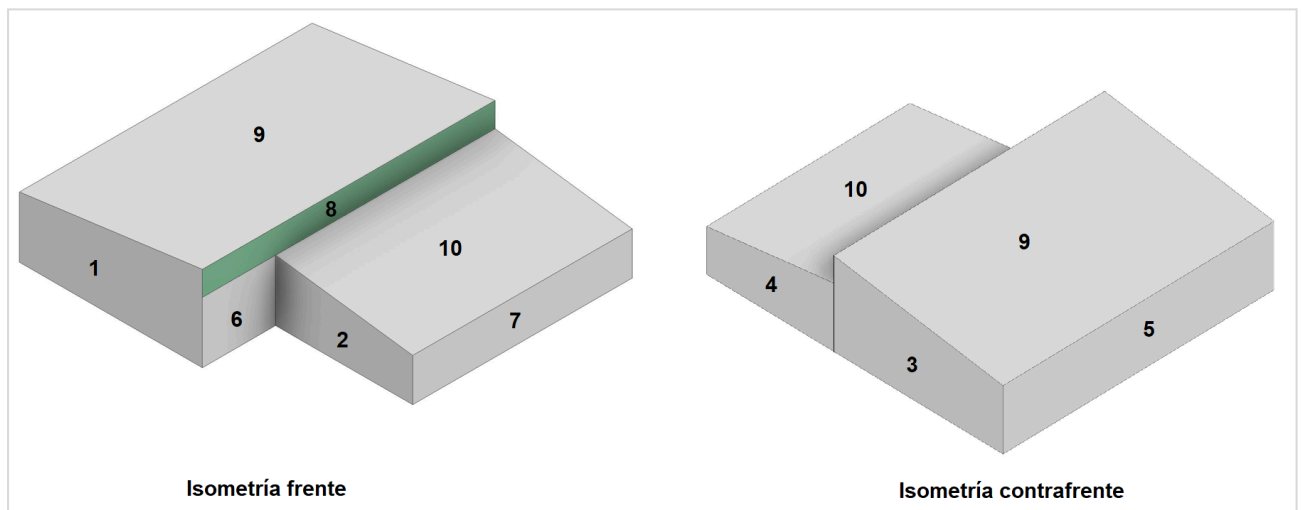


Figura 67: Numeración de planos de la nave. Fuente: Elaboración propia

Los valores del coeficiente de presión externa (C_p) se calculan a partir de la “Figura 3” del CIRSOC 102-05, los cuales dependen de las características geométricas de la nave. Los mismos se calculan tanto para la “Zona POI” como para la “Zona oficinas” con sus respectivas caras. A su vez, a partir de determinar este coeficiente, se puede determinar el valor de presión de viento en cada cara de la nave.

b- Componentes y revestimientos (C&R)

Son aquellos elementos que no forman parte del sistema principal resistente a las fuerzas de viento. Debido a que su área tributaria es menor a 70 m^2 , no se puede calcular las acciones como si fuera el Sistema principal resistente según lo indicado por el CIRSOC 102.

Dentro de este grupo se encuentran las chapas y correas. Las ecuaciones empleadas son las mismas del ítem “Sistema principal resistente al viento”, donde la diferencia radica en el siguiente coeficiente:

- $GC_p \rightarrow$ se obtiene mediante la Figura 5.A - Capítulo 6 - CIRSOC 102-2005.

Nota: La Figura 5.A del CIRSOC determina los valores ya teniendo en cuenta el coeficiente de rafaga, a diferencia de lo correspondiente para SPRFV.

El coeficiente GC_p depende del área efectiva, la cual se calcula como el máximo valor entre el área tributaria ($Largo \times Separación$) y $Largo^2 / 3$. En este caso se obtienen dos valores de dicho coeficiente para cada zona de estudio, un valor positivo que presenta el caso de presión externa y uno negativo para el caso de succión externa. A su vez, en cada una de dichas situaciones, la nave puede estar sometida a presión interior o succión interior. Por lógica, las presiones máximas se producen solo para dos estados posibles por lo tanto los casos a analizar son los siguientes:

- Presión exterior y succión interior (GC_{p+} ; GC_{pi-})
- Succión exterior y presión interior (GC_{p-} ; GC_{pi+})

Es importante mencionar que todas las paredes de la nave se evalúan utilizando la “Figura 5 A” del CIRSOC 102-05. Por otro lado, a la hora de evaluar las cubiertas, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones, que definen dos zonas de cálculo con distintos GC_p .

- Las cumbreras de cada cubierta están a distinta altura, por lo que se recurre a la “Figura 5 C” del CIRSOC 102-05 para evaluar su condición frente al viento. Al no cumplirse todas las condiciones expresadas para ese caso, se evaluará como cubierta a dos aguas con la “Figura 5 B” del CIRSOC 102-05.

En la Figura 68 se presenta un extracto del CIRSOC 102-05 donde se muestra la condición de la cual se hace mención, junto con los requisitos necesarios para que se evalúe a través de este caso del CIRSOC.

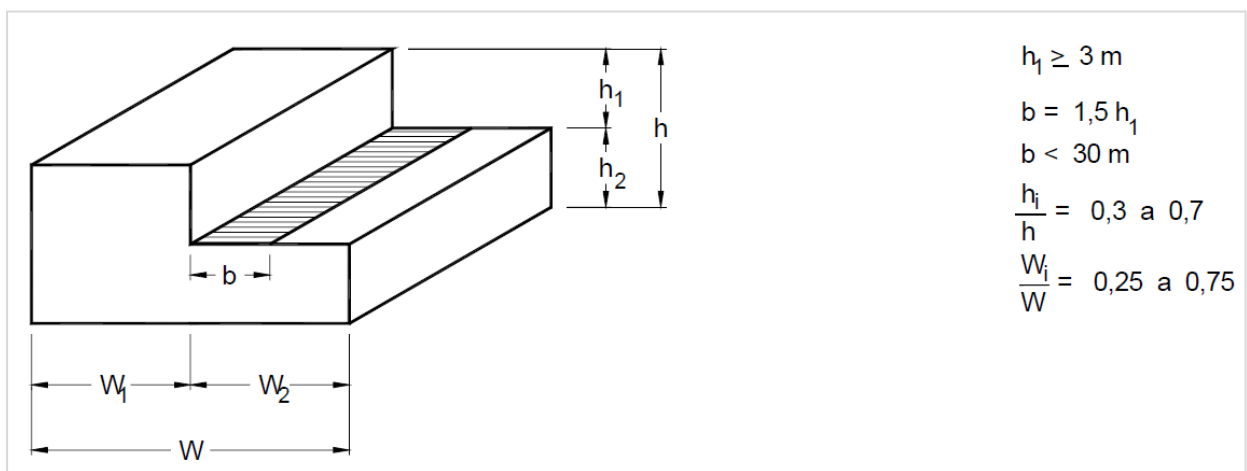


Figura 68. Extracto de la Figura 5 C del CIRSOC 102-05.

- Los primeros 6,00 m de la “Zona POI” se evalúan como cubierta a un agua ya que la “Zona oficinas” no se extiende hasta esa zona.

A modo de resumen, se puede ver en la Figura 69 las zonas definidas para evaluar las presiones de viento para CyR en la nave.

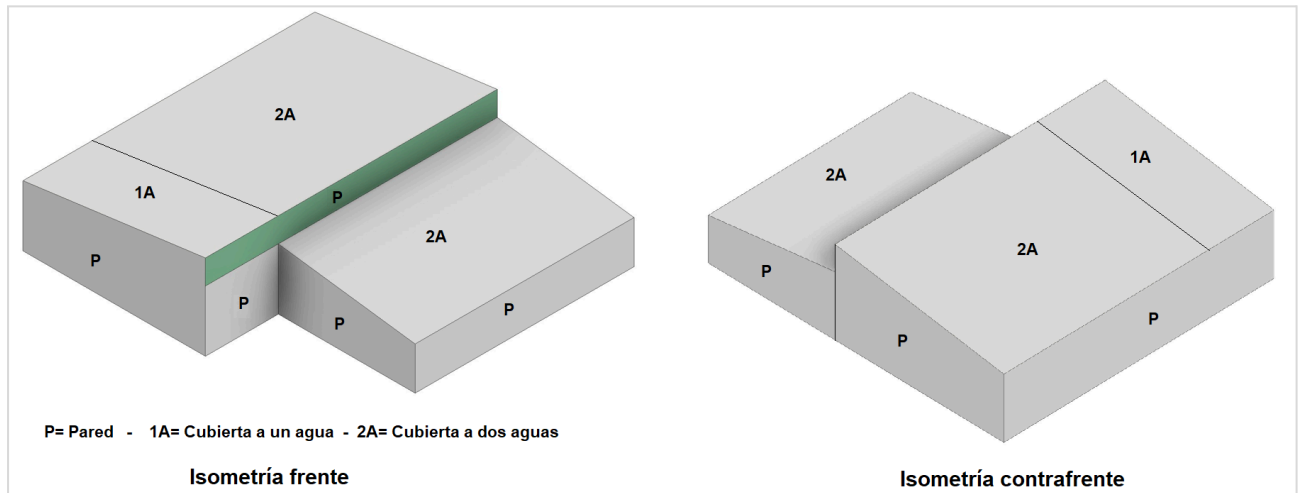


Figura 69. Zonas de viento para CyR. Fuente: Elaboración propia

Los distintos casos deben ser estudiados en cubiertas, paredes laterales y pared frontal. La presión de diseño se calcula como:

$$p = qh * (GCp - Gcpi)$$

Nota: Los coeficientes obtenidos de la Figura 5A del CIRSOC deben ser afectados por un factor igual a 0,90 cuando el ángulo de la cubierta es menor a 10°.

Cálculo de sobrecargas “LR”

La sobrecarga Lr para la cubierta inclinada afecta a los siguientes elementos:

- Chapas
- Correas
- Pórticos

Para calcular Lr se utiliza la expresión correspondiente al Artículo 4.9.1-CIRSOC 101-2005:

$$L_r = 0.96 * R_1 * R_2$$

dónde:

- $0,58 \leq L_r \leq 0,96$
- $R_1 \rightarrow$ factor que depende del área tributaria
- $R_2 \rightarrow$ factor que depende del factor F

- $F \rightarrow$ coeficiente que depende de la pendiente de la cubierta

La diferencia entre los tres elementos mencionados se debe a que poseen distintas áreas tributarias, por lo tanto, para cada uno se obtiene un valor de sobrecarga L_r .

A continuación, se ve la Tabla 07, donde se detallan los resultados obtenidos de cargas L_r .

ZONA POI		
CORREAS		
CIRSOC 101 Ítem 4.9		
L [m]	6	
s [m]	1,25	
At [m ²]	7,5	< 19 m ²
F	1,40	< 4
R1	1	
R2	1	
Lr [kN/m ²]	0,96	

ZONA OFICINAS		
CORREAS		
CIRSOC 101 Ítem 4.9		
L [m]	6	
s [m]	1,25	
At [m ²]	7,5	< 19 m ²
F	1,40	< 4
R1	1	
R2	1	
Lr [kN/m ²]	0,96	

CHAPAS		
CIRSOC 101 Ítem 4.9		
L [m]	1,25	
s [m]	0,253	
At [m ²]	0,32	< 19 m ²
F	1,4	< 4
R1	1	
R2	1	
Lr [kN/m ²]	0,96	

CHAPAS		
CIRSOC 101 Ítem 4.9		
L [m]	1,25	
s [m]	0,253	
At [m ²]	0,32	< 19 m ²
F	1,4	< 4
R1	1	
R2	1	
Lr [kN/m ²]	0,96	

PÓRTICOS		
CIRSOC 101 Ítem 4.9		
L [m]	15	
s [m]	6	
At [m ²]	90,00	> 56 m ²
F	1,4	< 4
R1	0,6	
R2	1	
Lr [kN/m ²]	0,58	

PÓRTICOS		
CIRSOC 101 Ítem 4.9		
L [m]	11,25	
s [m]	6	
At [m ²]	67,50	> 56 m ²
F	1,4	< 4
R1	0,6	
R2	1	
Lr [kN/m ²]	0,58	

Tabla 07: Cálculo de cargas L_r .

6.9.1.4 Dimensionamiento de chapas

Consideraciones generales

A partir del ítem anterior, se procede con la verificación de las chapas, para lo cual se utilizan las tablas provistas por el fabricante (siendo en este caso SIDERAR, las mismas se adjuntan en el *ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO* (desde la pág. 14 a 15 del anexo). A modo de resumen, se muestran en la Tabla 07 los datos de cálculo de las chapas.

DATOS		
Chapa Cincalum T101		
Espesor [mm]	0,71	
Paso de la chapa [m]	0,253	
Peso propio de la chapa [kg/m]	6,68	
Pendiente de la cubierta [%] y [°]	13,33	7,59
Ancho chapa[m]	1,1	
Vinculada a las correas a través de tornillos autorroscantes auto perforantes		

Tabla 07. Características chapas.

Para el cálculo de las mismas, se toman las siguientes consideraciones:

- Se verifica que las presiones calculadas sobre las chapas estén por debajo de las presiones admisibles dadas por el fabricante para condiciones de flexión y flecha. Vale aclarar que el fabricante brinda estos valores para cargas de servicio, basándose en reglamentaciones anteriores del CIRSOC. Es por esto que se verifican estos elementos bajo combinaciones de servicio.
- Se permite interpolación lineal para ingresar a las tablas.
- Se considera que las peores condiciones para las chapas se darán en la cubierta a dos aguas donde la separación entre correas es considerablemente superior a la separación en paredes. Además, las máximas solicitaciones se dan en esta cara. Por todo esto, se verifica con las cargas de la cubierta y se considera que el resto de la nave estará en buenas condiciones.
- Se considera la condición de vinculación que se muestra en la Figura 70 para ingresar a las tablas de resistencia dadas por el fabricante.



Figura 70: Condición de vinculación de chapas.

Cargas admisibles

En primera instancia, se calculan las cargas admisibles correspondientes a las chapas para cargas de presión y succión del viento. En este caso, la luz entre correas es de 1,25 m, por lo tanto, se realiza una interpolación lineal entre los valores correspondientes a luces de 1,20 m y 1,40 m. Los resultados se observan en la Tabla 08 y 09:

Sobrecarga gravitatoria o Viento presión			
Luz [m] (separación correas s= 1,25 m)	1,2	1,4	1,25
Flexión [KN/m ²]	4,73	3,46	4,41
Flecha [KN/m ²]	7,74	4,85	7,02

Tabla 08. Cargas admisibles de presión chapas.

Viento succión			
Luz [m] (separación correas s= 1,25 m)	1,2	1,4	1,25
Flexión [KN/m ²]	-4,35	-3,21	-4,07
Flecha [KN/m ²]	-8,61	-5,45	-7,82

Tabla 09. Cargas admisibles de succión chapas.

Estados de carga y verificación

A la hora de evaluar las cargas sobre las chapas, se debe tener en cuenta que las cargas deben estar aplicadas de forma normal al plano de la misma. En la Figura 71 se observa un esquema típico de las cargas sobre la cubierta.

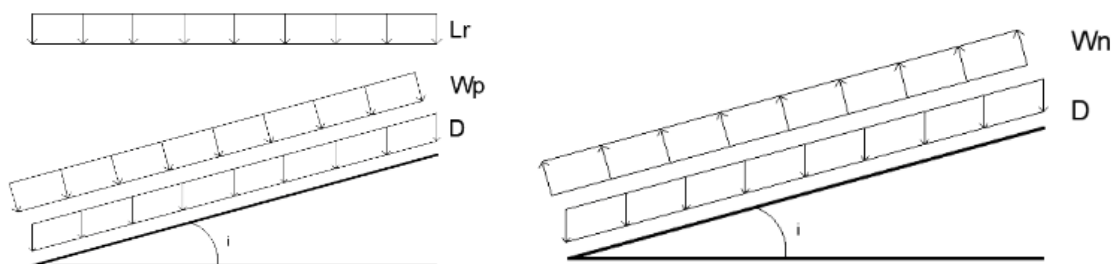


Figura 71. Esquema de cargas sobre cubiertas.

Por lo tanto, se opera de la siguiente manera:

- $D' = D * \cos(\alpha)$ → carga debido al peso propio perpendicular al eje de la chapa.
- $Lr' = Lr * \cos^2(\alpha)$ → sobrecarga Lr perpendicular al eje de la chapa.

De esta forma, las cargas utilizadas para verificar las chapas resultan:

- Presión

- $D = 6,68 \text{ kg/m} / 1,1 \text{ m} = 6,07 \text{ kg/m}^2 = 0,06 \text{ kN/m}^2 \rightarrow D' = 0,059 \text{ kN/m}^2$
- $Lr = 0,96 \text{ kN/m}^2 \rightarrow Lr' = 0,94 \text{ kN/m}^2$
- $Wp (\text{zona } 3) = 0,54 \text{ kN/m}^2$

- Succión

- $D = 6,68 \text{ kg/m} / 1,1 \text{ m} = 6,07 \text{ kg/m}^2 = 0,06 \text{ kN/m}^2 \rightarrow D' = 0,059 \text{ kN/m}^2$
- $Wn (\text{zona } 3) = -3,38 \text{ kN/m}^2$

Por último, se pueden ver los resultados en las Tablas 10 y 11 con las combinaciones analizadas para cada caso.

Combinaciones de servicio (Presión externa)			
A-L.1.			Condición
D'+Lr'	1,00	kN/m ²	BC
D'+Wp	0,60	kN/m ²	BC
D'+ 0,7 . (Lr'+Wp)	1,10	kN/m ²	BC

Tabla 10. Verificación chapas a presión.

Combinaciones de servicio (Succión externa)			
A-L.1.			Condición
D'+Wn	-3,32	kN/m ²	BC

Tabla 11. Verificación chapas a succión.

6.9.1.5 Dimensionamiento de correas

Consideraciones generales

Las correas a utilizar para la construcción de la nave industrial serán de perfiles conformados en frío, tipo C con labio y ala totalmente efectivos a flexión y compresión, y el alma totalmente efectiva en flexión para la mayor inercia. Trabajando como simplemente apoyadas, tienen las siguientes ventajas:

- Fácil montaje
- Mayor eficiencia
- Trabajan con tornillos autorroscantes, lo que permite arriostrar parcialmente el ala inferior, arriostrar el ala superior de las correas donde Lb será dos veces la separación entre tornillos y evita la flexión en el eje débil de las correas.

Con las cargas calculadas previamente, se pueden obtener las solicitaciones correspondientes a las correas. Se deben dimensionar las correas de la cubierta, como así también las ubicadas en las paredes. Para el análisis se dividen en las siguientes zonas:

- Correas cubierta a dos aguas:

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Correos cubierta a un agua:
 - Zona 1
 - Zona 2
 - Zona 3
 - Zona 2'
 - Zona 3'
- Correos paredes laterales:
 - Zona 4
 - Zona 5
- Correos paredes frontales:
 - Zona 4
 - Zona 5

El procedimiento de dimensionamiento se resume en los siguientes pasos:

- I. Se determinan las cargas actuantes sobre las correas (deben ser aplicadas al eje de la correa), es decir, el peso propio (D), acción del viento (W) y sobrecarga (Lr). Los valores se obtienen multiplicando las cargas calculadas en los ítems anteriores por la separación correspondiente obteniendo una carga lineal (KN/m). Recordar que las únicas correas con sobrecarga Lr son las ubicadas en la cubierta. También se tiene en cuenta que para el sentido de análisis de las correas laterales (dirección del viento) no actúa el peso propio (D).
- II. Se establece un valor de flecha admisible. En este caso el valor adoptado es L/150 para cargas totales y L/180 para carga variable. Según Tabla A-L.4.1 Apéndice L CIRSOC 301 - 2005.
- III. Se obtienen las combinaciones de cargas en servicio y últimas. (Artículo A.4.2 Capítulo A y artículo A-L.1 Apéndice de capítulo L - CIRSOC 301 - 2005).
- IV. En este caso:
 - Servicio
 1. Lr
 2. W
 3. D+Lr
 4. D+Wn
 5. D+Wp
 - Últimas

1. $1,2D+0,5Lr$
2. $1,2D+1,6 Lr+0,8Wp$
3. $1,2D+1,5 Wp+0,5Lr$
4. $0.9D+1.5Wn$

dónde:

- $Lr \rightarrow$ sobrecarga
- $Wp \rightarrow$ carga de viento a presión
- $Wn \rightarrow$ carga de viento a succión
- $D \rightarrow$ peso propio

- V. Se verifica la flecha para los distintos estados de servicio mediante la expresión:

$$f = \frac{\frac{5}{384} * q * L^2}{E * I} \leq f_{admisible}$$

- VI. A partir de las combinaciones de cargas últimas se obtienen los momentos últimos a succión y a presión.
- VII. Se realizan las distintas verificaciones, debiéndose cumplir que $M_d > M_u$ para que la correa se encuentre en buenas condiciones. Las verificaciones a realizar son:

- Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión:

$$M_d = 0.9 * S * Fy$$

dónde:

- $S \rightarrow$ módulo elástico de la sección.
- $Fy \rightarrow$ tensión de fluencia 23.5 [kN/cm²].

- Vigas arriostradas en el chapeado con carga de succión:

$$M_d = 0.9 * R * S * Fy \quad (\text{C.3.1.3-1 CIRSOC 303-2009})$$

dónde:

- $S \rightarrow$ módulo elástico de la sección.
- $Fy \rightarrow$ tensión de fluencia 23.5[kN/cm²].
- $R \rightarrow$ coeficiente obtenido a partir de la Tabla C.3-1 del reglamento CIRSOC 303-2009.

R = 0.60 para vigas continuas
 0.70 para vigas de un tramo con $d < 165$ mm
 0.65 para vigas de un tramo con $165 \text{ mm} < d < 216$ mm
 0.40 para vigas de un tramo con $216 \text{ mm} < d < 292$ mm
 0.00 para vigas de un tramo con $d > 292$ mm

- Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta:

$$M_d = 0.9 * S * F_c \quad (\text{C.3.1.2.1-1 CIRSOC 303-2009})$$

dónde:

- $S \rightarrow$ módulo elástico de la sección.
- $F_c \rightarrow$ tensión crítica. Se obtiene según las siguientes expresiones del CIRSOC 303:
- Para $F_e \geq 2.78 * F_y \rightarrow F_c = F_y$ (C.3.1.2.1-2)
- Para $2.78 * F_y > F_e > 0.56 * F_y \rightarrow F_c = \frac{10}{9} * F_y * (1 - \frac{10 * F_y}{36 * F_e})$ (C.3.1.2.1-3)
- Para $F_e \leq 0.56 * F_y \rightarrow F_c = F_e$ (C.3.1.2.1-4)
- $F_e = \frac{C_b * \pi^2 * E * I_y * ((1/2) * I_y)}{S_x * L_b^2}$
- $L_b \rightarrow$ longitud no arriostrada lateralmente.
- $C_b \rightarrow$ coeficiente obtenido mediante la Figura 72.

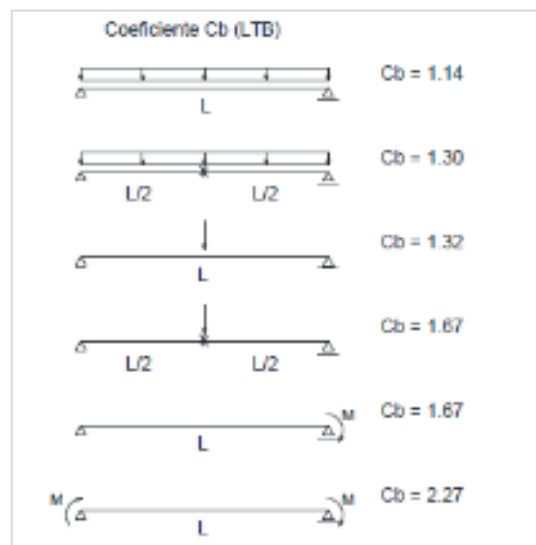


Figura 72. Coeficientes C_b para distintas configuraciones.

- Arriostrado con tilla intermedia:

Se utilizan las mismas expresiones que para el caso anterior, pero se ven afectados algunos coeficientes, como es el caso del C_b y la longitud L_b .

Los cálculos numéricos efectuados se presentan en el **ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO** (desde la pág. 16 a 40 del anexo).

6.9.1.6 Dimensionamiento de estructura resistente

Se modeló la nave metálica completa utilizando el software *Staad Pro*. En la Figura 73 se presenta la vista general del modelo estructural desarrollado.

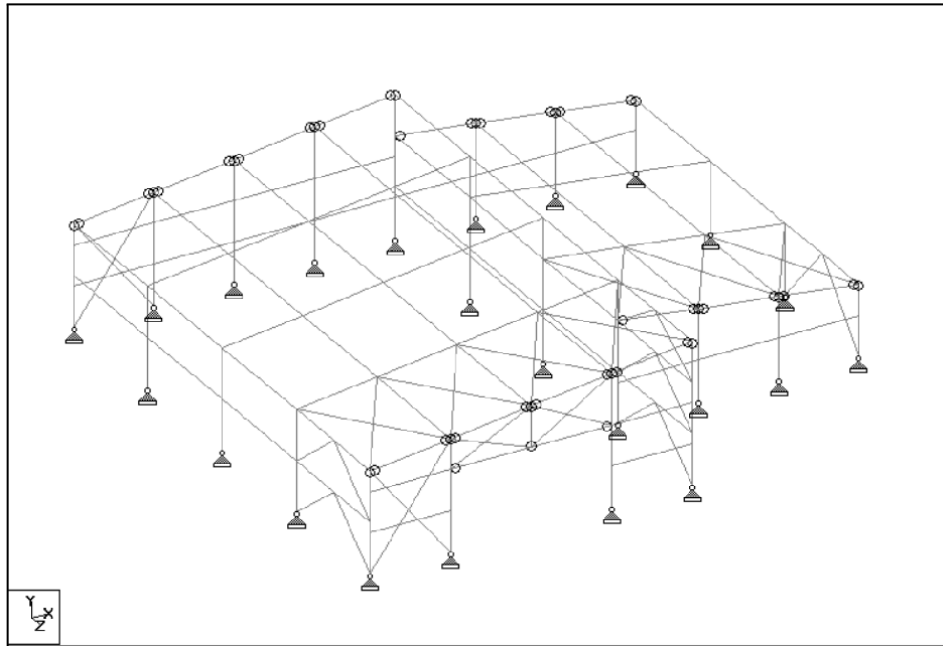


Figura 73. Estructura principal resistente modelada en el software *Staad Pro*.

El sistema de contraviento se conforma mediante cruces en la cubierta y un esquema de arriostramiento en “K” en los laterales, garantizando la estabilidad global frente a las acciones del viento.

En el modelo estructural, las columnas se vincularon mediante apoyos simples en su base, restringiendo únicamente los desplazamientos verticales y horizontales, permitiendo la rotación en el pie. Esta configuración reproduce el comportamiento propio de una base simplemente apoyada, en la cual no se generan momentos flectores significativos en la unión con la fundación.

La materialidad y perfilería utilizada para cada elemento del modelo se detallan a continuación:

- Sistema resistente: Columnas y vigas de techo con perfiles IPN, F24 ($F_y=235$ MPa $F_u=370$ MPa).
- Sistema de contraviento:
 - *Cubierta*: Sistema de cruces con barras redondas pretensadas con extremos roscados (AL 220 $F_y=220$ MPa $F_u=340$ MPa).
 - *Paredes laterales*: arriostramientos en K (F24 $F_y=235$ MPa $F_u=370$ MPa)

- Arriostramientos:

- *Puntales*: Perfiles L en cruz (F24 $F_y=235$ MPa $F_u=370$ MPa) o correas dobles según corresponda.
- Cruces de frente y contrafrente: barras redondas pretensadas con extremos roscados (AL 220 $F_y=220$ MPa $F_u=340$ MPa).

Nota: Para el presente anteproyecto se optó por el uso de perfiles IPN para las vigas y columnas principales de la estructura. Si bien la opción perfiles tipo W podría ofrecer ventajas en términos de peso lineal, se considera que, a nivel de anteproyecto, los perfiles IPN resultan adecuados para representar correctamente el comportamiento estructural y definir los elementos principales de manera eficiente. En etapas posteriores, se podrá evaluar la posibilidad de optimizar la sección mediante alternativas como perfiles W o combinaciones de perfiles.

El dimensionamiento de la estructura resistente se realizó siguiendo los criterios establecidos por la Norma CIRSOC 301/2005 “Reglamento Argentino de Estructuras de Acero”, aplicando sus disposiciones para el análisis, diseño y verificación de elementos metálicos.

Se utilizan las combinaciones de cargas en Estado Límite de Servicio (ELS) y en Estado Límite Último (ELU) indicadas en la Figura 74 correspondiente al Capítulo B del Reglamento.

Estados límites últimos:

$1,4 (D + F)$	(B.2.1)
$1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R)$	(B.2.2)
$1,2 D + 1,6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (f_1 L \text{ ó } 0,8 W)$	(B.2.3)
$1,2 D + 1,5 W + f_1 L + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R)$	(B.2.4)
$1,2 D + 1,0 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S$	(B.2.5)
$0,9 D + (1,5 W \text{ ó } 1,0 E) + 1,6 H$	(B.2.6)
<i>Para edificios industriales con puentes grúas o monorraíles y edificios aporticados de hasta cuatro plantas, se deberá verificar la siguiente combinación de acciones adicional:</i>	
$1,2 D + 1,6 L + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R) + 0,8 W$	(B.2.7)

Estados límites de servicio:

$(D + F) + (\Sigma L_i \text{ ó } W \text{ ó } T)$	(B.2.8)
$(D + F) + 0,7 [(\Sigma L_i + W) \text{ ó } (W + T) \text{ ó } (\Sigma L_i + T)]$	(B.2.9)
$(D + F) + 0,6 \Sigma L_i + 0,6 W + 0,6 T$	(B.2.10)
siendo:	
$\Sigma L_i = [L + H + (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)]$	(B.2.11)

Figura 74. Combinaciones para ELU y ELS. Fuente: CIRSOC

Las cargas consideradas en el modelo del software *Staad Pro* producidas por el viento de acuerdo a su dirección para los pórticos típicos, frente y contrafrente se indican en el ANEXO:

DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO (desde la pág. 41 a 46 del anexo). Se consideraron además las cargas producidas por el peso propio, peso de chapas y correas, sobrecargas L_r y variación térmica con un delta de temperatura de 40° .

Las secciones adoptadas para cada elemento estructural se especifican en los Plano de Unifilares 12, 13 y 14. El desarrollo completo de los cálculos y verificaciones de cada componente se incluye en el ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO (desde la pág. 47 a 102 del anexo), al final del presente informe.

A continuación, se presenta el procedimiento de cálculo general utilizado para el dimensionamiento de los distintos elementos que conforman la nave, describiendo los criterios adoptados, las verificaciones normativas realizadas y los parámetros empleados en el análisis estructural. Cabe aclarar que todas las fórmulas, coeficientes y tablas utilizadas en las verificaciones que se desarrollan a continuación provienen como se mencionó anteriormente del Reglamento CIRSOC 301/2005, por lo que no se vuelve a indicar su procedencia en cada sección.

Columnas y vigas

El procedimiento de dimensionamiento se resume en los siguientes pasos:

I. Verificación en Estados Límites de servicio (ELS):

Se establece el valor de la flecha admisible a partir de la Tabla A-L.4.1 (Apéndice L):

- $f_{admissible} = L/150$ para cargas totales
- $f_{admissible} = L/160$ para cargas variables como el viento

Y se lo compara con las flechas obtenidas en el software Staad-Pro debiéndose cumplir en todos los casos:

$$f_{m\acute{a}x} \leq f_{admissible}$$

II. Verificación en Estados Límite Último (ELU):

- Verificación de la Resistencia a la Flexión

Se realiza según lo especificado en el *Capítulo F.1 del Reglamento*. La resistencia nominal a la flexión M_n será la mínima obtenida de los siguientes cuatro estados límites:

1. Pandeo local del ala (M1)
2. Pandeo local del alma (M2)
3. Plastificación (M3)

4. Pandeo lateral - torsional (M4)

1. Pandeo local ala (M1)

Se compara la esbeltez “ λ ” del ala del perfil con la esbeltez límite “ λ_p ” para el Caso N°1 indicado en la Tabla B.5.1 del *Capítulo B del Reglamento*.

$$\lambda = \frac{bf}{2tf}$$
$$\lambda_{p\text{ ala}} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Si $\lambda < \lambda_p$ □ sección compacta

$$\text{Entonces: } M_1 = F_y \cdot Z$$

donde: E : módulo de elasticidad longitudinal del acero ($E= 200.000$ MPa); F_y : tensión de fluencia del acero F24; Z : módulo plástico de la sección.

2. Pandeo local alma (M2)

Se compara la esbeltez “ λ ” del alma del perfil con la esbeltez límite “ λ_p ” para el Caso N°13 indicado en la Tabla B.5.1 del *Capítulo B del Reglamento*.

$$\lambda = \frac{hw}{tw}$$
$$\lambda_{p\text{ alma}} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Si $\lambda < \lambda_p$ □ sección compacta

$$\text{Entonces: } M_2 = F_y \cdot Z$$

donde: E : módulo de elasticidad longitudinal del acero ($E= 200.000$ MPa); F_y : tensión de fluencia del acero F24; Z : módulo plástico de la sección.

3. Momento plástico (M3)

$$M_3 = M_p = \min(F_y Z_x; 1.5 F_y S_x)$$

donde: F_y : tensión de fluencia del acero F24; Z : módulo plástico de la sección; S_x : módulo elástico de la sección.

4. Pandeo lateral torsional (M4)

Es aplicable cuando las barras se encuentran sometidas a flexión alrededor del eje principal de mayor momento de inercia. Se consideró el caso de la carga aplicada en el ala superior del perfil ya que se considera la situación crítica. Las longitudes a considerar son las siguientes:

- L_b : Distancia entre puntos de arriostramiento contra el desplazamiento lateral del ala comprimida
- L_p : Longitud lateralmente no arriostrada límite
- L_r : Longitud lateralmente no arriostrada límite

En los casos en que resulte necesario, se colocarán tornapuntas en coincidencia con las correas, con el fin de reducir el pandeo lateral-torsional.

De acuerdo a la relación entre estas longitudes se determina el momento nominal como se expresa a continuación:

- $L_b < L_p \Rightarrow M_4 = M_p = F_y \cdot Z$
- $L_p < L_b < L_r \Rightarrow M_4 = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$
- $L_b > L_r \Rightarrow M_4 = M_{cr}$

donde: F_y : tensión de fluencia del acero F24; Z : módulo plástico de la sección; Z : módulo elástico de la sección; M_p : momento plástico; M_r : momento límite para pandeo lateral-torsional; C_b : factor de modificación para diagramas de momento flexor no uniforme; M_{cr} : momento crítico elástico.

Por lo tanto:

$$M_n = \min (M_1; M_2; M_3; M_4)$$

Finalmente se verifica:

$$M_d = \Phi \cdot M_n > M_u$$

con $\Phi=0,90$

• Verificación de la Resistencia a la Compresión

Se realiza según lo especificado en el *Capítulo E.2 del Reglamento*. La resistencia nominal a la compresión P_n se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

donde F_{cr} : tensión de fluencia especificada; A_g : área bruta de la barra

En primer lugar se calcula la esbeltez “ λ ” según los ejes “x” e “y” de manera tal de verificar el pandeo global donde debe cumplirse $\lambda < 200$ y además poder obtener la esbeltez determinante “ λ_{det} ” .

- Pandeo global según eje x

$$\lambda_x = \frac{K_x \cdot L_x}{r_x} < 200$$

- Pandeo global según eje y

$$\lambda_y = \frac{K_y \cdot L_y}{r_y} < 200.$$

- Esbeltez determinante

$$\lambda_{det} = \max(\lambda_x; \lambda_y)$$

Luego se obtiene se el factor de esbeltez adimensional “ λ_c ” como:

$$\lambda_c = \frac{\lambda_{max}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

A partir de este último se determina la tensión crítica F_{cr} como:

- $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) * F_y$$

- $\lambda_c > 1,5$

$$F_{cr} = \left[\frac{0,877}{\lambda_c^2} \right] * F_y$$

De esta forma se obtiene:

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

Finalmente se verifica:

$$P_D = \phi_c \cdot P_n > P_u$$

con $\Phi=0,85$

- Verificación de la Resistencia a Acciones combinadas

La interacción de las fuerza axiales (tracción o compresión) y la flexión en barras de secciones simétricas estará limitada por las siguientes expresiones del *Capítulo H.1 del Reglamento*:

$$- \frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0,20$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} * \left[\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right] \leq 1,0$$

$$- \frac{P_u}{\phi P_n} < 0,20$$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left[\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right] \leq 1,0$$

con $\Phi=0,85$ (compresión) y $\Phi=0,90$ (tracción)

donde: P_u : resistencia requerida a la tracción o compresión; P_n : resistencia nominal a la tracción o compresión; M_u : resistencia requerida a la flexión; M_n : resistencia nominal a la flexión.

- Verificación al corte

Se realiza el dimensionamiento al corte a partir del *Capítulo F.2 del Reglamento*. En primer lugar debe verificarse que el alma no se encuentra rigidizada, es decir:

$$\frac{hw}{tw} < 260$$

Luego en función de dicha relación se determina la resistencia nominal al corte V_n como:

$$- \frac{hw}{tw} \leq 2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad V_n = 0,6 \cdot F_y \cdot A_w$$

$$- \frac{hw}{tw} < 2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \leq 3.07 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad V_n = \frac{0,6 \cdot F_y \cdot A_w (2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}})}{\frac{hw}{tw}}$$

$$- 3.07 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{hw}{tw} \leq \frac{hw}{tw} \quad V_n = \frac{4.52 \cdot E \cdot A_w}{\left(\frac{hw}{tw}\right)^2}$$

Finalmente se verifica:

$$V_D = \phi \cdot V_n > V_u$$

con $\Phi=0,90$

Tensores

Para el dimensionamiento de la sección del tensor, se considera una barra redonda con los extremos roscados “AL 220”. Se les da una pretensión, con lo cual no se verifica la esbeltez mínima. Como el dimensionamiento es a tracción se debe verificar a la fluencia y rotura utilizando las siguientes expresiones correspondiente al *Capítulo D.1 del Reglamento*:

$$Pu \leq \phi \cdot Fy \cdot Ag = 0,9 \cdot Fy \cdot Ag \text{ (Fluencia)}$$

$$Pu \leq \phi r \cdot Fu \cdot Ae = 0,75 \cdot Fu \cdot 0,75 \cdot Ag \text{ (Rotura)}$$

Sistema de contraviento

- Puntales

Para el caso de los puntales se utilizan dos secciones distintas. Para los puntales del frente y contrafrente se utilizan correas dobles que ya han sido verificadas anteriormente. En el caso de los puntales longitudinales que se extienden a lo largo de la nave se utilizan dos perfiles “L” en cruz. Estos últimos se dimensionan para la condición más crítica del elemento, siendo en este caso la compresión. Se adopta para todos los puntales de la nave la misma sección (L89X89X6,4), ya que lo determinante en todos los casos es la esbeltez en el eje Z.

Se realizan las siguientes verificaciones correspondiente a los elementos del Grupo II indicadas en el *Capítulo E.4.1 del Reglamento* :

- Pandeo local y pandeo entre presillas
- Pandeo global
- Verificación de la esbeltez local
- Verificación a la compresión

- Arriostramientos en K

Al igual que en los puntales, se emplea como sección dos perfiles L en cruz. Debido a que, según la dirección de las cargas, estos elementos pueden estar sometidos tanto a tracción como a compresión, se verifican ambos estados. No obstante, se considera que el estado más crítico es el de compresión.

Para el dimensionamiento, se aplica el mismo procedimiento utilizado previamente para los puntales en compresión, mientras que la verificación en tracción sigue los criterios aplicados a los tensores.

6.9.1.7 Uniones

Se realiza el dimensionamiento de las uniones más representativas de la estructura, estas son:

- Nudo de pórtico típico (panel nodal).
- Unión bridada de las vigas del techo del pórtico típico .
- Unión de columnas del frontis con las vigas de techo.

Asimismo, se dimensionan las placas base metálicas del pórtico típico que vinculan las columnas con la fundación, considerando los esfuerzos transmitidos y las características del material.

A continuación se especifica el procedimiento de cálculo utilizado y las consideraciones tenidas en cuenta para cada tipo de unión, verificando los estados de carga más críticos y asegurando que se cumplan los criterios de resistencia y servicio según el Reglamento CIRSOC 301/2005.

Los cálculos completos y representación de las uniones se presentan en el ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO (desde la pág. 102 a 107 del anexo) y en los Planos 15 y 16, donde también se pueden observar los pórticos típicos y el frontis.

Panel nodal

Se proponen las uniones de nudo de pórtico soldadas con rigidizadores para la transmisión de esfuerzos. En la Figura 75 se presenta un esquema del mismo.

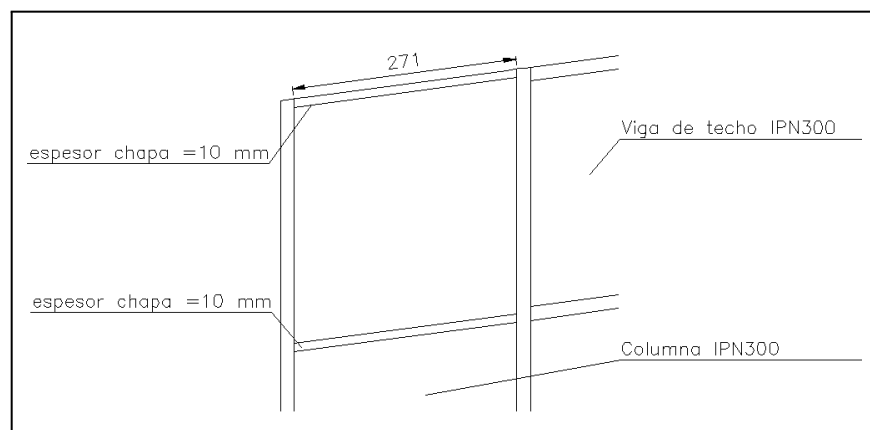


Figura 75. Esquema nudo de pórtico.

Se realizó el siguiente análisis teniendo en cuenta las verificaciones indicadas en el *Capítulo K.1.7 del Reglamento*:

- **Descripción del nudo:**

Tanto para la columna como para la viga del pórtico se adoptaron perfiles laminados de sección IPN 300. El acero utilizado corresponde a la calidad F24.

- **Análisis de solicitaciones:**

Para el dimensionamiento de la unión, se consideró el estado de carga más desfavorable, obteniendo un Momento Último $M_u = 116,60 \text{ kNm}$.

A los efectos de verificar los elementos de la unión, se descompuso el momento flector en un par de fuerzas (tracción y compresión) actuantes sobre las alas del perfil. Considerando un brazo de palanca elástico “z” de 28,4 cm, se obtuvo una fuerza última en las alas $N_u = 410,85 \text{ kN}$.

- **Verificación del Panel Nodal (Fluencia por corte en alma de panel nodal):**

Se verificó la capacidad del alma del perfil de la columna para resistir el esfuerzo de corte inducido por el momento de la viga de acuerdo a las especificaciones del capítulo K.1.7.

- Resistencia de diseño al corte ($\phi \cdot R_v$): 411,16 kN
- Solicitación requerida (N_u): 410,85 kN

Al comparar ambos valores ($N_u \leq \phi \cdot R_v$) se observa que el alma del perfil verifica las solicitudes de corte sin necesidad de colocar un rigidizador diagonal.

- **Diseño de Rigidizadores:**

Para garantizar la transmisión de fuerzas de las alas de la viga a través de la columna y evitar fallas locales (como el pandeo local del alma o fluencia local del ala), se dispusieron rigidizadores transversales alineados con las alas de la viga.

- *Dimensiones adoptadas:* Se adoptaron rigidizadores de acero F24 con un espesor de 9,53 mm (3/8"), un ancho de 57 mm y una altura de 268 mm, soldados al interior del perfil IPN 300.
- *Verificación de esbeltez:* La relación ancho/espesor del rigidizador es de 5,99, valor que resulta inferior al límite normativo ($0,56 \cdot \sqrt{E/F_y} = 16,34$), clasificando la sección como compacta y descartando el pandeo local prematuro.

- **Verificación a Compresión del Rigidizador:**

Se modeló el comportamiento del rigidizador trabajando en conjunto con una franja colaborante del alma del perfil (de 12 veces el espesor del alma), considerando una longitud efectiva de pandeo de 20,27 cm.

- Resistencia de diseño a compresión ($\phi \cdot P_n$): 495,20 kN.
- Solicitación última (P_u): 410,85 kN.

La relación Demanda/Capacidad es de 0,83. Por lo tanto, los rigidizadores de 3/8" verifican satisfactoriamente los requerimientos de resistencia y estabilidad según el reglamento CIRSOC.

Unión de vigas de techo pórtico típico

Se verifica la unión de empalme destinada a garantizar la continuidad estructural entre dos tramos de viga perfil IPN 300. En la Figura 76 se presenta un esquema de la unión.

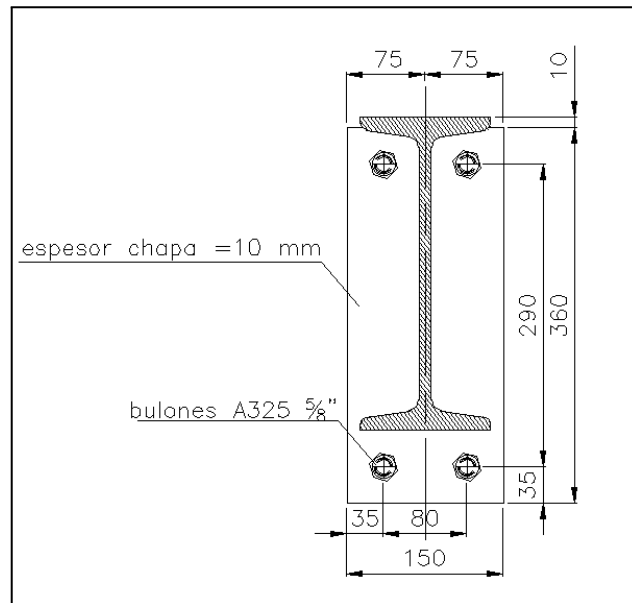


Figura 76. Esquema de unión vigas de techo de pórtico típico.

- **Descripción de la unión:**

La conexión se materializa mediante una unión bridada, donde se suelda una chapa a cada extremo del perfil, vinculando ambas partes mediante bulones de alta resistencia traccionados.

La geometría de la unión consta de:

- Perfil Principal: IPN 300.
- Elemento de Conexión (Brida): Chapa de acero con espesor $t_p = 3/8" = 9,5 \text{ mm}$, ancho $b = 130 \text{ mm}$ y altura $h = 360 \text{ mm}$.
- Elementos de Fijación: 4 Bulones calidad ASTM A-325 (rosca incluida en el plano de corte) de diámetro nominal: $5/8" = 1.59 \text{ cm}$. La separación vertical entre bulones es de 290 mm para maximizar el brazo de palanca.

- **Análisis de solicitaciones:**

Para el dimensionamiento de la unión, se consideró el estado de carga más desfavorable, obteniendo un Momento Último $M_u = 45,64 \text{ kNm}$.

A los efectos de verificar los elementos de la unión, se descompuso el momento flector en un par de fuerzas (tracción y compresión) generando tracción en una hilera de bulones y compresión en la otra.

Considerando un brazo de palanca elástico “z” de 29 cm, se obtuvo una fuerza última en las alas $N_u = 90,23 \text{ kN}$. Tanto el corte como la normal se distribuyen entre los bulones. Cabe destacar que la normal incrementa la tracción o reduce la compresión según el signo del esfuerzo.

- **Verificación al corte en bulones**

Se verificó la capacidad del grupo de bulones para resistir a las fuerzas de corte.

- Resistencia de diseño al corte ($\phi \cdot R_v$): 48,99 kN
- Solicitación máxima (V_u): 9,53 kN

Al comparar ambos valores ($V_u \leq \phi \cdot R_v$) se observa que el bulón verifica las solicitudes de corte.

- **Verificación al tracción en bulones**

Se verificó la capacidad del grupo de bulones para resistir a las fuerzas de normal producidas por la normal que traen los perfiles más la producida por la cupla de momento.

- Resistencia de diseño al corte ($\phi \cdot R_v$): 92,04 kN
- Solicitación máxima (N_u): 90,23 kN

Al comparar ambos valores ($N_u \leq \phi \cdot R_v$) se observa que el bulón verifica las solicitudes de normal.

- **Verificación al Aplastamiento**

Se analizó el aplastamiento en las paredes de los agujeros de la chapa de unión de espesor $t = 1 \text{ cm}$. Se consideraron las distancias a bordes y entre agujeros según la geometría adoptada.

Se debe considerar que el aplastamiento se producirá cuando se transmitan cargas de corte en las vigas.

- Resistencia de diseño al aplastamiento para cargas verticales ($\phi \cdot R_n$): 79,49 kN
- Solicitación máxima (V_u): 9,53 kN

Al comparar ambos valores ($V_u \leq \phi \cdot R_n$) se observa que las chapas verifican las solicitudes de aplastamiento.

Unión vigas con columnas de frontis

En la Figura 77 se presenta un esquema de la misma.

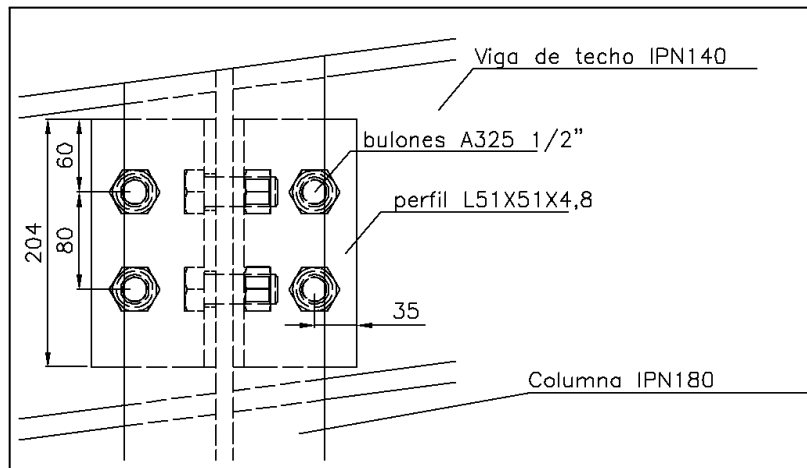


Figura 77. Esquema de unión viga con columna de frontis.

- **Descripción de la unión:**

Se verifica la unión articulada de corte y esfuerzo axial entre la viga de techo (perfil IPN 140) y los parantes del pórtico frontal. La conexión se materializa mediante el uso de dos perfiles ángulo (doble presilla) denominados "clips", que se abulonon al alma de ambos elementos estructurales.

La geometría de la unión consta de:

- Elemento de conexión: 2 perfiles ángulo L 51 x 51 x 4.8 mm.
- Elementos a unir: Almas de perfiles.
- Medios de unión: Bulones de diámetro 1/2" (12,7 mm).

Los perfiles son de acero F24 y se utilizan bulones de alta resistencia A325

- **Análisis de solicitaciones:**

La unión ha sido verificada para las combinaciones de carga más desfavorables, resultando en las siguientes solicitaciones últimas por bulón:

- Corte último: 4,19 kN
- Esfuerzo axial de compresión: 17,39 kN
- Esfuerzo axial de tracción: 5,96 kN

- **Verificación al Corte en Bulones**

Se verificó la capacidad del grupo de bulones para resistir a las fuerzas de corte.

- Resistencia de diseño al corte ($\phi \cdot R_v$): 31,35 kN
- Solicitación máxima (V_u): 17,39 kN

Al comparar ambos valores ($V_u \leq \phi \cdot R_v$) se observa que el bulón verifica las solicitudes de corte.

- **Verificación al Aplastamiento**

Se analizó el aplastamiento en las paredes de los agujeros del elemento más delgado conectado, correspondiente al perfil ángulo (clip) de espesor $t = 0,48$ cm. Se consideraron las distancias a bordes y entre agujeros según la geometría adoptada.

Se debe considerar que el aplastamiento se producirá cuando se transmitan cargas de corte y de normal en las vigas, por eso se verificó para ambas situaciones.

- Resistencia de diseño al aplastamiento para cargas verticales ($\phi \cdot R_n$):
38,13 kN
- Solicitación máxima (V_u): 4,19 kN
- Resistencia de diseño al aplastamiento para cargas horizontales($\phi \cdot R_n$):
27,97 kN
- Solicitación máxima (N_u): 17,39 kN

Al comparar ambos valores ($V_u \leq \phi \cdot R_n$; $N_u \leq \phi \cdot R_n$) se observa que las alas del perfil L verifican las solicitudes de aplastamiento.

- **Verificación por Bloque de Corte**

Se verificó la falla potencial por desgarramiento del material (bloque de corte) en los perfiles ángulo, analizando la combinación de fractura por tracción y fluencia por corte (y viceversa) a lo largo de las líneas de los bulones.

- Resistencia de diseño del bloque de corte para cargas verticales ($\phi \cdot R_n$):
52,85 kN
- Solicitación máxima (V_u): 16,74 kN
- Resistencia de diseño del bloque de corte para cargas horizontales($\phi \cdot R_n$):
49,35 kN
- Solicitación máxima (N_u): 23,82 kN

Al comparar ambos valores ($V_u \leq \phi \cdot R_n$; $N_u \leq \phi \cdot R_n$) se observa que las alas del perfil L se encuentran en buenas condiciones ante esfuerzos de desgarramiento.

Placa base de fundaciones

Las bases se dimensionan como simplemente apoyadas, por lo que los pernos de anclaje se ubican próximos al eje del perfil, garantizando la correcta transmisión de cargas sin generar momentos flectores significativos en la base.

El procedimiento de cálculo de las bases metálicas es el siguiente:

1. Se obtienen las máximas solicitaciones del modelo realizado en *Staad Pro*. En total se definen tres estados:
 - a. Estado de máxima compresión y corte.
 - b. Estado de máxima tracción y corte
 - c. Estado de máximo corte y compresión
2. Se calcula el momento M^* que produce V_u debido a la excentricidad que existe entre la posición de la placa base y el centro de presiones de la nariz de corte.
3. Se calcula la excentricidad de que producen la carga y se determina la tipología de la base.

$$e = \frac{M^*}{P_u}$$

4. Se determina el coeficiente V_u/P_u para determinar si el corte puede ser resistido por solo fricción o es necesario disponer de una nariz de corte.
5. Para cada estado de carga se realizan las siguientes verificaciones de acuerdo al estado de solicitación considerado:

a. Verificación de las presiones verticales en el hormigón.

$$F_p \leq 0.85 * \phi_c * f'_c * \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} \leq 1.70 * \phi_c * f'_c$$

$F_p \rightarrow$ Presión del hormigón

$$F_p = \frac{P_u}{(A*B)} \pm \frac{M^*}{\frac{B^2 A^2}{6}}$$

$A ; B \rightarrow$ Dimensiones de la placa base

$M^* ; P_u \rightarrow$ Esfuerzos últimos

$\phi_c \rightarrow$ Factor de resistencia =0.6

$f'_c \rightarrow$ Resistencia característica del hormigón a compresión.

$\sqrt{\frac{A_1}{A_2}} \rightarrow$ Factor de mayoración

b. Verificación de las presiones horizontales en el hormigón debido a la nariz de corte

$$p_h = \frac{V_u}{(P-G) \cdot B_n} \leq 0.85 \cdot \phi_c \cdot f'_c$$

p_h → Presión horizontal del hormigón

P → Largo de la nariz de corte

G → Espesor del grouting

B_n → Ancho de la nariz de corte

ϕ_c → Factor de resistencia = 0.6

f'_c → Resistencia característica del hormigón a compresión.

c. Verificación del espesor de la base debido a la tracción de los pernos de anclaje.

Los pernos al traccionarse generan flexión sobre la placa la cual está empotrada por el alma y las alas del perfil. Es por esto que se calcula el espesor de la placa base necesario para resistir esa flexión como si se tratara de una losa. Este momento se determina a partir de las tablas de Erturk, para la Tabla N°9 indicado en la Figura 78 y con un coeficiente de 0,1258 de manera tal de obtener el momento más crítico “Mu”. Luego dicho momento se comprará con la resistencia plástica de la sección o momento plástico. Se obtiene así una placa base de 10 mm de espesor.

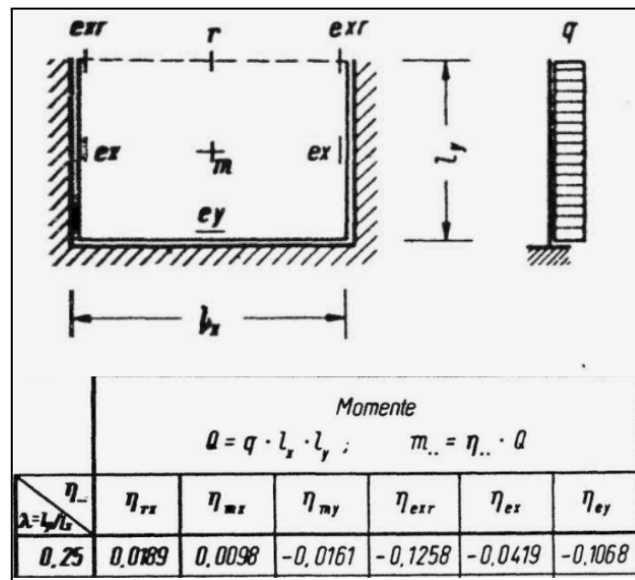


Figura 78. Tabla N°9 de las Tablas de Erturk.

Se utilizan la siguientes expresiones:

$$M_u < \phi \cdot M_n$$

ϕ_c → Factor de resistencia = 0.9

$M_u \rightarrow$ Momento actuante, se calcula a partir de la tabla de escurter

$N \rightarrow$ Números de pernos de anclaje traccionados

$T_u \rightarrow$ Esfuerzo de tracción de los pernos

$z \rightarrow$ Brazo de palanca

$M_n \rightarrow$ Momento nominal

$$M_n = F_y * Z$$

$F_y \rightarrow$ Tensión de fluencia del material

$Z \rightarrow$ Módulo plástico de la sección.

d. Verificación de la nariz de corte a flexión.

$$M_u < \phi * M_n$$

$\phi_c \rightarrow$ Factor de resistencia =0.9

$M_u \rightarrow$ Momento actuante

$$M_u = V_u * x$$

$x \rightarrow$ Excentricidad que existe entre la posición de la placa base y el centro de presiones de la nariz de corte

$V_u \rightarrow$ Esfuerzo de corte

$M_n \rightarrow$ Momento nominal

$$M_n = F_y * S$$

$F_y \rightarrow$ Tensión de fluencia del material

$S \rightarrow$ Módulo elástico de la sección.

e. Verificación a tracción de los pernos de anclajes.

$$T_u < \phi * T_n$$

$\phi_c \rightarrow$ Factor de resistencia =0.75

$T_u \rightarrow$ Tracción actuante en los pernos de anclaje.

$T_n \rightarrow$ Resistencia nominal a tracción.

$$T_n = 0.75 * A_p * F_u$$

$A_p \rightarrow$ Área bruta del perno de anclaje

$F_u \rightarrow$ Tensión de rotura del perno de anclaje

6.9.2 FUNDACIONES

6.9.2.1 Elección de tipo de fundación

Para el diseño de las fundaciones es necesario contar con un estudio de suelos representativo del terreno. En este caso, se dispone de un informe geotécnico provisto por “*Estudio Torres y Vercelli S.R.L.*”, correspondiente a una obra ubicada aproximadamente a 1.000 m al noreste del emplazamiento previsto para el Centro de Distribución de Agua Potable. En la Figura 79 se muestra el perfil geotécnico proporcionado por dicho estudio.

Dado que no se cuenta con investigaciones adicionales en el área y considerando que el presente trabajo se desarrolla en etapa de anteproyecto, se adoptan provisoriamente los valores y parámetros geotécnicos suministrados en el informe mencionado.

Es importante señalar que el estudio disponible fue realizado con el propósito de evaluar la factibilidad de ejecutar fundaciones del tipo superficial. Si quisieran proyectarse fundaciones del tipo profundas mediante pilotes, los especialistas indicaron que deberían realizarse prospecciones a mayor profundidad, por lo que el estudio disponible no resulta válido para esta solución estructural. En consecuencia, con los datos disponibles de los estratos del suelo, sólo puede efectuarse el dimensionamiento de bases superficiales, por más que los pilotes constituyan también una solución estructural adecuada en función de las cargas y características de la obra.

Por lo que debido a la ausencia de otros estudios de suelo y manteniendo el carácter preliminar del presente anteproyecto, se adopta como solución la ejecución de fundaciones superficiales.

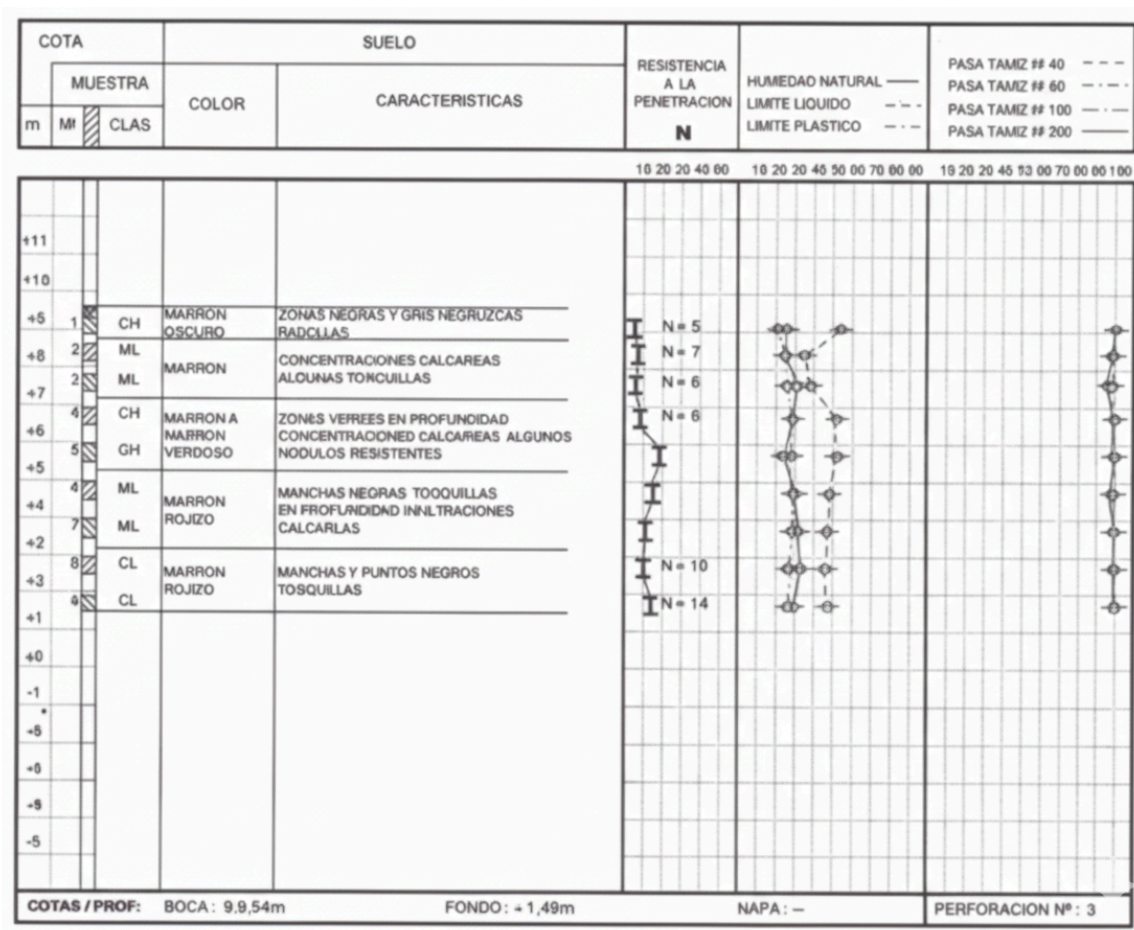


Figura 79. Perfil geotécnico provisto por el Estudio Torres y Vercelli S.R.L.

6.9.2.2 Análisis perfil geotécnico

De acuerdo con el perfil geotécnico indicado anteriormente en la Figura 70, se observa que el terreno presenta una configuración típica de suelos finos cohesivos. En el primer metro de profundidad se identificaron arcillas de alta plasticidad (CH) con presencia de materia orgánica. Por debajo de este estrato, se desarrolla un paquete de limos inorgánicos (ML) y arcillas (CH/CL) con intercalaciones de concreciones calcáreas y tosquillas. Del estudio realizado se desprende que el nivel freático no se encuentra próximo a la superficie, por lo que no representa una condición desfavorable para la ejecución de las fundaciones superficiales.

En cuanto a los ensayos de penetración estándar (SPT), estos arrojaron valores de resistencia a la penetración “N” de entre 5 y 8 golpes en los primeros metros, lo que indica una consistencia de blanda a media que es adecuada para el tipo de función adoptada.

En la Tabla 12 se presentan los valores provistos de tensión admisible del terreno según la profundidad respecto al nivel del terreno natural considerado, junto con los parámetros geotécnicos utilizados para el dimensionamiento de las fundaciones. En la Figura 80 se presenta un esquema del perfil geotécnico junto con las cotas de fundación posibles.

Cota de Fundación [m]	Tensión admisible " σ_{adm} " [kN/m ²]	Estrato	Cohesión "C" [kPa]	Ángulo de fricción interna " ϕ " [°]	Peso específico " γ " [kN/m ³]
-1,7	80	Estrato 1 - ML	59	7	17,5
-3,4	120	Estrato 2 - CH	97	11	19

Tabla 12. Parámetros geotécnicos de estratos considerados para la fundación.

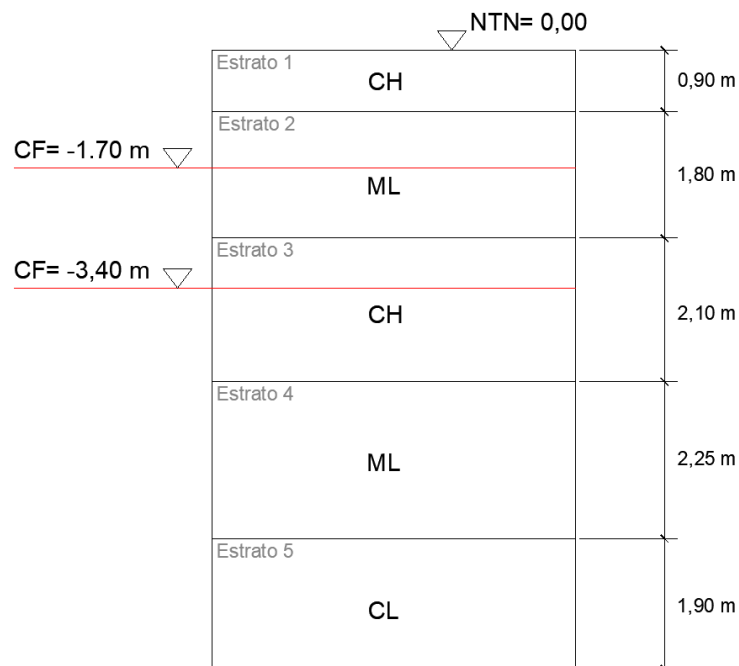


Figura 80. Esquema perfil geotécnico indicando cotas de fundación posibles.

6.9.2.3 Dimensionamiento bases

Se realiza el dimensionamiento de las bases correspondientes al pórtico típico, adoptado como referencia por representar la condición estructural más representativa del sistema. En el Plano 15 se presenta el esquema del pórtico junto con las respectivas bases y esquema de armaduras. Las fundaciones se proyectan a una cota de $-1,70$ m desde el NTN, por lo que para su verificación se emplean los parámetros geotécnicos del terreno correspondientes a dicha profundidad. Estos valores (incluyendo tensiones admisibles, peso específico y parámetros de resistencia del suelo) se encuentran detallados en la Tabla 12 previamente presentada.

El dimensionamiento de la base se realizó siguiendo las disposiciones y criterios establecidos en el CIRSOC 201, correspondiente a estructuras de hormigón, considerando los esfuerzos y solicitaciones obtenidos del análisis estructural en el software *Staad Pro*.

Para la verificación de las bases se tuvieron en cuenta tres estados determinantes:

- Máxima compresión
- Máximo corte
- Máxima tracción

Los resultados obtenidos para los cálculos de las bases, incluyendo la verificación de los fustes y las zapatas se pueden observar en el ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO (desde la pág. 108 a 126 del anexo).

Dimensionamiento del fuste

El fuste cuenta con una sección de 45 cm x 28 cm. Para el dimensionamiento se lo consideró como una columna corta, dado que el elemento se encuentra confinado lateralmente por el suelo, condición que limita significativamente los desplazamientos horizontales y reduce la esbeltez efectiva del mismo.

Bajo esta hipótesis de trabajo, se procedió a la verificación resistente del fuste frente a las solicitaciones combinadas de compresión y flexión, adoptando los parámetros de interacción correspondientes.

Como resultado del análisis, se obtuvo una armadura longitudinal de 8 barras de $\varnothing$ 16mm distribuida uniformemente a lo largo del perímetro del fuste, junto con una armadura transversal conformada por estribos de $\varnothing$ 6 mm espaciados cada 19 cm.

Cabe destacar que los 3 fustes analizados llevan la misma armadura, que resulta de la mínima cuantía para la sección del fuste.

Dimensionamiento zapata

Para dimensionar las zapatas de las bases, se analiza la estabilidad de las mismas con cargas en ELS. Las verificaciones realizadas son las de hundimiento, volcamiento y deslizamiento.

Para la verificación de estabilidad al hundimiento se llevan las cargas al punto O y se evalúa la distribución de tensiones en el suelo (Figura 69). En caso de sección eficaz, se establece que la sección no puede ser menor del 60% de la sección total. Además, dado que la distribución de tensiones es lineal, se admite un incremento de la tensión admisible del suelo proporcional a la excentricidad de la carga, con un valor máximo de aumento de tensión admisible del 33% de la especificada en el estudio de suelos.

La verificación de estabilidad al vuelco se realiza a través del cálculo de momentos estabilizantes y desestabilizantes respecto al punto A (Figura 81).

Por último, se realiza la verificación de estabilidad al deslizamiento a través del cálculo de resistencia al corte del suelo, la cual tiene que ser 1,5 veces mayor que el corte que transmite la

columna. En caso de que la zapata trabaje bajo sección eficaz, se calcula utilizando el área efectiva como se muestra a continuación en la Figura 82.

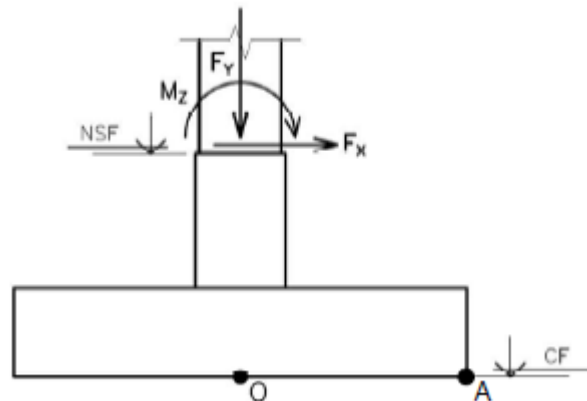


Figura 81. Esquema de cargas y puntos de verificación para hundimiento y volcamiento.

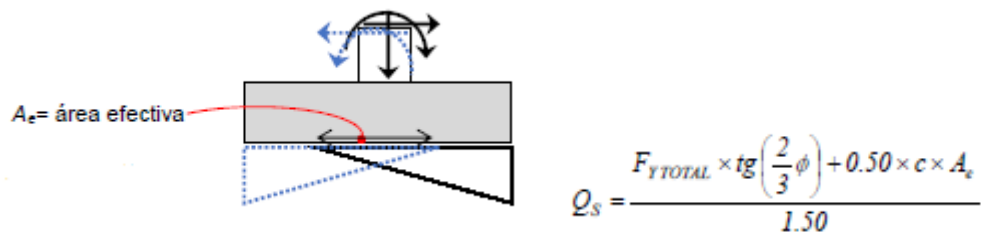


Figura 82. Esquema de cargas y área efectiva a deslizamiento.

Por otro lado, se verifica la capacidad estructural de las zapatas a partir del análisis de la resistencia de los elementos con cargas en ELU. Las verificaciones realizadas son las de corte como viga ancha, corte por punzonado y flexión.

Para la verificación de corte como viga ancha, se calcula el corte a una distancia “d” del filo del fuste, considerando que el fuste genera un apoyo directo para la zapata (Figura 83). Esta verificación se realiza en ambas direcciones por separado y se considera que todo el corte debe ser absorbido por el hormigón, es decir que no se coloca armadura de corte.

Según CIRSOC 201, para asegurar buenas condiciones:

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$(11.3.1.1.) V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

Para verificar el corte en dos direcciones y teniendo en cuenta que se tiene un momento no equilibrado que llega de la columna en dos direcciones, se calcula la tensión máxima actuante y se compara con la tensión de resistencia mínima de las 3 expresiones dadas por el CIRSOC 201 para efectos de punzonado. En la Figura 84 se puede observar un esquema del perímetro colaborante, junto con la distribución de tensiones para el caso de momento no equilibrado.

Por último, se determinan las armaduras necesarias para resistir los momentos flectores que se producen en la solera por presiones del suelo. Cabe destacar que en caso de que la zapata trabaje con sección eficaz, también es necesario calcular una armadura superior debido al levantamiento de la solera.

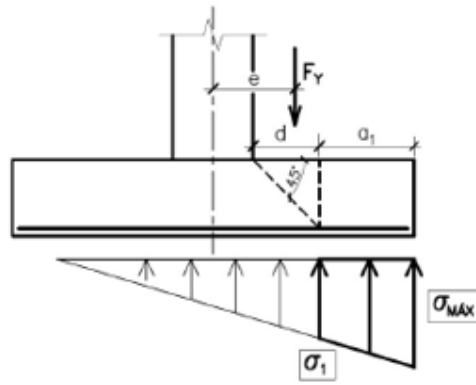


Figura 83. Esquema de cargas para verificación de corte en la zapata.

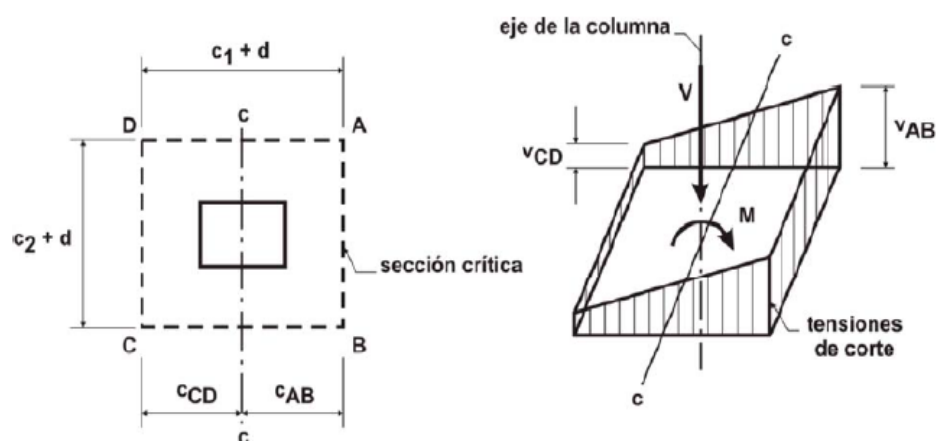


Figura 84. Esquema de cargas para verificación de punzonado en la zapata.

6.9.3 PAQUETE ESTRUCTURAL VIAL

El predio donde se emplaza el centro de distribución cuenta con dos ingresos ubicados sobre la Calle 2106, ambos materializados mediante portones de acceso que garantizan el cerramiento y la seguridad del lote. Dichos accesos se denominan como Zona A1 y A2 respectivamente, como se indica en la Figura 85.

El primero de ellos permite un ingreso directo al galpón de procesos, facilitando las maniobras de vehículos destinados al mantenimiento de las bombas y el recambio de filtros o materiales pesados sin interferir con el resto de las instalaciones. El segundo acceso está proyectado para la logística de abastecimiento de insumos, permitiendo el ingreso de camiones

para la provisión periódica de cloro a la cisterna, así como para cualquier otra tarea de mantenimiento que requiera el movimiento de vehículos de mediano porte.

Como se mencionó previamente en el ítem 6.8.3, el ingreso se encuentra sobre la Calle 2106, la cual no está pavimentada en el tramo entre calles Camino Nuevo a Soldini y Camino Viejo a Soldini. El resto de las inmediaciones cuenta con una carpeta de asfalto, lo cual garantiza un fácil acceso a la planta. Se considera que no es necesario realizar obras de pavimentación en el tramo estudiado ya que los vehículos necesarios para mantenimiento no son de gran porte.

Dentro del predio, para el paquete estructural vial se tienen dos zonas diferenciadas (Zona A1- A2 y Zona B) donde se deberá ejecutar un refuerzo estructural debido al tránsito. Las zonas se muestran esquemáticamente en la Figura 85.

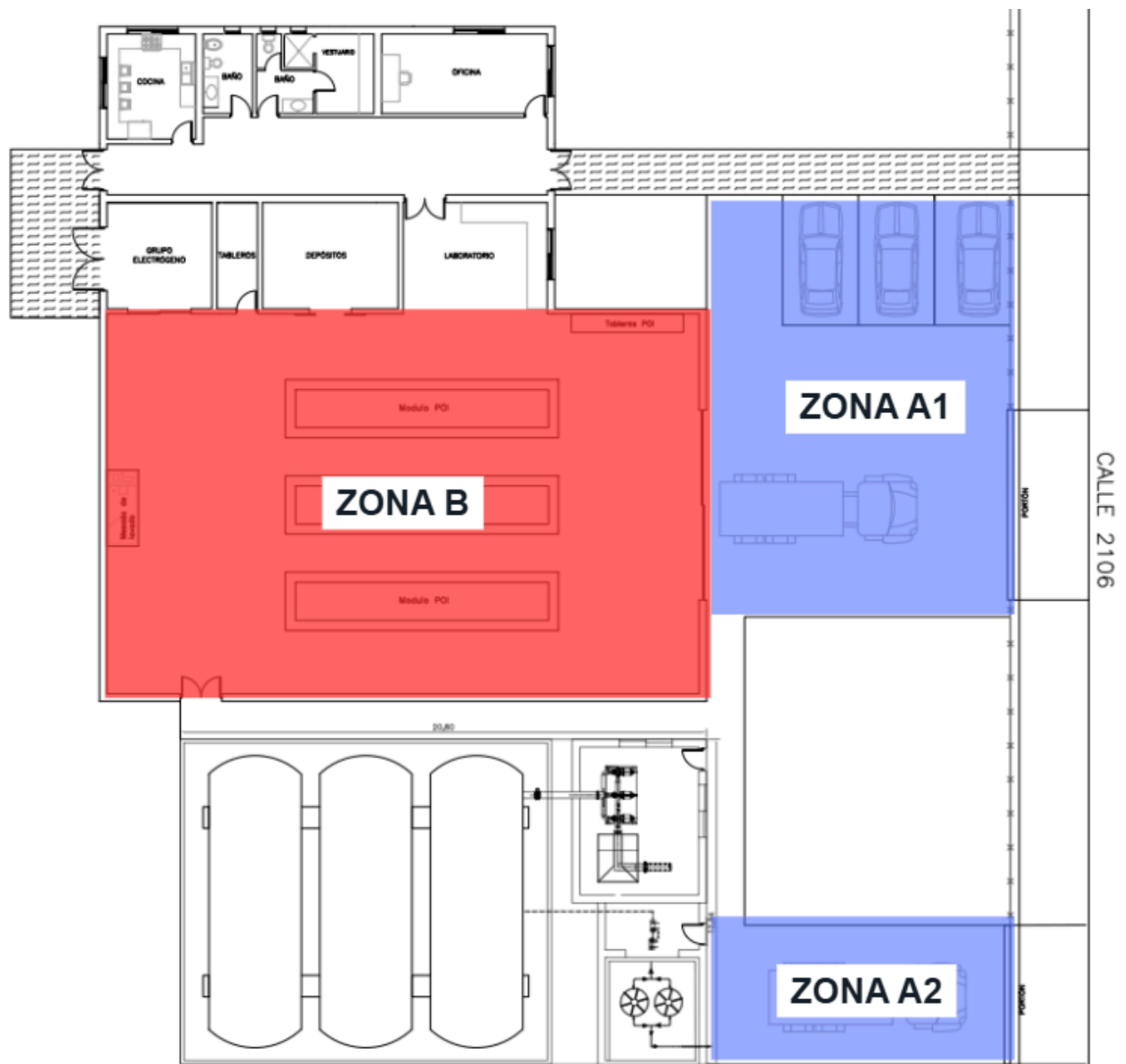


Figura 85. Esquema de zonas de refuerzo estructural de tránsito. Fuente: Elaboración propia

Las mismas están diferenciadas ya que los refuerzos serán diferentes. En las Zonas A1 y A2, el tipo de refuerzo será únicamente un estabilizado granular con cemento ya que el tránsito será de vehículos del tipo camiones de mediano porte y de autos, mientras que en la Zona B, debido al eventual tránsito de autoelevador dentro de la zona de los módulos de la POI se deberá adicionar al estabilizado granular con cemento una capa de hormigón.

Como se mencionó en el capítulo 6.9.2 *FUNDACIONES* se dispone de un informe geotécnico provisto por “*Estudio Torres y Vercelli S.R.L.*”, correspondiente a una obra ubicada aproximadamente a 1.000 m al noreste del emplazamiento previsto para el Centro de Distribución de Agua Potable. Dado que no se cuenta con investigaciones adicionales en el área y considerando que el presente trabajo se desarrolla en etapa de anteproyecto, se adoptan provisoriamente los valores y parámetros geotécnicos suministrados en el informe mencionado. Dicho informe puede verse en la Figura 79 y en el Anexo 09.

Con este informe como referencia, se procedió a categorizar el suelo de los primeros 90 cm según la clasificación HRB adoptada por la Dirección Nacional de Vialidad y se obtuvo el resultado indicado en la Tabla 13.

TAMIZ	RETIENE o PASA	GRAMOS	%
PESO TOTAL		200,00	
	Ret.	0,00	0,0
# 10	Pasa	200,00	100,0%
	Ret.	0,00	0,0%
# 40	Pasa	200,00	100,0%
	Ret.	4,00	2,0%
# 200	Pasa	196,00	98,0%
LÍMITES		LÍQUIDO	PLÁSTICO
LL	L.P.	52,0%	22,0%
ÍNDICE PLÁSTICO		30,0%	
Clasif. H.R.B.(I.G.)		A-7-6 (33)	
		IG	33

Tabla 13. Resultado clasificación H.R.B.

El resultado indica un suelo de mala calidad ya que se trata de un suelo plástico arcilloso-limoso.

Por este motivo se proponen las siguientes estructuras de pavimento (ver Figura 85):

Zona A

- Subrasante suelo local.
- Subbase de 20 cm de espesor de suelo local mejorado con cal.
- Base/carpeta de 20 cm de espesor de estabilizado granular con cemento.

Con una pendiente 2% para garantizar el correcto escurrimiento superficial de las aguas.

Zona B

- Subrasante suelo local.
- Subbase de 20 cm de espesor de suelo local mejorado con cal.
- Base de 20 cm de espesor de estabilizado granular con cemento.
- Carpeta de rodamiento de losa de hormigón H-30 de 20 cm de espesor.

La pendiente interna del galpón será la correspondiente a necesidades constructivas.

Se deberá interponer entre estos dos paquetes una transición como indica el manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón del Instituto del Cemento Portland Argentino como muestra la Figura 86.

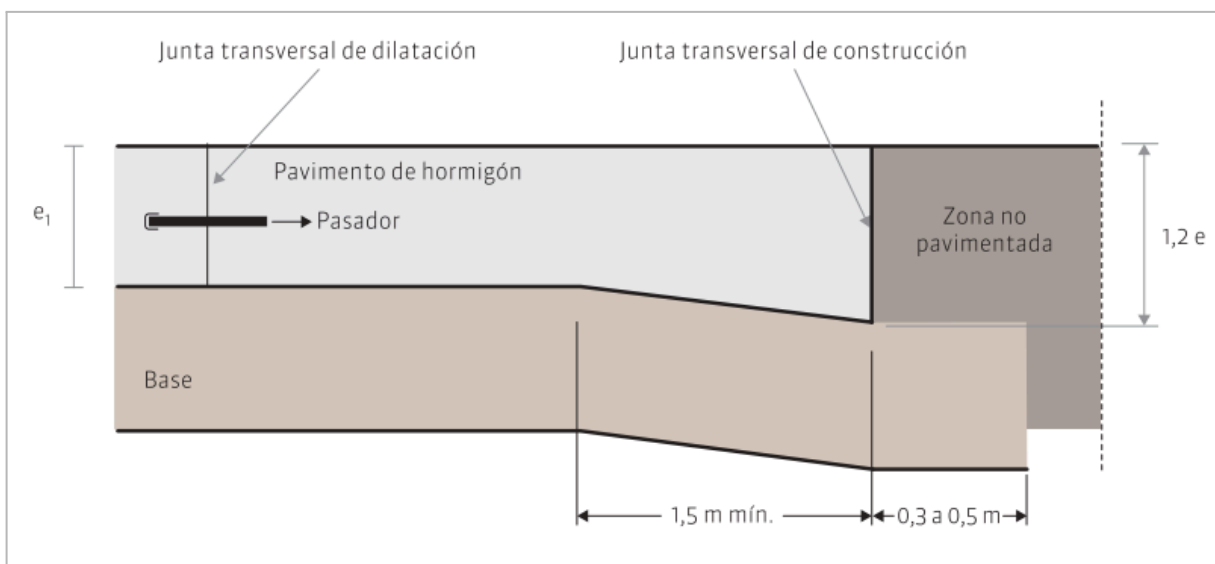
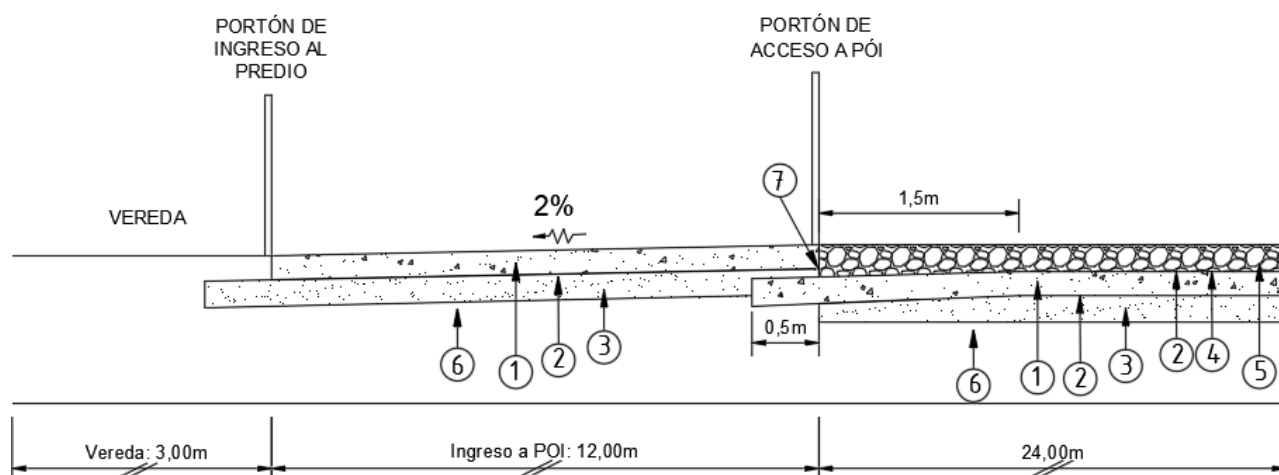


Figura 86. Transición de pavimento entre el interior y el exterior de la POI. Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino.

En el esquema de la Figura 87 se muestra el resultado final de los paquetes estructurales. Los mismos pueden verse con mayor detalle en el Plano 18.



- ① BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR CON CEMENTO, ESPESOR 0.20 m.
- ② RIEGO DE CURADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA A RAZÓN DE 0.25 Kg/m².
- ③ SUBBASE DE SUELO MEJORADO CON CAL, ESPESOR 0.20 m
- ④ MEMBRANA IMPERMEABLE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 250 µm
- ⑤ HORMIGÓN H-30, ESPESOR 0.24 m con transición en 1,50m a ESPESOR 0,20 m
- ⑥ SUBRASANTE DE SUELO LOCAL
- ⑦ JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN

Figura 87. Esquema de paquetes estructurales. Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que todo lo mencionado anteriormente debe verificarse en cuanto a espesores, calidad y dosificaciones con ensayos in situ del terreno. Al tratarse de un anteproyecto, se aceptan las definiciones expresadas.

7. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA EL CUIDADO DEL AGUA POTABLE

7.1 REDES COMUNITARIAS DE ACCESO AL AGUA POTABLE

Según Zambrana Villalobos (2017) las redes comunitarias de acceso al agua son sistemas de provisión de agua potable gestionados colectivamente por comunidades locales organizadas de manera autónoma. Estas redes se diferencian de los modelos estatales o privados en que la comunidad asume la responsabilidad directa en la captación, tratamiento, distribución y mantenimiento del recurso hídrico. Estas organizaciones no solo buscan garantizar la disponibilidad del agua, sino también fomentar la participación comunitaria en la gestión, fortaleciendo la apropiación social del recurso.

Entre sus características distintivas se encuentran la autogestión, ya que las decisiones sobre operación, mantenimiento y financiamiento son asumidas por los miembros de la comunidad y la participación activa de los usuarios debido a que definen prioridades y controla tarifas, pero

sobretudo, se destacan la solidaridad, la transparencia y el control social (Fundación Avina - CLOCSAS, 2017).

Estas redes se encuentran principalmente en zonas rurales, periurbanas y en asentamientos informales, donde los sistemas públicos no logran cubrir la demanda de manera adecuada. Las publicaciones revisadas muestran que funcionan con especial éxito en contextos de baja densidad poblacional, donde los costos de extensión de redes públicas resultan muy altos y contextos de urbanización rápida y no planificada, donde la infraestructura estatal no llega rápidamente al ritmo del crecimiento (Fundación Avina, CLOCSAS, 2017).

En América Latina, las experiencias más consolidadas se encuentran en Ecuador, Bolivia y Perú, donde el marco legal reconoce explícitamente la gestión comunitaria del agua.

El éxito de las redes comunitarias se basa en la articulación de distintos actores ya que los miembros de la comunidad asumen responsabilidades de operación, mantenimiento y toma de decisiones, las organizaciones no gubernamentales, aportan asistencia técnica, capacitación y acompañamiento organizativo y finalmente las autoridades locales y organismos públicos facilitan marcos normativos, apoyo financiero o acceso a laboratorios entre otros.

Las redes comunitarias de acceso al agua ofrecen ventajas como la adaptación a contextos locales, la apropiación social del servicio y el fortalecimiento de los lazos comunitarios como señala Fundación Avina - CLOCSAS (2017). No obstante, enfrentan desafíos importantes como la capacidad financiera a lo largo del tiempo, la necesidad de capacitación técnica de la comunidad, el mantenimiento de la calidad del agua y la futura integración con sistemas centralizados.

En definitiva, las redes comunitarias de acceso al agua constituyen un modelo que ha demostrado ser efectivo para garantizar el suministro de agua potable en contextos donde los esquemas tradicionales resultan insuficientes o están ausentes. Sin embargo, esta insuficiencia no debe entenderse únicamente como una limitación técnica o económica, sino también como el resultado de decisiones políticas y de planificación urbana que, en muchos casos, excluyen a determinados territorios del acceso a servicios básicos, como ocurre en diversos asentamientos informales de Argentina y particularmente, en la ciudad de Rosario.

7.2 PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y APROPIACIÓN SOCIAL EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN ROSARIO

En el marco del proyecto, resulta fundamental reflexionar acerca de cómo los aprendizajes provenientes de las experiencias de redes comunitarias de acceso al agua en América Latina pueden reinterpretarse y adaptarse a la realidad de la ciudad de Rosario.

En ese sentido, se considera que el valor central de estas experiencias se representa en la participación activa de la comunidad en la gestión y apropiación del recurso. Estos principios pueden ser adoptados en este caso aun sabiendo que la ejecución de la obra y posterior operación estará a cargo de la empresa ASSA. De esta forma, la propuesta de implementación de una POI en la zona analizada ofrece una oportunidad única para introducir prácticas de gestión participativa que promuevan la apropiación social del agua para fortalecer la legitimidad y sostenibilidad del servicio.

A diferencia de los casos analizados en las publicaciones bibliográficas, donde la comunidad gestiona de manera directa la operación técnica, en Rosario la administración estará a cargo del prestador ASSA. Sin embargo, esto no debe excluir a los vecinos y vecinas de los procesos de decisión, seguimiento y control social vinculados al funcionamiento de la planta, ni tampoco de la construcción de una cultura de cuidado del recurso. En este sentido, Zambrana Villalobos (2017) enfatiza que la gestión comunitaria del agua no se limita a la administración operativa, sino que constituye un modelo de empoderamiento social que fortalece el vínculo entre la comunidad y el recurso.

La participación ciudadana puede articularse en distintos niveles. Por un lado, resulta indispensable garantizar mecanismos de información accesibles y transparentes sobre el funcionamiento de la planta como su capacidad de producción, los parámetros de calidad del agua, los costos de operación y mantenimiento, así como los posibles límites o dificultades técnicas.

Por otro lado, se propone desarrollar instancias de capacitación comunitaria. Estas instancias pueden incluir talleres barriales, jornadas en escuelas y recorridos guiados por la planta, con el fin de que la población conozca el proceso de extracción, tratamiento y distribución del agua. En particular, se busca promover una mirada social del recurso que permita que la sociedad en su conjunto deje de percibirlo como un bien que “llega solo” a los hogares y comience a reconocerlo como el resultado de una obra común que requiere compromiso y cuidado para garantizar su sostenibilidad, entendiendo que estas instancias de formación deberían extenderse progresivamente a todos los sectores de la sociedad, a fin de fomentar un uso más responsable y consciente del agua.

También, es necesario fortalecer espacios de participación directa que funcionen como redes de cuidado del agua. Estas redes, si bien no tendrán funciones técnicas ni operativas, podrán cumplir un rol relevante en el control ciudadano sobre el servicio, en la generación de buenas prácticas de consumo en los hogares y en la detección temprana de posibles problemas relacionados con pérdidas, derroches, usos indebidos o conexiones irregulares. La Fundación Avina, CLOCSAS (2017) menciona que la sostenibilidad de los sistemas comunitarios no depende únicamente de la infraestructura instalada, sino de la capacidad de organización social y la construcción de ciudadanía alrededor del agua.

Asimismo, resulta pertinente pensar en la creación de una comisión barrial de acompañamiento al proyecto, integrada por representantes de la comunidad, organizaciones sociales y referentes institucionales. Esta comisión actuará como interlocutora entre la comunidad y el prestador, canalizando inquietudes, proponiendo mejoras y promoviendo una relación de corresponsabilidad en la gestión del recurso.

A modo de síntesis, la adaptación de ciertos principios de las redes comunitarias al contexto urbano de Rosario no implica replicar idénticamente sus formas de organización, sino rescatar sus aprendizajes más valiosos como son la participación, la apropiación social y el control comunitario. Incorporar estas dimensiones al proyecto de la POI no solo mejorará la eficiencia del servicio en términos técnicos, sino que permitirá construir un modelo de gestión del agua donde la comunidad deje de ser un actor receptor para convertirse en un protagonista activo.

Este enfoque, a su vez, fortalece la sostenibilidad a largo plazo de la obra. De acuerdo con Zambrana Villalobos (2017) la experiencia demuestra que los sistemas de agua, por más tecnológicamente sofisticados que sean, requieren de una comunidad comprometida con su cuidado, capaz de valorar el recurso y de actuar solidariamente para preservarlo.

8. APORTES DEL PROYECTO A LA AGENDA 2030 DE NACIONES UNIDAS

Este apartado tiene como finalidad identificar la vinculación del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por Naciones Unidas, focalizando en aquellos en los que existe un impacto directo que contribuya al cumplimiento de sus respectivas metas.

Como señala Naciones Unidas (2023) el agua es esencial no solo para la salud, sino también para reducir la pobreza, y garantizar la seguridad alimentaria, la paz, los derechos humanos, los ecosistemas y la educación. Esta frase permite definir de cierta forma la importancia y los efectos positivos que trae aparejados la realización de este proyecto. El acceso al agua potable de calidad en los barrios beneficiados permitirá no solo mejorar la calidad de vida de quienes habitan, sino también reducir la brecha social que de cierta forma limita su desarrollo.

Según lo informado por Naciones Unidas (2023) en el informe de los ODS realizado por el organismo, se puede ver que aún se está lejos de resolver la problemática del acceso al agua en todo el mundo. En la Figura 88 se presentan algunos datos que permiten dimensionar la gravedad de la situación y la necesidad de redoblar esfuerzos en pos de mitigar estas problemáticas.



Figura 88. Resultados del informe de los ODS. (Naciones Unidas, 2023, p. 63).

Si bien el presente proyecto propone una intervención directa a través de un centro de distribución de agua potable, debe dejarse en claro que no es suficiente con abastecer de agua potable a las comunidades. Como bien sugiere la ONU, es importante y debe exigirse a las entidades gubernamentales que se realicen campañas de concientización sobre la importancia del cuidado y preservación del agua como un recurso fundamental para la vida.

En ese sentido y alineado particularmente con el *ODS 6 Agua limpia y saneamiento* este proyecto aporta a las metas:

6.1: De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

6.4: De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.

6.b: Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

A su vez, este proyecto aborda los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

ODS 3 Salud y bienestar, contribuyendo en las siguientes metas:

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

3.d: Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial.

ODS 4: Educación y Salud, contribuyendo en la siguiente meta:

4.7: De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, contribuyendo en las siguientes metas:

11.1: De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y a mejorar las condiciones de vida en los barrios marginales.

11.3: De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.

ODS 12: Producción y consumo responsable, contribuyendo en la siguiente meta:

12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONTINUACIÓN DEL PROYECTO

Nuestra propuesta forma parte de un proyecto integral de abastecimiento de agua potable en los barrios Tío Rolo, Puente Gallego y Piamonte que finaliza con la mejora y extensión de las redes de distribución en los barrios mencionados. Dada la magnitud del proyecto, este análisis se limitó hasta la cisterna de almacenamiento de agua potable.

Es por ello que a continuación se detallan los ítems con los cuales se debe complementar el presente estudio para lograr el objetivo integral del proyecto:

- Diseño y cálculo de la cisterna de almacenamiento de agua tratada.
- Diseño y cálculo del sistema de desinfección del agua tratada.
- Diseño y cálculo de la estación de bombeo de agua tratada, desde la cual se alimentará a los distintos barrios.
- Desarrollo de la obra eléctrica y automatismos requeridos.
- Diseño y cálculo de los conductos troncales de alimentación a cada barrio.

- Renovaciones y reparaciones de redes existentes (primarias y perimetrales), detección de fugas.
- Extensión de redes en área servida, y en pasillos, dentro de cada Polígono de RENABAP y asentamientos no registrados que se encuentren dentro del área de estudio, con sus respectivas conexiones domiciliarias.
- Diseño de alcantarillas transversales en los ingresos al predio.

9.2 RECOMENDACIONES

- A la hora de elaborar el proyecto ejecutivo será necesario realizar un análisis más exhaustivo del crecimiento poblacional de la zona, a fin de verificar o ajustar los supuestos adoptados en este estudio.
- Se sugiere evaluar la incorporación de al menos dos pozos adicionales con el objetivo de reducir las horas diarias de operación de los pozos proyectados. Un menor tiempo de funcionamiento no solo disminuye la demanda mecánica sobre las bombas, sino que también contribuye a evitar la sobreexplotación de los acuíferos y los posibles procesos de salinización. Se recomienda que la nueva conducción llegue directamente a la planta para simplificar la infraestructura y evitar intervenciones en la línea de impulsión actual. En cuanto a los módulos de ósmosis inversa, esta incorporación no modifica su funcionamiento dado que este se ajustará a las horas operativas finales que se definan a partir del esquema optimizado de pozos.

9.3 CONCLUSIONES

El desarrollo del presente proyecto permite arribar a una serie de conclusiones que abarcan tanto la dimensión técnica de la ingeniería civil como el impacto social y ambiental de la intervención en los barrios Tío Rolo, Puente Gallego y Piamonte.

A través del análisis realizado, queda demostrado que la implementación de una planta potabilizadora de ósmosis inversa (POI) constituye una solución técnica adecuada para la falta de presión y caudal del sistema actual. Se destaca la versatilidad del proyecto ya que la infraestructura diseñada (galpón, cisterna y estación de bombeo de agua tratada) se podrá utilizar como estación de rebombeo una vez que se finalice la obra del Acueducto Gran Rosario, quedando como solución definitiva para los barrios estudiados. Por el contrario, los módulos de ósmosis podrán ser reubicados en otros barrios o localidades con déficit de presión/calidad de agua.

Desde el punto de vista técnico, se ha logrado dimensionar todos los componentes del sistema. El diseño del galpón metálico y sus fundaciones responde a las solicitudes requeridas,

optimizando el uso de materiales y tiempos de montaje. Asimismo, la arquitectura propuesta logra una integración armónica con el entorno barrial, respetando la escala residencial en su fachada y resolviendo la escala industrial hacia el interior, lo que favorece la aceptación social de la infraestructura. El sistema hidráulico, desde la captación en los acuíferos Puelche y Pampeano hasta el tratamiento y la disposición del rechazo en el Arroyo Saladillo (a través del Emisario 14), cumple con los requerimientos normativos y de demanda futura.

Al igual que se observó en los antecedentes de saneamiento de la zona (como el proyecto de saneamiento en Puente Gallego), este trabajo reafirma que la ingeniería no puede dissociarse de la realidad social. El proyecto no solo busca entregar agua, sino garantizar el derecho humano al acceso al agua en cantidad y calidad, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible.

Por otra parte, se ha verificado que la mezcla de aguas subterráneas tratadas permite alcanzar los estándares del Código Alimentario Argentino, eliminando los riesgos sanitarios asociados al consumo de agua de napa sin tratamiento o a las conexiones informales precarias existentes.

Además, si bien la realización de esta obra constituye un avance en materia de sanidad para los barrios, esto no es suficiente. La incorporación de medidas no estructurales, inspiradas en experiencias de gestión comunitaria latinoamericanas, resultan importantes para el éxito del proyecto. Fomentar la participación ciudadana y la apropiación de la planta por parte de los vecinos transformará la percepción del servicio. De esta forma, el agua pasará a ser valorada como el resultado de un proceso complejo que requiere un consumo responsable y solidario.

Por último, es importante destacar la labor que tiene la Facultad, las y los estudiantes, y las y los futuros graduados en la sociedad. A partir de esta intervención se demuestra que es factible aplicar soluciones de ingeniería de alta calidad técnica en contextos vulnerables, reduciendo la brecha de desigualdad y mejorando sustancialmente la calidad de vida y la salud pública de los habitantes.

Consideramos que es fundamental reconocer que debemos ser profesionales comprometidos con la realidad social de nuestro país y valoramos en ese sentido el aporte que la Universidad Pública hace para poder lograrlo.

Finalmente, el carácter grupal de este proyecto resultó determinante para alcanzar una visión integral del problema. La interacción constante entre las y los integrantes permitió abordar el diseño desde múltiples perspectivas, donde el debate técnico y el consenso en la toma de decisiones simulaban la dinámica real del ejercicio profesional. Esta dinámica grupal reforzó la comprensión de la ingeniería como una actividad colectiva, la importancia de la cooperación y el compromiso compartido para el cumplimiento de los objetivos, fortaleciendo competencias técnicas, sociales y profesionales.

10. BIBLIOGRAFÍA

Aguas Santafesinas S.A. (2018, 8 de febrero). *Más agua potable para Tío Rolo* [Noticia]. <https://www.aquassantafesinas.com.ar/portal/mas-agua-potable-para-tio-rolo/>

Gobierno de la Provincia de Santa Fe. (2022, 13 de marzo). *Aguas Santafesinas mejoró el acceso al agua potable en el barrio popular Piamonte de Rosario*. <https://www.santafe.gob.ar/noticias/noticia/274019/>

Delbianco, N. (2024, 30 de noviembre). *CIS-UNR al servicio de la comunidad: proyecto de investigación para mejorar el acceso al agua de uso general en Puente Gallego*. El Ciudadano. <https://elciudadanoweb.com/cis-unr-al-servicio-de-la-comunidad-proyecto-de-investigacion-para-mejorar-el-acceso-al-agua-de-uso-general-en-puente-gallego/>

CIS-FCEIA-UNR. (s.f.). *Programa Barrios FCEIA-UNR*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. <https://cis.fceia.unr.edu.ar/investigacion/programa-barrios-fceia-unr/>

Abalone, L., Jesus, J., Nocetti, F., & Sargatal, P. (2021). *Barrio vulnerable: Puente Gallego, mejoras en la zona no urbanizada*. [Trabajo final de grado, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario]

Tiberi, F., & Pradi, J. (2021). *Análisis integral del barrio Puente Gallego, Rosario*. [Trabajo final de grado, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario]

Dell' Aia, G., & Mora, L. (2022). *Aspectos básicos de saneamiento en la zona no urbanizada del barrio Puente Gallego*. [Trabajo final de grado, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario]

Gobierno de la Provincia de Santa Fe. (2020, 27 de octubre). *La provincia licitó la ampliación de la planta de ósmosis inversa en barrio Toba de la ciudad de Rosario*. <https://www.santafe.gob.ar/noticias/noticia/268911/>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución A/RES/70/1). Asamblea General de las Naciones Unidas.

Provincia de Santa Fe. (2018). *Ley de Aguas, Ley N.º 13.740/2017*. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe.

Naciones Unidas. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DAES)

Naciones Unidas. (2010). *El derecho humano al agua y el saneamiento* (Resolución A/RES/64/292). Asamblea General de las Naciones Unidas.

Provincia de Santa Fe. (1994). *Ley 11.220: Transformación del Sector Público de Agua Potable, Desagües Cloacales y Saneamiento*. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe.

Ente Regulador de Servicios Sanitarios. (s.f.). *Mapa de servicios* [Página web]. <https://www.enress.gov.ar/mapa-servicios-app/>

Aguas Santafesinas S.A. (s.f.). *Quiénes somos*. <https://www.aguassantafesinas.com.ar/portal/quienes-somos/>

Aguas Santafesinas S.A. (s.f.). *Quiénes somos Rosario*. <https://www.aguassantafesinas.com.ar/portal/quienes-somos/rosario/>

Ameriso, L. (2024, 18 de marzo). *La provincia prioriza la etapa final del Acueducto Gran Rosario*. La Capital. <https://www.lacapital.com.ar/la-ciudad/la-provincia-prioriza-la-etapa-final-del-acueducto-gran-rosario-n10122118.html>

Barrionuevo, F. M. (2022). *Aguas Santafesinas: El debate esencial. Ambientalismo, Gobernanza del agua y problemáticas de gobierno en la empresa Aguas Santafesinas S.A.* Repositorio hipermedial UNR.

Administración Pública Nacional. (2017). *Decreto N.º 358/2017: Creación del Registro Nacional de Barrios Populares en Proceso de Integración Urbana (RENABAP)*

Observatorio de Barrios Populares. (s.f.). *RENABAP. Observatorio de Barrios Populares*. Google Looker Studio. <https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/0a127285-4dd0-43b2-b7b2-98390bfd567f/page/kIATC>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f.). *Glosario Definiciones y conceptos del Sistema de Estadísticas Sociodemográficas (SESD)*. https://www.indec.gob.ar/ftp/indecinforma/nuevaweb/cuadros/7/sesd_glosario.pdf

Aguas Santafesinas S.A. (2018). *Instalación de nuevos módulos de ósmosis inversa*. <https://www.aguassantafesinas.com.ar/portal/obras/instalacion-de-nuevos-modulos-de-osmosis-inversa/>

Zambrana Villalobos, T. (2017). *CLOCSAS. Confederación Latinoamericana de Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento. Antecedentes, evolución y potencialidades*. Panamá.

Fundación Avina, CLOCSAS. 2017. *La Asociatividad entre Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento -OCSAS- en Latinoamérica*. Panamá, 2017.

Fundación Avina - CLOCSAS. 2017. *Centros de Atención Integral (CAI) para Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento (OCSAS), Sistematización de seis experiencias exitosas en América y África*. Cali, Colombia.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f.). *Portal Geoestadístico*. <https://portalgeoestadistico.indec.gob.ar/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s.f.). *Redatam - INDEC. Sistema de procesamiento estadístico de censos y encuestas*. <https://redatam.indec.gob.ar/>

Municipalidad de Rosario. (2025). *Censo 2022. Rosario Datos*. <https://datos.rosario.gob.ar/poblacion/datos-censales/censo-2022-0>

Grundfos. (s.f.). *Selection and sizing – Pump selection guide*. <https://www.grundfos.com/ar>

11. ENTREVISTAS

Para la elaboración de este proyecto final se mantuvieron entrevistas con los siguientes informantes clave relacionados con la temática:

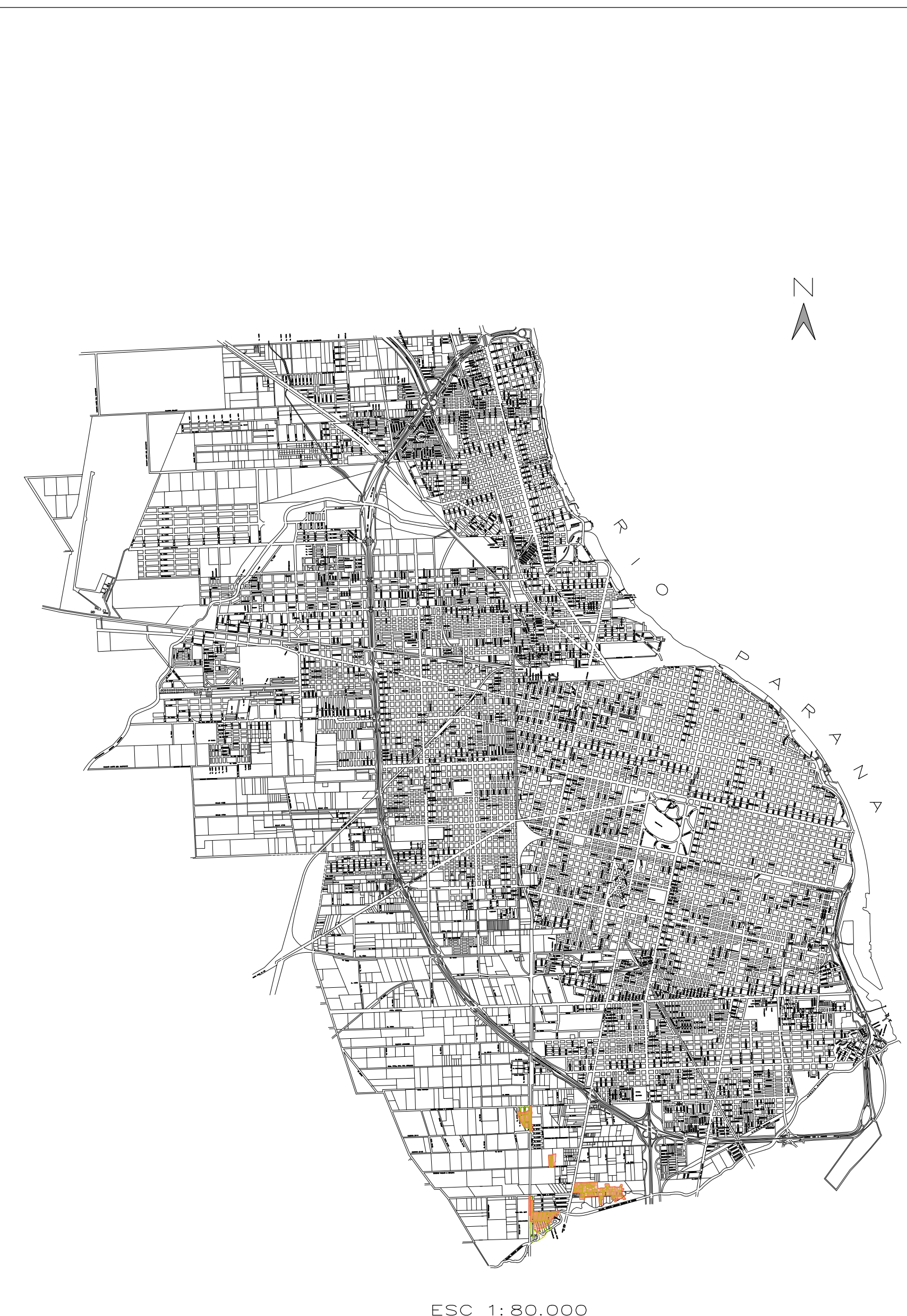
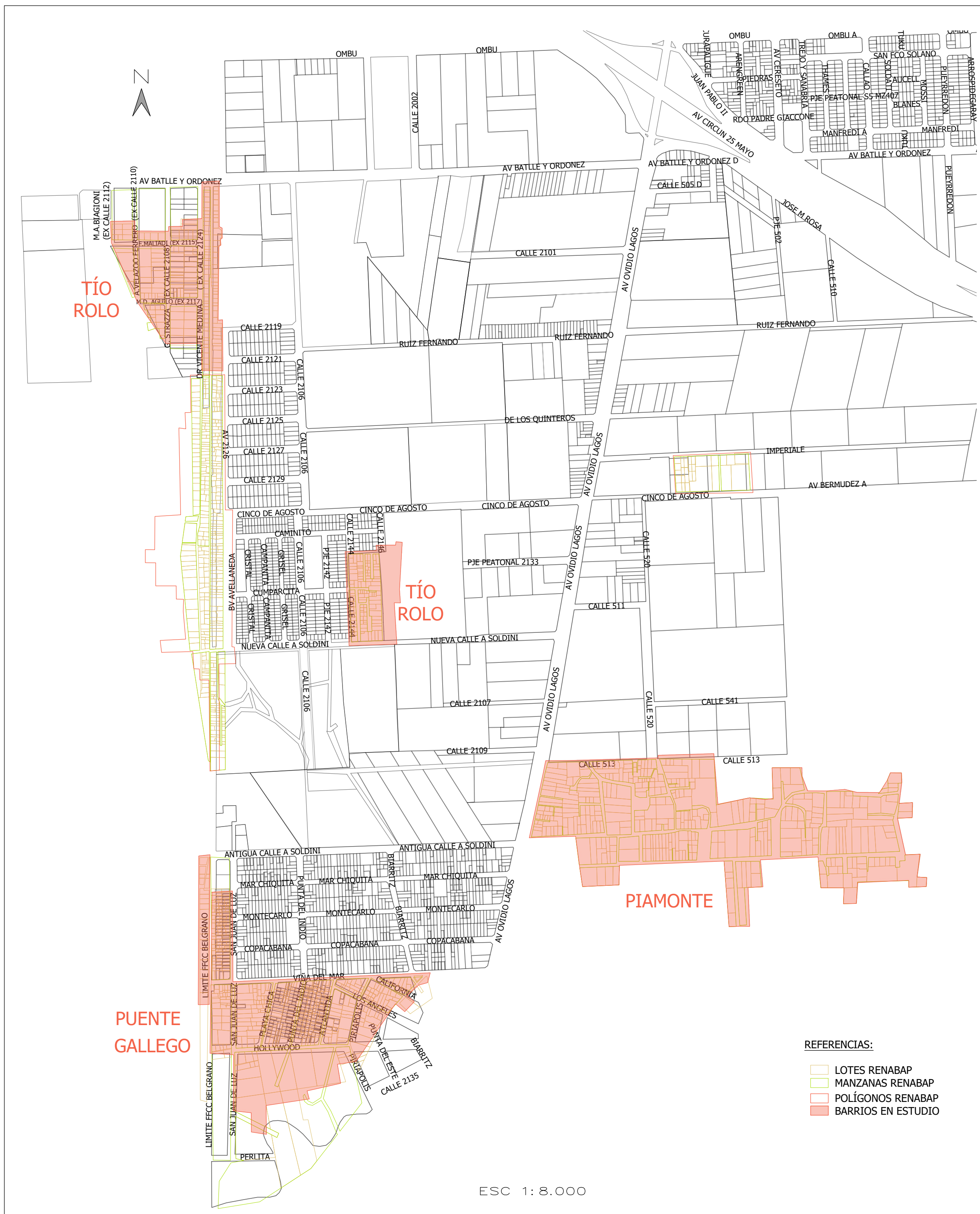
- Ing. Enrique Piacente. Dpto Recursos Subterráneos y Plantas Potabilizadoras. Gerencia Infraestructura, Técnica y Calidad - Aguas Santafesinas S.A.
- Ing. Berlier Augusto. Dpto. Recursos Subterráneos y Plantas Potabilizadoras. Coordinación de Calidad y Medio Ambiente - Aguas Santafesinas S.A.
- Téc. Dominguez Gastón. Coordinador General de Gestión de Explotación y Mantenimiento. Secretaria De Aguas y Saneamiento - Ministerio De Obras Públicas de Santa Fe.

A través de preguntas abiertas en relación a plantas potabilizadoras de ósmosis inversa se abordaron los siguientes ejes temáticos: diseño y ejecución, funcionamiento y mantenimiento, pozos de bombeo y calidad de agua, cañería de rechazo, reutilización de módulos. A su vez, en relación al servicio de agua potable en la provincia de Santa Fe se abordaron los siguientes ejes temáticos: plan de acueductos de la provincia, antecedentes y actualidad de las redes de agua potable en la ciudad de Rosario.

12. PLANOS

Listado de planos:

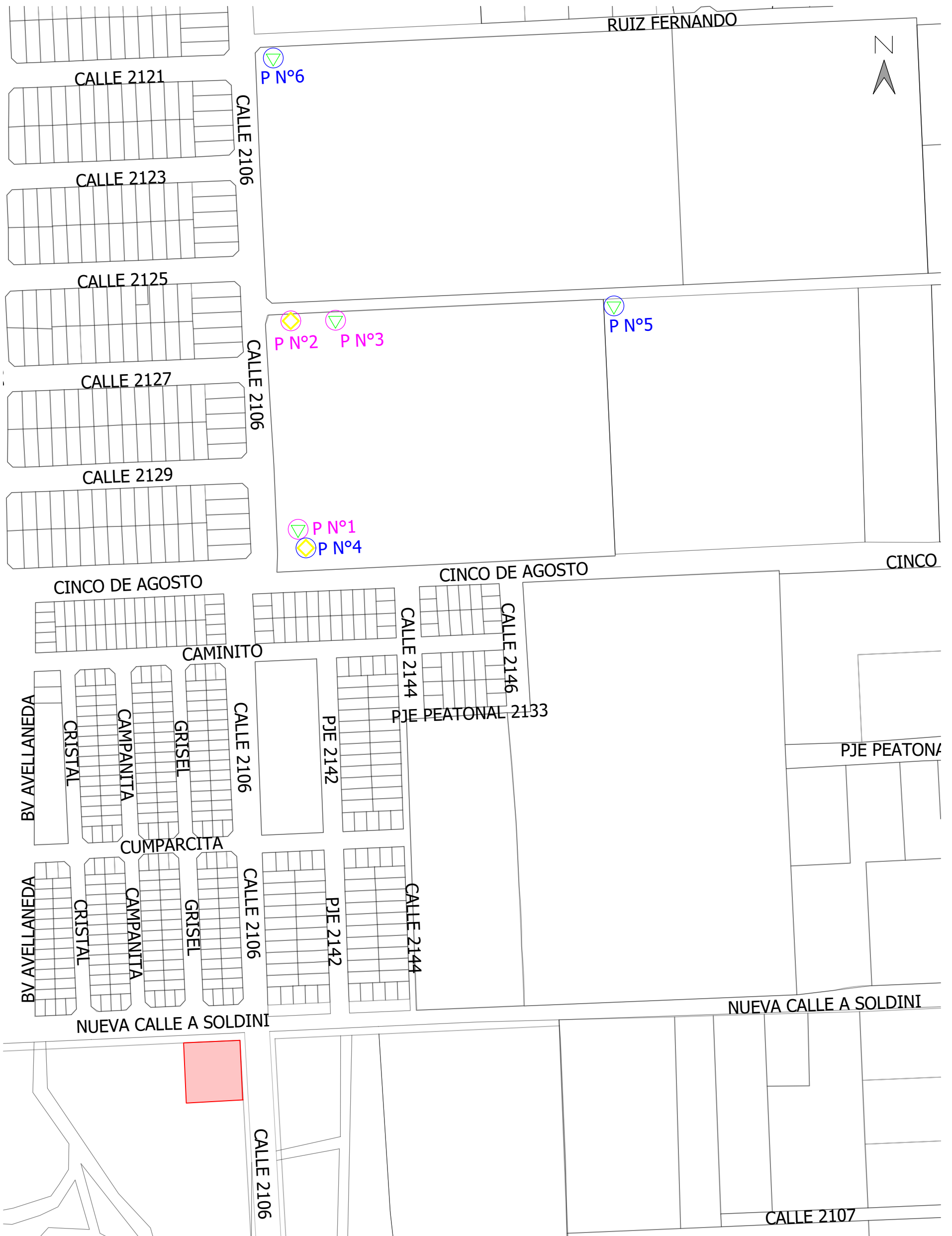
- PLANO 01: Ubicación general de la zona de estudio
- PLANO 02: Ubicación del terreno de la POI y perforaciones
- PLANO 03: Cañería de impulsión de agua cruda
- PLANO 04: Nudos - Cañería de impulsión de agua cruda
- PLANO PT-CA: Plano tipo para cámara de aire
- PLANO PT-CD: Plano tipo para cámara de desagüe
- PLANO 05: Cañería de rechazo
- PLANO 06: Planta de distribución funcional
- PLANO 07: Planta de arquitectura del Centro de Distribución
- PLANO 08: Circulaciones
- PLANO 09: Planta techo galpón metálico
- PLANO 10: Fachadas y laterales del galpón metálico
- PLANO 11: Cortes de galpón metálico
- PLANO 12: Sistema regulador pluvial
- PLANO 13: Unifilares galpón metálico - Axonometría y pórtico típico
- PLANO 14: Unifilares galpón metálico - Paredes laterales
- PLANO 15: Unifilares galpón metálico - Frente, contrafrente y cubierta
- PLANO 16: Detalle pórtico típico, uniones y fundaciones
- PLANO 17: Detalle frontis y uniones
- PLANO 18: Paquete estructural de pavimento



- REFERENCIAS:
- LOTES RENABAP
 - MANZANAS RENABAP
 - POLÍGONOS RENABAP
 - BARRIOS EN ESTUDIO

	PROYECTO DE GRADO		
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS TÍO ROFO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE		
	PLANO : Ubicación general de la zona de estudio		
	ALUMNOS CICCHIRILLO, Franco KOVACEVICH, Ivan	CUMINI LONDERO, Lucia SUAREZ, Angela	Fecha : 06/02/2026 Escala : VARIAS

Plano N°:
01



REFERENCIAS:

- TERRENO POI
- PERFORACIONES EXISTENTES
- PERFORACIONES NUEVAS
- ACUÍFERO PUELCHE
- ACUÍFERO PAMPEANO



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO : Ubicación del terreno de la POI y perforaciones

ALUMNOS
CICCHIRILLO, Franco CUMINI LONDERO, Lucia
KOVACEVICH, Ivan SUAREZ, Angela
Fecha : 06/02/2026
Escala : 1: 3.000

Plano N°:

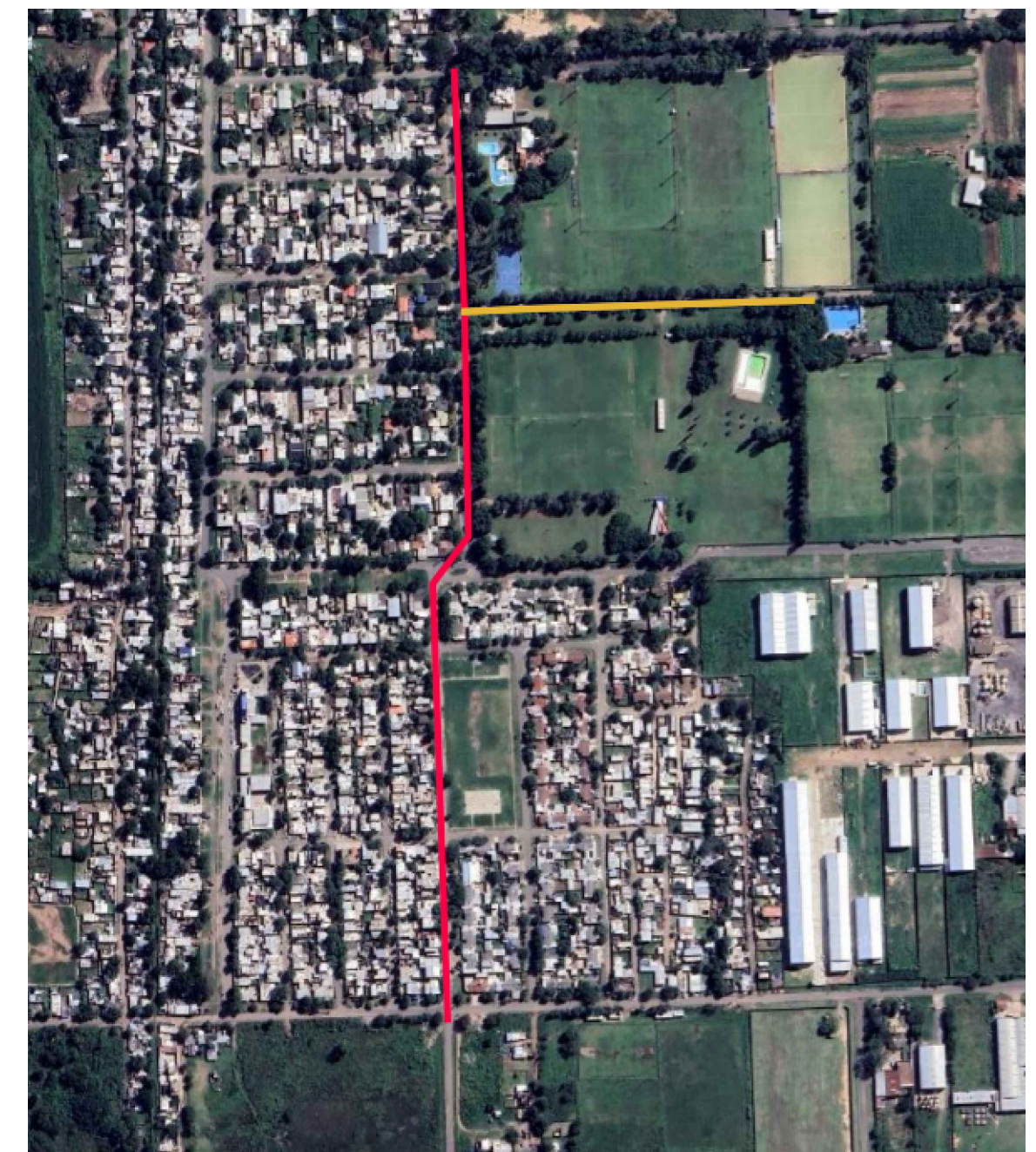
02

Tramo y ϕ de Cañería (mm)	Observaciones	Progresivas especiales (m)	Pendiente (%)	Tapada (m)	Cota Extradós Cañería (m)	Cota TN (m)	Progresivas (m)	Cotas (m)
	Perforación 6 P N°6	00,00	0,88%	1,50	31,67	33,17	00,00	P N°6
TRAMO 2: ϕ 125	Intersección con calle 2123			1,75	30,90	32,65	87,57	
	Intersección con calle 2125		0,3%	2,12	30,20	32,32	167,69	
TRAMO 10: ϕ 225	Intersección con calle Camino de Los Quiñeres	202,00		2,17	29,89	32,06	202,00	P N°2
TRAMO 11: ϕ 225	Intersección con calle 2127	235,00		2,17	29,60	31,77	235,00	
	Intersección con calle 2129		0,88%	2,09	29,64	31,73	248,20	
TRAMO 12: ϕ 225		351,00		1,50	29,95	31,45	351,00	
TRAMO 12: ϕ 250	Perforación 1 P N°1	376,35		1,62	29,73	31,35	376,35	P N°1
	Perforación 4 P N°4	392,10		1,74	29,59	31,35	392,10	P N°4
	Intersección con calle 5 de agosto		0,88%	2,04	29,26	31,30	429,28	
TRAMO 14: ϕ 250	Intersección con calle Cominito			2,19	28,84	31,03	477,93	
	Intersección con calle cumparcita			2,15	27,48	29,63	631,72	
	Intersección con calle Nueva Calle a Sodiní			1,58	26,21	27,79	775,53	
	Entrada	812,00		1,50	25,80	27,79	812,00	P N°8

[illegible]

	C N°1	P N°2	P N°3		
Cotas (m)					
Progresivas (m)	286.55	257.95	222.35	82.47	200.00
Cota TN (m)	32.06	31.89	31.62	30.75	29.75
Cota Extradós Cañería (m)	29.89	29.75	29.59	29.92	28.92
Tapada (m)	2.17	2.14	2.03	1.83	1.53
Pendiente (%)	-0.47				0.6%
Progresivas especiales (m)	286.55	257.95	222.35	82.47	200.00
Observaciones	Unión con Cañería N°1	Perforación 2 P N°2	Perforación 3 P N°3		Perforación 5
Tramo y Ø de Cañería (mm)	TRAMO 9: Ø200		TRAMO 7: Ø180	TRAMO 5: Ø125	TRAMO 4: Ø125

REFERENCIAS			
Válvula exclusiva		Cámara de desagüe	
Válvula de retención		Cámara para válvula de aire	
Sentido de circulación		Perforación N°X	
Perforaciones acuífero Pamppeano		Cañería N°X	
Perforaciones acuífero Puelche		Terreno Natural	
Diametro cañería		Cañería de PEAD	



UNR

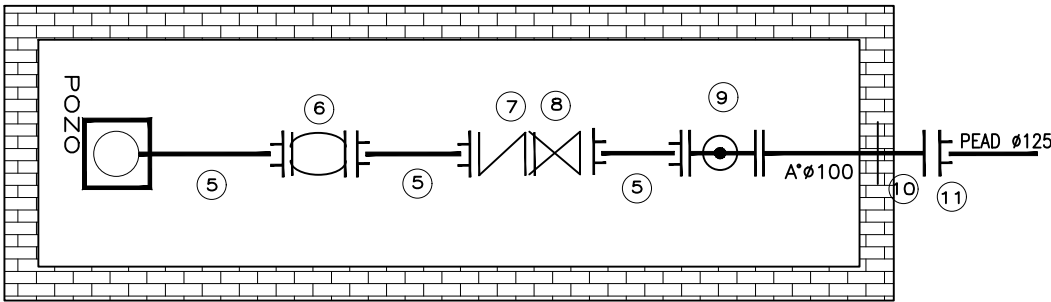
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGOS Y PIAMONTE

ALUMNOS			
CICCHIRILLO, Franco	CUMINI LONDERO, Lucia	Fecha : 06/02/2026	Plano N°:
KOVACEVICH, Ivan	SUAREZ, Angela	Escala : VARIAS	

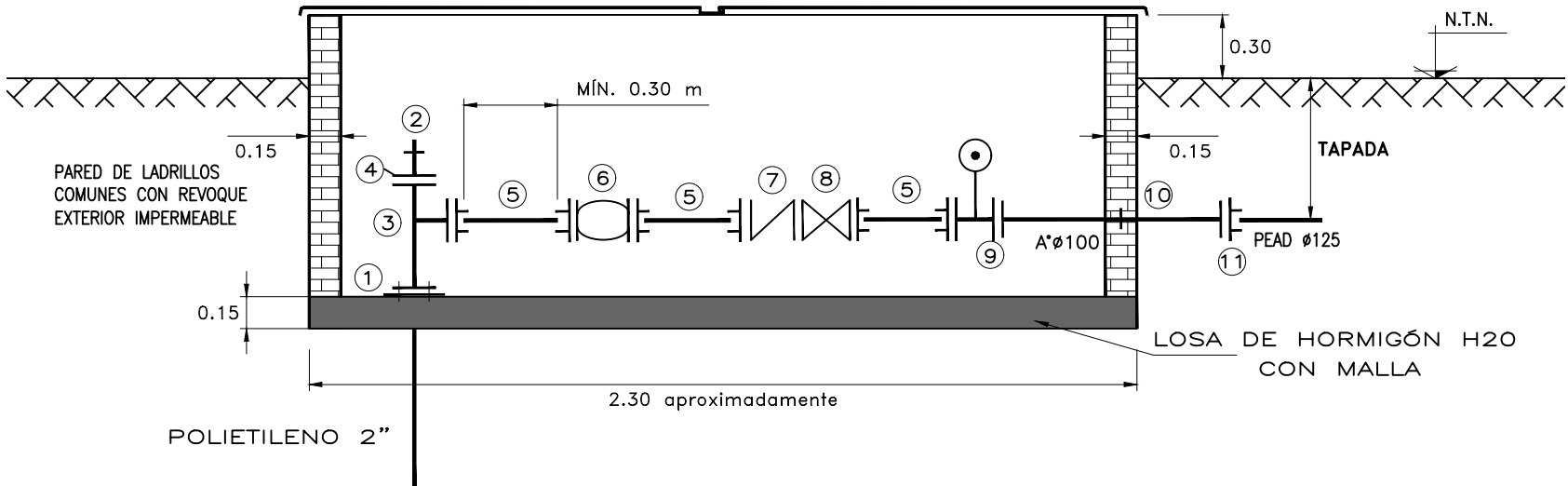
03

NUDO 1

Cantidad : 4

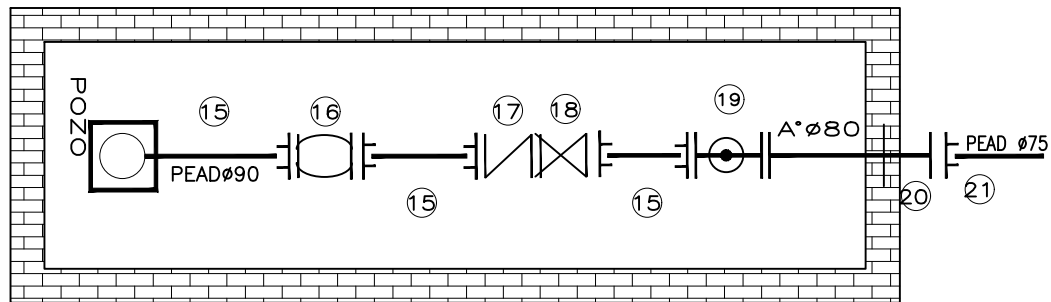


TAPA CHAPA RAYADA CON CANALETA CENTRAL
BWG N° 12 e= 2.76 mm CON MARCO DE PERFILES
Y SISTEMA DE SEGURIDAD

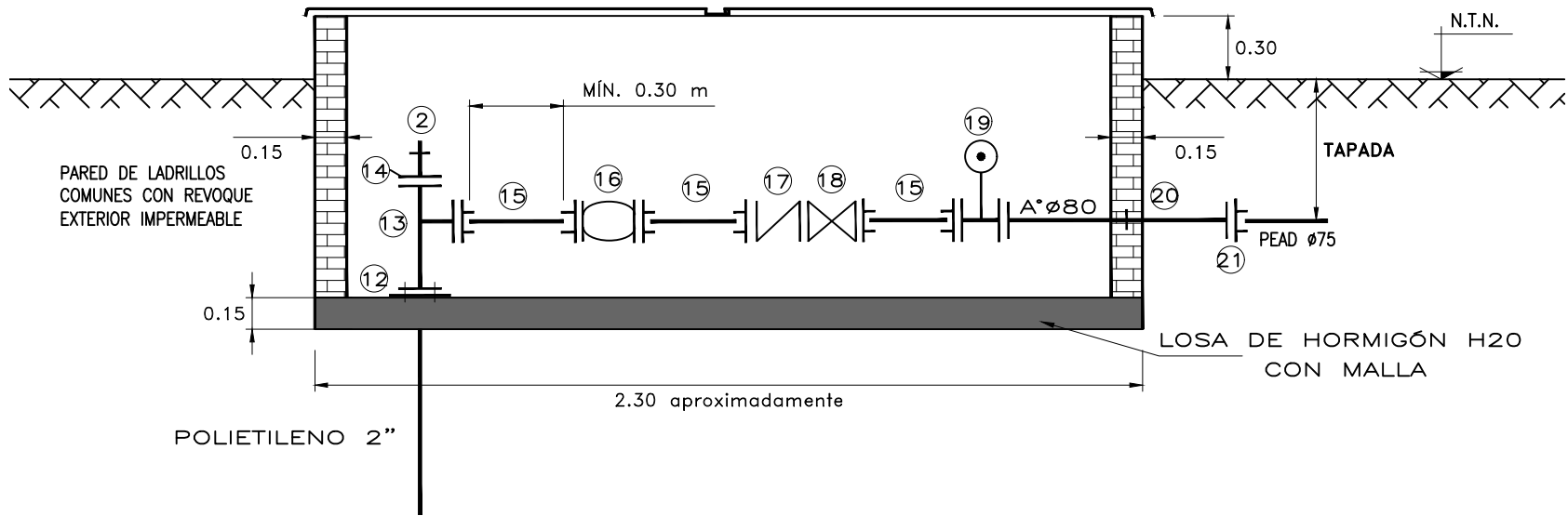


NUDO 2

Cantidad : 2

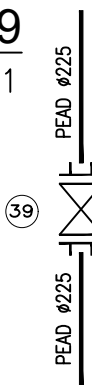


TAPA CHAPA RAYADA CON CANALETA CENTRAL
BWG N° 12 e= 2.76 mm CON MARCO DE PERFILES
Y SISTEMA DE SEGURIDAD



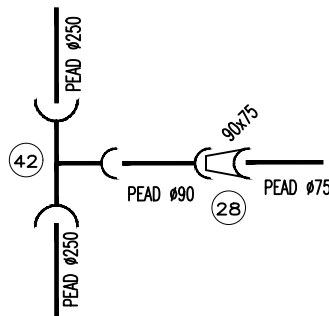
NUDO 9

Cantidad : 1



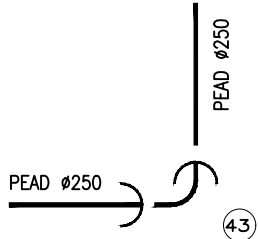
NUDO 11

Cantidad : 1



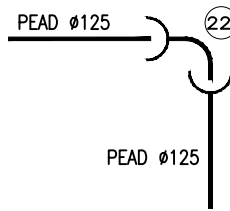
NUDO 12

Cantidad : 1



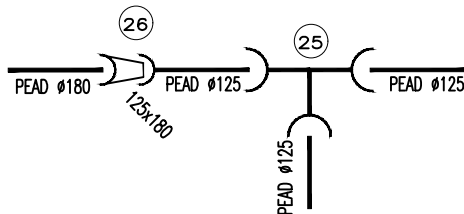
NUDO 3

Cantidad : 2



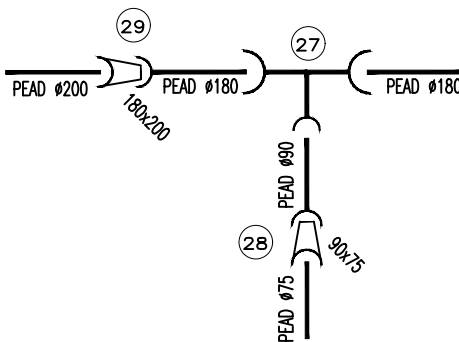
NUDO 5

Cantidad : 1



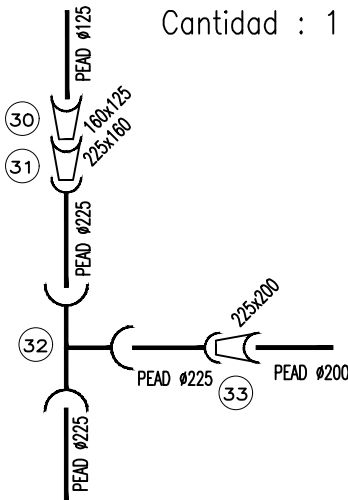
NUDO 6

Cantidad : 1



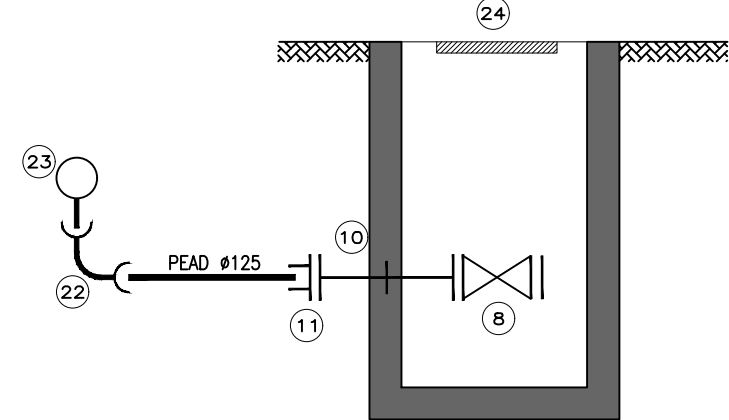
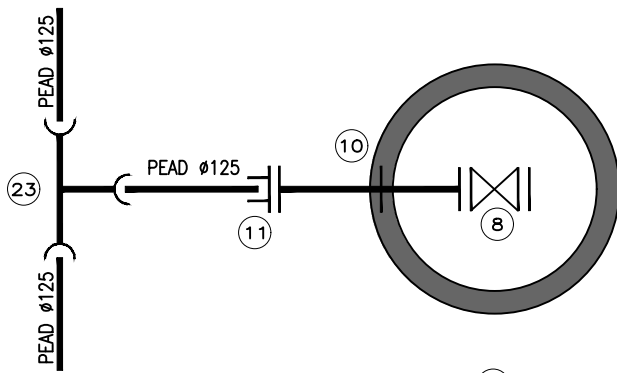
NUDO 7

Cantidad : 1



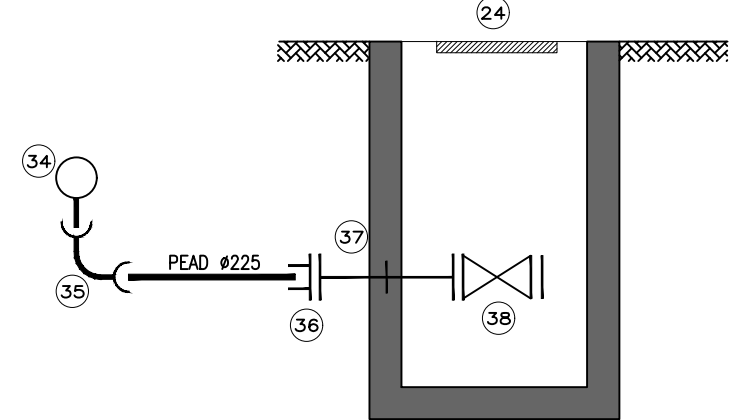
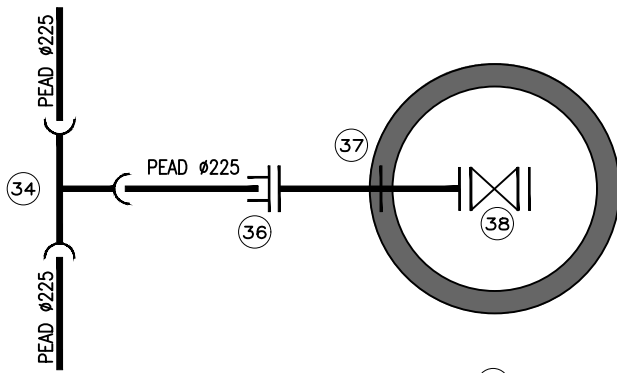
NUDO 4

Cantidad : 1



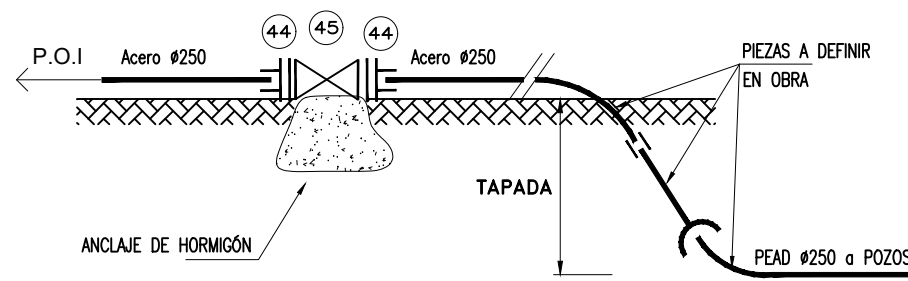
NUDO 8

Cantidad : 1



NUDO 13

Cantidad : 1



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO:
Nudos – Cañería de impulsión de agua cruda

ALUMNOS
CICCHIRILLO, Franco CUMINI LONDERO, Lucia
KOVACEVICH, Ivan SUAREZ, Angela

Fecha : 06/02/2026
Escala : VARIAS

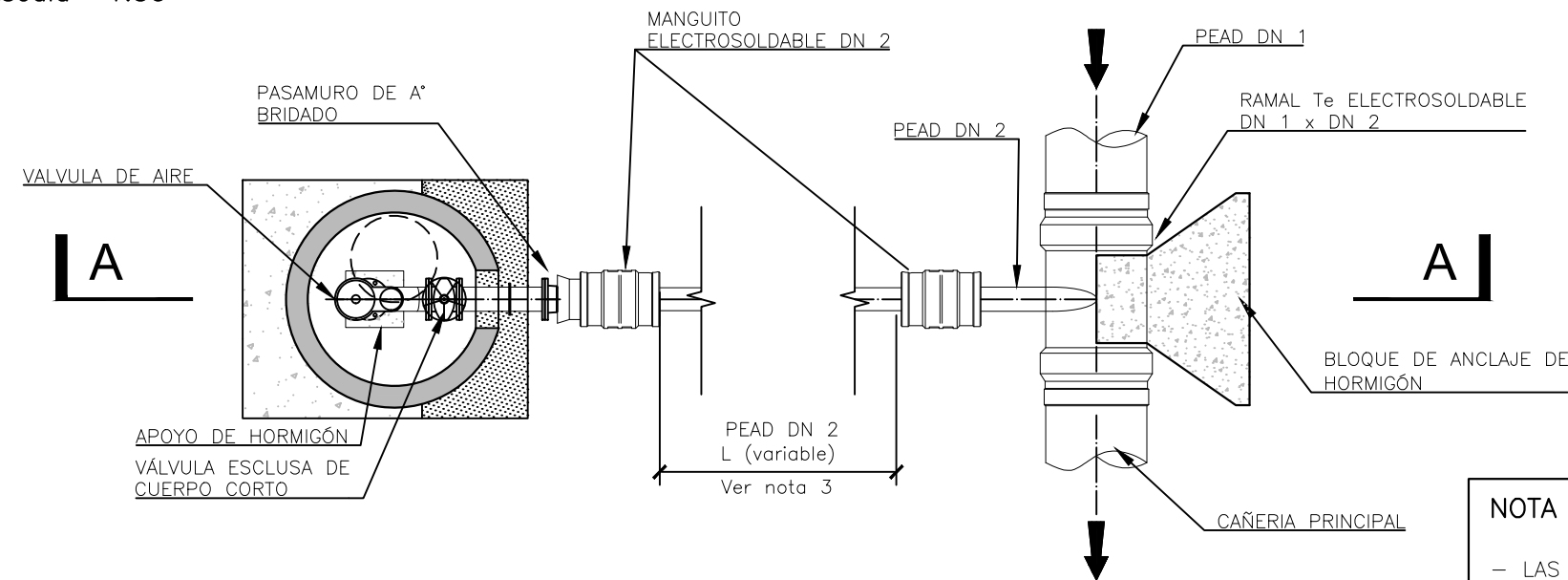
Plano N°:

04

DERIVACIÓN PARA VÁLVULA DE AIRE

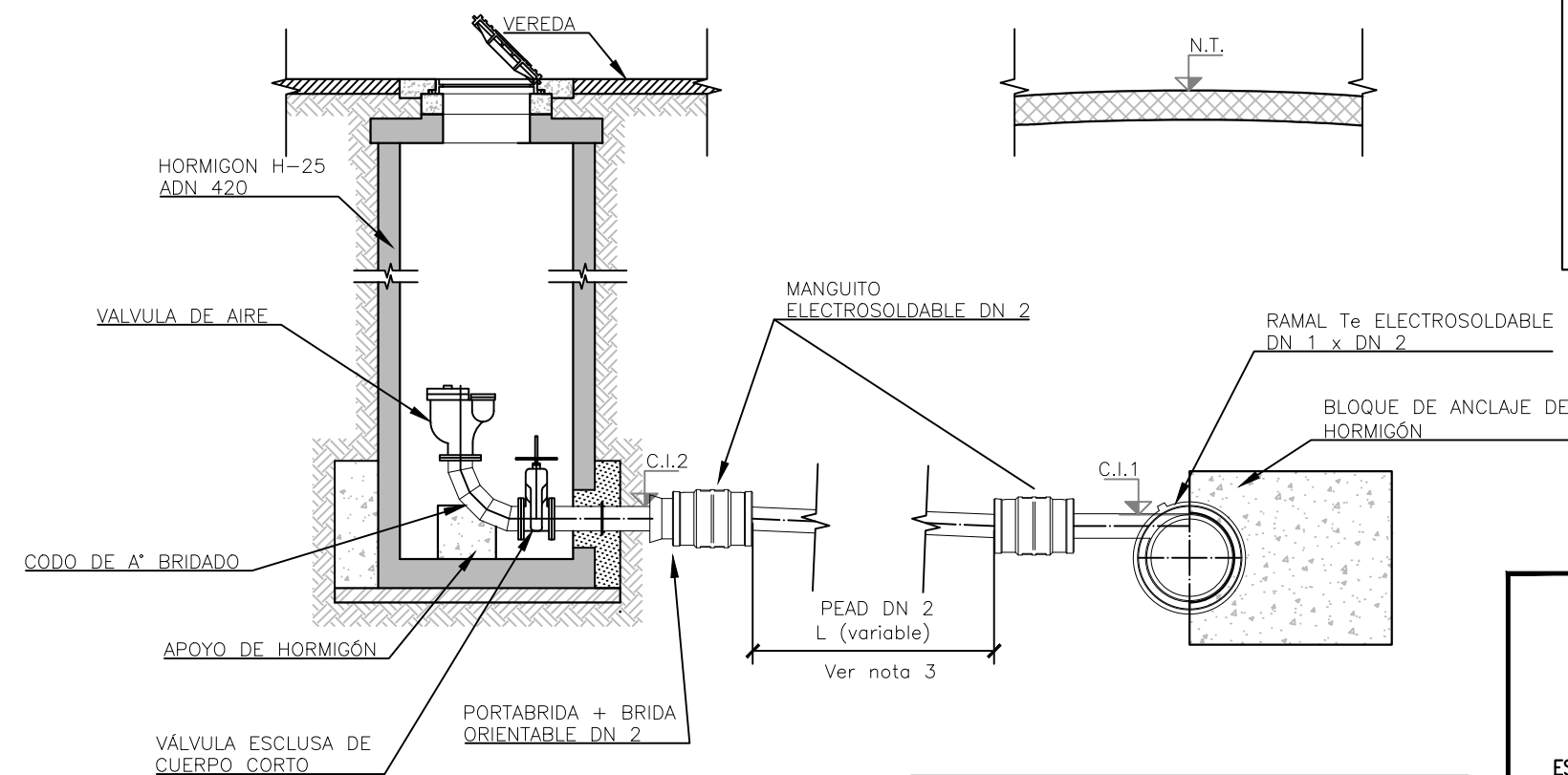
PLANTA

Escala 1:50



CORTE A-A

Escala 1:50



REFERENCIAS:

N.T.: NIVEL TERRENO
C.I.: COTA INTRADOS CAÑERÍA

NOTA 1:

– LAS DIMENSIONES Y DIAMETROS DE LAS CAÑERÍAS, PIEZAS ESPECIALES, VÁLVULAS y ACCESORIOS SON VARIABLES SEGÚN EL CASO

NOTA 2:

– LA DEFINICIÓN DE LAS TAPAS DE ACCESO A LAS CÁMARAS y LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN, SE HARÁ EN CONJUNTO CON EL PROYECTO ESTRUCTURAL

NOTA 3:

–SE DARÁ PENDIENTE A LA CAÑERÍA DE PVC PARA FAVORECER EL ESCURRIMIENTO DE AGUA O AIRE SEGÚN CORRESPONDA.

NOTA 4:

–ESTE PLANO ES ADAPTACIÓN DEL PLANO TIPO PL – TI – CA– 01 DE AGUAS SANTAFESINAS S.A.



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO :
PLANO TIPO PARA CÁMARA DE AIRE

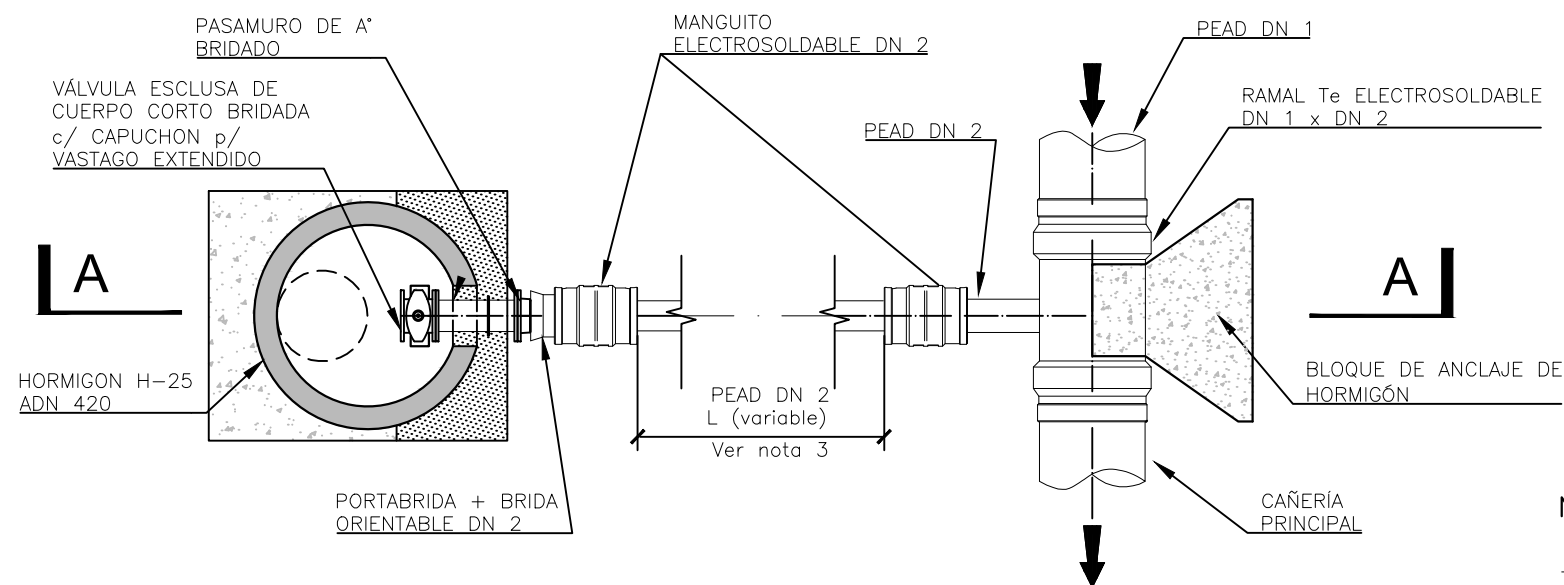
ALUMNOS
CICCHIRILLO, Franco
KOVACEVICH, Ivan
CUMINI LONDERO, Lucia
SUAREZ, Angela

Fecha : 06/02/2026
Escala : INDICADAS

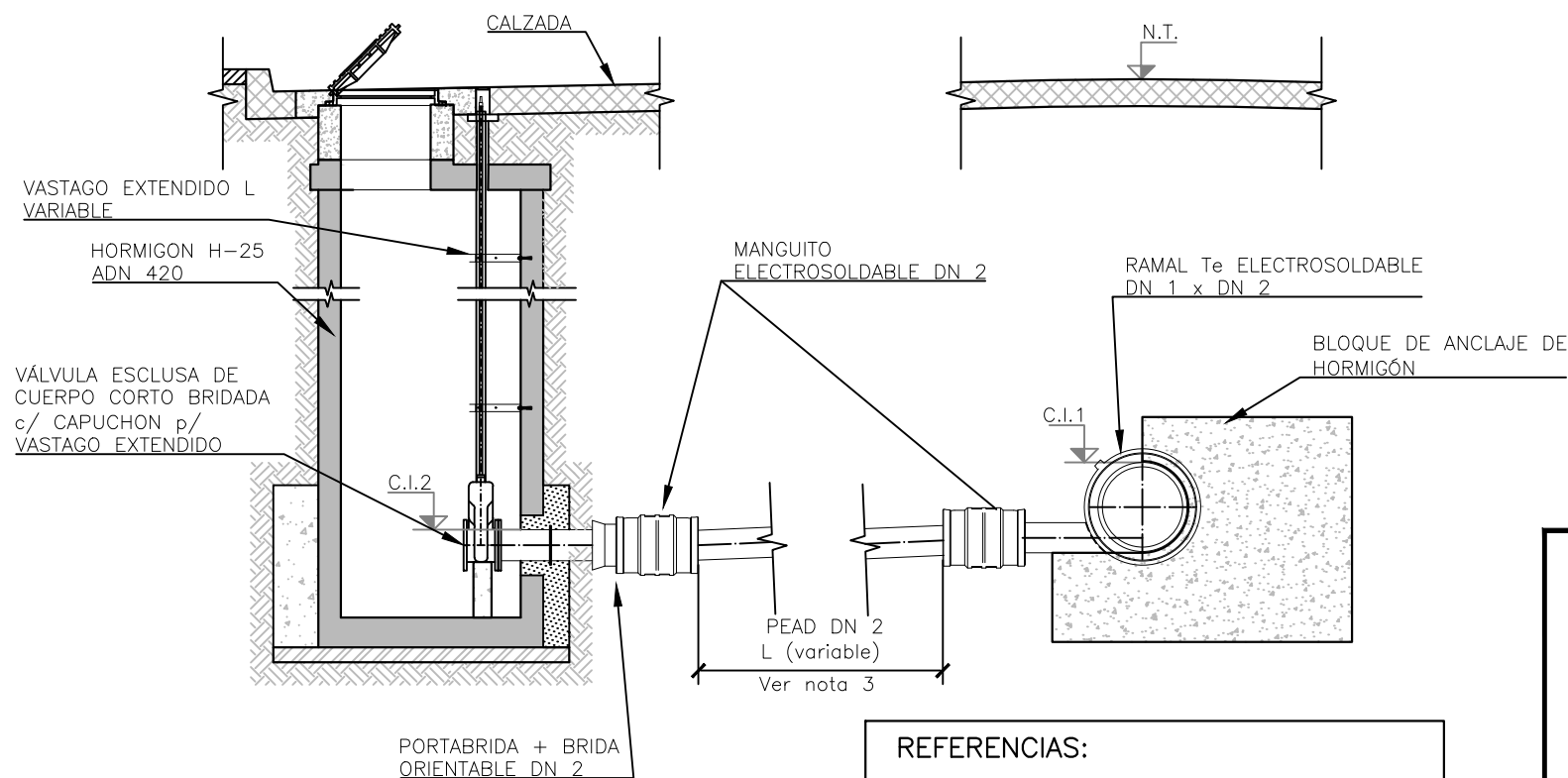
Plano N°:
PT-CA

DERIVACIÓN PARA CÁMARA DE DESAGÜE

PLANTA
Escala 1:50



CORTE A-A
Escala 1:50



REFERENCIAS:

N.T.: NIVEL TERRENO
C.I.: COTA INTRADOS CAÑERÍA

NOTA 1:

– LAS DIMENSIONES Y DIAMETROS DE LAS CAÑERÍAS, PIEZAS ESPECIALES, VÁLVULAS y ACCESORIOS SON VARIABLES SEGÚN EL CASO

NOTA 2:

– LA DEFINICIÓN DE LAS TAPAS DE ACCESO A LAS CÁMARAS y LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN, SE HARÁ EN CONJUNTO CON EL PROYECTO ESTRUCTURAL

NOTA 3:

–SE DARÁ PENDIENTE A LA CAÑERÍA DE PVC PARA FAVORECER EL ESCURRIMIENTO DE AGUA O AIRE SEGÚN CORRESPONDA.

NOTA 4:

–ESTE PLANO ES ADAPTACIÓN DEL PLANO TIPO PL – TI – CD– 01 DE AGUAS SANTAFESINAS S.A.



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

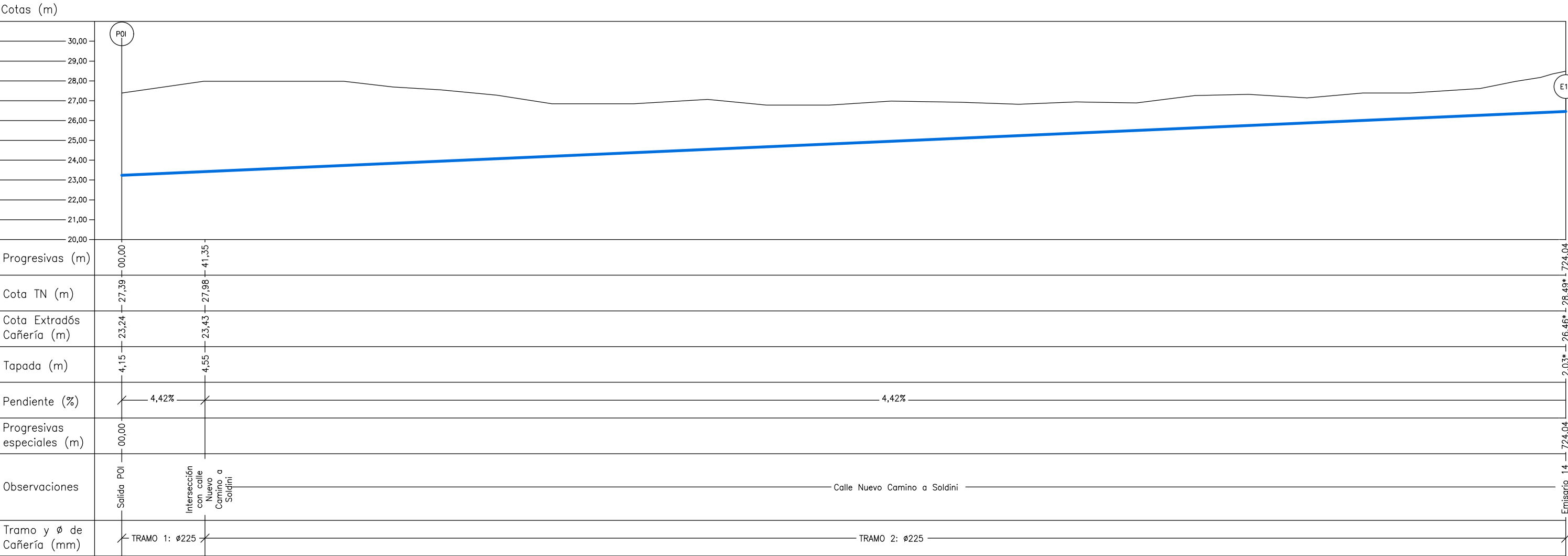
PLANO :
PLANO TIPO PARA CÁMARA DE DESAGÜE

ALUMNOS
CICCHIRILLO, Franco CUMINI LONDERO, Lucia
KOVACEVICH, Ivan SUAREZ, Angela

Fecha : 06/02/2026
Escala : INDICADAS

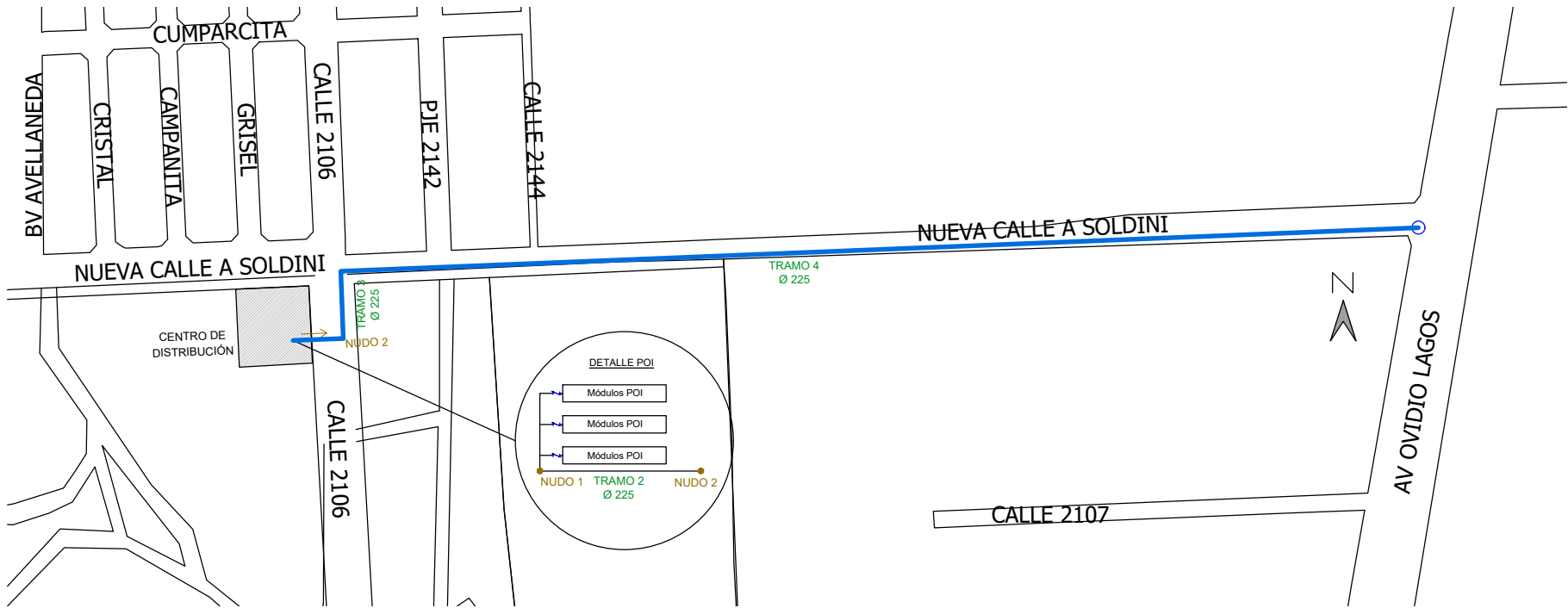
Plano N°:
PT-CD

PERFIL LONGITUDINAL CAÑERÍA DE RECHAZO
ESC. V: 1:10



ESC 1:2000

REFERENCIAS	
Terreno Natural	
Cañería de PEAD	
Emisario 14	
(*) Cotas Conforme a Obra Emisario 14	





ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO : Cañería de rechazo

ALUMNOS	CICCHIRILLO, Franco	CUMINI LONDERO, Lucia	Fecha : 06/02/2026	Plano N°:
	KOVACEVICH, Ivan	SUAREZ, Angela	Escala : VARIAS	05

CAMINO NUEVO A SOLDINI

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL – CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

ESC 1:100

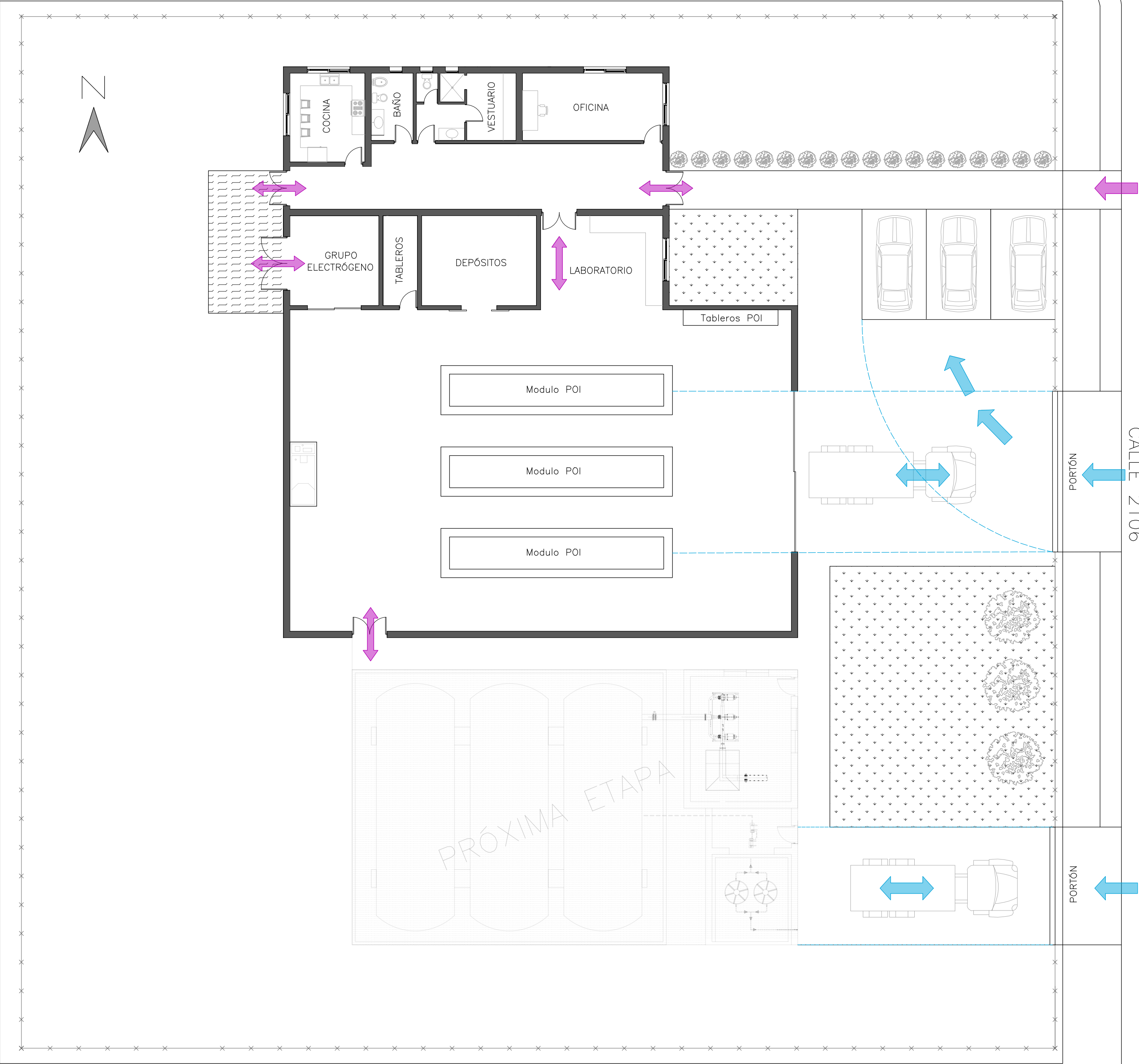
- ALAMBRADO PERIMETRAL
- LOSA LLANEADA
- CÉSPED
- ESTACIONAMIENTO
- ZONA ADMINISTRATIVA
- ZONA TÉCNICA/OPERATIVA
- ZONA DE TRATAMIENTO DEL AGUA (MÓDULOS DE OI)
- ZONA DE CIRCULACIÓN
- ZONA DE SERVICIOS
- ZONA DE ACCESOS
- ZONA DE DESCANSO

[illegible]

 EESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNR	PROYECTO DE GRADO			
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS TIO ROLO, PUENTE GALLEG0 Y PIAMONTE			
	PLANO :			
	Planta de distribución funcional			
	ALUMNOS	CICCHIRILLO, Franco KOVACEVICH, Ivan	CUMINI LONDERO, Lucia SUAREZ, Angela	Fecha : 06/02/2026 Escala : VARIAS
				Plano N°: 06

 ALAMBRADO PERIMETRAL
 LOSA LLANEADA
 CÉSPED

[illegible]



CIRCULACIONES INTERNAS Y EXTERNAS – CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

ESC 1:100

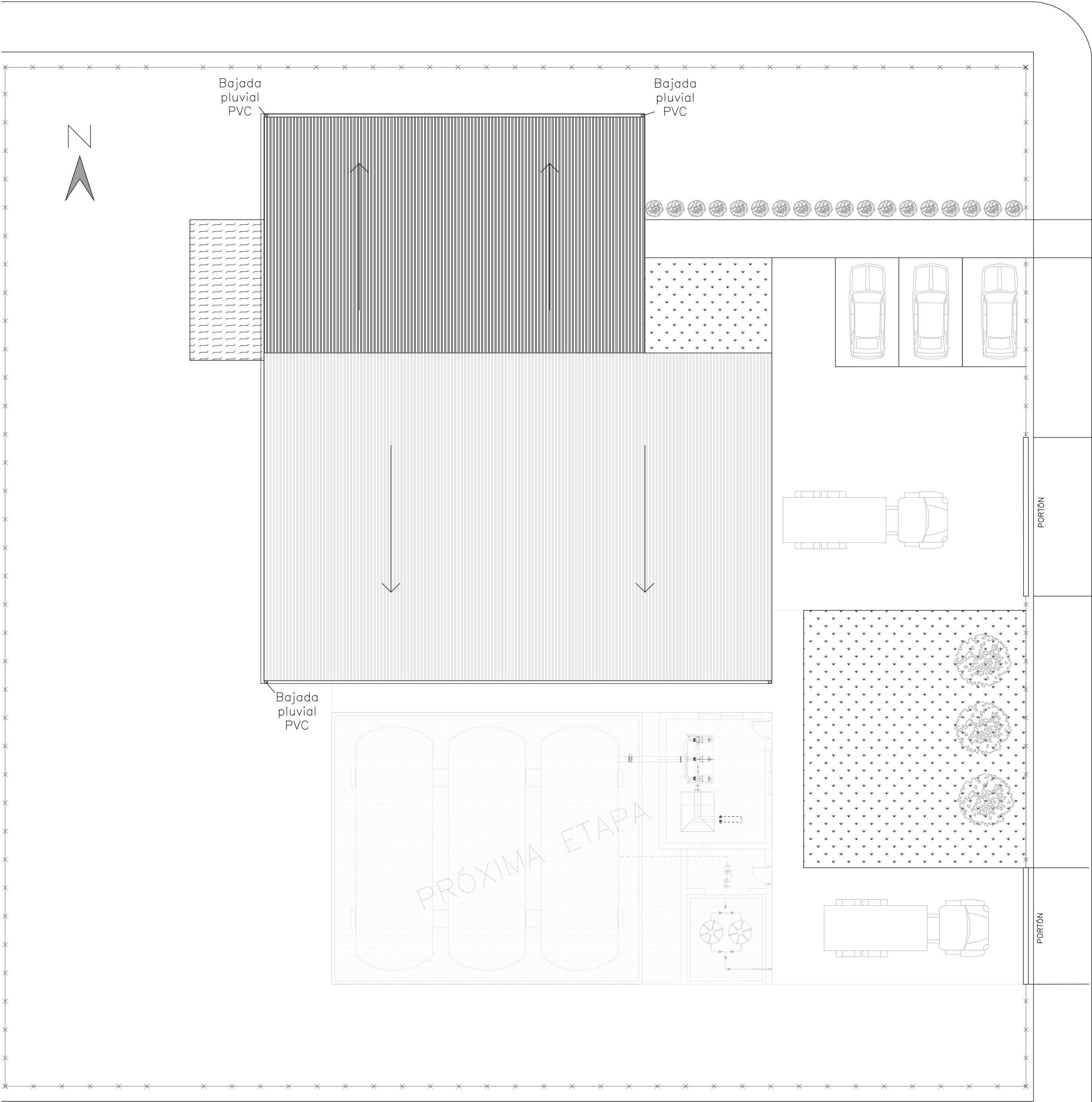
REFERENCIAS:

- ALAMBRADO PERIMETRAL
- LOSA LLANEADA
- CÉSPED
- FLUJO VEHICULAR
- FLUJO PEATONAL



ESC 1:10.000

 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNR	PROYECTO DE GRADO		
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE		
	PLANO : Circulaciones		
	ALUMNOS CICCHIRILLO, Franco KOVACEVICH, Ivan	CUMINI LONDERO, Lucia SUAREZ, Angela	Fecha : 06/02/2026 Escala : VARIAS



PLANTA DE TECHO – CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

ESC 1:100

REFERENCIAS:

→ SENTIDO DE ESCURRIMIENTO

NOTA:

La cubierta se ejecuta mediante paneles tipo sándwich de chapa cincalum.

NOTAS:

- La envolvente se ejecuta mediante paneles tipo sándwich de chapa cincalum.

IMPLANTACIÓN DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN



ESC 1:10.000



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

UNR

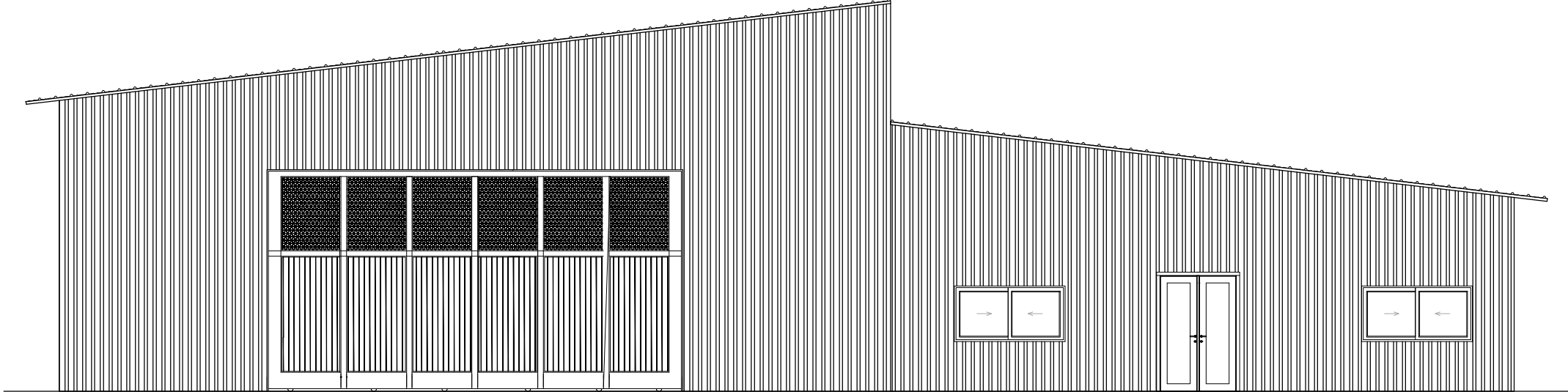
PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

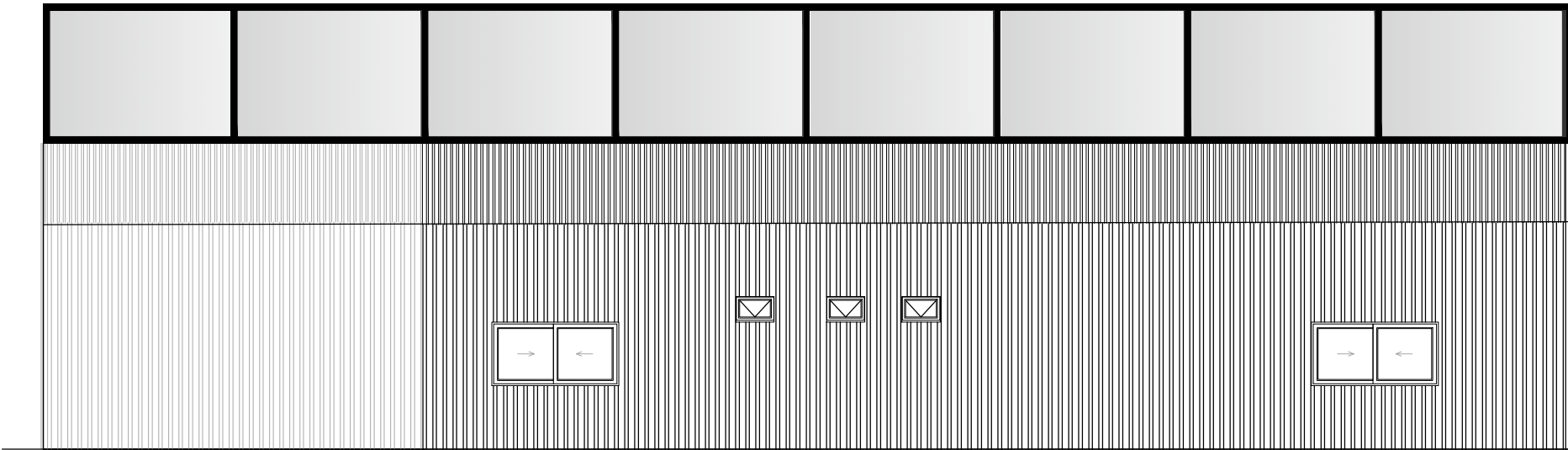
PLANO : Planta techo galpón metálico

ALUMNOS
CICCHIRILLO, Franco CUMINI LONDERO, Lucia
KOVACEVICH, Ivan SUAREZ, Angela
Fecha : 06/02/2026
Escala : VARIAS

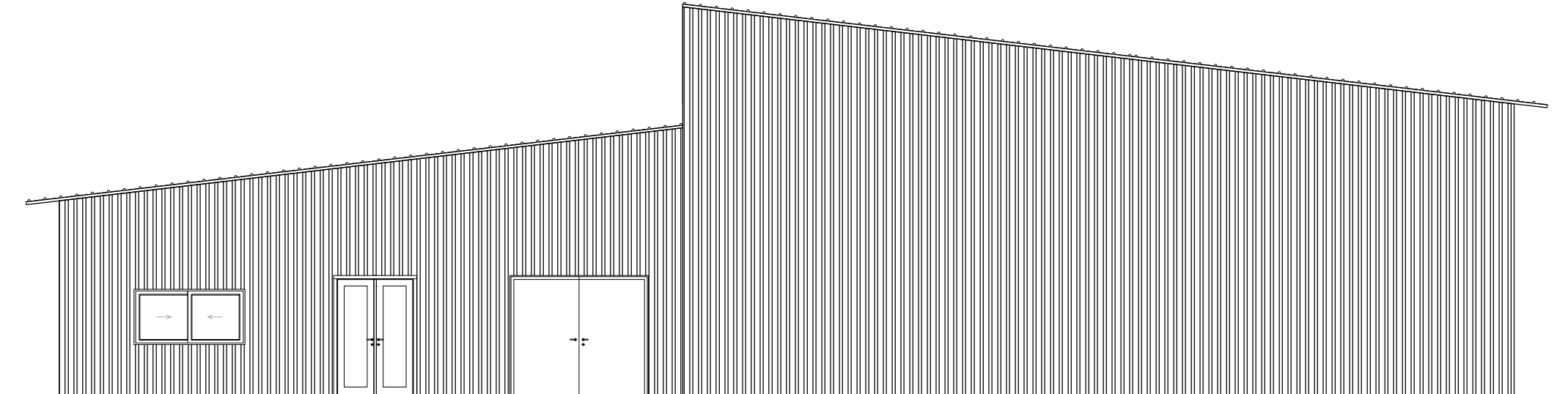
Plano N°:
09



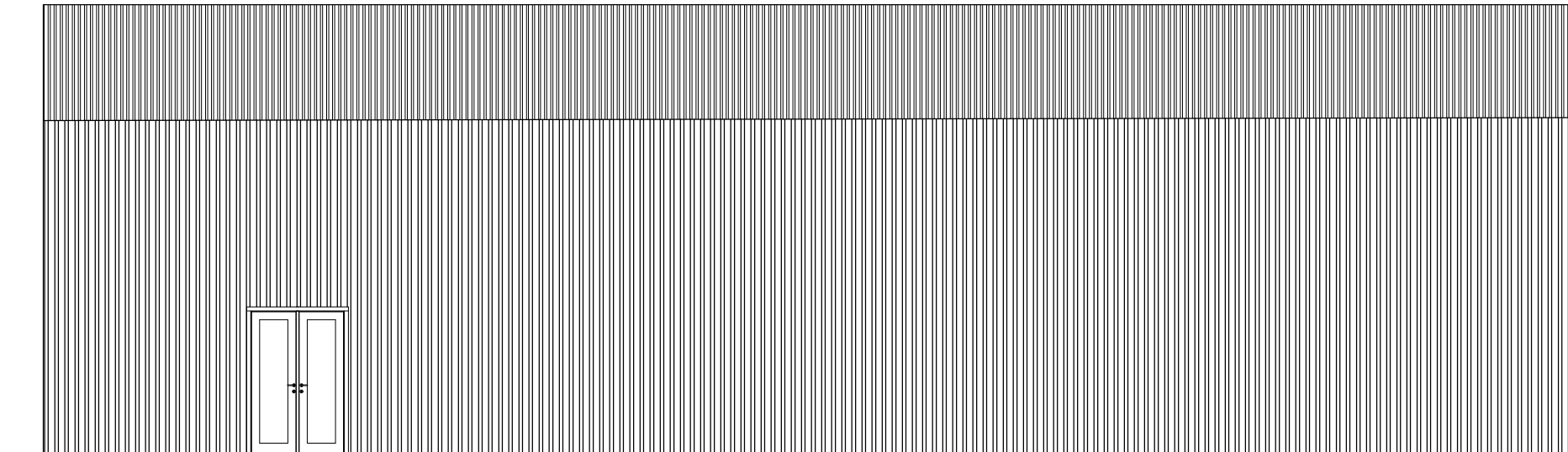
FACHADA ESTE



LATERAL NORTE



FACHADA POSTERIOR OESTE

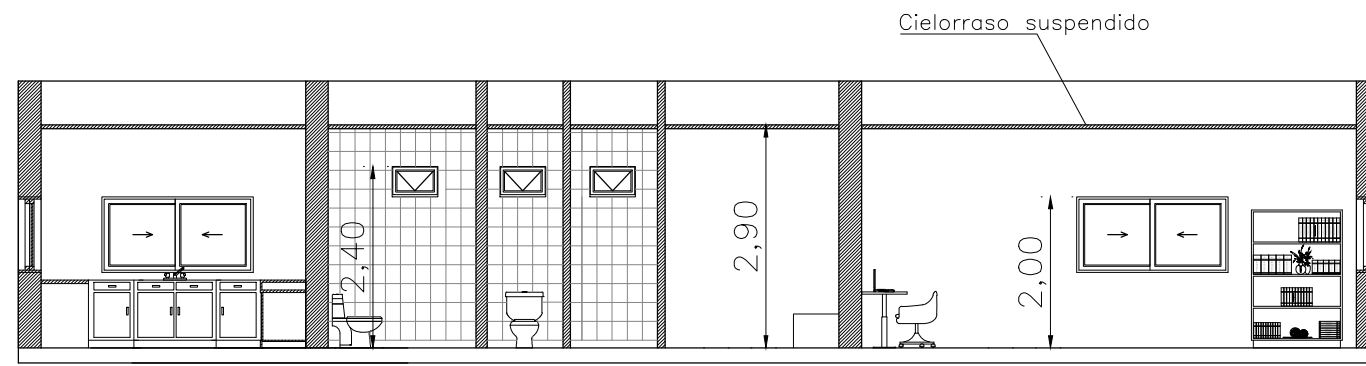


LATERAL SUR

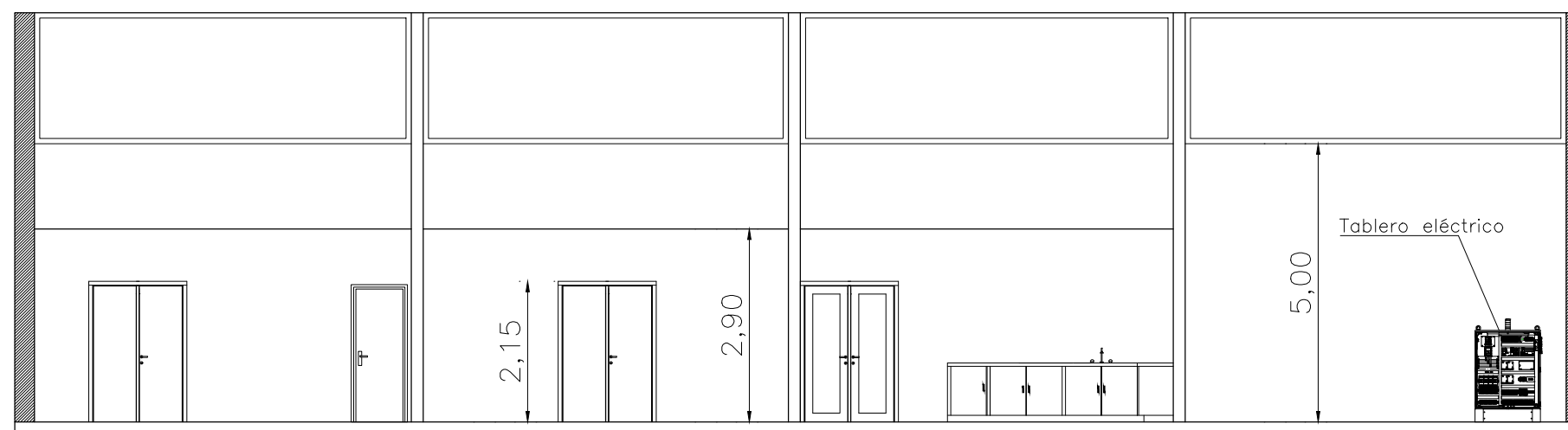
NOTAS:

- La envolvente se ejecuta mediante paneles tipo sándwich de chapa cincalum.
- Las aberturas son de aluminio, con doble vidriado hermético (DVH).

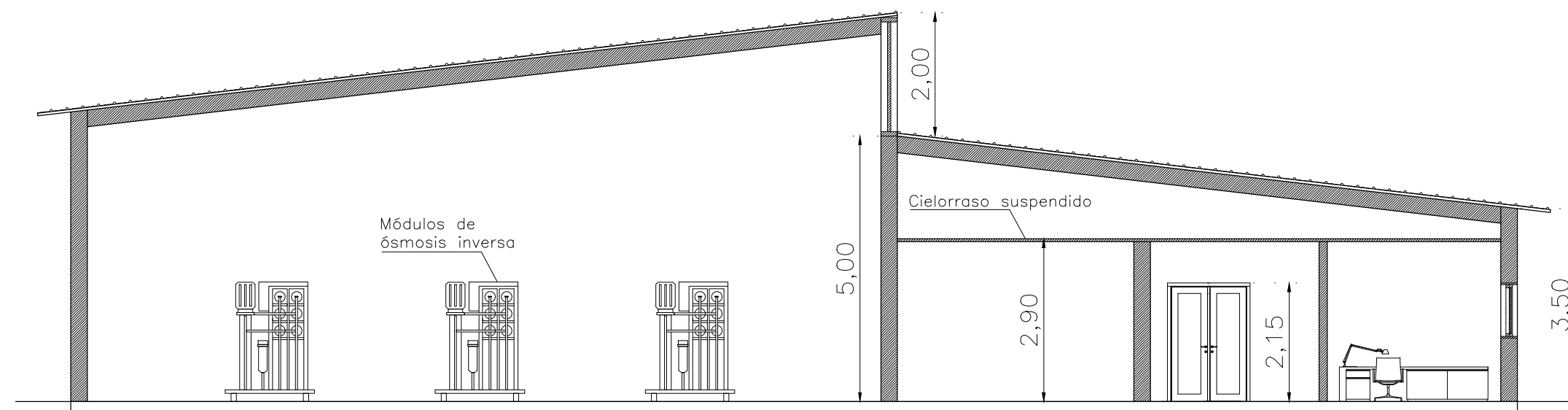
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNR	PROYECTO DE GRADO		
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEG0 Y PIAMONTE		
	PLANO : Fachadas y laterales de galpón metálico		
	ALUMNOS CICCHIRILLO, Franco KOVACEVICH, Ivan	CUMINI LONDERO, Lucia SUAREZ, Angela	Fecha : 06/02/2026 Escala : 1:100
			Plano N°: 10



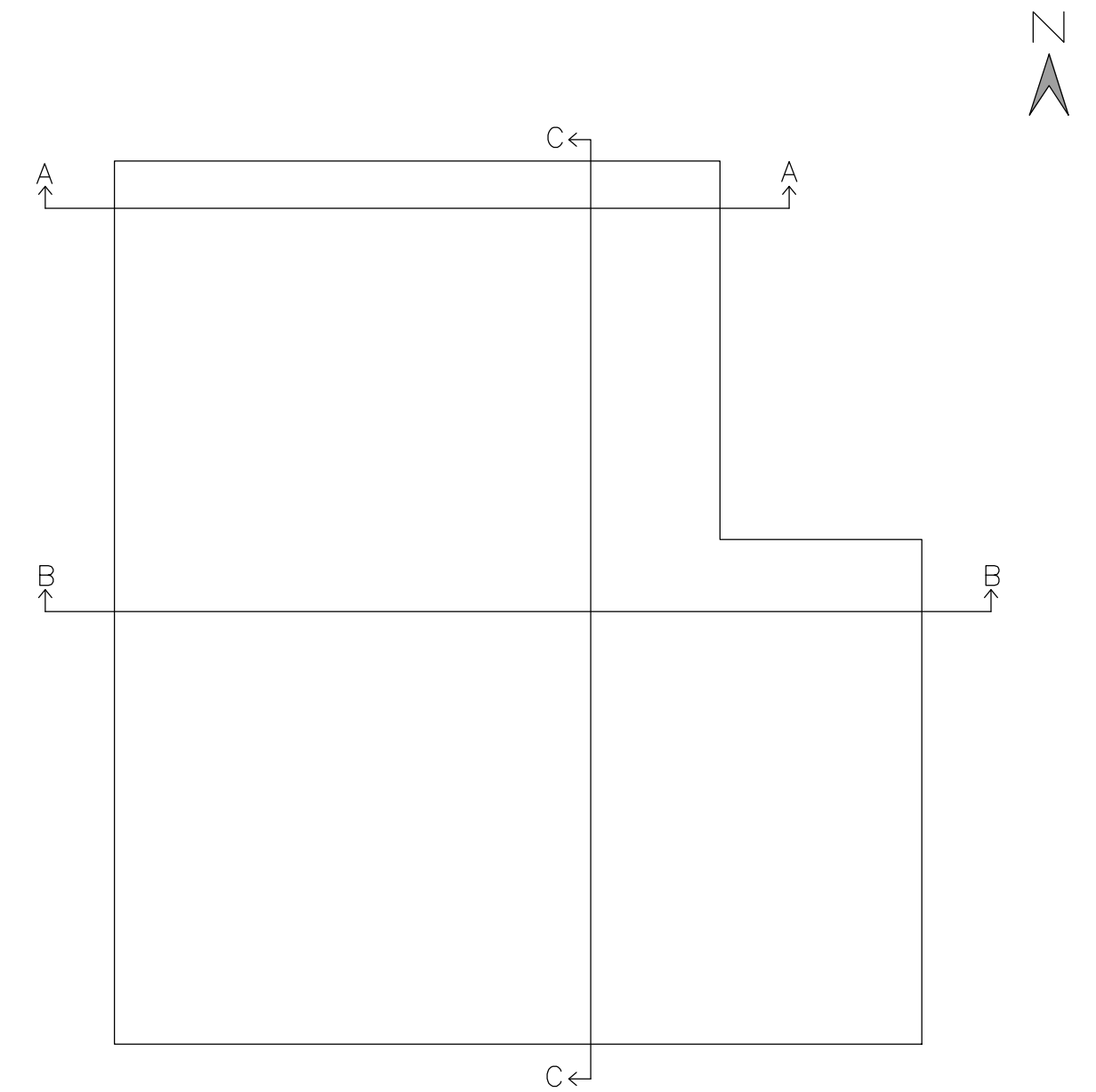
CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C



PLANO LLAVE — Esc: 1:200

 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNR	PROYECTO DE GRADO			
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE			
	PLANO : Cortes de galpón metálico			
	ALUMNOS CICCHIRILLO, Franco KOVACEVICH, Ivan	CUMINI LONDERO, Lucia SUAREZ, Angela	Fecha : 06/02/2026 Escala : 1:100	Plano N°: 11

DETALLE RESERVOIRIO
MATERIALIDAD: TERRENO NATURAL

PLANTA

3.90

3.20

Bajada Cañería PVC ø160

Bajada Cañería PVC ø110

Reducción Cañería PVC ø110

CORTE C - C

1.70

0.50

CORTE A - A

Pelo de agua máx

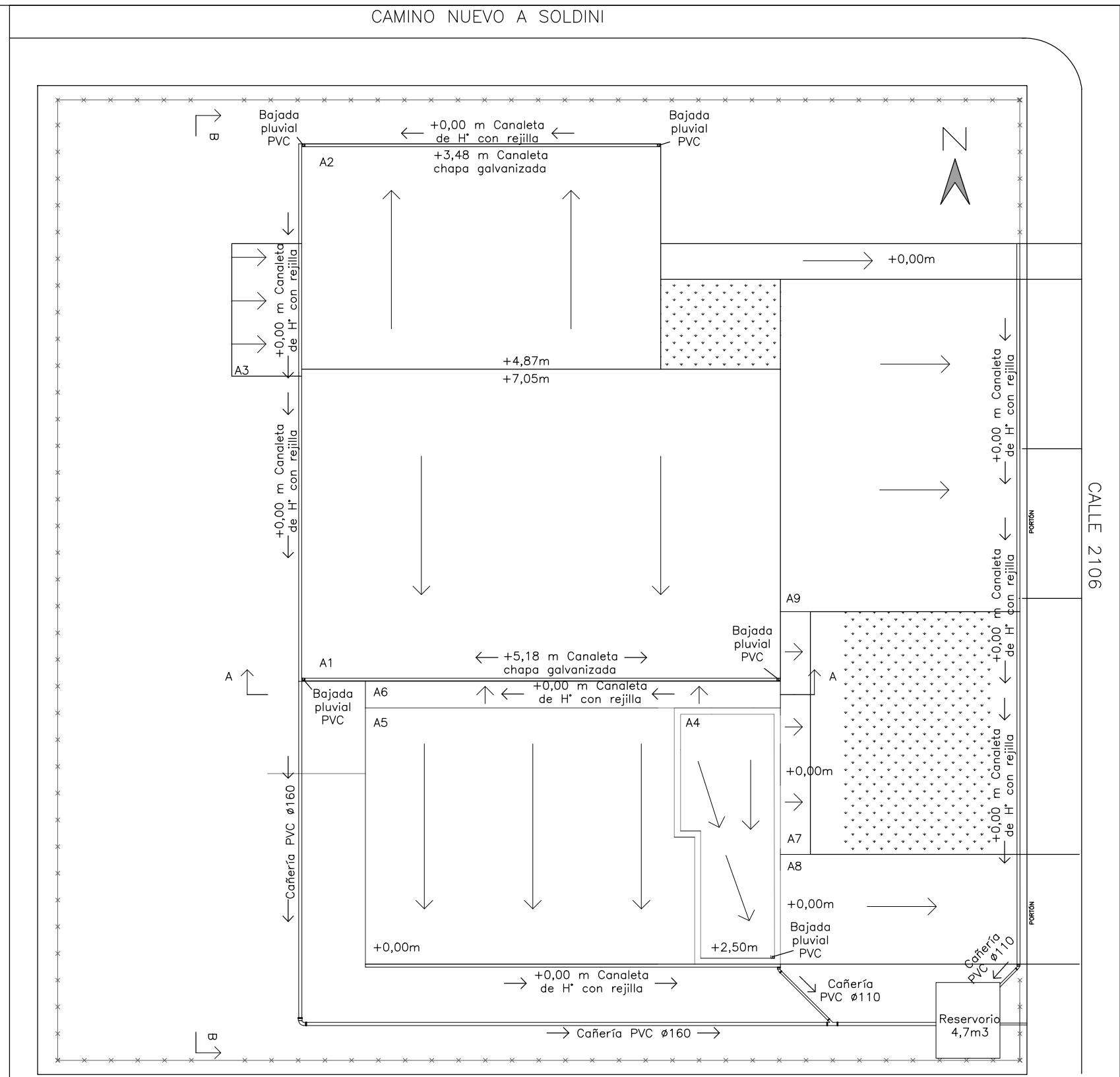
1.00

Reservorio 4,7m3

CORTE B - B

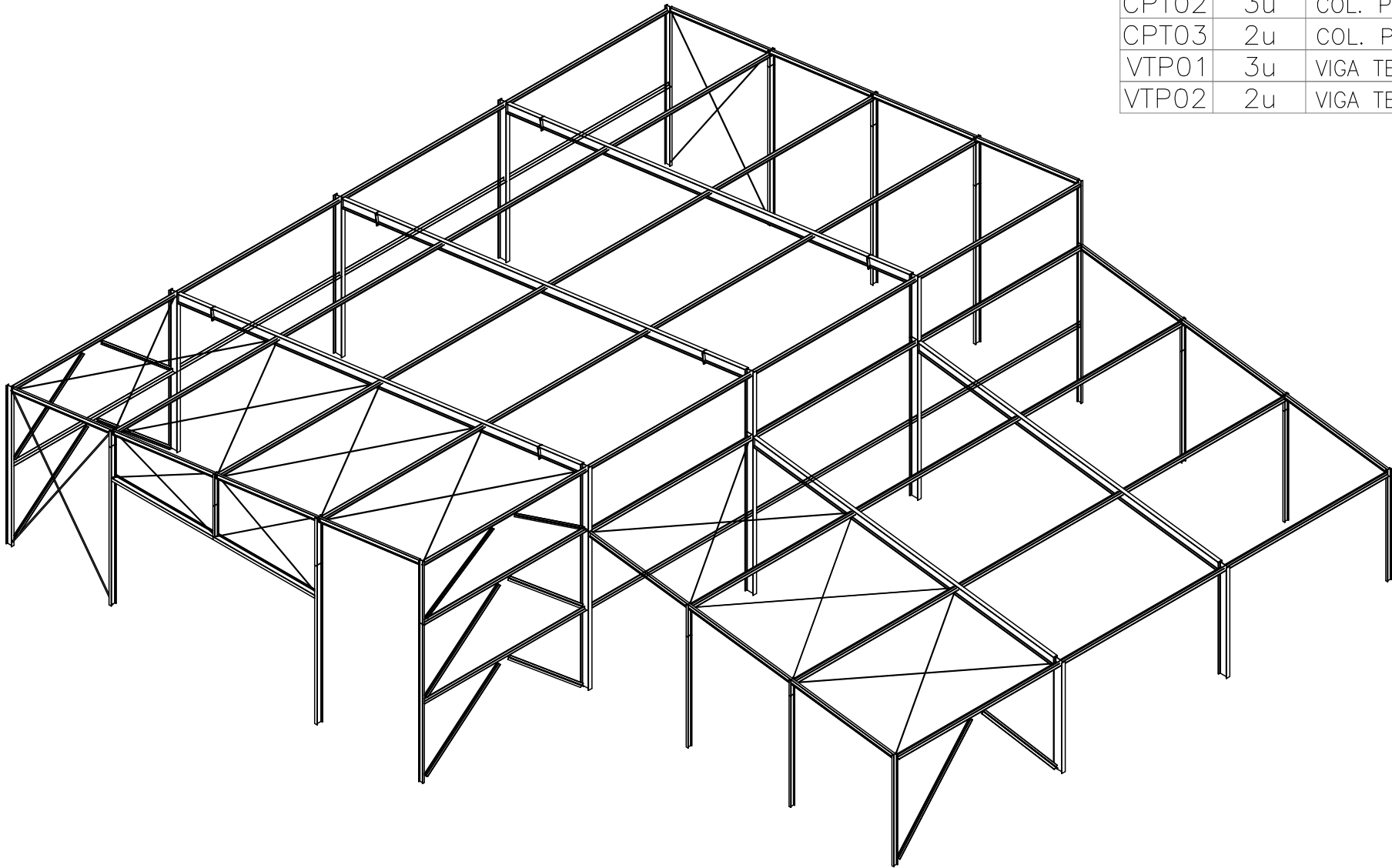
1.70

0.50

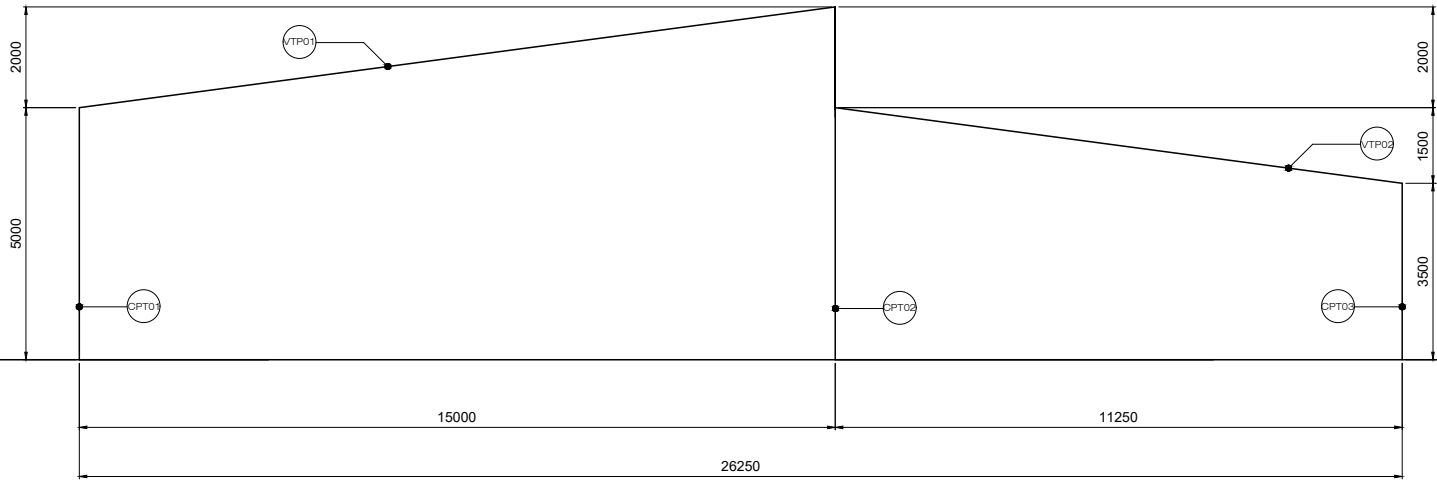
[illegible]

2

POS. N°	CANT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
CPT01	3u	COL. PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 5,00m	F24 IRAM-IAS U500
CPT02	3u	COL. PORT. TÍPICO. – PERFIL IPN300x 7,00m	F24 IRAM-IAS U500
CPT03	2u	COL. PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 3,50m	F24 IRAM-IAS U500
VTP01	3u	VIGA TECHO PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 15,133m	F24 IRAM-IAS U500
VTP02	2u	VIGA TECHO PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 11.350m	F24 IRAM-IAS U500



CROQUIS DE AXONOMETRÍA



PÓRTICO TÍPICO

CONSIDERACIONES GENERALES:

- MEDIDAS EN mm.



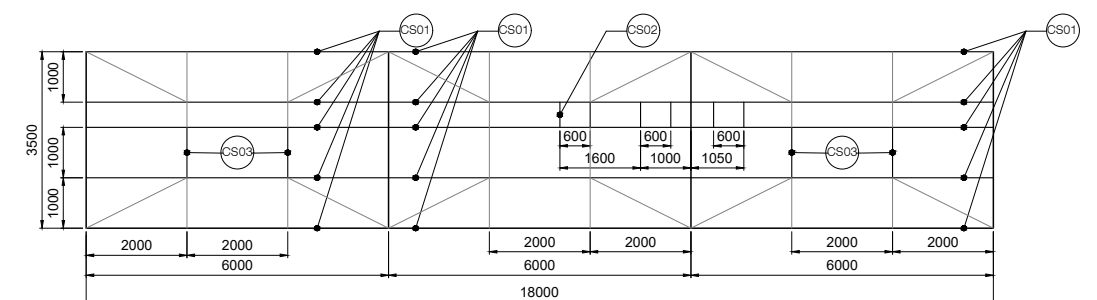
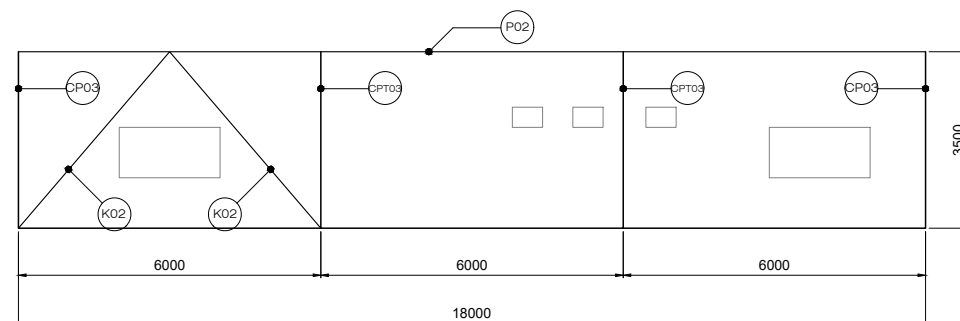
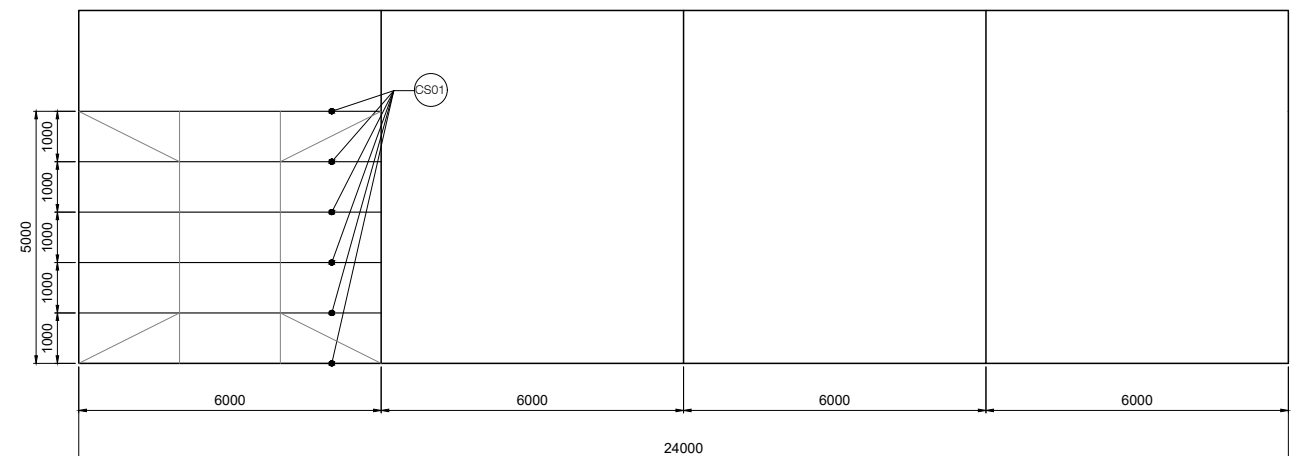
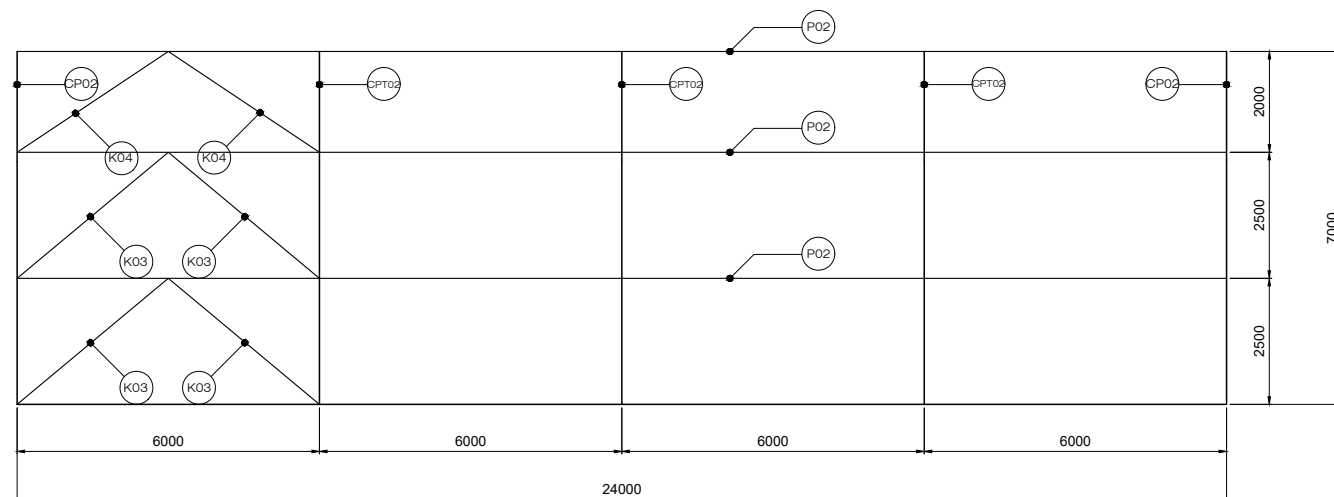
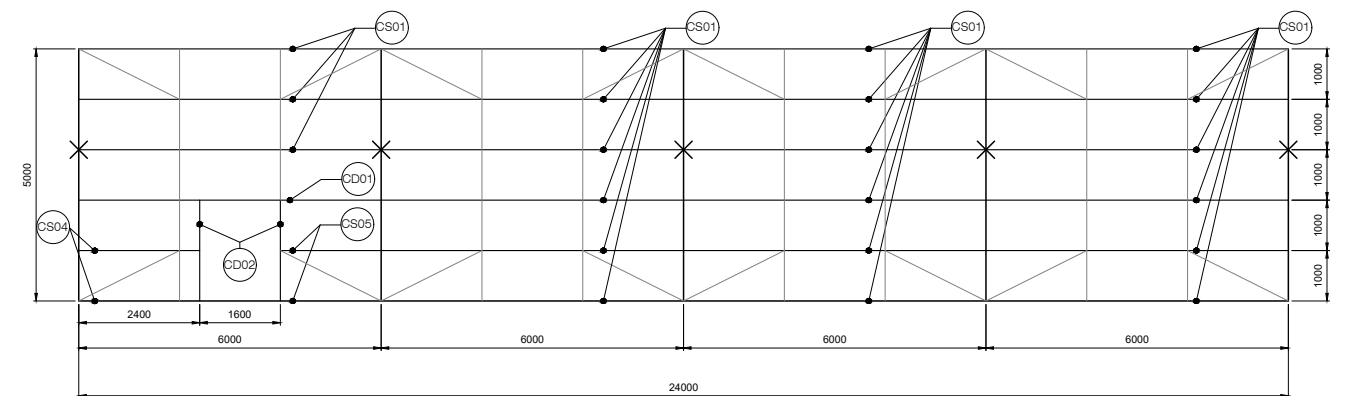
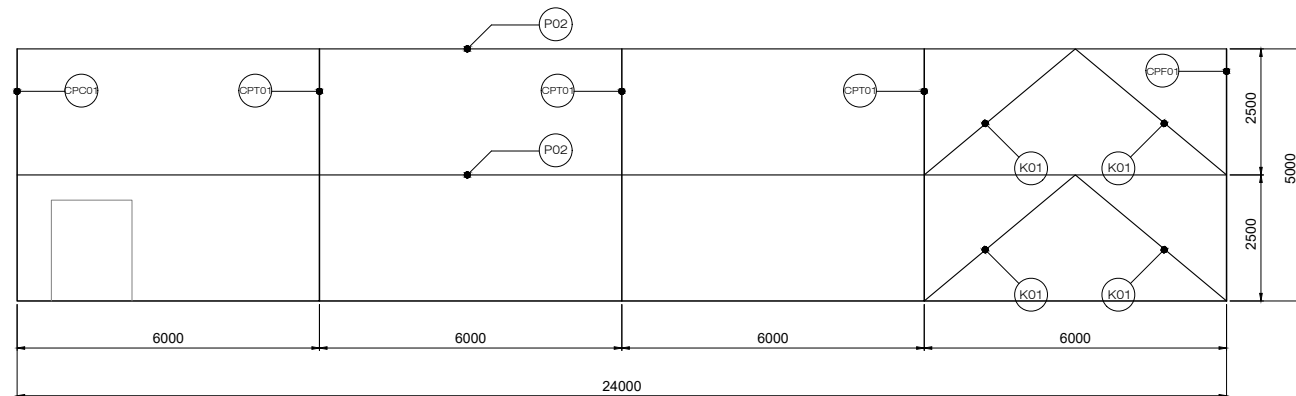
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNR

PROYECTO DE GRADO

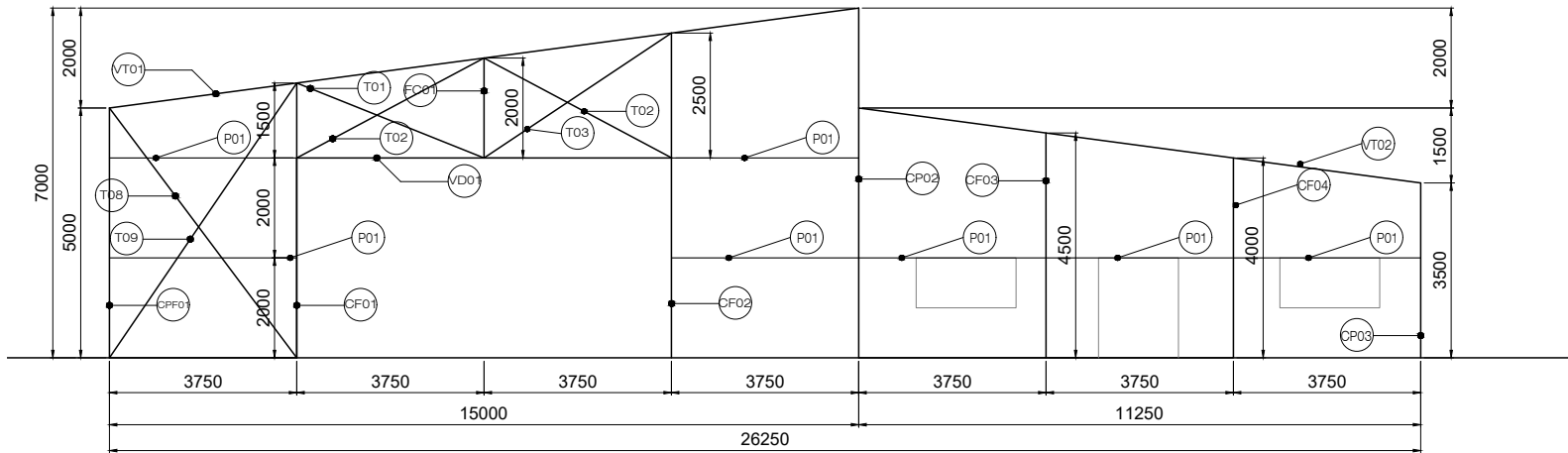
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO : UNIFILARES – AXONOMETRÍA, PÓRTICO TÍPICO

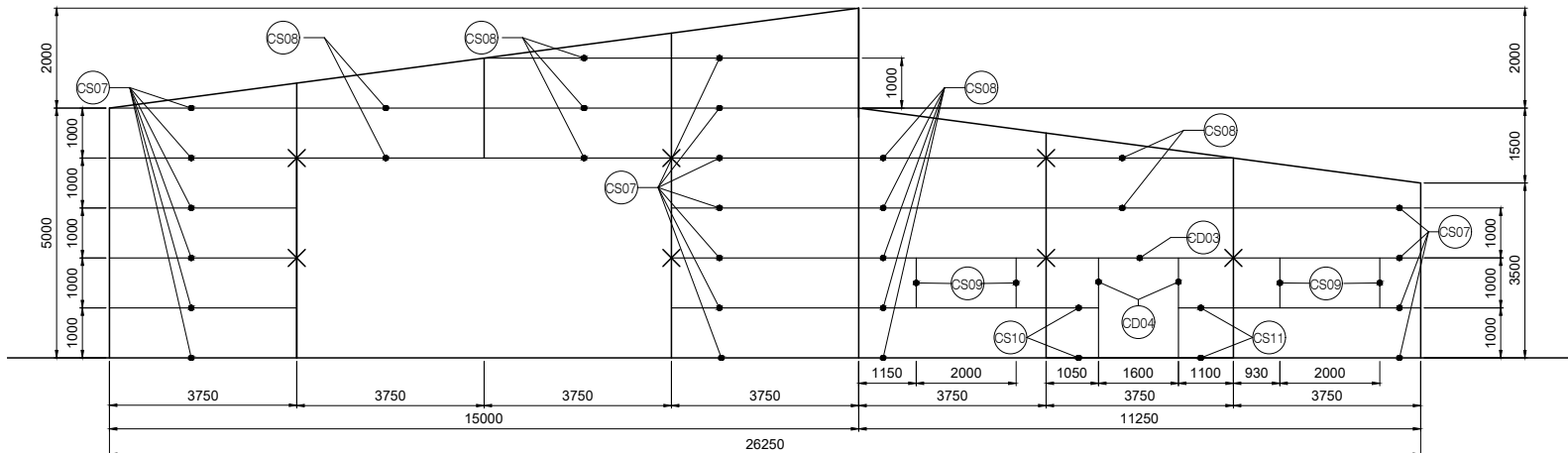
ALUMNOS		Fecha : 06/02/2026	Plano N°:
CICCHIRILLO, Franco	CUMINI LONDERO, Lucia	Escala : 1:150	13
KOVACEVICH, Ivan	SUAREZ, Angela		



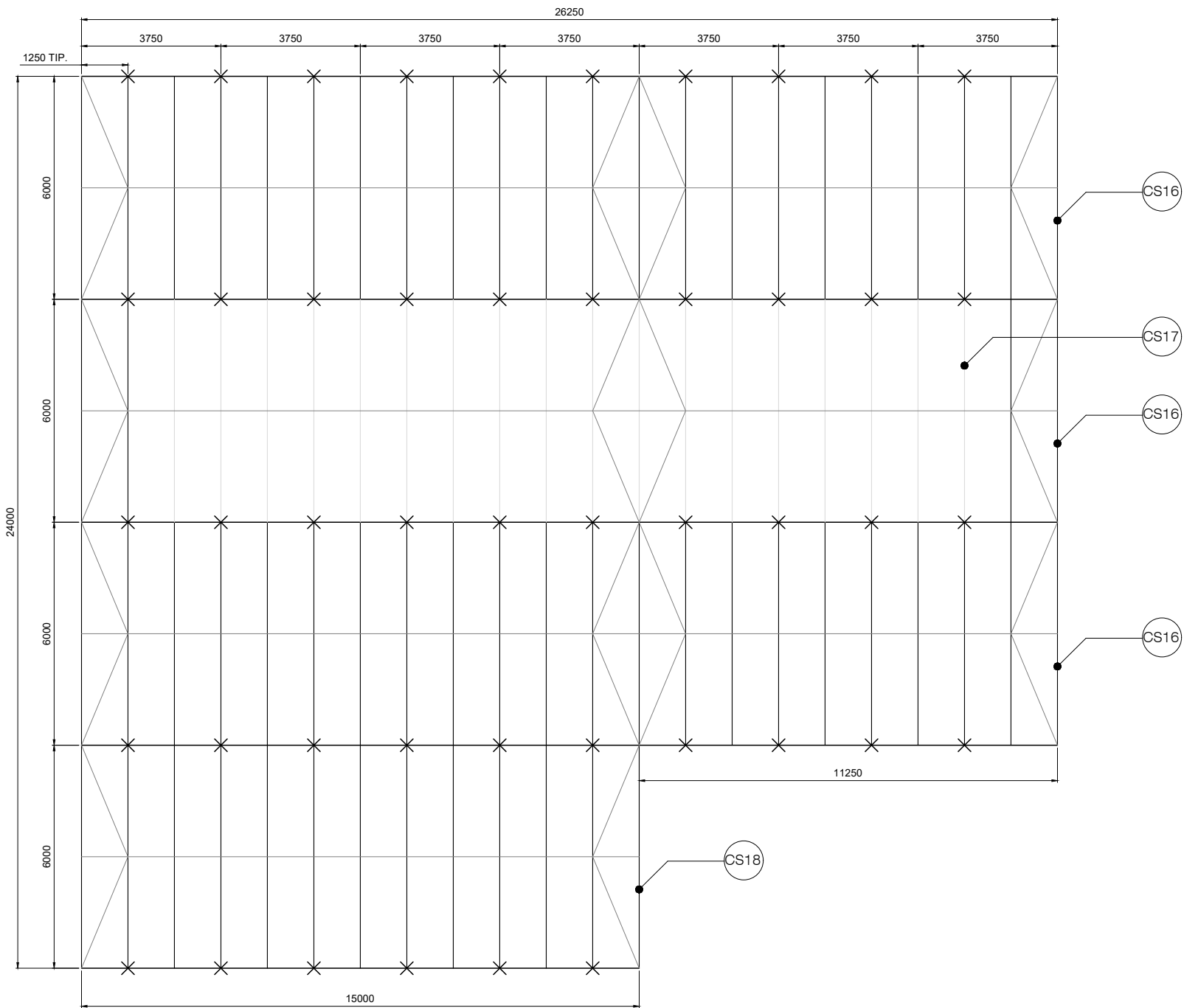
14



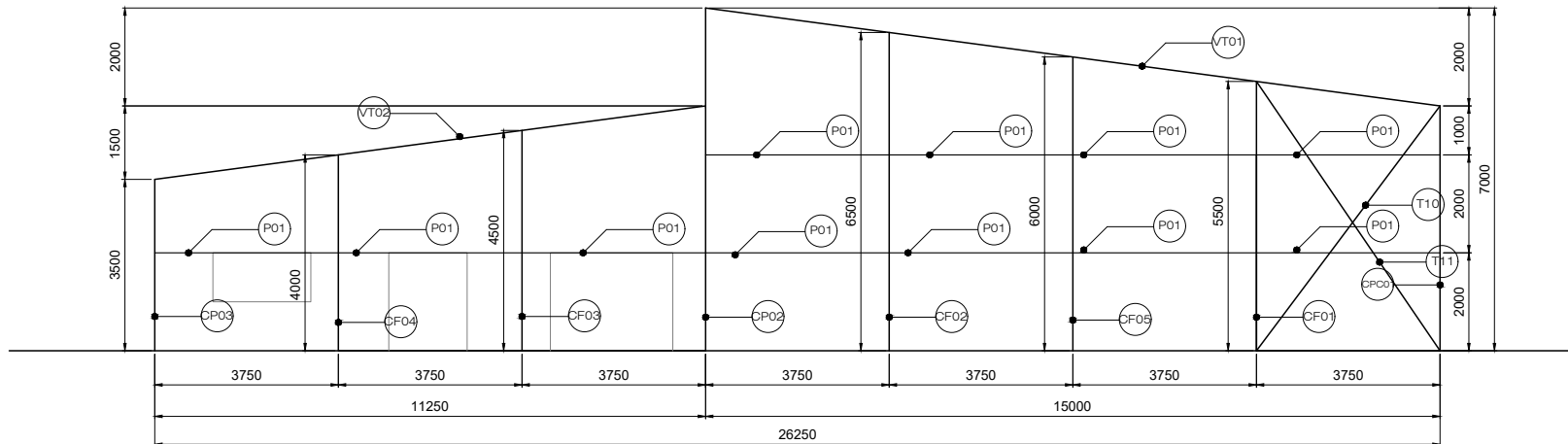
ESTRUCTURA DE FRENTE



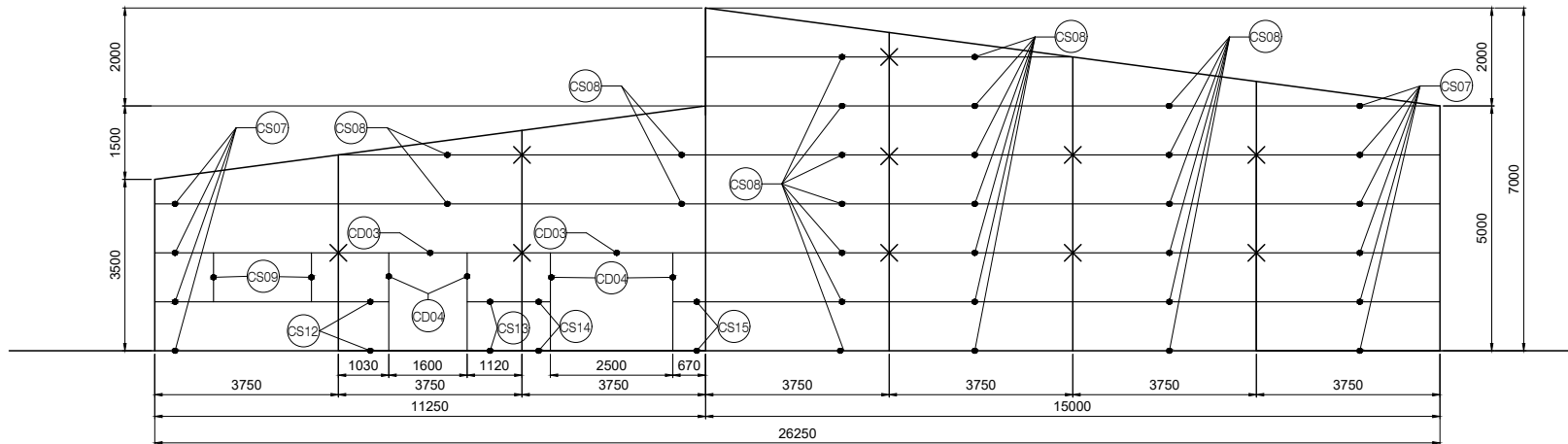
CORREAS FRENTE



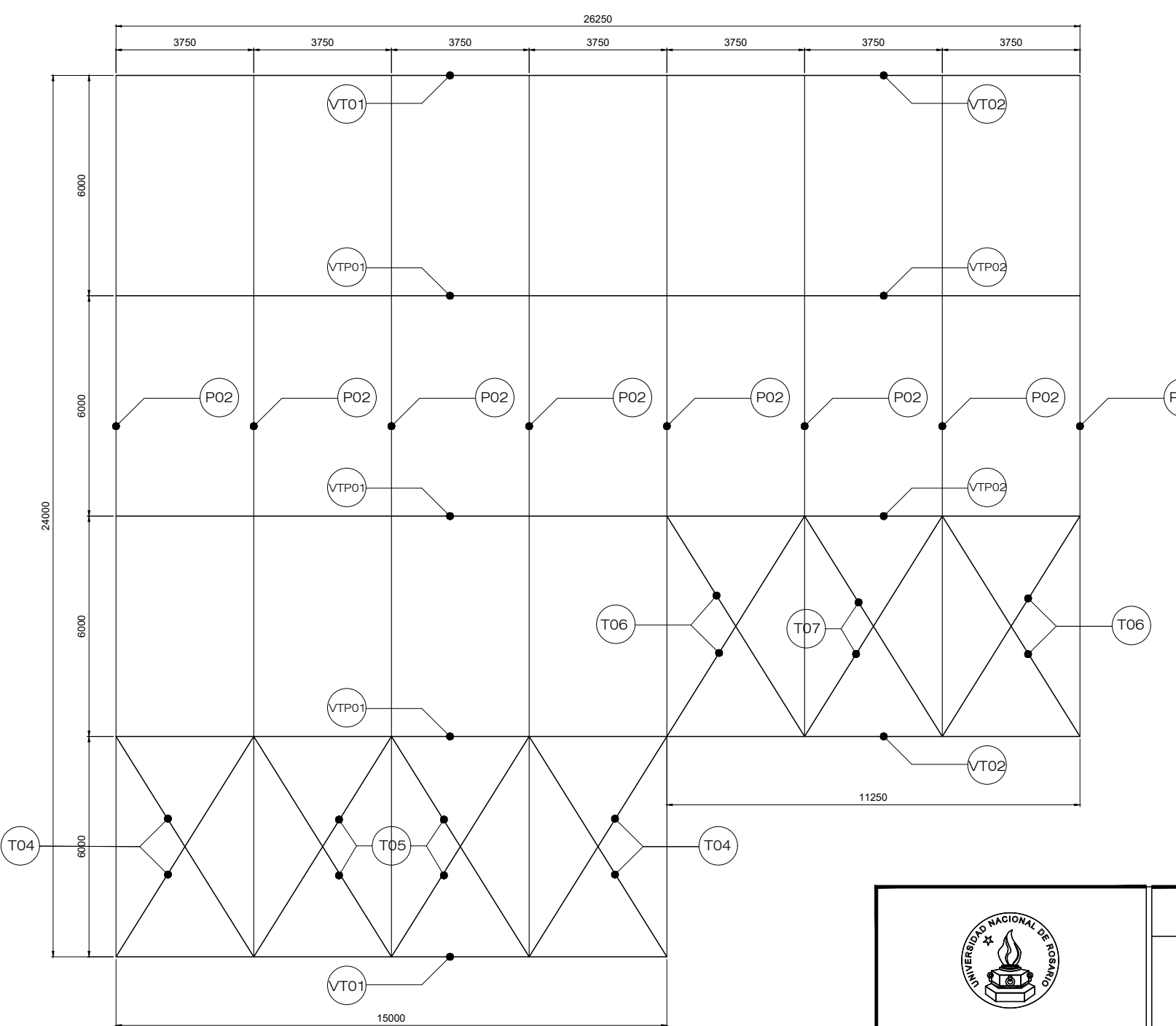
CORREAS DE TECHO



ESTRUCTURA DE CONTRAFRENTE



CORREAS CONTRAFRENTE



ESTRUCTURA DE TECHO

POS. N°	CANT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
CPF01	1u	COL. PORT. FRENTE – PERFIL IPN200 x 5,00m	F24 IRAM–IAS U500
CPT01	3u	COL. PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 5,00m	F24 IRAM–IAS U500
CPC01	1u	COL. PORT. CONTRAFRENTE – PERFIL IPN180 x 5,00m	F24 IRAM–IAS U500
CP02	2u	COL. PORT. FRENTE Y CONT. – PERFIL IPN140 x 7,00m	F24 IRAM–IAS U500
CPT02	3u	COL. PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300x 7,00m	F24 IRAM–IAS U500
CP03	2u	COL. PORT. FRENTE Y CONT. – PERFIL IPN140 x 3,50m	F24 IRAM–IAS U500
CPT03	3u	COL. PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 3,50m	F24 IRAM–IAS U500
CF01	2u	COLUMNA FRONTIS – PERFIL IPN180 X 5,50m	F24 IRAM–IAS U500
CF02	2u	COLUMNA FRONTIS – PERFIL IPN180 X 6,50m	F24 IRAM–IAS U500
CF02	2u	COLUMNA FRONTIS – PERFIL IPN180 X 6,50m	F24 IRAM–IAS U500
CF03	2u	COLUMNA FRONTIS – PERFIL IPN140 X 4,50m	F24 IRAM–IAS U500
CF04	2u	COLUMNA FRONTIS – PERFIL IPN140 X 4,00m	F24 IRAM–IAS U500
CF05	1u	COLUMNA FRONTIS – PERFIL IPN180 x 6,00m	F24 IRAM–IAS U500
FC01	1u	FALSA COLUMNA – PERFIL IPN140 x 2,00m	F24 IRAM–IAS U500
VT01	8u	VIGA TECHO – PERFIL IPN140 x 3,75m	F24 IRAM–IAS U500
VTP01	3u	VIGA TECHO PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 15,133m	F24 IRAM–IAS U500
VT02	6u	VIGA TECHO – PERFIL IPN140 x 3,783m	F24 IRAM–IAS U500
VTP02	3u	VIGA TECHO PORT. TÍPICO – PERFIL IPN300 x 11,350m	F24 IRAM–IAS U500
P01	18u	PUNTALES FRONT. – CORR. DOBLESx3,75m	ZAR–250
P02	23u	PUNTALES . – 2L EN CRUZ L89x89x6,4 x 6,00m	F24 IRAM–IAS U500
K01	4u	PUNTALES K1 – 2L EN CRUZ L 51x51x4,8 x 3,90m	F24 IRAM–IAS U500
K02	2u	PUNTALES K2 – 2L EN CRUZ L64x4,8 x 4,60m	F24 IRAM–IAS U500
K03	4u	PUNTALES K3 – 2L EN CRUZ L64x64x4,8 x 3,90m	F24 IRAM–IAS U500
K04	2u	PUNTALES K3 – 2L EN CRUZ L 51x51x4,8 x 3,60m	F24 IRAM–IAS U500
T01	1u	ENSOR FRONT.01 – REDONDO PRET 1/2" x 4,04m	AL–220
T02	2u	ENSOR FRONT.01 – REDONDO PRET 1/2" x 4,25m	AL–220
T03	1u	ENSOR FRONT.01 – REDONDO PRET 1/2" x 4,51m	AL–220
T04	4u	ENSOR CUBIERTA – REDONDO PRET 5/8" x 7,07m	AL–220
T05	4u	ENSOR CUBIERTA – REDONDO PRET 9/16" x 7,07m	AL–220
T06	4u	ENSOR CUBIERTA – REDONDO PRET 1/2" x 7,07m	AL–220
T07	2u	ENSOR CUBIERTA – REDONDO PRET 1/4" x 7,07m	AL–220
T08	1u	ENSOR FRENTE – REDONDO PRET 1 1/4" x 6,25m	AL–220
T09	1u	ENSOR FRENTE – REDONDO PRET 1 1/4" x 6,67m	AL–220
T10	1u	ENSOR FRENTE – REDONDO PRET 1 9/16" x 6,25m	AL–220
T11	1u	ENSOR FRENTE – REDONDO PRET 9/16" x 6,67m	AL–220
CS01	39u	CORREA SIMPLE C 180x70x25x2,0 x 6,00m	ZAR–250
CS02	6u	CORREA SIMPLE C 180x70x25x2,0 x 0,50m	ZAR–250
CS03	10u	CORREA SIMPLE C 180x70x25x2,0 x 1,00m	ZAR–250
CS04	3u	CORREA SIMPLE C 180x70x25x2,0 x 0,60m	ZAR–250
CS05	4u	CORREA SIMPLE C 180x70x25x2,5 x 0,75m	ZAR–250
CS06	2u	CORREA SIMPLE C 180x70x25x2,5 x 3,65m	ZAR–250
CS07	26u	CORREA SIMPLE C 160x60x20x1,6 x 3,75m	ZAR–250
CS08	30u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 3,75m	ZAR–250
CS09	6u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 1,00m	ZAR–250
CS10	2u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 1,05m	ZAR–250
CS11	2u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 1,10m	ZAR–250
CS12	2u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 1,03m	ZAR–250
CS13	2u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 1,12m	ZAR–250
CS14	2u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 0,58m	ZAR–250
CS15	2u	CORREA SIMPLE C 160x50x20x1,6 x 0,67m	ZAR–250
CS16	48u	CORREA SIMPLE C 200x80x30x2,5 x 6,00m	ZAR–250
CS17	18u	CORREA SIMPLE C 200x70x25x2,5 x 6,00m	ZAR–250
CS18	13u	CORREA SIMPLE C 200x80x30x3,2 x 6,00m	ZAR–250
CD01	2u	CORREA DOBLE C 180x70x25x2,5 x 6,00m	ZAR–250
CD02	2u	CORREA DOBLE C 180x70x25x2,5 x 2,00m	ZAR–250
CD03	3u	CORREA DOBLE C 160x50x20x1,6 x 3,75m	ZAR–250
CD04	6u	CORREA DOBLE C 160x50x20x1,6 x 2,00m	ZAR–250

CONSIDERACIONES GENERALES:

- MEDIDAS EN mm.
- LAS CORREAS DE COLOR AZUL PERTENECEN A UN MISMO ITEM DE LA LISTA DE MATERIALES.
- LAS TILLAS SE VISUALIZAN EN COLOR CLARO.

REFERENCIAS:

× TORNAPUNTAS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERIA Y AGRIMENSURA

UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEG0 Y PIAMONTE

PLANO : UNIFILARES – FRENTE, CONTRAFRENTE Y CUBIERTA

ALUMNOS	CICCHIRILLO, Franco	CUMINI LONDERO, Lucia	Fecha : 06/02/2026	Piano N°:
	KOVACEVICH, Ivan	SUAREZ, Angela	Escala : 1:150	15

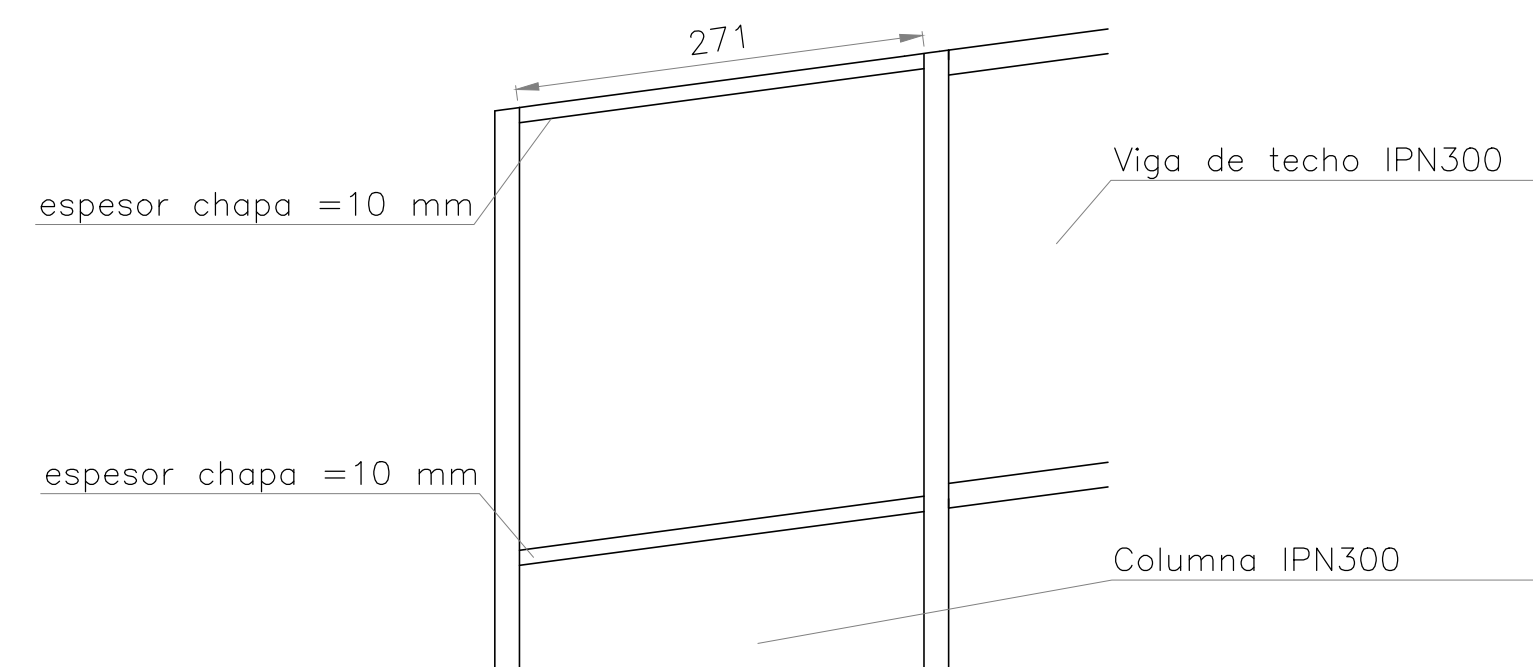
Technical drawing of a portal frame structure, showing three columns and two beams. The structure is labeled with various components and dimensions.

Components and Labels:

- VER DETALLE "NUDO PORTICO"
- Columna IPN300
- VER DETALLE "PLACA BASE"
- Base Columna CPT01
- Viga IPN300
- Columna IPN300
- Base Columna CPT02
- Columna IPN300
- Base Columna CPT03
- espesor chapa = 10 mm
- bulones A325 5/8"
- CORTE A - A
- ESCALA 1:5

Dimensions and Measurements:

- 12000 (Length of the top beam)
- 1244 (Offset dimension at the top left joint)
- 75 (Flange width of the column)
- 10 (Thickness of the plate)
- 290 (Web height of the column)
- 360 (Total height of the column)
- 35 (Flange thickness of the column)
- 80 (Distance between bolts)
- 150 (Total width of the column base)
- NE = 0,2m
- NTN = 0m
- NF = -1,7m



Technical drawing illustrating the reinforcement details for a column-beam connection. The drawing shows a cross-section of a concrete beam (fuste hormigón H-25) and a concrete column (Columna IPN300). The connection is reinforced with A325 5/8" bolts (bulones A325 5/8" L=1000mm) and a 10mm thick gusset plate (placa de anclaje e=10mm). The grouting (grouting e=25mm) is shown around the bolts. The drawing also indicates the use of H-25 reinforcement bars (fuste hormigón H-25) and a 80x80 mm x 100 mm cutout (Nariz de corte 80x80 L=100mm).

Technical drawing of a reinforced concrete column and foundation. The left part is a 2D cross-section showing a column with 8 vertical bars (8 Ø16) and stirrups (Estribos 1Ø6 c/19). The column is connected to a foundation with 3 top bars (3 1Ø6 c/30) and 1 bottom bar (1Ø10 c/10). The right part is a 3D perspective view of the foundation, showing dimensions: 1900mm x 1400mm base, 480mm x 250mm column base, and 1500mm column height.

8 Ø16

Estribos
Ø6 c/19

③ 1Ø6 c/30

② 1Ø10 c/17

① 1Ø10 c/10

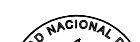
1650

480

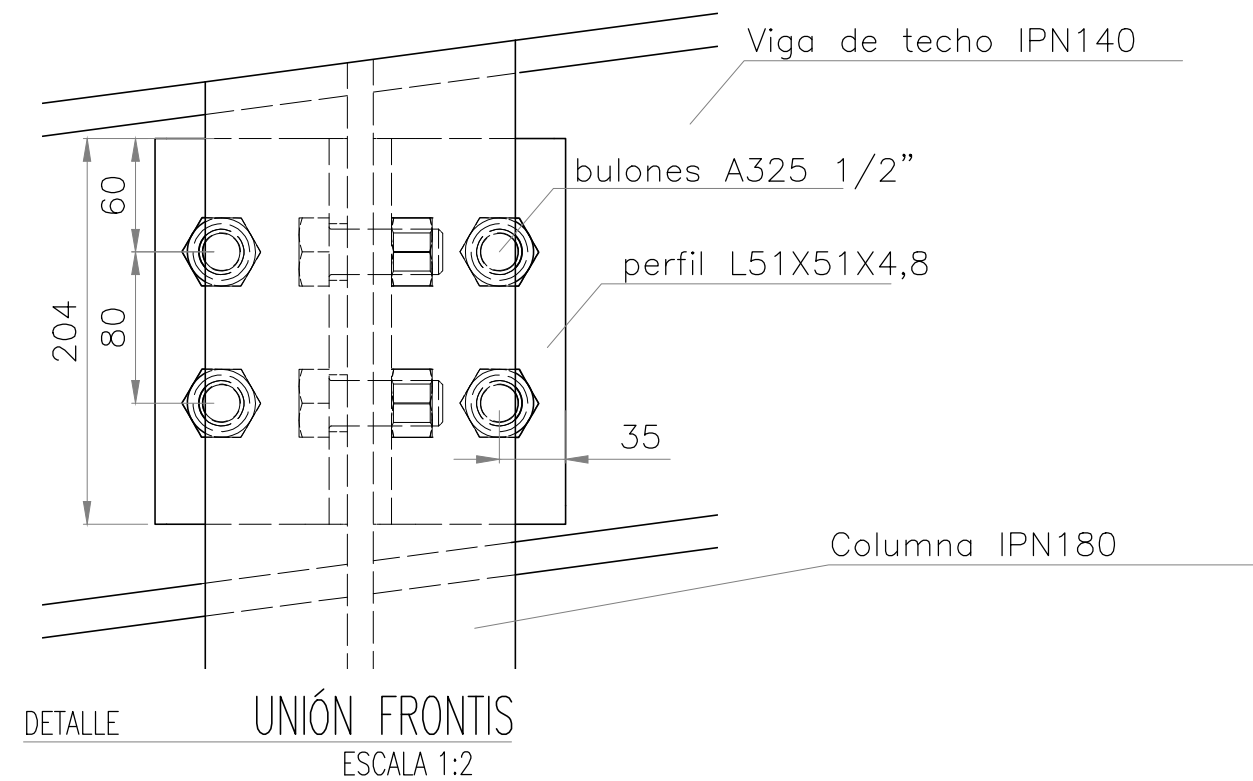
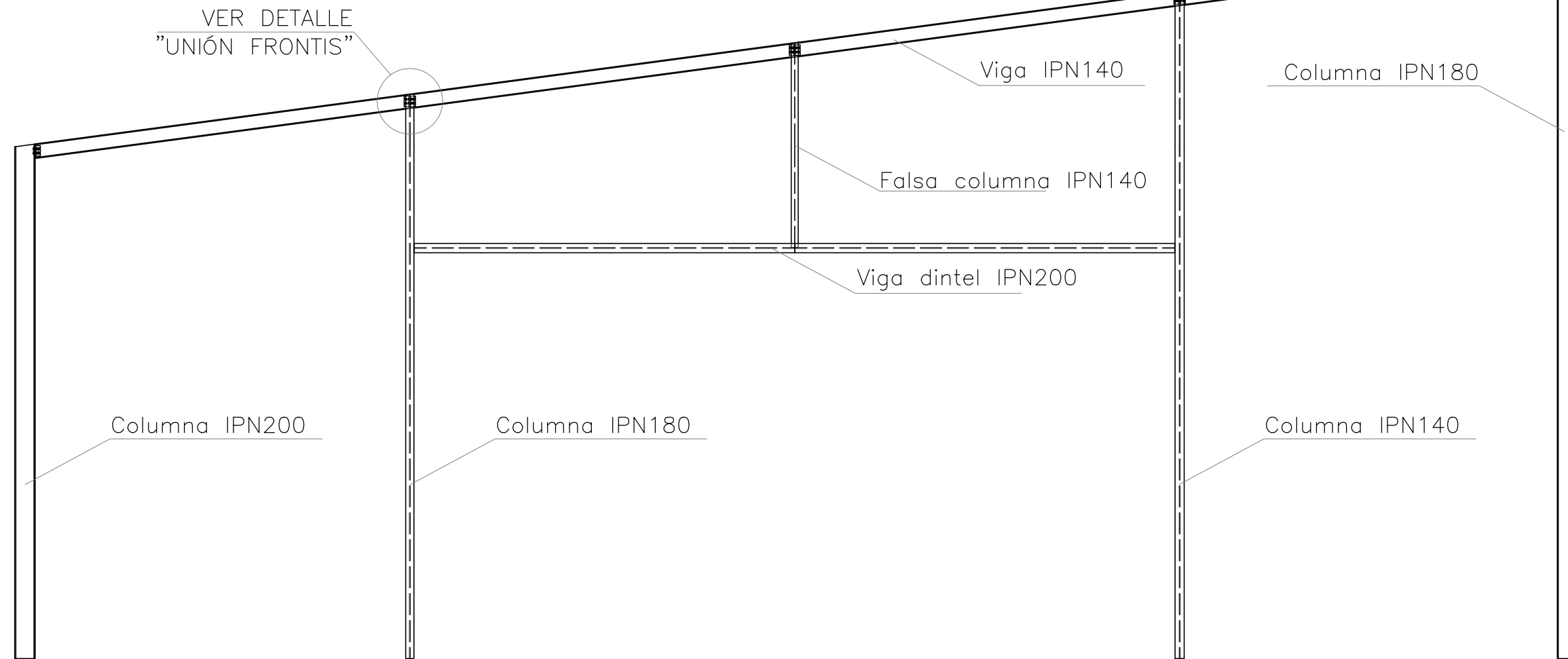
250

1400

1300

 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNR	PROYECTO DE GRADO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS TIO ROLO, PUENTE GALLEG0 Y P1AMONTE		
	PLANO : DETALLE PORTICO TÍPICO, UNIONES Y FUNDACIONES		
ALUMNOS: CICCHIRILLO, Franco CUMINI LONDERO, Lucía KOVACEVICH, Ivan SUAREZ, Angela	Fecha : 06/ 02/ 2026 Escala : -	Plano N°: 16	

VISTA PORTICO FRONTIS
ESCALA 1:50



CONSIDERACIONES GENERALES:

- MEDIDAS EN mm.
- No se representan los tensores del frontis, ya que el detalle se centra únicamente en la unión viga-columna



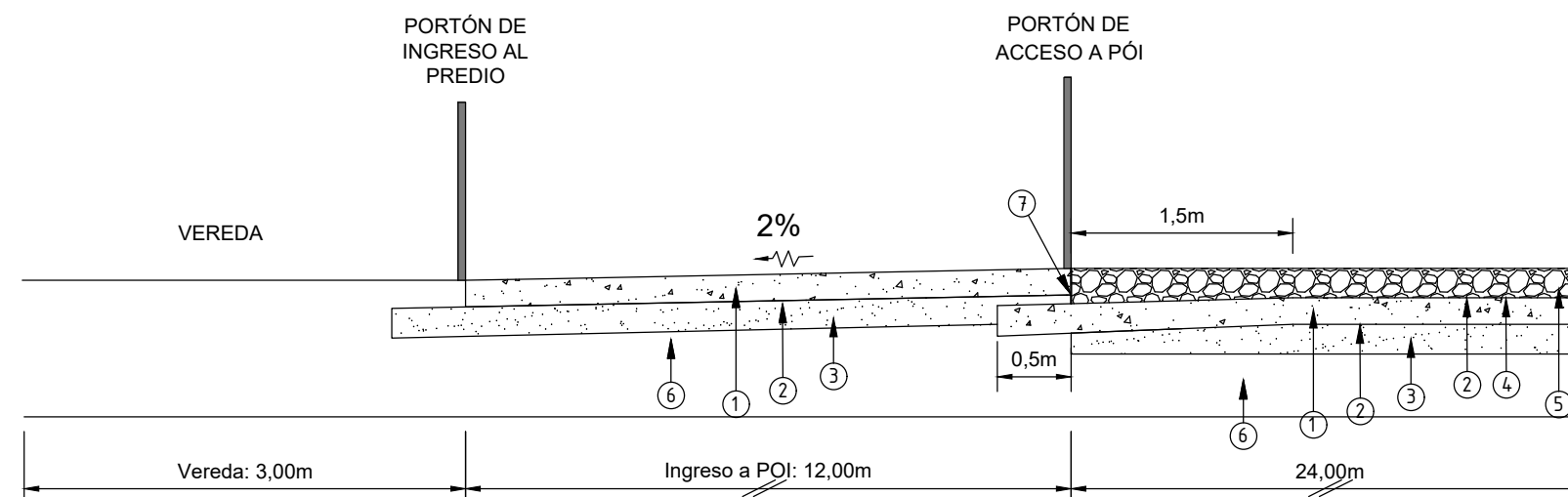
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO : DETALLE FRONTIS Y UNIONES

ALUMNOS	Fecha : 06/02/2026	Plano N°:
CICCHIRILLO, Franco KOVACEVICH, Ivan	CUMINI LONDERO, Lucia SUAREZ, Angela	17



- ① BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR CON CEMENTO, ESPESOR 0.20 m.
- ② RIEGO DE CURADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA A RAZÓN DE 0.25 Kg/m².
- ③ SUBBASE DE SUELO MEJORADO CON CAL, ESPESOR 0.20 m
- ④ MEMBRANA IMPERMEABLE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 250 μ m
- ⑤ HORMIGÓN H-30, ESPESOR 0.24 m con transición en 1,50m a ESPESOR 0,20 m
- ⑥ SUBRASANTE DE SUELO LOCAL
- ⑦ JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

UNR

PROYECTO DE GRADO

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LOS BARRIOS TÍO ROLO, PUENTE GALLEGO Y PIAMONTE

PLANO :
Paquete estructural de pavimento

ALUMNOS

CICCHIRILLO, Franco
KOVACEVICH, Ivan

CUMINI LONDERO, Lucia
SUAREZ, Angela

Fecha : 06/02/2026
Escala H : 1:50

Plano N°:

18

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

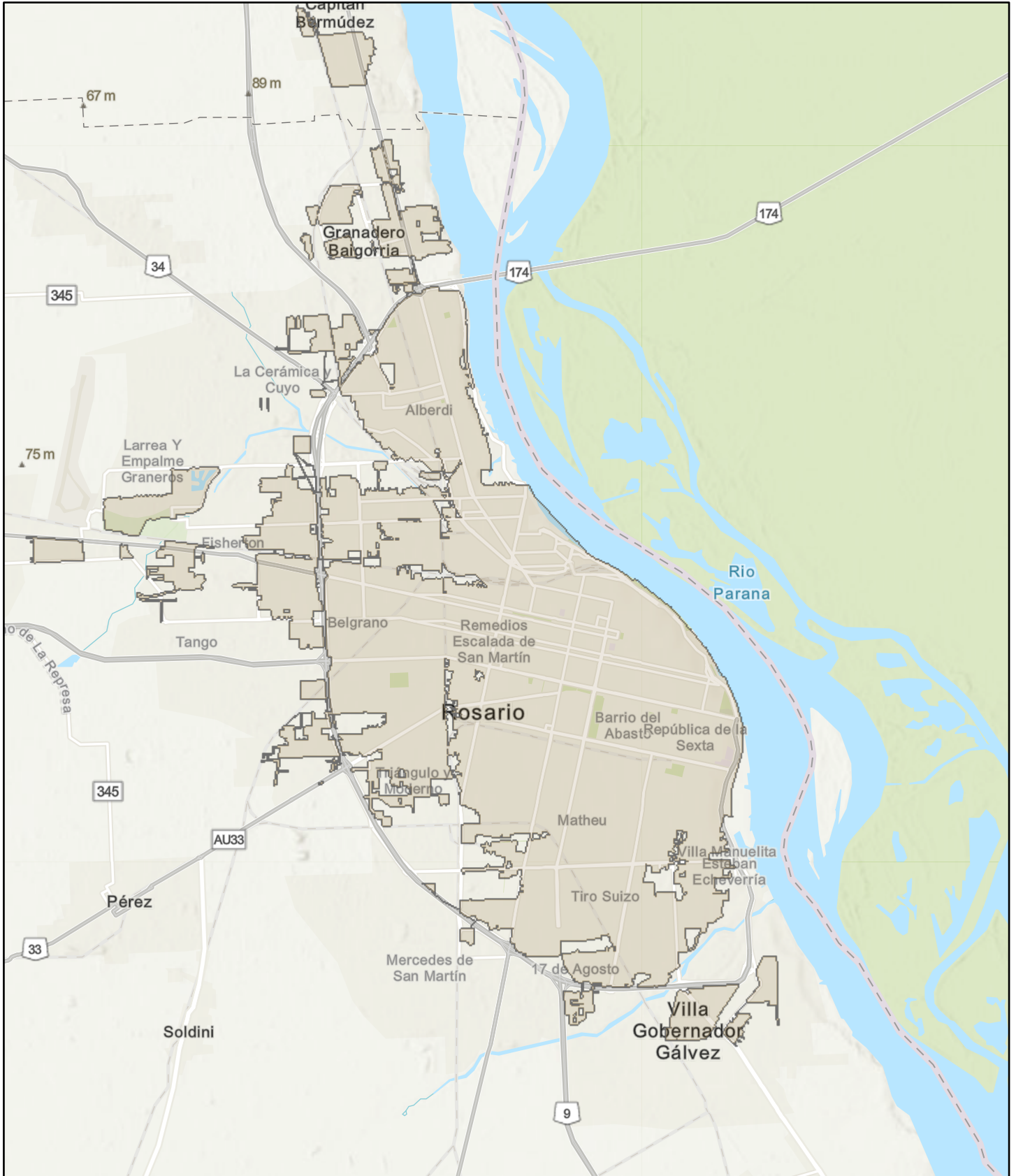
ANEXO 01: ÁREA SERVIDA DE AGUA POTABLE Y CLOACAS. AGUAS SANTAFESINAS S.A.

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

Ingeniería Civil

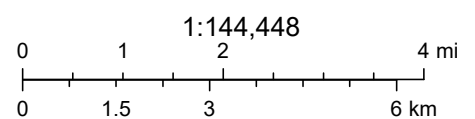
Febrero de 2026

ZONA SERVIDA CON CLOACAS



5/10/2025, 17:16:55

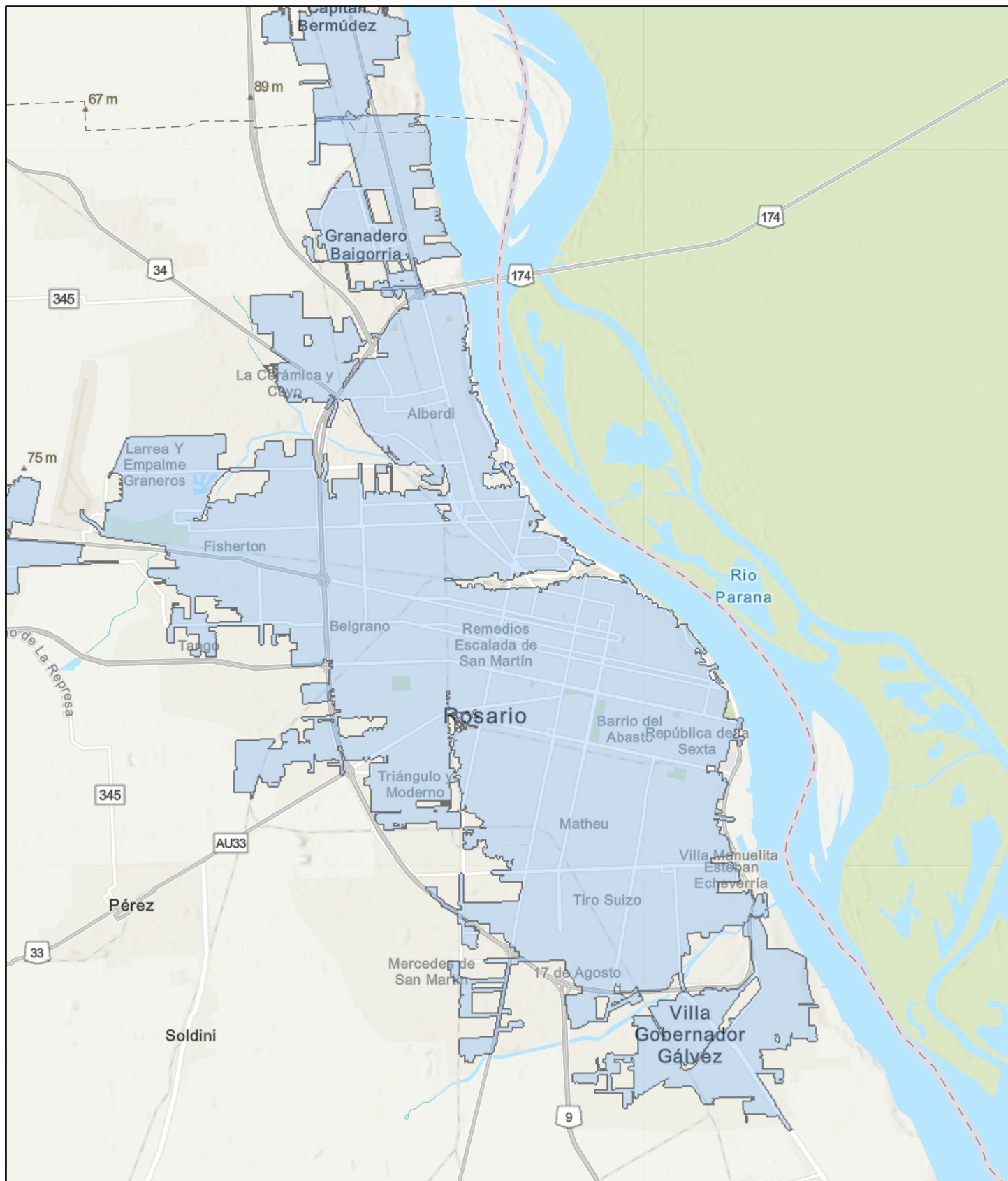
 Area Servida Cloaca



FUENTE: Aguas Santafesinas S.A

Esri, NASA, NGA, USGS, Esri, TomTom, Garmin, METI/NASA, USGS

ZONA SERVIDA CON AGUA POTABLE



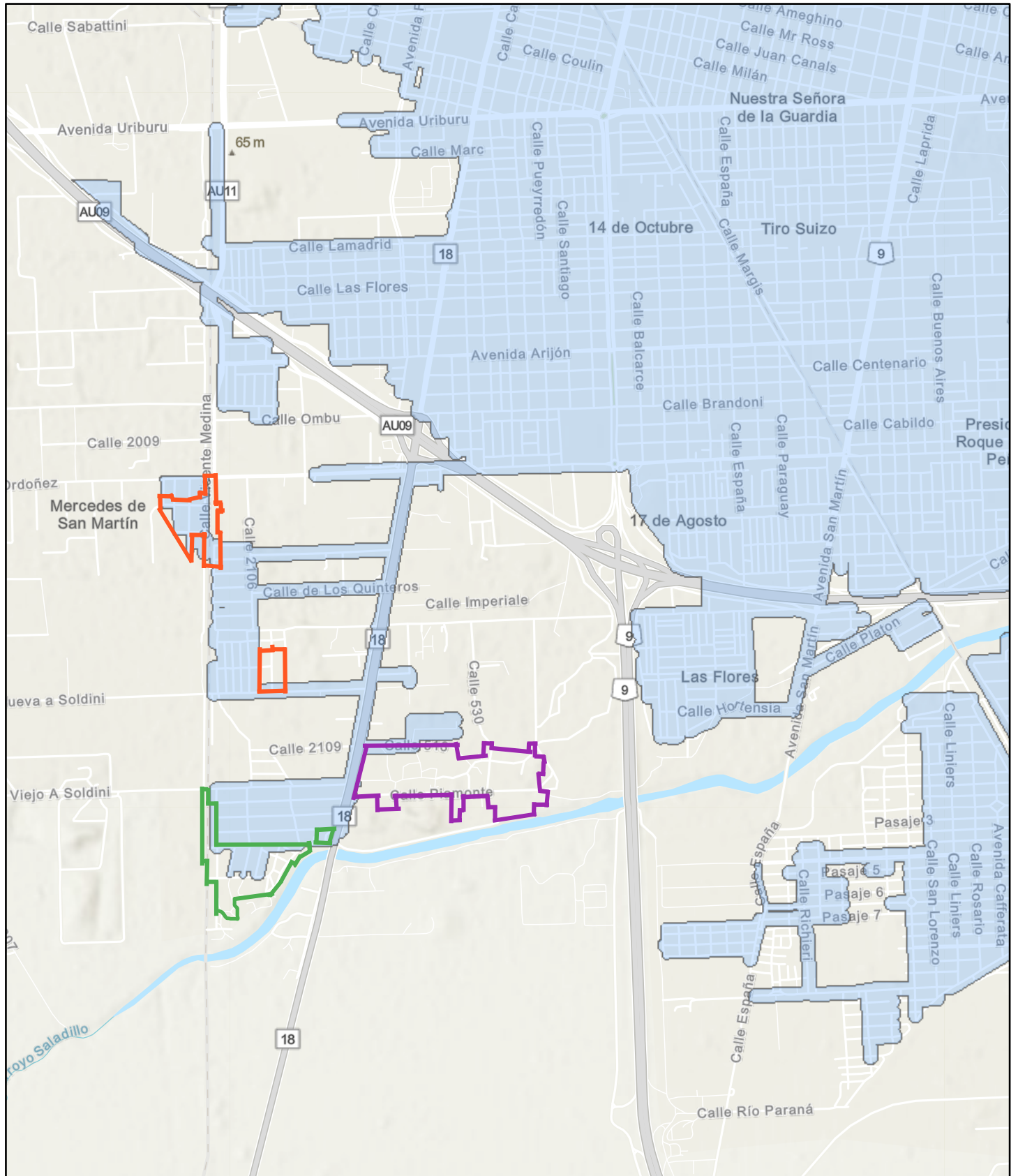
5/10/2025, 17:15:25

 Area Servida Agua

FUENTE: Aguas Santafesinas S.A

Esri, NASA, NGA, USGS, Esri, TomTom, Garmin, METI/NASA, USGS

AGUA POTABLE EN ZONA DE ESTUDIO



5/10/2025, 17:18:41

Area Servida Agua

POLÍGONOS RENABAP
PUENTE GALLEGO
PIAMONTE
TÍO ROLO

1:36,112
0 0.25 0.5 1 mi
0 0.4 0.8 1.6 km

FUENTE: Aguas Santafesinas S.A

Esri, NASA, NGA, USGS, Esri, TomTom, Garmin, METI/NASA, USGS

FUENTE: Aguas Santafesinas S.A

A number line illustrating the conversion of miles to kilometers. The top scale is in miles, ranging from 0 to 0.5. The bottom scale is in kilometers, ranging from 0 to 0.8. Key points are marked at 0.13 miles (0.2 km) and 0.25 miles (0.4 km). The scale factor 1:18,056 is indicated above the line.

Web Map
ASSA 2025

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

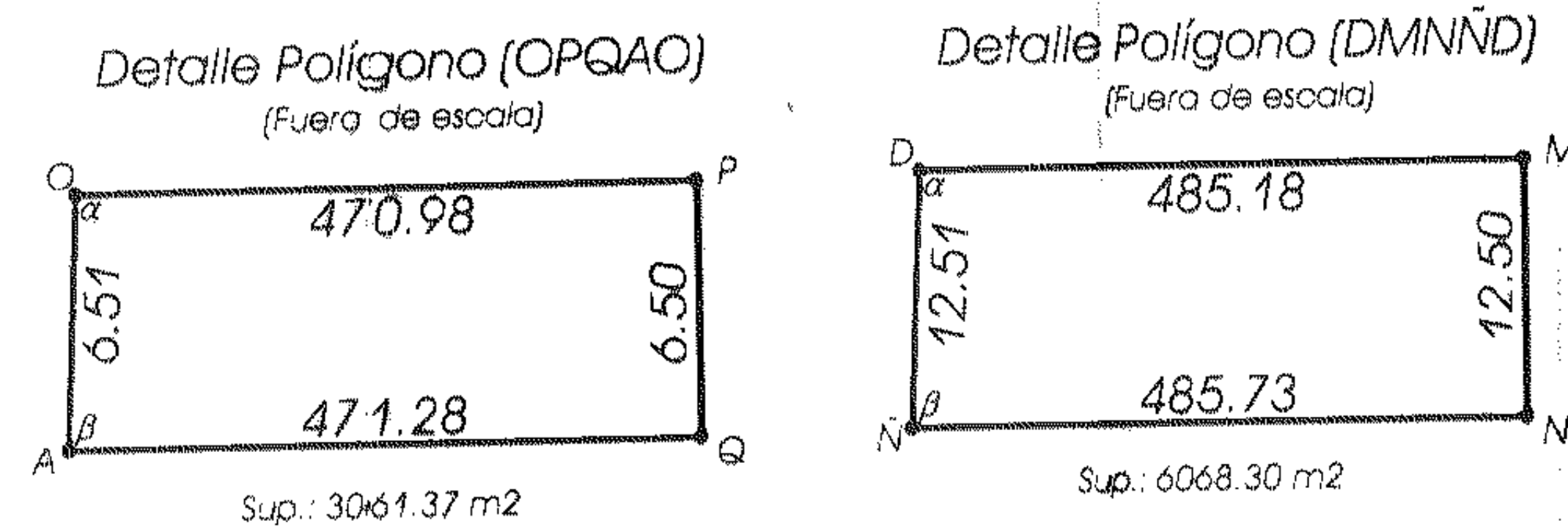
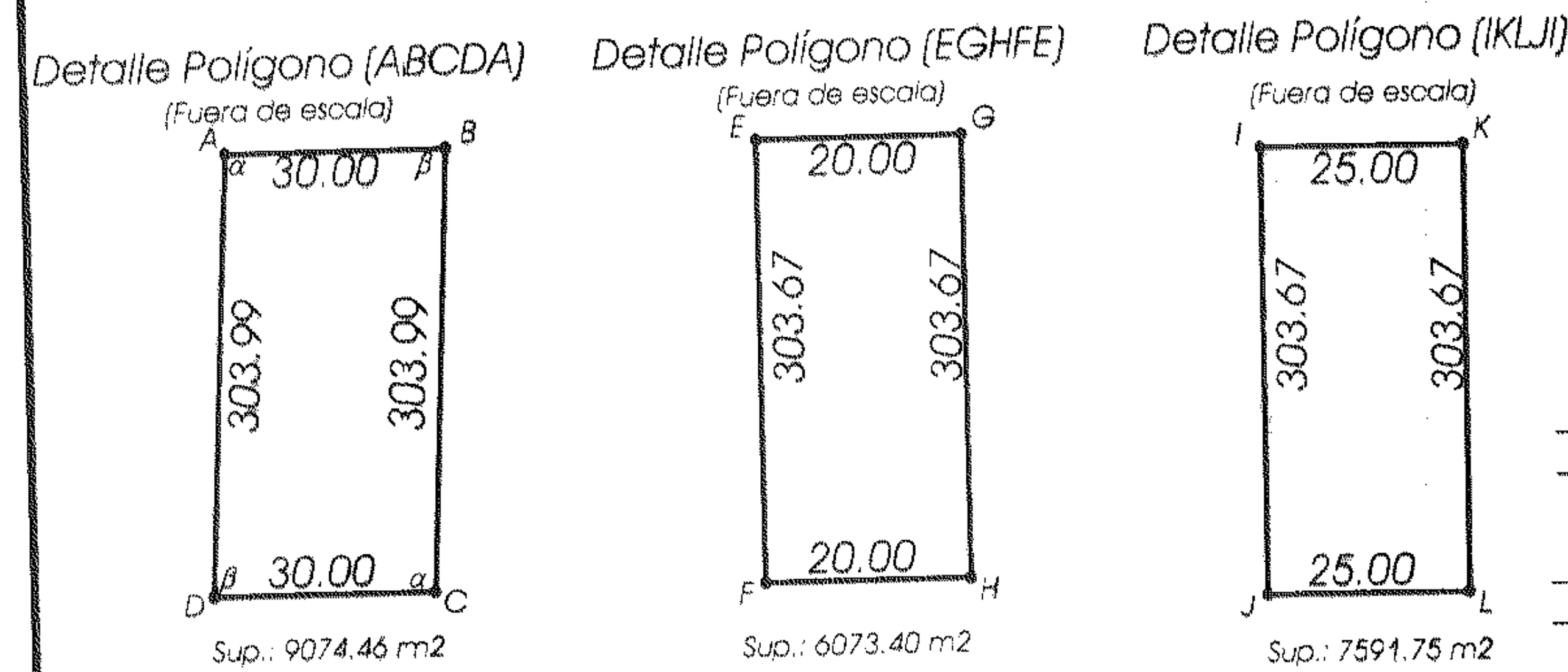
ANEXO 02: PLANO DE MENSURA DEL PREDIO

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

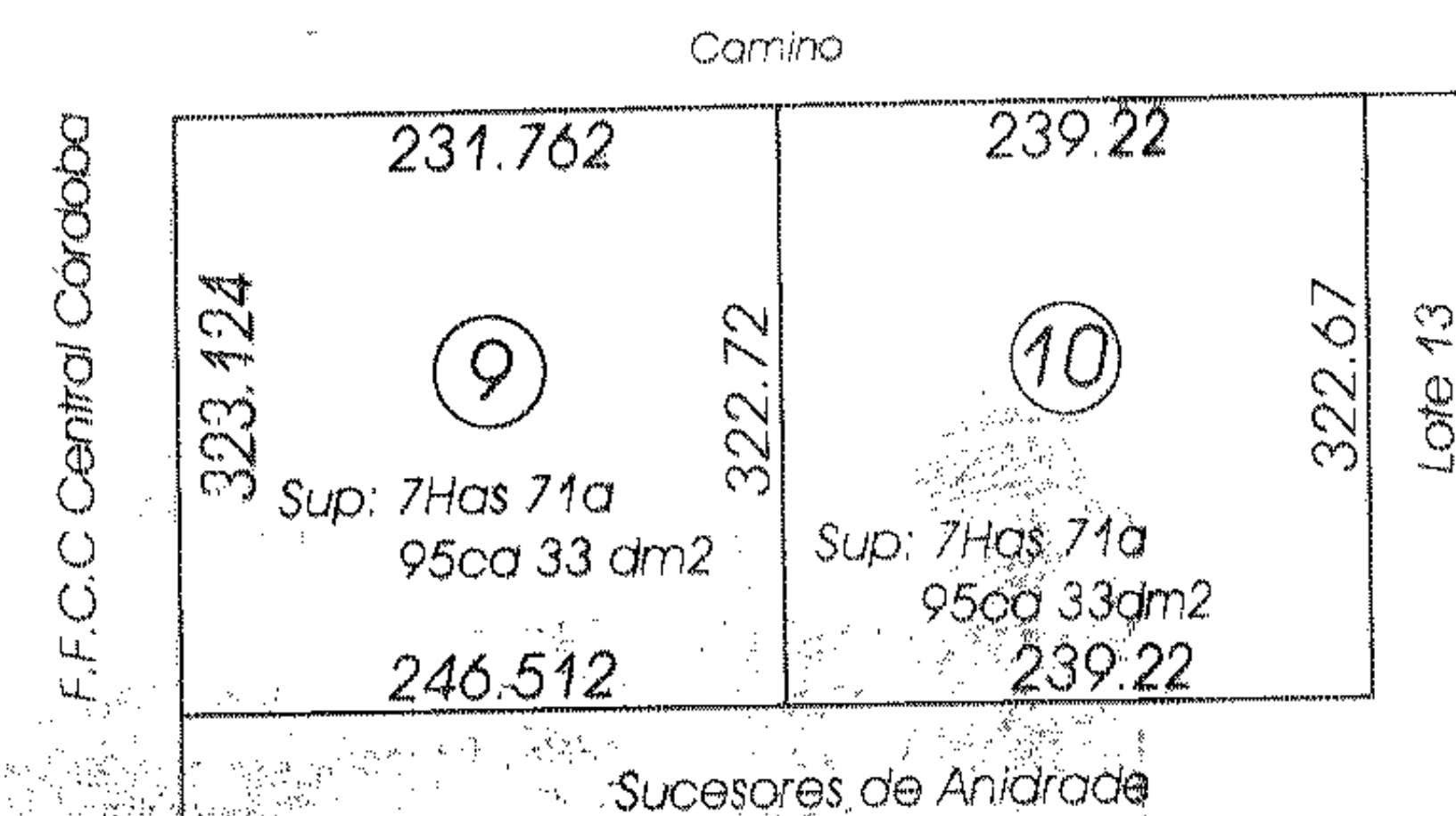
Ingeniería Civil

Febrero de 2026

Detalle de Polígonos Afectados a Ensanches o Aperturas de Calles

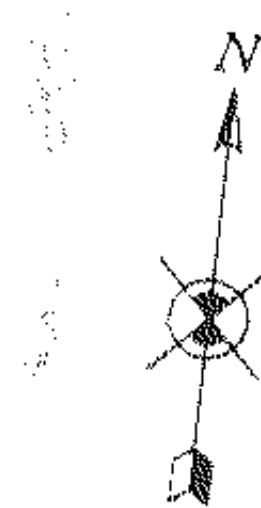


Representación Gráfica de Títulos

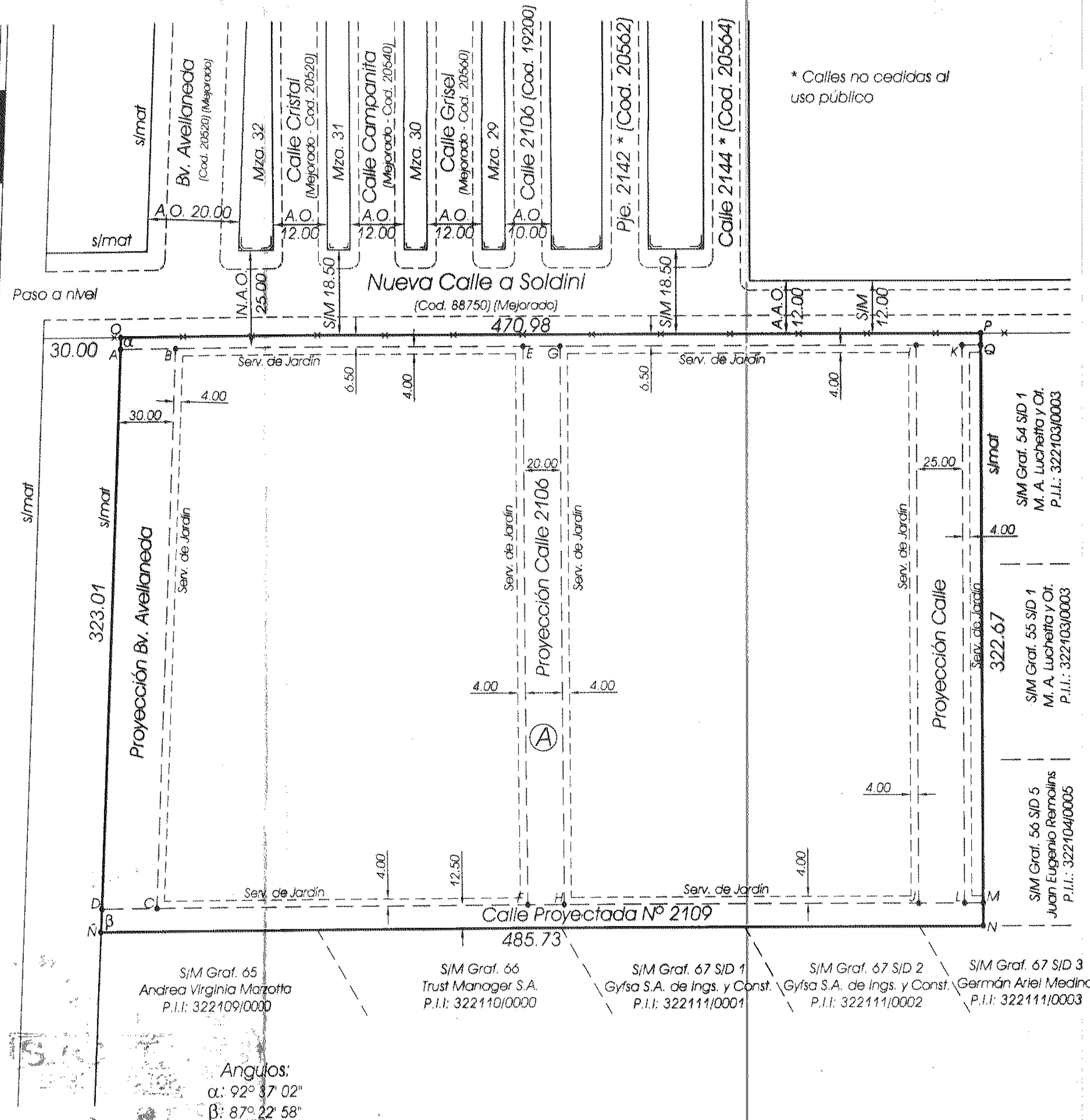


Escalas:
Mensura: 1/2500
Calles: 1/1000

Referencias:
S/M: Según Mensura
A.O.: Ancho Oficial
A.A.O.: Antiguo Ancho Oficial
N.A.O.: Nuevo Ancho Oficial
Medidas en metros
Los ángulos no indicados son de 90° o 270°



Realizamos las operaciones de mensura el 27/01/12



PLANO DE MENSURA

173728/12

Pl. Nº 173728

P.I.I. Nº 322102/0000

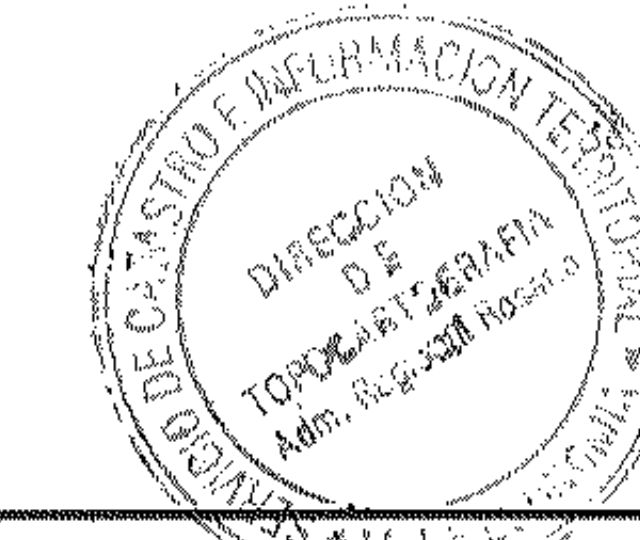
Provincia de Santa Fe
Departamento: Rosario
Distrito: Rosario
Lugar: Zona Rural de la Ciudad de Rosario
Secc. 21 S/Mza. Graf. 52
Objeto: Mensura

Propietarios:
María del Carmen, Silvia Alicia y Oscar Jorge GRAS, Jaime Miguel, Alberto Federico, Celia Nila, Héctor Ricardo y Rosa María Catalina GRAS

Inmueble: Lotes 9 y 10
Dominio: Tº 99 B Fº 536 V Nº 23155 (31/07/35)
TDH Nº 120476 (04/12/1963) - Nº 168322 (05/10/1971).
Tº 714 Fº 452/4 Nº 351751/3 (04/07/97)

Balance de Superficie

Sup. Total S/T _____ 15Has 43a 90.66ca
Sup. S/M Lote A _____ 15Has 43a 50.81ca
Diferencia _____ (-) 0Has 00a 39.85ca



José Belaga - Benito Vicioso
ICOPA 2008-5 Agrimensores ICOPA 20033-6
Entre Ríos 2570 - Tel: 4810691 - Rosario
Rosario, Enero de 2012

Observaciones: No corresponde afectación a centro de manzana. Zona II. Dto. G1-18.
Usufructuario de 1/6 parte indivisa: Oscar Jorge Gras.
Servidumbre de Jardín sujeto al uso del inmueble.

ING. GFA. SILVIA IRIGOYEN
Dirección de Topografía
DIR. GRAL. DE TOPO. Y CATASTRO

ING. GFA. MARÍA DEL CARMEN GRAS
Dirección de Topografía
DIR. GRAL. DE TOPO. Y CATASTRO

Lt. GFA. DANIEL B. CAMERINO
Jefe Dpto. de Planificación y Registro
Dirección de Topografía
DIR. GRAL. DE TOPO. Y CATASTRO

MUNICIPIO DE ROSARIO
DIRECCION DE TOPOGRAFIA Y CATASTRO
12 JUL 2012

NOMENCLATURA CATASTRAL			
Dpto.	Dto.	Sub. Dto.	Z
16	03	21	4
Secc.	Polig.	Manz.	
	PV		
Parc.	Sub-Parc.		
78			

S.C.T. REGIONAL ROSARIO
DEPARTAMENTO TOPOGRAFIA
14 AGO 2012
PLANO INSCRIPTO BAJO EL Nº 173728

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 03: ANÁLISIS DE NOTICIAS

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

TITULAR	FECHA	FUENTE	LINK	PROBLEMA	ACTORES	ACCIONES
Barrio Puente Gallego: 2.000 vecinos sin agua corriente por una «cuestión legal»	11/03/20	EQC: El quid de la cuestión	https://elquidde lacuestion.com.ar/barrio-puente-gallego-2-000-vecinos-sin-agua-corriente-por-una-cuestion-legal/	Cerca de 2.000 personas no cuentan con red de agua corriente y se ven obligados a caminar más de doscientos metros para llenar baldes y llevarlos de vuelta a su casa. Los vecinos que sí tienen acceso a la red, tienen baja presión de agua. Imposibilidad de tender nuevas redes porque no hay titularidad sobre los inmuebles.	● Presidenta de la vecinal de Puente Gallego ● Gerente de Relaciones Institucionales de Aguas Santafesinas	Capacitación a los vecinos para que puedan mejorar sus conexiones informales.
Por falta de presión, varios días sin agua en una escuela y parte del barrio Tío Rolo.	01/11/22	Rosario 3	https://www.rosario3.com/informaciongeneral/Por-falta-de-presion-varios-dias-sin-agua-en-una-escuela-y-parte-del-barrio-Tio-Rolo-20221101-0053.html	Debido a la falta de presión, la Escuela Primaria N°1372 "Chacho Muller" del barrio Tío Rolo, no tiene agua desde hace varios días. Aunque reciben una cuba por día desde Aguas Santafesinas, no les alcanza porque reciben a 400 chicos y tuvieron que reducir la jornada escolar.	● Vecinos del barrio Tío Rolo ● Alumnos, docentes y no docentes de la escuela. ● Aguas Santafesinas S.A	La empresa decidió enviar las facturas del servicio en cero, sin montos a pagar, hasta tanto no se regularice la situación. El colegio funciona a media jornada.
Una alternativa para mejorar el acceso al agua en los barrios populares de Rosario	29/06/24	La Gaceta Arquitectura	https://lagacetacad2.org.ar/una-alternativa-para-mejorar-el-acceso-al-agua-en-los-barrios-populares-de-rosario/	En la ciudad de Rosario, el 10 por ciento de sus habitantes no cuenta con acceso a la red formal de agua potable. La problemática persiste en el 90 por ciento de los barrios populares que existen en la ciudad, cuyos vecinos y vecinas obtienen agua mediante conexiones irregulares y -en menor medida- por medio de camiones cisterna.	● Área de Relaciones con la Comunidad de ASSA. ● Vecinos, vecinas y referentes de barrios populares. ● Municipalidad de Rosario	La empresa prestataria ordena las conexiones precarias que realizan los vecinos en forma irregular, para evitar las pérdidas y mayores complicaciones. Se reemplazan las cañerías informales por una principal de PEAD de 50 mm, con conexiones de media pulgada con llave de paso en el interior de las casas. Los vecinos hacen el zanjeo y ASSA se encarga del tendido de cañería y las conexiones domiciliarias. Los materiales se gestionan a través de la Municipalidad de Rosario.

En el último Operativo Barrial del año el municipio realizó una obra clave en Puente Gallego	20/12/24	Rosario Noticias	https://www.rosarionoticias.gob.ar/page/noticias/id/547469/title/En-el-%C3%BAltimo-Operativo-Barrial-del-a%C3%B1o-el-municipio-realiz%C3%B3-una-obra-clave-en-Puente-Gallego	Se realizó un Operativo Barrial donde la Municipalidad focalizó los trabajos en el saneamiento del barrio Puente Gallego, para optimizar el escurrimiento del agua.	• Vecinos y vecinas de Puente Gallego. • Municipalidad de Rosario	Se realizaron 12.000 metros lineales de rectificación de zanjas en un amplio sector del barrio, delimitado por Camino Viejo a Soldini, Ov Lagos, Viña del Mar y San Juan de Luz. Se ejecutó limpieza y desobstrucción de bocas de tormenta, sumideros y cruces de calles, el reacondicionamiento del espacio de convivencia (Camino Viejo a Soldini y Biarritz) y trabajos de higiene urbana en distintos puntos.
Los que hacen malabares por vivir sin agua	03/03/20	La Capital	https://www.lacapital.com.ar/la-ciudad/los-que-hacen-malabares-vivir-agua-n2568366.html	Rosario se extiende junto a uno de los ríos más caudalosos de Sudamérica, pero en los barrios ubicados a minutos del centro y al límite de la ciudad aún miles de familias para poder sobrevivir dependen de los camiones de la cuba para obtener un recurso que es un derecho humano. Los vecinos lavan la ropa de madrugada, hierven agua a toda hora y, cuando pueden, le dan "fuerza" con bombas. Hacen pozos y hunden baldes para lograr mayor presión y aún así no es suficiente. Otro impacto se puede ver en los centros de salud por la no presencia de agua segura o falta de cantidad suficiente de agua "es mayor presencia de diarreas en verano, infecciones en piel por defectuoso lavado de manos u otras virosis de índole respiratorias" como también riesgos al dengue por la falta de limpieza de los tachos o deficiente lavado de manos.	• Aguas Santafesinas S.A • Vecinos, vecinas y referentes de barrios populares. • Municipalidad de Rosario • Gobierno de la Provincia de Santa Fe.	Carencia de soluciones y promesa de la concreción de la obra del Acueducto del Gran Rosario, el cual hace años está en ejecución, en diferentes etapas que se paran con los diferentes gobiernos y la falta de inversión.

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 04: POBLACIÓN

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

CÁLCULO DE POBLACIÓN

Desde el Centro de Ingeniería Sanitaria (CIS) se brindó información sobre un análisis poblacional de la zona realizado por ASSA, basado en los datos del RENABAP 2023 y en el Censo 2010 del INDEC. En la Tabla 01 que sigue se muestran los datos brindados.

DATOS BRINDADOS POR CIS	ReNaBaP 2023	Familias	Hab	Área (Ha)	Densi.viv/Ha	Pob 20 años
	Tío Rolo	770	3080	10,4	74	3850
	Tío Rolo	143	572	3,5	41	715
	Bella Vista	534	2136	13,2	40	2670
	Puente Gallegos	385	1540	10	39	1925
	Piamonte	278	1112	24	12	3600
	Total	2110	8440			12760
	Censo 2010	Fracción	Radio	Hab	Pob 20 años	
		48	13	1527	1752	
		48	14	1195	1371	
		48	21	1767	2027	
		48	22	309	355	
	Total			4798	5507	
	VALORES FINALES					
	Población total actual (2023)		13504	hab		
	Población total 20 años		19992	hab		

Tabla 01. Datos de población en el área de estudio. Fuente: CIS.

Como vemos, se cuenta con la información de los radios censales considerados en el año 2010. Las *fracciones y radio censales* son unidades geográficas, con una determinada cantidad de viviendas a relevar, delimitadas por el INDEC, y se utilizan para subdividir el territorio en el marco de un operativo censal. Cada fracción se desagrega en radios, identificados por un código numérico único, y con un número determinado de viviendas a censar.

En el análisis presentado en la Tabla 01, la proyección poblacional se realiza con un horizonte de *20 años*, a diferencia de la metodología considerada en nuestro proyecto. A partir de esto, pueden señalarse los siguientes aspectos:

- En base al RENABAP se consideraron 4 hab/viv para el año 2023 y 5 hab/viv para la proyección, tomando a la familia como unidad de vivienda.
- Para la proyección en base al Censo se usó un factor 1,147, factor de crecimiento definido por la empresa prestataria, elaborado a partir de una base histórica que integra distintos censos realizados a lo largo del tiempo.

Se constataron los datos iniciales brindados y se sumó a este estudio la información del último Censo Nacional que data del 2022. Desde la página del INDEC se obtuvieron los números de fracciones y radios censales dentro de los cuales se incluyen los polígonos de los barrios (Instituto Nacional de Estadística y Censos, s.f.). Cabe aclarar que hay una variación de radios censales entre los años 2010 y 2022.

Con dichos datos y mediante el uso del portal Redatam (Instituto Nacional de Estadística y Censos, s.f.) se extrajeron la cantidad de viviendas. Para obtener el número de habitantes por

vivienda se utilizaron los datos presentados en un informe de la Municipalidad de Rosario (2025) sobre la población de la ciudad, de donde se observan en la Figura 01 los siguientes valores:

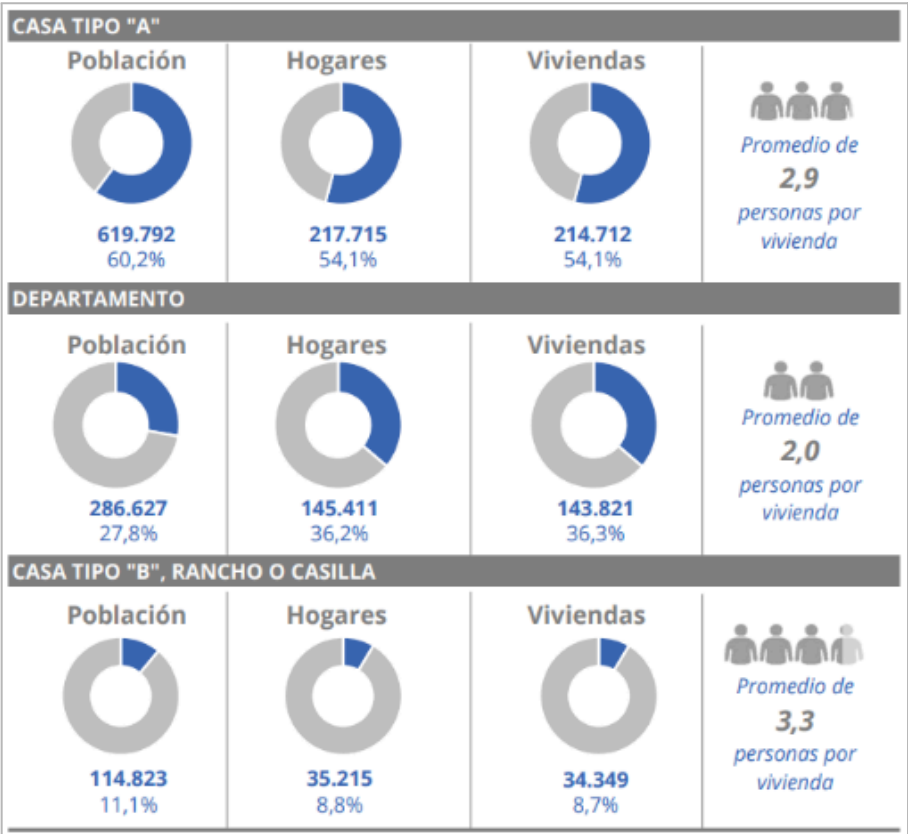


Figura 01. Cantidad de habitantes según tipo de vivienda. Fuente: Municipalidad de Rosario.

$$Prom_{HAB/VIV} = P_{casa\ tipo\ A} + P_{casa\ tipo\ B} = (2,9 + 3,3)/2 = 3,10\ hab/viv$$

Estos valores se promediaron considerando una composición mixta de viviendas en los barrios y se adoptó un valor de 3,10 hab/viv. Aplicando lo mencionado anteriormente se obtuvo un total de 10.740 habitantes en la zona estudiada, en el año 2022. Se presentan en la Tabla 02 los resultados.

Año 2022					
Censo 2022	Fracción	Radio	cod	Viviendas	Pob
Datos extraídos del INDEC	52	22	820845222	432	1339
	48	22	820844822	786	2436
	48	14	820844814	1180	3658
	48	13	820844813	602	1866
	48	7	820844807	465	1441
Total				3465	10740

Tabla 02. Población en el área de estudio. Elaboración propia según Censo 2022, INDEC.

Con el propósito de realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de diversas fuentes: Censos del INDEC 2010 y 2022, RENABAP 2023 y las proyecciones expuestas en las tablas precedentes, se establecieron cinco factores de proyección.

Se definió como factor de proyección **F01** aquel calculado a 20 años, con base a la información del INDEC, a partir de los datos de la Tabla 01.

$$\bullet F01 = Pob_{INDEC \text{ a } 20 \text{ años}} / Pob_{INDEC 2010} = 5.507 \text{ hab} / 4.798 \text{ hab} = 1,147$$

Ahora bien, con los datos iniciales del censo 2010 y el último censo de 2022 se calculó un factor de crecimiento **F02** en esos 12 años:

$$\bullet F02 = Pob_{Censo 2022} / Pob_{Censo 2010} = 10.740 \text{ hab} / 4.798 \text{ hab} = 2,24$$

Resulta complejo definir el método de proyección poblacional más adecuado y se observa una gran variación entre los diferentes factores.

Es necesario considerar que entre ambos censos (2010 y 2022) tuvieron lugar acontecimientos extraordinarios, como la pandemia COVID-19, que generó múltiples dificultades de carácter laboral, económico y social. Debido a esto, se considera que estas circunstancias aceleraron el incremento de la pobreza, y, en consecuencia, el aumento de la población y consiguiente saturación de suelo en los barrios.

Haciendo un análisis global de los índices se obtuvo un factor promedio de los censos del INDEC, calculado a 20 años como **F03**.

$$\bullet F03 = (\frac{F02}{20 \text{ años}} + \frac{F03}{12 \text{ años}}) / 2 * 20 \text{ años} = 2,44$$

Resumiendo, se presentan las proyecciones aplicando los distintos factores en la Tabla 03, los factores obtenidos en la Tabla 04 y en la Figura 02 la gráfica de las proyecciones:

Año 2022						PROYECCIONES (habitantes)								
						Actualidad: 2025			Puesta en funcionam: 2027			Año 10 - final del período: 2037		
Censo 2022	Fracción	Radio	cod	Viviendas	Pob	F01	F02	F03	F01	F02	F03	F01	F02	F03
Datos extraídos del INDEC	52	22	820845222	432	1339	1570	2089	1829	1723	2588	2156	2491	5086	3789
	48	22	820844822	786	2436	2856	3800	3328	3135	4709	3922	4532	9253	6892
	48	14	820844814	1180	3658	4288	5706	4997	4707	7070	5889	6805	13894	10350
	48	13	820844813	602	1866	2188	2911	2549	2402	3607	3004	3472	7088	5280
	48	7	820844807	465	1441	1689	2248	1969	1855	2785	2320	2681	5473	4077
Total				3465	10740	12591	16754	14672	13822	20759	17291	19981	40794	30388

Tabla 03. Población en el área de estudio.

REFERENCIA	DETALLE	VALOR
F01	Factor de proyección s/ASSA en base a INDEC (a 20 años)	1,15
F02	Factor de crecimiento s/censo INDEC 2022 (12 años)	2,24
F03	Factor promedio de censos del INDEC (a 20 años)	2,44

Tabla 04. Factores de proyección de población.

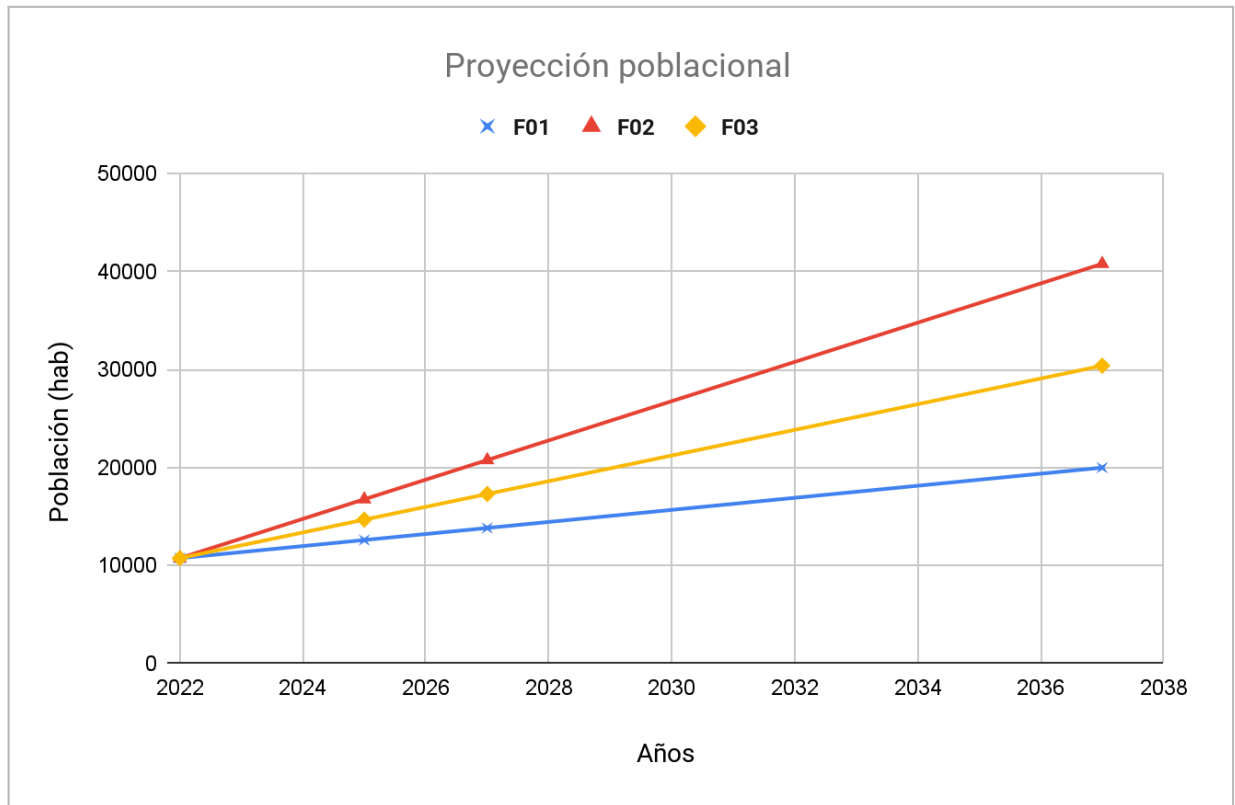


Figura 02. Proyección poblacional del área de estudio según los diferentes factores.

Se toma como representativa la población calculada a partir de aplicar el factor F01.

A fines de diseño de la planta potabilizadora de ósmosis inversa, **la población para el final del periodo de diseño (2037) corresponde a $P_D = 19.981$ habitantes.**

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 05: PERFORACIONES

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

Análisis de calidad de agua subterránea en Tío Rolo brindado por Aguas Santafesinas S.A:

TIO ROLO - PERFORACIÓN N° 1											
	16/9/2014	25/1/2016	6/2/2016	18/2/2016	23/2/2016	3/8/2016	26/10/2016	15/6/2017	6/3/2018	6/12/2018	Unidades
Bacterias aerobias	-	55	21	20	> 300	-	-	50	-	-	Nº/ ml
Coliformes totales	-	< 2	1	1	1	-	-	< 2	-	-	Nº/ 100 ml
Coliformes fecales	-	< 2	< 2	< 2	< 2	-	-	< 2	-	-	Nº/ 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	-	Presencia	Presencia	Ausencia	Presencia	-	-	Presencia	-	-	Nº/ 50 ml
Conductividad	5100	5185	5115	4750	5050	7380	6770	-	8630	10470	µS / cm
Hierro total	< 0.05	< 0.03	-	-	-	< 0.05	0,05	-	< 0.05	< 0.05	mg / l
Manganeso	0,05	< 0.05	-	-	-	< 0.03	0,55	-	0,7	0,47	mg / l
Aluminio	< 0.05	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	mg / l
Sodio	820	820	-	-	-	-	-	-	-	-	mg / l
Bario	< 0.1	< 0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	mg / l
Estroncio	220	2900	-	-	-	-	-	-	-	-	µg / l
Arsénico	14	17	-	-	-	18	12	-	14	10	µg / l
Nitratos	44	42	-	-	-	54	37	-	32	27	mg / l

NOTA: El nivel de fondo de la perforación (NFP) se encuentra a 55.00 m de profundidad, en el acuífero puelche.

Tabla A05. Parámetros de la calidad del agua en perforación N°1 - Tío Rolo. Fuente: ASSA

TIO ROLO - PERFORACIÓN N° 2							
	21/11/2014	5/7/2016	26/10/2016	16/2/2016	15/6/2017	27/6/2018	Unidades
Bacterias aerobias	-	-	-	45	4	41	Nº/ ml
Coliformes totales	-	-	-	70	25	10	Nº/ 100 ml
Coliformes fecales	-	-	-	< 2	< 2	< 2	Nº/ 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	-	-	-	Ausencia	Ausencia	Presencia	Nº/ 50 ml
Conductividad	1460	1610	1565	1560	1850	2705	µS / cm
Hierro total	< 0.05	< 0.05	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	mg / l
Manganeso	< 0.03	< 0.03	-	< 0.03	< 0.03	< 0.03	mg / l
Arsénico	30	27	35	37	31	43	µg / l
Nitratos	89	106	111	108	116	102	mg / l

NOTA: El NFP se encuentra a 35.00 m de profundidad, en el acuífero pampeano.

Tabla A06. Parámetros de la calidad del agua en perforación N°2 - Tío Rolo. Fuente: ASSA.

TIO ROLO - PERFORACIÓN N° 3					
	23/10/2017	29/1/2018	6/3/2018	6/12/2018	Unidades
Bacterias aerobias	-	> 300	200	-	Nº/ ml
Coliformes totales	-	> 80	1	-	Nº/ 100 ml
Coliformes fecales	-	< 2	< 2	-	Nº/ 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	-	Presencia	Presencia	-	Nº/ 50 ml
Conductividad	3215	3510	3525	4000	µS / cm
Hierro total	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	mg / l
Manganeso	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	mg / l
Arsénico	31	22	21	20	µg / l
Nitratos	18	23	26	34	mg / l

NOTA: El NFP se encuentra a 55.00 m de profundidad, en el acuífero puelche.

Tabla A07. Parámetros de la calidad del agua en perforación N°3 - Tío Rolo. Fuente: ASSA.

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 06: MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

Sunchales, 5 de noviembre de 2025

Señores de:
AGUAS SANTAFESINAS SA
Rosario
Pcia. de Santa Fe.

At.: Ángela Suarez.

Obj.: Planta de Tratamiento de Agua por Ósmosis inversa – 150 m³/h.

De nuestra consideración:

En respuesta a vuestro pedido adjuntamos Detalles Técnicos por un Sistema de Desmineralización de agua por Ósmosis Inversa, para un caudal de permeado de hasta 120 m³/h, compuesto por 3 (tres) Módulos de 40 m³/h de producción de permeado por módulo, con capacidad de mezcla de agua cruda, hasta alcanzar un caudal final de agua tratada de hasta 150 m³/h.

En la misma no solo ofrecemos un Sistema de excelente calidad sino un servicio de Post-venta garantizado a través de seguimientos de calidad bajo Normas ISO 9001 versión 2015; ISO 14001 – Gestión Medioambiental; ISO 45001 2018 – Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

Sin más, quedamos al aguardo para cualquier aclaración a la vez que hacemos propicia la ocasión para saludarlo atentamente.



AGUAS & PROCESOS SA
Ing. Mariano Bergesio



MITRI 673 (S2322EGM) Sunchales (Pcia. de Santa Fe) / ARGENTINA / TE +54(3493)424827
Planta Industrial #2: Parque Industrial "La Isla" / La Banda (Pcia de Santiago del Estero)
Comercial Buenos Aires: H. Yrigoyen 986 Piso 9 (C1086AAP) CABA / TE+54(11)43340404
e-mail: ingenieria@aguasyprocesos.com.ar / www.aguasyprocesos.com



CONTENIDO

I.	AGUA A TRATAR.....	3
II.	SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA.....	4
III.	CONSIDERACIONES	7
IV.	NUESTROS EQUIPOS EN IMÁGENES	9

I. AGUA A TRATAR

Datos Analíticos del Agua de Alimentación

Los datos de análisis de agua empleados para proyectar el Sistema de Tratamiento de agua se han obtenido de resultados analizados por el cliente. Datos indicados a continuación:

DETERMINACION	UNIDAD	RESULTADOS
Nitratos	mg/l	34
Hierro	mg/l	<0,05 (***)
Manganeso	mg/l	<0,05 (***)
Arsénico	µg/l	43
Conductividad	µS/cm	4.000
Cloro Libre	mg/l	0 (*)
SDI		<3 (**)
Aceites y Grasas	mg/l	<0,1 (***)

(*) Valor requerido o (cero). En caso de que exista presencia de cloro libre en el agua de alimentación al sistema de desmineralización de agua por ósmosis inversa se deberá anular la inyección destinada al sistema y de no ser posible se deberá optar por metodologías de abatimiento de cloro libre.

(**) Valor requerido en la corriente de alimentación de agua del sistema al momento de puesta en servicio del sistema propuesto. En caso de que el valor de SDI del agua de alimentación sea superior a 3 se deberá evaluar la solución técnica más conveniente para arribar al valor aconsejado. Se aconseja ensayo en instancias previas a la puesta en marcha del sistema.

(***) Elemento que en concentraciones elevadas puede ser perjudicial para la vida útil del banco de membranas y para la normal operación de sistemas de desmineralización por ósmosis inversa.

AGUAS & PROCESOS SA aconseja llevar a cabo determinaciones físico químicas a los efectos de valorar la aptitud del agua a emplear para alimentar el sistema y la necesidad de pre-tratamiento complementario y de esa forma cumplir con las recomendaciones de los fabricantes de membranas.

II. SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

A continuación, se enumeran los detalles constructivos del Sistema de Desmineralización por Ósmosis inversa, para un caudal de permeado de hasta 120 m³/h, compuesto por **3 (tres) Módulos de 40 m³/h de producción de permeado por módulo**, con capacidad de mezcla de agua cruda.

a) Datos Técnicos Generales de cada Módulo

Marca	AGUAS & PROCESOS
Modelo	AP RO BW-A20-428FL
Recuperación	65%
Presión teórica del Sistema	10 bar
Producción nominal de Permeado	40 m ³ /h
Producción nominal de Concentrado	21,6 m ³ /h
Caudal de mezcla	10 m ³ /h
Producción nominal de Agua tratada	50 m ³ /h
Dimensiones estimadas	6.800 x 1.800 x 2.000 mm (largo x ancho x alto)

b) Membranas

Marca	TORAY
Modelo	TMG20D-440
Material	Thin - Film Composite
Tamaño	8" x 40"

c) Bomba Booster o de Baja Presión por Módulo

Marca	GRUNDFOS/Equivalente
Tipo	Centrífuga Vertical Multietapa
Punto de operación	71,6 m ³ /h @ 4 – 5 bar
Material	AISI 316L
Motor	Trifásico / 380 V / 50 Hz
Potencia	15 kW
Cantidad	1 (una)

d) Unidad de Filtración bolsa de 10 Micrones por Módulo

Tipo	Bolsas Lavables/Descartables
Retención	10 Micrones Nominales
Material del Elemento	Polipropileno
Material de la Carcaza	Acero inoxidable

e) Unidad de Microfiltrado de 5 Micrones por Módulo

Tipo	Cartuchos Descartables
Retención	5 Micrones Nominales
Material del Elemento	Polipropileno
Material de la Carcaza	Acero inoxidable

f) Bomba de Alta presión por Módulo

Marca	GRUNDFOS/Equivalente
Tipo	Centrífuga Vertical Multietapa
Punto de operación	61,6 m³/h @ 10 bar
Material	AISI 316 L
Motor	Trifásico / 380 V / 50 Hz
Potencia	30 kW
Cantidad	1 (una)

g) Instrumentos de Control por Módulo

Manómetros de Presión

Marca	GASLI/JMH/Equivalente
Características	AISI / Baño Glicerina

Caudalímetros

Marca	E+H/Equivalente
Tipo	Electromagnético
Cantidad	2 (dos)
Ubicaciones	Permeado Concentrado

Medición de Conductividad

Marca	E+H/Equivalente
Cantidad	2 (dos)
Ubicaciones Sensores	Alimentación Permeado

Switch de Presión

Marca	DANFOSS
Tipo	Mecánico
Cantidad	2 (dos)
Ubicaciones	Baja Presión Alimentación Alta Presión Sistema

h) Panel y Unidad de Comandos por Módulo

El Sistema cuenta con un Programador Lógico SIEMENS de la línea S7-1200 y una Panel terminal de diálogo gráfico SIEMENS de la línea KTP BASIC de 9", de fácil acceso donde podrán visualizar y manipular las operaciones que está llevando a cabo el Sistema.

i) Componentes Hidráulicos

Tubos de Presión	PRFV, marca ROPV/Equiv. , 300 psi
Línea de Baja Presión	Acero inoxidable AISI 316L/U-PVC
Línea de Alta presión	Acero inoxidable AISI 316L

j) Componentes Eléctricos

Todos los componentes Eléctricos son de la línea SIEMENS/SCHNEIDER de Primera Calidad.

k) Skid

Tipo	Modular e Integral
Material	Acero inoxidable AISI 304

l) Dosificación de Antiescalante en alimentación por Módulo

🔹 Equipo Dosificador

Punto de Dosificación	Alimentación
Marca Bomba	GRUNDFOS/Equivalente
Cantidad de Bombas	1 (una)
Tanque Reservorio de Químico	230 litros
Material Tanque	Polietileno
Sensor de Nivel mínimo	Incluido

m) Sistema de Limpieza CIP por Módulo

Tanque CIP	Polietileno, 1.000 litros.
Bomba CIP	Tipo: Centrífuga Vertical Multietapa. Potencia: 5,5 kW.
Filtración CIP	Tipo cartuchos filtrantes, de 2,5" x 30"/40"
Calentamiento	Resistencias eléctricas

III. CONSIDERACIONES

El Cliente deberá prever lo siguiente **por Módulo**:

- ◆ Disponibilidad continua de agua de pozo en alimentación a sistema, a razón de 71,6 m³/h, libre de agentes oxidantes (cloro libre, entre otros) y con un valor de SDI < 3.
- ◆ Ejecución de conducción y acometida de agua cruda para un caudal de 71,6 m³/h.
- ◆ Ejecución de conducción y acometida de agua tratada final para un caudal de 50 m³/h, con una contrapresión menor a 1 bar (1 bar = 10 m.c.a.).
- ◆ Desagüe a pie de equipo para recibir el Concentrado de Ósmosis Inversa de forma continua a razón de 21,6 m³/h y Picos de 61,6 m³/h.
- ◆ Energía eléctrica 380 V - 50 Hz para una potencia máxima total instalada de 52 kW.

Común para todos los Módulos:

- ◆ Tanque de almacenamiento de agua cruda, con sus correspondientes niveles de máximo y mínimo.
- ◆ Tanque/s de almacenamiento de agua tratada, con sus correspondientes niveles de máximo y mínimo.
- ◆ Impulsión de agua tratada a consumo.
- ◆ Interconexiones necesarias entre Equipos aquí propuestos y los Tanques/Desagües.
- ◆ Aire Comprimido, en cantidad y calidad para los accionamientos del Sistema propuesto.
- ◆ Obras Civiles en General.
- ◆ Grúas y/o autoelevadores para la descarga y posicionamiento del Sistema y sus componentes en sitio.
- ◆ No se incluye nada que no esté expresado en la presente especificación técnica.

Condiciones Generales:

- ◆ A&P pondrá a disposición su personal técnico especializado para el Servicio Post-Venta, así como también la disposición inmediata y permanente de Repuestos.
- ◆ A&P garantiza por 12 meses el funcionamiento de los equipos, manteniendo las condiciones requeridas en la propuesta técnica presentada, y sobre las que el equipamiento ha sido conceptuado; y respetando las condiciones de operación, mantenimiento y servicio recomendadas. No contempla la garantía viáticos y mano de obra asociados. Se extiende la garantía de los fabricantes de los componentes unitarios (bombas, instrumentos, etc.).
- ◆ Se incluye el Servicio de Supervisión de Montaje, Puesta en Marcha y Capacitación a cargo de personal técnico especializado de A&P, de producirse demoras por causas ajenas a A&P, éste podrá exigir el reconocimiento de los tiempos extras que puedan ocurrir.
- ◆ Al momento de la puesta en marcha deberán estar ejecutadas las obras complementarias necesarias y las acometidas de los servicios (agua, energía, aire).
- ◆ No se incluye personal propio de Higiene y Seguridad, de requerirlo se podrá considerar separadamente.
- ◆ No se incluyen Aprobaciones y/o Habilitaciones frente a cualquier organismo (colegio de ingenieros, etc.) en caso de requerirse, como así también los honorarios en caso de que el mismo lo requiera.
- ◆ No se incluyen Aportes sindicales o de cualquier otra índole y que no estén expresados en la presente Propuesta.
- ◆ No se incluye nada que no esté expresado en la presente especificación técnica.
- ◆ Se adjunta Anexo I de Términos y Condiciones Generales de Venta.

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 07: CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

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

Ingeniería Civil

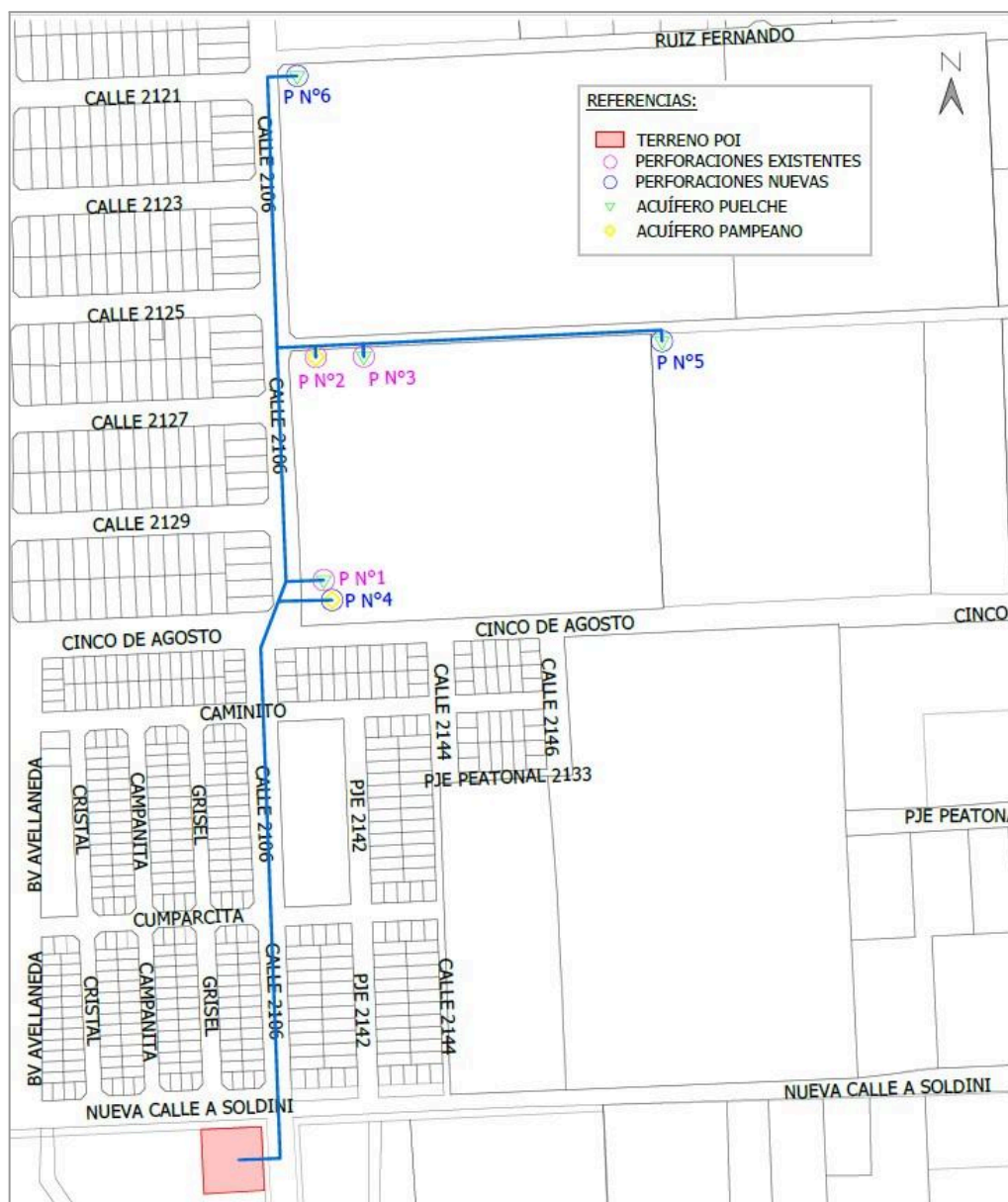
Febrero de 2026

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anexo se describe el procedimiento de cálculo empleado para el dimensionamiento de las cañerías de impulsión, que van desde las perforaciones (existentes y nuevas) hacia los módulos de ósmosis inversa, y el predimensionamiento de las bombas para los pozos. Para su realización se parte de las recomendaciones dadas por el *Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento* (ENOHSa), específicamente se hace uso del Capítulo IX: “Conducción de agua cruda y tratada”. La definición de los sucesivos tramos de cañería y perfiles longitudinales se indican en el **Plano 03**, el cual servirá de referencia para el presente anexo.

2. CAUDALES

Los caudales a bombear corresponden a 6 perforaciones, de las cuales cuatro son del acuífero Puelche y las otras dos del Pampeano, como ya se ha indicado en el *Informe*. En la Figura 01 se indica la ubicación de las mismas y en la Tabla 01 los caudales a bombear en cada perforación.



PERFORACIONES	
Caudal a extraer por perforación[m3/h]	
Perforaciones Puelche	
P1	60
P3	60
P5	60
P6	60
Perforaciones Pampeano	
P2	25
P4	25

Tabla 01. Caudales a bombear por perforación.

3. MATERIALIDAD

La cañería de impulsión será de polietileno de alta densidad (PEAD) clase PE100 PN 10¹. La determinación de los diámetros nominales se realiza a partir de los valores indicados en la Tabla 02².

Ø Ext.	PN25 S3,2 SDR7,4	PN16 S4 SDR9	PN12,5 S5 SDR11	PN10 S6 SDR13,6	PN8 S8 SDR17	PN6 S10 SDR21	PN5 S12,5 SDR26	PN4 S16 SDR33	PN3.2 S20 SDR41
20	2,8	v	2,0	x	x	x	x	x	x
25	3,5	2,8	2,3	2,0	x	x	x	x	x
32	4,4	3,6	2,9	2,4	2,0	x	x	x	x
40	5,5	4,5	3,7	3,0	2,4	2,0	x	x	x
50	6,9	5,6	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0	x	x
63	8,6	7,1	5,8	4,7	3,8	3,0	2,5	2,0	x
75	10,3	8,4	6,8	5,6	4,5	3,6	2,9	2,3	2,0
90	12,3	10,1	8,2	6,7	5,4	4,3	3,5	2,8	2,2
110	15,1	12,3	10,0	8,1	6,6	5,3	4,2	3,4	2,7
125	17,1	14,0	11,4	9,2	7,4	6,0	4,8	3,9	3,1
140	19,2	15,7	12,7	10,3	8,3	6,7	5,4	4,3	3,5
160	21,6	17,9	14,6	11,8	9,5	7,7	6,2	4,9	4,0
180	24,6	20,1	16,4	13,3	10,7	8,9	6,9	5,5	4,4
200	27,4	22,4	18,2	14,7	11,9	9,6	7,7	6,2	4,9
225	30,8	25,2	20,5	16,6	13,4	10,8	8,6	6,9	5,5
250	34,2	27,9	22,7	18,4	14,8	11,9	9,6	7,7	6,2
280	38,3	31,3	25,4	20,6	16,6	13,4	10,7	8,6	6,9
315	43,1	35,2	28,6	23,2	18,7	15,0	12,1	9,7	7,7
355	48,5	39,7	32,2	26,1	21,1	16,9	13,6	10,9	8,7
400	54,7	44,7	36,3	29,4	23,7	19,1	15,3	12,3	9,8
450	61,5	50,3	40,9	33,1	26,7	21,5	17,2	13,8	11,0
500	x	55,8	45,4	36,8	29,7	23,9	19,1	15,3	12,3
560	x	62,5	50,8	41,2	33,2	26,7	21,4	17,2	13,7
630	x	70,3	57,2	46,3	37,4	30,0	24,1	19,3	15,4

Tabla 02. Diámetros nominales cañerías de PEAD. Fuente: Tigre.

4. TRAZADO

Para el trazado del perfil longitudinal de las cañerías de impulsión se siguieron las Normas ENOHSa.

El agua contiene aire disuelto y burbujas, este tiende a concentrarse en puntos altos de la conducción formando bolsones que disminuyen la sección útil de la cañería, pudiendo generar

¹ Polietileno de alta densidad (PE100), diseñado para trabajar con una presión máxima de 10 bar (1 MPa), a una temperatura de 20 °C durante una vida útil de 50 años

² Diámetros obtenidos del catálogo del proveedor Tigre para cañerías de PEAD

pérdidas de carga adicionales y variaciones de caudal y de presión. Es por ello que, en el diseño altimétrico de la conducción, se adopta un perfil tipo “diente de sierra” que facilita la acumulación del aire en los puntos altos, donde se instalan las **válvulas de aire**.

Se adoptan pendientes mínimas del 3 por mil en los tramos ascendentes y del 6 por mil para los tramos descendentes. (Ver Figura 02)

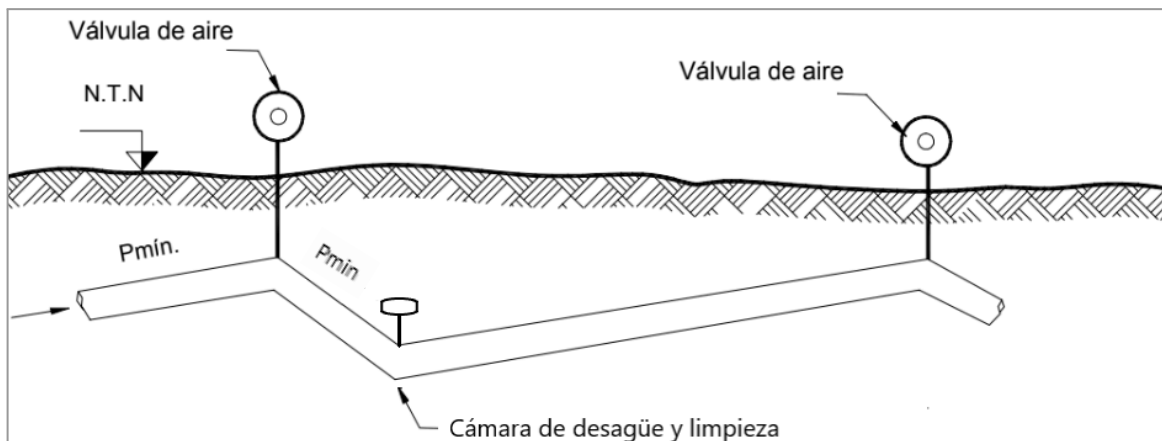


Figura 02. Perfil recomendado para cañerías a presión. Fuente: Adaptado de Normas ENOHSA.

Además, para permitir el vaciado de la tubería se deberán ubicar las **cámaras de desagüe y limpieza** en los puntos bajos del perfil.

Se adopta una **tapada mínima** que garantice una protección adecuada ante cualquier esfuerzo externo a que la tubería pueda estar sometida. Según recomendaciones del ENOHSA esta tiene un valor de 1,0 m, pero de acuerdo a criterios de la empresa prestataria del servicio de agua potable en la Provincia de Santa Fe (Aguas Santafesinas S.A), se toma 1,5 m como mínimo por tratarse de un pavimento a nivel no definitivo.

Por otro lado, si bien no existe un límite teórico para la **tapada máxima**, por razones de orden práctico, de excavación y para los materiales utilizados, se aconseja no superar 6 m.

El perfil longitudinal de las cañerías se presenta en el Plano 03.

5. DIMENSIONAMIENTO CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

5.1 DIÁMETRO CAÑERÍAS

Se utiliza la ecuación de continuidad, donde:

$$Q = V * A$$

Donde:

- Q: Caudal volumétrico [m³/h]
- V: Velocidad del fluido [m/s]
- A: Área de la sección transversal [m/s²]

Para su determinación se considera que la **velocidad del flujo** dentro de la cañería no debe superar los **2.5 m/s**, siendo deseable una velocidad de 2.0 m/s. Conociendo el caudal bombeado por cada bomba, y aplicando la ecuación de continuidad, se obtiene el área máxima de cada tramo de la cañería de impulsión.

5.2 CONDICIONES DE CONTORNO

Para el estudio de las conducciones se analizan los dos caminos, desde las perforaciones más alejadas hacia la POI (P6 y P5). Se definen las condiciones de contorno en cada pozo considerando: pérdidas de carga localizadas a la salida de la perforación, presiones y velocidades, cotas de terreno y niveles dinámicos. Para calcular el nivel dinámico del pozo se han tomado valores en base a los niveles estáticos, los cuales deberán ser reajustados en campo.

Se denomina *nivel estático* a la profundidad a la que se encuentra el agua dentro del pozo cuando este está en reposo y *dinámico* al que se tiene cuando la perforación está en operación.

A. Llegada a POI		
Cota intrados cañería llegada	ZPOI =	25,89 m (ingreso a 2 mts del terreno)
Presión en ingreso	PPOI =	20 m
Velocidad llegada (T7)	VPOI =	2,26 m/s
B. Salida de P6		
Nivel de terreno el P6	NTN =	33,17 m
Nivel de diámnico en perforación	Z6 =	3,17 m (perforación de 44 m)
Presión	P6 =	0 m
Velocidad en nivel dinámico	V6 =	0 m/s
Pérdidas localizadas salida pozo	Codo a 90° =	0,9
	Valv. Retención =	2,5
	Valv. Esclusa =	0,2
	total acc =	3,6
C. Salida de P5		
Nivel de terreno el nudo 5	NTN =	30,92 m
Nivel de diámnico en perforación	Z5 =	0,92 m (perforación de 44 m)
Presión	P5 =	0 m
Velocidad en nivel dinámico	V5 =	0 m/s
Pérdidas localizadas salida pozo	Codo a 90° =	0,9
	Valv. Retención =	2,5
	Valv. Esclusa =	0,2
	total acc =	3,6
D. Salida de P2		
Nivel de terreno en P2	NTN =	31,89 m
Nivel de diámnico en perforación	Z2 =	11,89 m (perforación de 44 m)
Presión	P2 =	0 m
Velocidad en nivel dinámico	V2 =	0 m/s
Pérdidas localizadas salida pozo	Codo a 90° =	0,9
	Valv. Retención =	2,5
	Valv. Esclusa =	0,2
	total acc =	3,6
E. Salida de P4		
Nivel de terreno en P4	NTN =	31,33 m
Nivel de diámnico en perforación	Z4 =	11,33 m (perforación de 44 m)
Presión	P4 =	0 m
Velocidad en nivel dinámico	V4 =	0 m/s
Pérdidas localizadas salida pozo	Codo a 90° =	0,9
	Valv. Retención =	2,5
	Valv. Esclusa =	0,2
	total acc =	3,6
NOTA: el nivel estático adoptado se tomó en base a recomendaciones pero se deberá definir luego en obra, en cada perforación, y reajustar los valores.		

Tabla 03. Condiciones de contorno en las perforaciones.

5.3 PÉRDIDAS DE CARGA

La pérdida de carga que tiene lugar en una conducción representa la pérdida de energía que se genera en el escurrimiento de un fluido a lo largo de la cañería por efecto del rozamiento, que se da por el contacto con las paredes de la cañería y por el paso de diversas singularidades que hacen al sistema.

i- Pérdidas continuas:

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción en cañerías de impulsión se utiliza la **Fórmula de William-Hazen**, la cual se describe a continuación:

$$H_f = L * j = L * 10,61 \cdot \frac{1}{C^{1,85}} \cdot \frac{1}{D^{4,87}} \cdot Q^{1,85}$$

Donde:

- H_f : Pérdida de carga continua [mca].
- C : Coeficiente de Williams-Hazen que depende del material y de la edad de la cañería. Se extrae de la Tabla 04, para cañerías de PEAD, adoptando un valor de $C = 150$.

Material	C: Williams-Hazen
Plástico (PE, PVC)	140 – 150
Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio	140
Acero nuevo	140 – 145
Hierro Galvanizado	130
Fundición	130 – 140
Hormigón o Revest. de Hormigón	120 - 140

Tabla 04. Coeficiente C de Williams-Hazen para diferentes tipos de material de las cañerías.

- D : Diámetro de cañería [m].
- Q : Caudal erogado por cada bomba [m^3/s].
- L : Longitud del tramo considerado [m].

ii- Pérdidas localizadas:

Son aquellas pérdidas de carga producidas por diferentes accesorios, válvulas y componentes del sistema de bombeo. El cálculo de las mismas para un accesorio “i” se expresa como una proporción de la altura de velocidad, como se indica en la siguiente ecuación:

$$H_{li} = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- H_{li} : Pérdida de carga localizada del accesorio “i” [mca].
- k : Coeficiente adimensional que depende de cada elemento particular (codo, curva, tipo de válvula, etc) y del número de Reynolds.
- V : Velocidad media del flujo calculada en general para el diámetro nominal del accesorio [m/s].
- g : Aceleración local de la gravedad [m/s^2]. Se adopta igual a $9,81 \text{ m/s}^2$.

iii- Pérdidas totales del sistema:

La pérdida de carga total del sistema “Hs” se obtiene como la suma de la pérdidas localizadas y las pérdidas continuas:

$$HT = Hf + H_{li}$$

Donde:

- Hf: Pérdida de carga continua [mca].
- Hli: Pérdida de carga localizada del accesorio “i” [mca].

5.5 RESULTADOS

En la Tabla 05 se resumen los resultados obtenidos para cada tramo, donde se ha determinado con las ecuaciones anteriormente mencionadas, sus correspondientes diámetros y pérdidas de carga totales.

La numeración de nudos y tramos que se han considerado para este desarrollo es preliminar y se presenta en la Figura 03. Se hace esta aclaración dado que luego se realiza una discretización pormenorizada para un análisis más detallado de cada singularidad de la conducción, el cual aparece en los Planos 03 y 04.

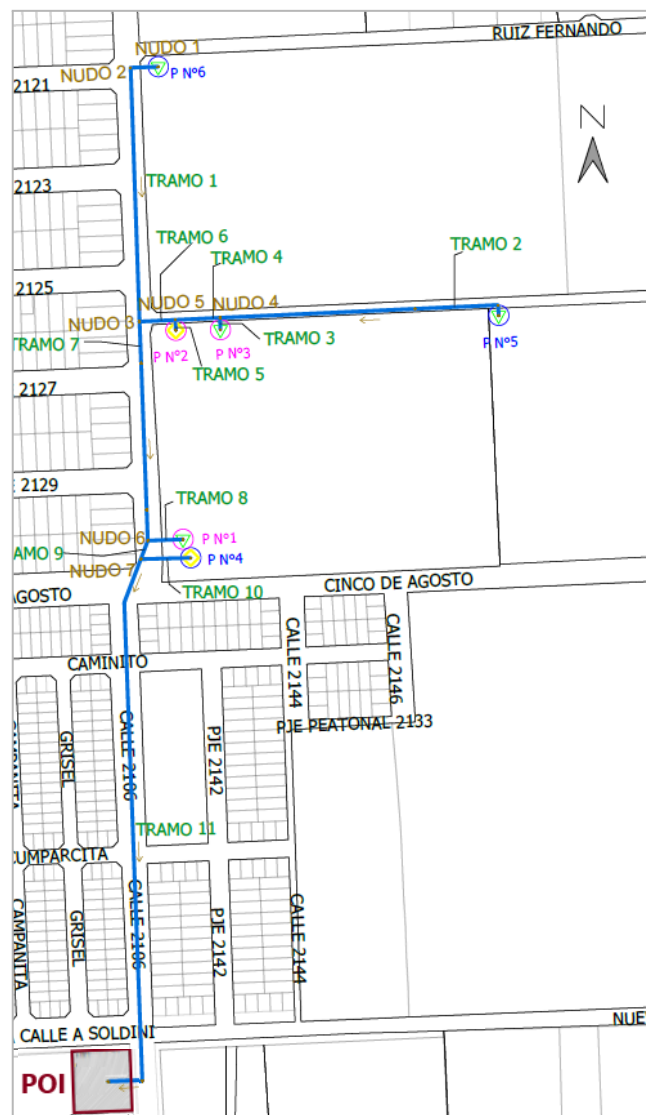


Figura 03. Numeración de tramos y nudos para predimensionamiento de cañería de impulsión.

TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10	Tramo 11
Descripción	P6-N3	P5-N4	P3-N4	N4-N5	P2-N5	N5-N3	N3-N6	P1-N6	N6-N7	P4-N7	N7-POI
Q (m³/h) =	60	60	60	120	25	145	205	60	265	25	290
Q (m³/s) =	0,017	0,017	0,017	0,033	0,007	0,040	0,057	0,017	0,074	0,007	0,081
N° de pozo	6	5	3	5 y 3	2	5, 3 y 2	6, 5, 3 y 2	1	6, 5, 3, 2 y 1	4	TODOS
Ø cal. (m) =	0,10	0,10	0,10	0,15	0,07	0,16	0,19	0,10	0,20	0,07	0,23
V cal. (m/s) =	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,31	2,00	2,00
Ø adop. (mm) =	125	125	125	180	75	200	225	125	250	75	250
Ø int. (mm) =	106,6	106,6	106,6	153,4	63,8	170,6	188,2	113,8	213,2	56,6	213,2
A (m2) =	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,03	0,01	0,04	0,00	0,04
V (m/s) =	1,87	1,87	1,87	1,80	2,17	1,76	2,05	1,64	2,06	2,76	2,26
L (m) =	224	231	10	36	10	29	175	29	16	40	449
C (pead) =	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Kcurva 90° =	0,40	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40
Kcurva 45° =	0	0,20	0	0	0	0	0,20	0	0	0	0,20
Kpasaje directo =	0,50	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0,25	0	0
Ksalida de lado =	0	0	0,9	0	0,05	0,90	0	0,05	0	0,05	0
Hf cont(m) =	6,15	6,33	0,27	0,61	0,66	0,41	2,93	0,58	0,23	4,74	7,77
HI loc. (m) =	0,80	0,75	0,80	0,64	0,88	0,14	0,14	0,50	0,05	1,42	0,16
HT total (m) =	6,95	7,08	1,07	1,24	1,54	0,56	3,07	1,08	0,29	6,16	7,93

Tabla 05. Diámetros de cañería y pérdidas de carga por tramo.

6. ANÁLISIS EN RÉGIMEN PERMANENTE DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN DE AGUA CRUDA

Se analiza el sistema hidráulico de bombas y cañerías de agua cruda en régimen permanente para dimensionar las bombas y conocer algunos valores de presiones en el sistema de cañerías. Se debe garantizar una presión mínima de 2 bar (o 20 m.c.a) en el punto de ingreso a la planta de ósmosis inversa como requisito del fabricante de los módulos de OI, específicamente a la entrada de la bomba booster, previo al ingreso a los prefiltros. Para ello se hace uso del perfil longitudinal del terreno, plasmado en el Plano 03.

6.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA

A partir de los datos y las condiciones de borde presentadas anteriormente es que se procede a determinar cuál es la altura manométrica de cada bomba. Para esto, se plantea la Ecuación de Energía, dónde en un punto i será:

$$E_i = Z_i + \frac{P_i}{\gamma} + \frac{V_i^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- Z : Cota o energía potencial de elevación en punto i [m]
- $\frac{P_i}{\gamma}$: Carga de presión en el punto i [m]
- P_i : Presión absoluta en i [Pa]
- γ : Peso específico del agua [N/m³]
- $\frac{V_i^2}{2 \cdot g}$: Carga cinética en i [m]
- V : Velocidad media del fluido en i [m/s]
- g : Aceleración de la gravedad [m/s²]

Consideraciones adicionales de cálculo: la energía se calcula en el eje del caño.

Entonces, aplicando energía entre dos puntos se obtiene la altura manométrica (Hm) de la perforación en estudio. Los cálculos y valores obtenidos se presentan en las tablas 06 y 07.

BOMBA 6: TRAMO 1-7-9-11

Ecuación de energía entre el nivel dinámico del pozo 6 y el ingreso a la POI

$$E6 + HB6 = EPOI + h1-11 \rightarrow Z6 + V62/2g + P6/g + HB6 = ZPOI + VPOI2/2g + PPOI/g + h1-11$$

$$HB6 = (ZPOI - Z6) + (VPOI2 - V62)/2g + (PPOI - P6)/g + h1-11 \quad HB6 = 41,24 \quad mca$$

BOMBA 5: TRAMO 2-4-6-7-9-11

Ecuación de energía entre el nivel dinámico del pozo 5 y el ingreso a la POI

$$E5 + HB5 = EPOI + h2-11 \rightarrow Z5 + V52/2g + P5/g + HB5 = ZPOI + VPOI2/2g + PPOI/g + h2-11$$

$$HB5 = (ZPOI - Z5) + (VPOI2 - V52)/2g + (PPOI - P5)/g + h2-11 \quad HB5 = 45,42 \quad mca$$

BOMBA 2: TRAMO 6-7-9-11

Nivel de terreno en nudo 5

$$NTN = 31,89 \quad m$$

Nivel extradós cañería

$$Z5 = 30,28 \quad m$$

Ecuación de energía entre la cota de extradós del nudo 5 y el ingreso a la POI

$$E5 = EPOI + h5-11 \rightarrow Z5 + V52/2g + P5/g = ZPOI + VPOI2/2g + PPOI/g + h5-11$$

$$P5 = ((ZPOI - Z5) + (VPOI2 - V52)/2g + PPOI/g + h5-11) \cdot g \quad P5 = 27552,24 \quad Kg/m^2$$

Ecuación de energía entre el nivel dinámico del pozo 2 y la cota de extradós en nudo 5

$$E2 + HB2 = E5 + h2-5 \rightarrow Z2 + V22/2g + P2/g + HB2 = Z5 + V52/2g + P5/g + h2-5$$

$$HB2 = (Z5 - Z2) + (V52 - V22)/2g + (P5 - P2)/g + h2-5 \quad HB2 = 47,64 \quad mca$$

BOMBA 4: TRAMO 9-11

Nivel de terreno en nudo 6

$$NTN = 31,33 \quad m$$

Nivel extradós cañería

$$Z6 = 30,09 \quad m$$

Ecuación de energía entre la cota de extradós del nudo 6 y el ingreso a la POI

$$E6 = EPOI + h6-11 \rightarrow Z6 + V62/2g + P6/g = ZPOI + VPOI2/2g + PPOI/g + h6-11$$

$$P6 = ((ZPOI - Z6) + (VPOI2 - V62)/2g + PPOI/g + h6-11) \cdot g \quad P6 = 24061,95 \quad Kg/m^2$$

Ecuación de energía entre el nivel dinámico del pozo 4 y la cota de extradós en nudo 6

$$E4 + HB4 = E6 + h4-6 \rightarrow Z4 + V42/2g + P4/g + HB4 = Z6 + V62/2g + P6/g + h4-6$$

$$HB4 = (Z6 - Z4) + (V62 - V42)/2g + (P6 - P4)/g + h4-6 \quad HB1 = 44,12 \quad mca$$

Tabla 06. Predimensionamiento de las bombas.

RESUMEN BOMBAS		
BOMBAS 4, 3, 5 Y 6		
Q =	60	m ³ /h
Hm =	50	m
BOMBAS 1 y 2		
Q =	25	m ³ /h
Hm =	50	m

Tabla 07. Resumen de Hm de las bombas.

6.2 SELECCIÓN DE BOMBAS

6.2.1 Consideraciones generales

Se utiliza una bomba sumergible por pozo y las mismas se colocan por encima del filtro de cada perforación, esto es, un profundidad total útil de 42 m para perforación en el Puelche y de 22 m para las del Pampeano.

Debe considerarse además la **sumergencia**. Se denomina así a la distancia entre el cono de succión de la bomba y la superficie del líquido, lo que define el nivel mínimo de líquido dentro del pozo de bombeo (ver Figura 04).

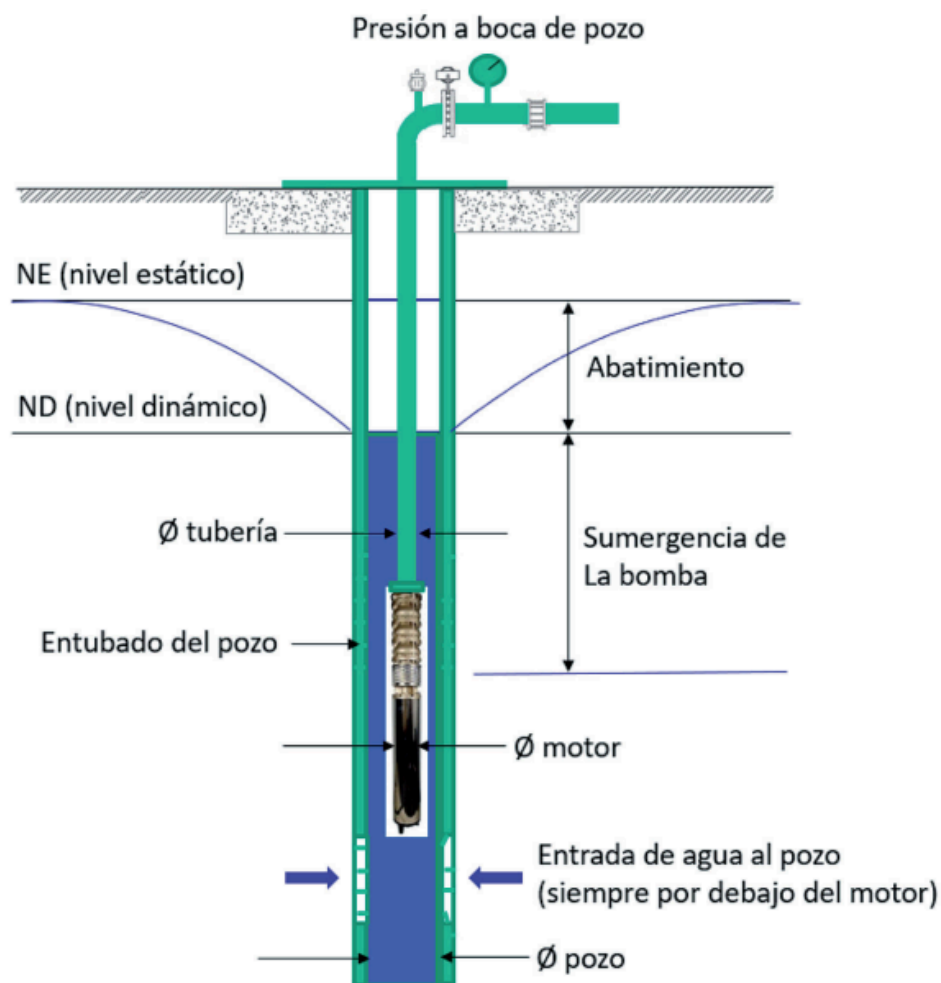


Figura 04. Croquis de un pozo de bombeo. Fuente: Asociación Española AIMCRA.

Este valor es provisto por el fabricante del equipo y nunca debe ser menor a 0,50 m o 2 veces el diámetro de la campana de aspiración. La adecuada sumergencia determina el correcto funcionamiento de la bomba, libre de vórtices o burbujas en su entrada, y previene daños mecánicos por vibraciones excesivas y/o problemas de cavitación.

6.2.2 Pozo de bombeo

El pozo de bombeo va a comprender las siguientes partes y accesorios que se presentan en las Figuras 04 y 05, haciendo la salvedad de que dichas figuras se corresponden a las perforaciones en el acuífero Puelche y tendrán modificaciones para el Pampeano. Ambas se ven al detalle en el Plano 04.

N°	D E S C R I P C I O N
1	Placa base de hierro con brida p/ C° PEAD PE100 PN 10 DN 125mm y enchufe de 2"
2	Canilla para muestreo
3	Ramal de A° a 90° bridado 100 x 100mm
4	Brida ciega de A° DN 100mm
5	Carretel de A° bridado DN 100mm
6	Caudalímetro electromagnético DN 100mm, bridado
7	Válvula de retención a clapeta, bridada DN 100mm
8	Válvula esclusa cuerpo corto, bridada DN 100mm
9	Válvula de Aire triple efecto bridada DN 100mm
10	Pasamuro bridado DN 100mm
11	Adaptador de brida p/PEAD PE100 PN 10 DN 125mm

Figura 05. Piezas y accesorios del pozo de bombeo.

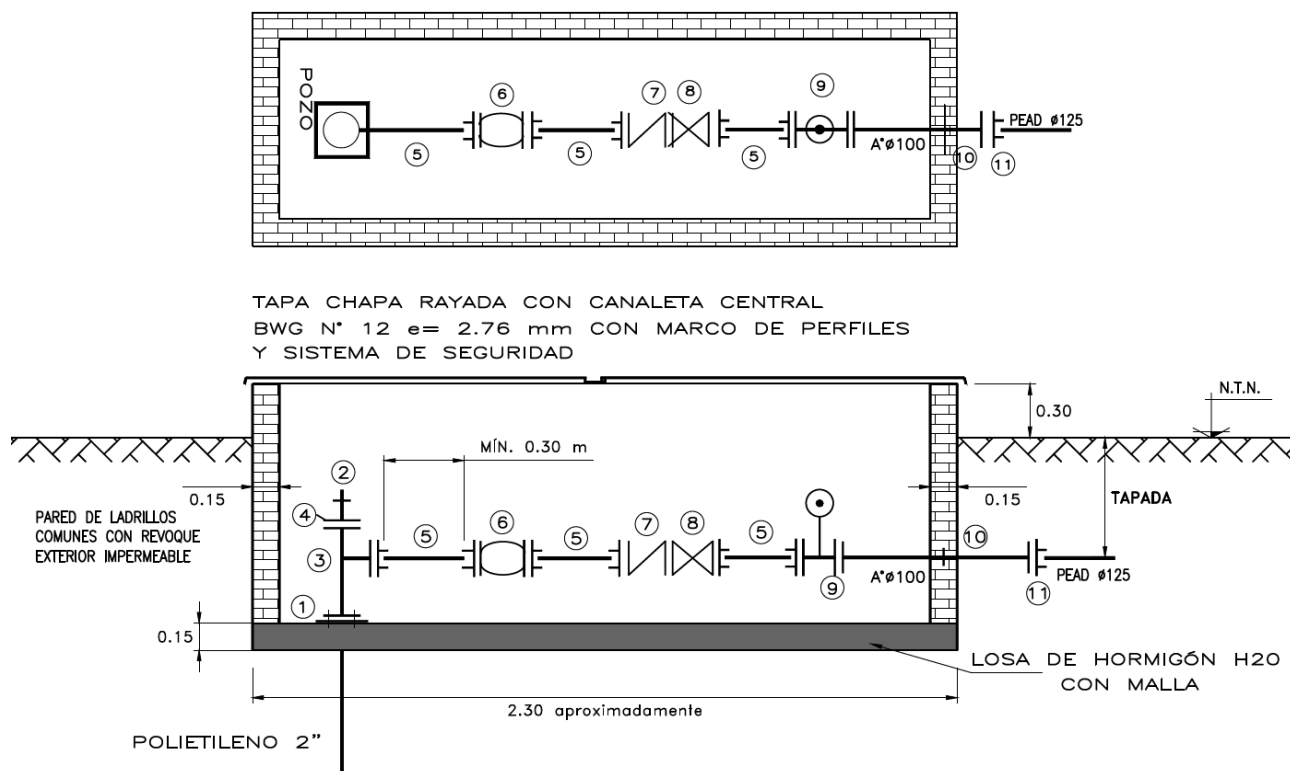


Figura 06. Detalle de pozo de bombeo.

6.2.3 Bombas seleccionadas

Los datos utilizados para seleccionar las bombas fueron:

Selección de la bomba (p/ Puelche)		
Tipo de instalación	Bomba sumergible instalada de manera independiente	
Número total de bombas	4	U
Caudal de descarga	16,67	lts/s
Altura geométrica "Hg"	25	m
Viscosidad	1	mm ² /s
Densidad	1000	kg/m ³
Altura manométrica "Hm"	50,00	m
Selección de la bomba (p/ Pampeano)		
Tipo de instalación	Bomba sumergible instalada de manera independiente	
Número total de bombas	2	U
Caudal de descarga	6,94	lts/s
Altura geométrica "Hg"	25	m
Viscosidad	1	mm ² /s
Densidad	1000	kg/m ³
Altura manométrica "Hm"	50,00	m

Tabla 08. Datos utilizados para la selección de las bombas.

Como se mencionó en el informe, por tratarse de un proyecto académico se incluyen marcas de los equipamientos seleccionados para las distintas componentes del proyecto y en el caso que se lleve adelante el proyecto, se adecuarán las especificaciones técnicas particulares del organismo licitante.

Con los datos de la tabla 08 se ingresó a la página del fabricante de bombas hidráulicas GRUNDFOS (link: <https://product-selection.grundfos.com/ar/size-page?sQcid=2714675272>) y se adoptaron los equipos que se especifican a continuación.

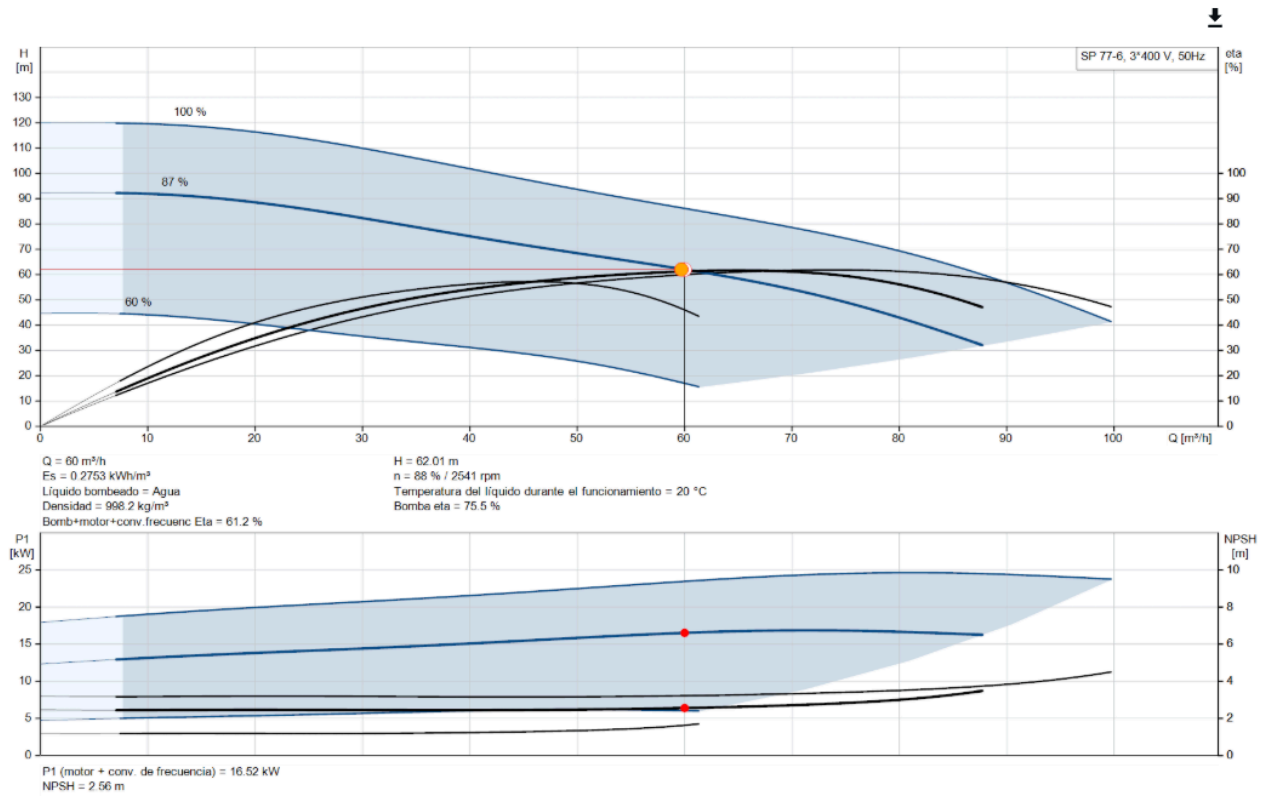
- POZOS TIPO PUELCHÉ (Q = 60m³/h): *Bomba Grundfos SP 77-6*

	Producto	SP 77-6	Instalación	
	Código	16A01906	Presión ambiente máxima	60 bar
	Número EAN	5700391158605	Presión de trabajo máxima	60 bar
	Técnico		Presión de salida máxima permitida	12.2 bar
	Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba	2541 rpm	Tipo de conexión	Rp
	Caudal real calculado	60 m ³ /h	Tamaño de la conexión	5 inch
	Caudal nominal	77 m ³ /h	Motor diameter	6 inch
	Altura resultante de la bomba	62.01 m	Diámetro mínimo de perforación	188 mm
	Altura nominal	74 m	Líquido	
	Etapas	6	Líquido bombeado	Agua
Número de impulsores de diámetro reducido		NONE	Rango de temperatura del líquido	-15 .. 40 °C
Cierre del motor		CER/CARNBR	Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg	40 °C
Homologaciones		CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO	Temperatura del líquido durante el funcionamiento	20 °C
Homologaciones para agua potable		ACS,DM174	Densidad	998.2 kg/m ³
Tolerancia de curva		ISO9906:2012 3B		
Modelo		C		
Versión de motor		T40		
Válvula de retorno		YES		

Materiales		Datos eléctricos	
Bomba	Stainless steel	Tipo de motor	M56000
	EN 1.4301	Diseño de la brida del motor	Grundfos
	AISI 304	Potencia nominal - P2	22 kW
Impulsor	Acero inoxidable	Potencia (P2) requerida por la bomba	22 kW
	EN 1.4301	Frecuencia de red	50 Hz
	AISI 304	Tensión nominal	3 x 380-400-415 V
Motor	Acero inoxidable	Intensidad nominal	49.5-47.5-46.5 A
	DIN W.-Nr. 1.4301	Intensidad de arranque	480-530-560 %
	AISI 304	Cos phi - factor de potencia	0.86-0.84-0.82
Otros		Velocidad nominal	2850-2870-2880 rpm
		Tipo de arranque	directo
		Grado de protección (IEC 34-5)	IP68
		Clase de aislamiento (IEC 85)	F
		Protección de motor integrada	NINGUNA
Peso neto	112 kg	Protec. térmica	exterior
Peso bruto	146 kg	Transmisor de temp. incorporado	sí
Volumen de transporte	0.264 m ³	Longitud de cable	5 m
VVS danés n.º	388344360	Tipo cable	FLAT
Finés	4762768	Motor N.º	78195518
País de origen.	AR	Cable number	96164214
Tarifa personalizada n.º	8413.70.10.900E	Bobinados	Enamelled
Homologaciones medioambientales	WEEE		

Figura 07. Especificaciones bomba Grundfos SP 77-6.

Rendimiento



Motor

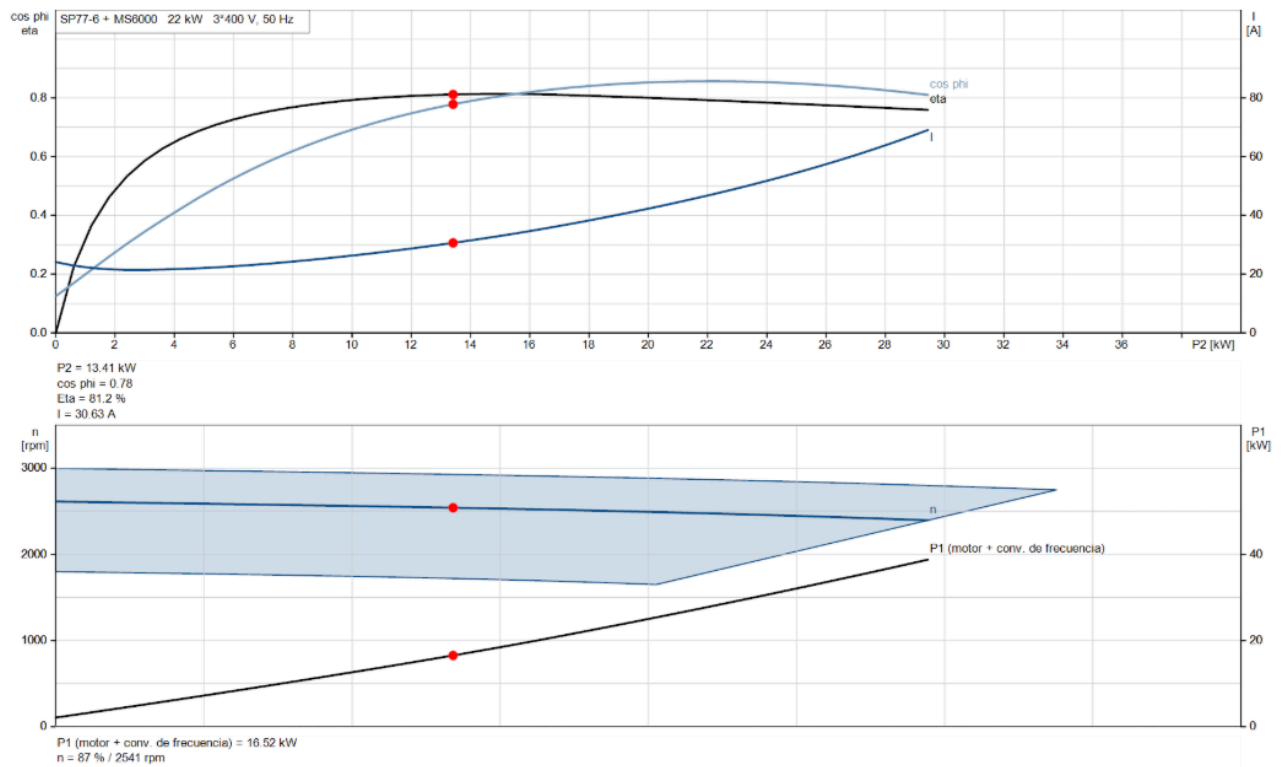


Figura 08. Curvas resultado del dimensionamiento, bomba Grundfos SP 77-6.

● POZOS TIPO PAMPEANO (Q = 25m³/h): *Bomba Grundfos SP 30-8*

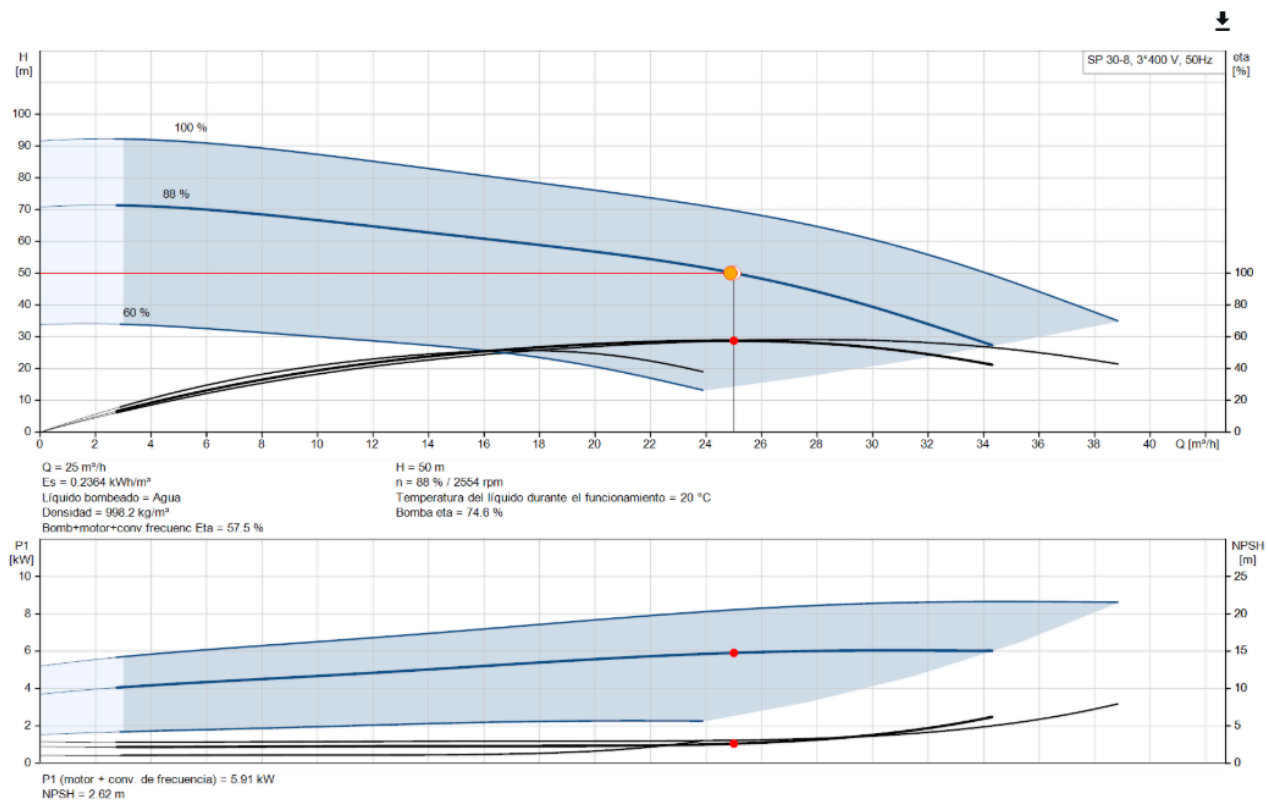


Producto	SP 30-8	Instalación	
Código	13A01908	Presión ambiente máxima	60 bar
Número EAN	5700390381158	Presión de trabajo máxima	60 bar
Técnico		Presión de salida máxima permitida	9.3 bar
		Tipo de conexión	Rp
		Tamaño de la conexión	3 inch
		Motor diameter	6 inch
		Diámetro mínimo de perforación	145 mm
		Líquido	
		Líquido bombeado	Agua
		Rango de temperatura del líquido	-15 .. 40 °C
		Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg	40 °C
		Temperatura del líquido durante el funcionamiento	20 °C
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba	2554 rpm	Densidad	998.2 kg/m³
Caudal real calculado	25 m³/h		
Caudal nominal	30 m³/h		
Altura resultante de la bomba	50 m		
Altura nominal	61 m		
Etapas	8		
Número de impulsores de diámetro reducido	NONE		
Cierre del motor	CER/CARNBR		
Homologaciones	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO		
Homologaciones para agua potable	ACS,DM174		
Tolerancia de curva	ISO9906:2012 3B		
Modelo	B		
Versión de motor	T40		
Válvula de retorno	YES		

Materiales		Datos eléctricos	
Bomba	Stainless steel	Tipo de motor	MS6000
	EN 1.4301	Diseño de la brida del motor	Grundfos
	AISI 304	Potencia nominal - P2	7.5 kW
Impulsor	Acero inoxidable	Potencia (P2) requerida por la bomba	7.5 kW
	EN 1.4301	Frecuencia de red	50 Hz
	AISI 304	Tensión nominal	3 x 380-400-415 V
Motor	Acero inoxidable	Intensidad nominal	17.8-17.2-17.2 A
	DIN W.-Nr. 1.4301	Intensidad de arranque	460-510-530 %
		Cos phi - factor de potencia	0.84-0.82-0.79
Otros		Velocidad nominal	2850-2870-2880 rpm
		Tipo de arranque	directo
		Método de arranque	Direct-on-line (DOL)
		Grado de protección (IEC 34-5)	IP68
		Clase de aislamiento (IEC 85)	F
		Protección de motor integrada	NINGUNA
		Protec. térmica	exterior
		Transmisor de temp. incorporado	sí
		Longitud de cable	5 m
		Tipo cable	FLAT
Índice de eficiencia mínima, IE min	0.50	Motor N.º	78195512
Peso neto	59 kg	Cable number	96164209
Peso bruto	88.8 kg	Bobinados	Enamelled
Volumen de transporte	0.232 m³		
VVS danés n.º	388338080		
Finés	4762737		
País de origen.	AR		
Tarifa personalizada n.º	8413.70.29		
Homologaciones medioambientales	WEEE		

Figura 09. Especificaciones bomba Grundfos SP 30-8.

Rendimiento



Motor

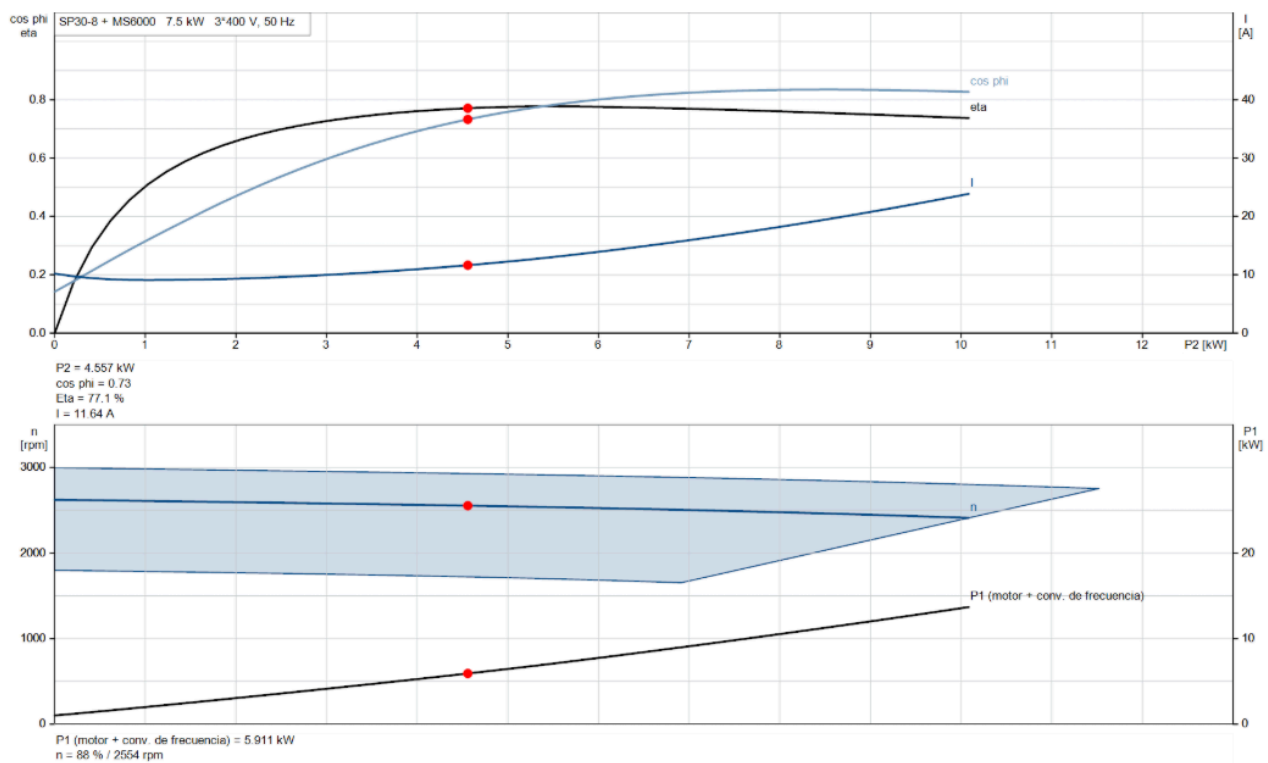


Figura 10. Curvas resultado del dimensionamiento, bomba Grundfos SP 30-8.

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 08: DIMENSIONAMIENTO GALPÓN METÁLICO

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

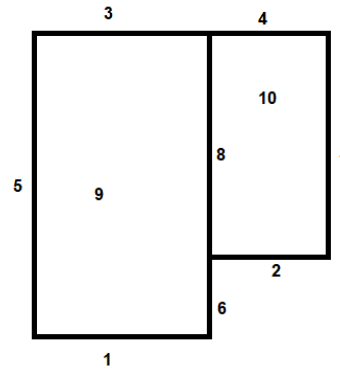
1.CÁLCULO DE PRESIONES DINÁMICAS DEBIDAS AL VIENTO EN SISTEMA RESISTENTE

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA (ESTE)

Zona oficinas			Zona POI		
L	18	m	L	24	m
B	11,25	m	B	15	m
h	3,500	m	h	5,000	m

por altura media del alero, por ser ángulo de la cubierta menor a 10°

interpolado



7. Simbología:

B : dimensión horizontal del edificio, en m, medida normal a la dirección del viento.

L : dimensión horizontal del edificio, en m, medida paralela a la dirección del viento.

h : altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta \leq 10^\circ$, se usará la altura del alero.

z : altura sobre el terreno, en m.

G : factor de efecto de ráfaga.

q_z, q_h : Presión dinámica, en N/m^2 , evaluada a la altura respectiva.

θ : ángulo del plano de la cubierta respecto de la horizontal, en grados.

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA EN PAREDES (ESTE)											
CARA	ZONA	SOMETIDA	L/B	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO (EXTERNO)
2	Oficinas	Barlovento	1,600	NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	Oficinas	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
4	Oficinas	Sotavento		NAVE SE "INFLA"	-0,38	-0,32	0,18	0,87	1,303	-0,66	SUCCIÓN
	Oficinas	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,38	-0,32	-0,18	0,87	1,303	-0,19	SUCCIÓN
7	Oficinas	Pared lateral	1,600	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
1	POI	Barlovento		NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	POI	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
3	POI	Sotavento		NAVE SE "INFLA"	-0,38	-0,32	0,18	0,87	1,303	-0,66	SUCCIÓN
	POI	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,38	-0,32	-0,18	0,87	1,303	-0,19	SUCCIÓN
5	POI	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
6	POI	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN

0	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
8	VENTANAS	Pared lateral	1,600	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	VENTANAS	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN

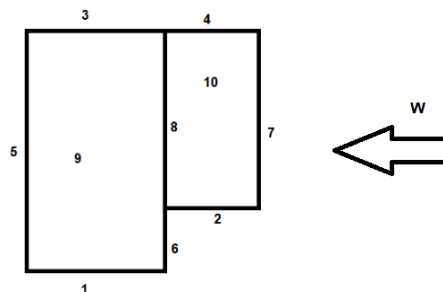
VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA EN LA CUBIERTA (ESTE)											
CARA	ZONA	SOMETIDA	h/L	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO
9	0 a h/2=2,5m	Cubierta POI	0,21	NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h/2=2,5m a h=5,0m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,50	-0,43	0,18	0,87	1,303	-0,79	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,50	-0,43	-0,18	0,87	1,303	-0,32	SUCCIÓN
	2h= 10,0 m a 24,0 m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN
10	0 a h/2=1,75m	Cubierta OFI	0,19	NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h/2=1,75m a h=3,5m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h=3,5m a 2h= 7m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,50	-0,43	0,18	0,87	1,303	-0,79	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,50	-0,43	-0,18	0,87	1,303	-0,32	SUCCIÓN
	2h= 7m a 18 m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN

VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA (NORTE)

Zona oficinas			Zona POI		
L	11,25	m	L	15	m
B	18	m	B	24	m
h	3,500	m	h	5,000	m

por altura media del alero, por ser angulo de la cuibierta menor a 10°

interpolado



7. Simbología:

B: dimensión horizontal del edificio, en m, medida normal a la dirección del viento.

L: dimensión horizontal del edificio, en m, medida paralela a la dirección del viento.

h: altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta \leq 10^\circ$, se usará la altura del alero.

z: altura sobre el terreno, en m.

G: factor de efecto de ráfaga.

 q_z, q_h : Presión dinámica, en N/m^2 , evaluada a la altura respectiva. θ : ángulo del plano de la cubierta respecto de la horizontal, en grados.

VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA EN PAREDES (SUR)

CARA	ZONA	SOMETIDA	L/B	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO
2	Oficinas	Pared lateral	0,625	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
4	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
7	Oficinas	Barlovento	0,625	NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	Oficinas	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
1	POI	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
3	POI	Pared lateral	0,625	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
5	POI	Sotavento		NAVE SE "INFLA"	-0,58	-0,49	0,18	0,87	1,303	-0,87	SUCCIÓN
	POI	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,58	-0,49	-0,18	0,87	1,303	-0,40	SUCCIÓN
6	POI	Barlovento		NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	POI	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
8	VENTANAS	Barlovento	0,625	NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	VENTANAS	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN

VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA EN LA CUBIERTA (SUR)

CARA	ZONA	SOMETIDA	h/L	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO
10	0 a h/2=2,5m	Cubierta OFI	0,3	NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h/2=2,5m a h=5,0m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,50	-0,43	0,18	0,87	1,303	-0,79	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,50	-0,43	-0,18	0,87	1,303	-0,32	SUCCIÓN
	2h= 10,0 m a 11,25 m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN
9	11,25 m a 26,25 m	Cubierta POI	0,3	NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN

2. DISEÑO SISTEMA PRINCIPAL RESISTENTE

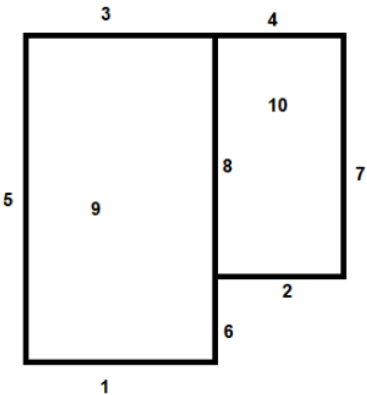
VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA (OESTE)

Zona oficinas			Zona POI		
L	18	m	L	24	m
B	11,25	m	B	15	m
h	3,500	m	h	5,000	m

por altura media del alero, por ser angulo de la cuibieta menor a 10°

interpolado

W



7. Simbología:

- B*: dimensión horizontal del edificio, en m, medida normal a la dirección del viento.
L: dimensión horizontal del edificio, en m, medida paralela a la dirección del viento.
h: altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta \leq 10^\circ$, se usará la altura del alero.
z: altura sobre el terreno, en m.
G: factor de efecto de ráfaga.
 q_z, q_h : Presión dinámica, en N/m^2 , evaluada a la altura respectiva.
 θ : ángulo del plano de la cubierta respecto de la horizontal, en grados.

VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA EN PAREDES (ESTE)

CARA	ZONA	SOMETIDA	L/B	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO (EXTERNO)
4	Oficinas	Barlovento	1,600	NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	Oficinas	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
2	Oficinas	Sotavento		NAVE SE "INFLA"	-0,38	-0,32	0,18	0,87	1,303	-0,66	SUCCIÓN
	Oficinas	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,38	-0,32	-0,18	0,87	1,303	-0,19	SUCCIÓN
7	Oficinas	Pared lateral	1,600	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
3	POI	Barlovento		NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	POI	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
1	POI	Sotavento		NAVE SE "INFLA"	-0,38	-0,32	0,18	0,87	1,303	-0,66	SUCCIÓN
	POI	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,38	-0,32	-0,18	0,87	1,303	-0,19	SUCCIÓN
5	POI	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
6	POI	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN

0	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
8	VENTANAS	Pared lateral	1,600	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	VENTANAS	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN

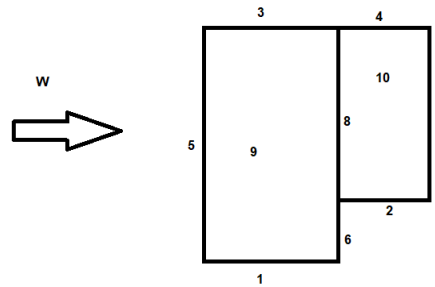
VIENTO PARALELO A LA CUMBRERA EN LA CUBIERTA (ESTE)											
CARA	ZONA	SOMETIDA	h/L	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO
9	0 a h/2=2,5m	Cubierta POI	0,21	NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h/2=2,5m a h=5,0m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,50	-0,43	0,18	0,87	1,303	-0,79	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,50	-0,43	-0,18	0,87	1,303	-0,32	SUCCIÓN
	2h= 10,0 m a 24,0 m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN
10	0 a h/2=1,75m	Cubierta OFI	0,19	NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h/2=1,75m a h=3,5m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h=3,5m a 2h= 7m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,50	-0,43	0,18	0,87	1,303	-0,79	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,50	-0,43	-0,18	0,87	1,303	-0,32	SUCCIÓN
	2h= 7m a 18 m	Cubierta OFI		NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN

VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA (SUR)

Zona oficinas			Zona POI		
L	11,25	m	L	15	m
B	18	m	B	24	m
h	3,500	m	h	5,000	m

por altura media del alero, por ser ángulo de la cubierta menor a 10°

interpolado



7. Simbología:

B: dimensión horizontal del edificio, en m, medida normal a la dirección del viento.

L: dimensión horizontal del edificio, en m, medida paralela a la dirección del viento.

h: altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta \leq 10^\circ$, se usará la altura del alero.

z: altura sobre el terreno, en m.

G: factor de efecto de ráfaga.

 q_z, q_h : Presión dinámica, en N/m^2 , evaluada a la altura respectiva. θ : ángulo del plano de la cubierta respecto de la horizontal, en grados.

VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA EN PAREDES (SUR)

CARA	ZONA	SOMETIDA	L/B	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO
2	Oficinas	Pared lateral	0,625	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
4	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	Oficinas	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
7	Oficinas	Sotavento	0,625	NAVE SE "INFLA"	-0,58	-0,49	0,18	0,87	1,303	-0,87	SUCCIÓN
	Oficinas	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,58	-0,49	-0,18	0,87	1,303	-0,40	SUCCIÓN
1	POI	Pared lateral		NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
3	POI	Pared lateral	0,625	NAVE SE "INFLA"	-0,70	-0,60	0,18	0,87	1,303	-1,01	SUCCIÓN
	POI	Pared lateral		NAVE SE "DESINFLA"	-0,70	-0,60	-0,18	0,87	1,303	-0,54	SUCCIÓN
5	POI	Barlovento		NAVE SE "INFLA"	0,80	0,68	0,18	0,87	1,303	0,65	PRESIÓN
	POI	Barlovento		NAVE SE "DESINFLA"	0,80	0,68	-0,18	0,87	1,303	1,12	PRESIÓN
6	POI	Sotavento	0,625	NAVE SE "INFLA"	-0,58	-0,49	0,18	0,87	1,303	-0,87	SUCCIÓN
	POI	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,58	-0,49	-0,18	0,87	1,303	-0,40	SUCCIÓN
8	VENTANAS	Sotavento		NAVE SE "INFLA"	-0,58	-0,49	0,18	0,87	1,303	-0,87	SUCCIÓN
	VENTANAS	Sotavento		NAVE SE "DESINFLA"	-0,58	-0,49	-0,18	0,87	1,303	-0,40	SUCCIÓN

VIENTO PERPENDICULAR A LA CUMBRERA EN LA CUBIERTA (SUR)

CARA	ZONA	SOMETIDA	h/L	CASO	CP (Fig 3. pag 32)	G CP	G Cpi	Kh ó Kz	qh ó qz [N/m2]	Presión [KN/m2]	TIPO
9	0 a h/2=2,5m	Cubierta POI	0,3	NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h/2=2,5m a h=5,0m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,90	-0,77	0,18	0,87	1,303	-1,23	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,90	-0,77	-0,18	0,87	1,303	-0,76	SUCCIÓN
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,50	-0,43	0,18	0,87	1,303	-0,79	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,50	-0,43	-0,18	0,87	1,303	-0,32	SUCCIÓN
	2h= 10,0 m a 15,0 m	Cubierta POI		NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta POI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN
10	15,0 m a 26,25 m	Cubierta OFI	0,3	NAVE SE "INFLA"	-0,30	-0,26	0,18	0,87	1,303	-0,57	SUCCIÓN
		Cubierta OFI		NAVE SE "DESINFLA"	-0,30	-0,26	-0,18	0,87	1,303	-0,10	SUCCIÓN

2.CÁLCULO DE PRESIONES DINÁMICAS DEBIDAS AL VIENTO EN COMPONENTES Y REVESTIMIENTOS

2. DISEÑO COMPONENTES Y REVESTIMIENTOS

Cálculo de la presión dinámica

1. CORREAS

DATOS			
Zona oficinas		Zona POI	
h [m]	3,500	h [m]	5,000
qh [KN/m2]	1,303	qh [KN/m2]	1,303
Luz correas cubiertas [m]	6	Luz correas cubiertas [m]	6
Luz correas pared lateral [m]	6	Luz correas pared lateral [m]	6
Luz correas pared frontal [m]	3,75	Luz correas pared frontal [m]	3,75
Separación entre correas paredes [m]	1	Separación entre correas paredes [m]	1
Separación entre correas techo [m]	1,25	Separación entre correas techo [m]	1,25

5.12.2.2. Edificios de baja altura

Como alternativa, las presiones de diseño para el sistema principal resistente a la fuerza del viento de edificios de baja altura, se pueden determinar mediante la siguiente expresión:

$$p = q_h [(GC_{pe}) - (GC_{pi})] \quad [\text{N/m}^2] \quad (16)$$

siendo:

q_h la presión dinámica evaluada a la altura media de cubierta h usando la exposición definida en el artículo 5.6.2.2.;
 (GC_{pe}) el coeficiente de presión externa de la Figura 4;
 (GC_{pi}) el coeficiente de presión interna de la Tabla 7.

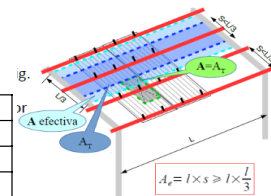
Coefficiente de presión interna

Los coeficientes de presión interna G_{pi} se determinarán de la Tabla 7 del CIRSOC 102-05 en base a la clasificación de cerramientos presentada en el artículo 5.9

G _{pi} =	0,18	Hacia la superficie (PRESIÓN INTERNA)
	-0,18	Desde la superficie (SUCCIÓN INTERNA)

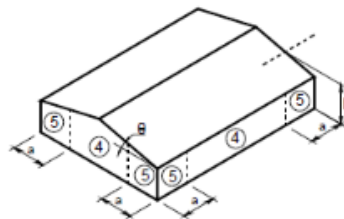
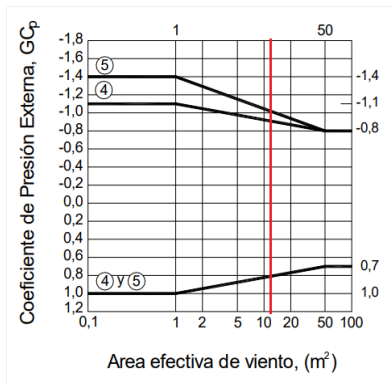
Área efectiva

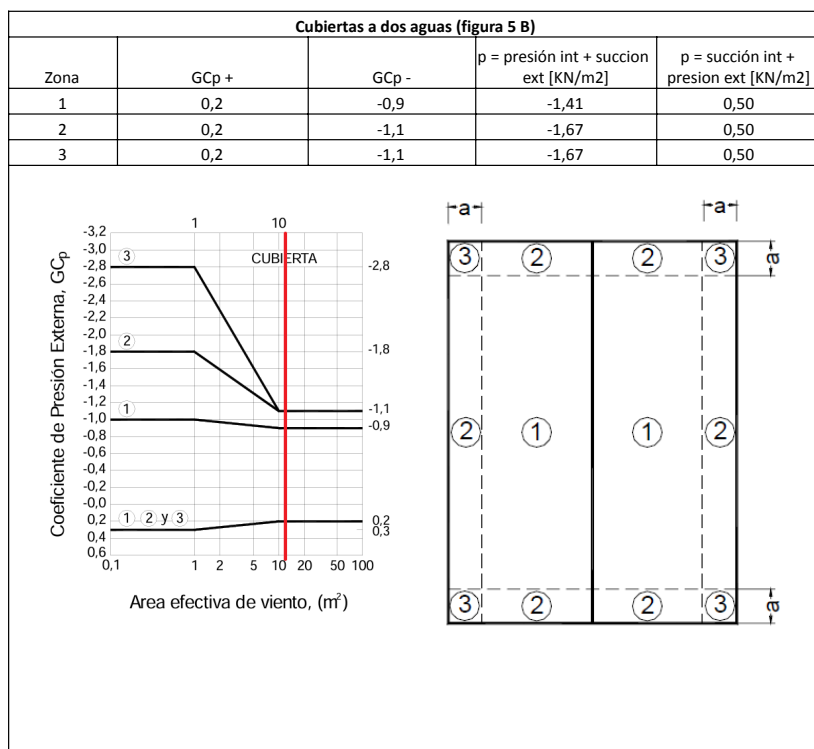
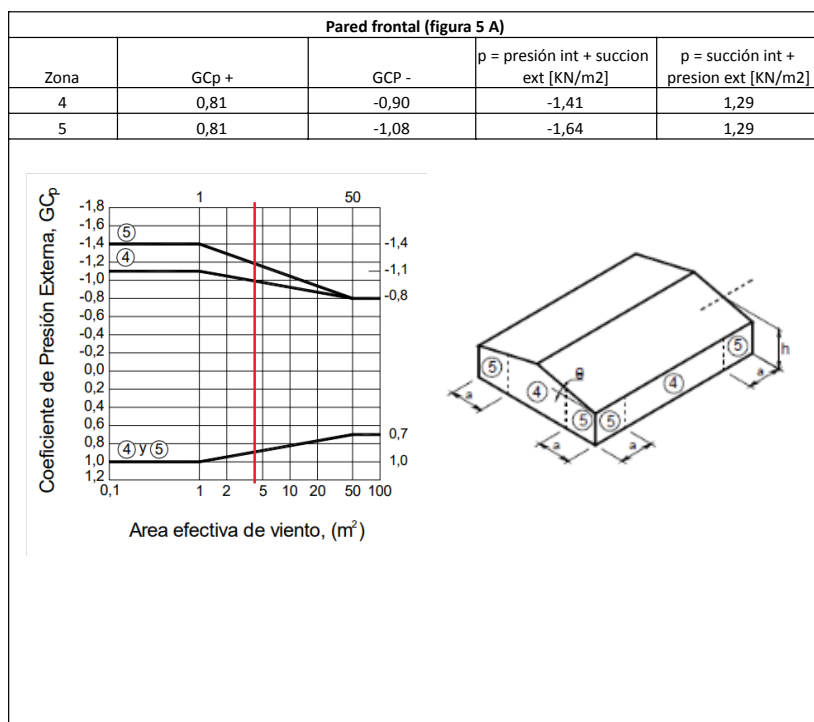
Área efectiva	(L ² /3)	L*sep	Máximo (L ² /3 ; L*sep)
Cubierta	12,00	7,50	12,00
Pared lateral	12,00	6,00	12,00
Pared frontal	4,69	3,75	4,69

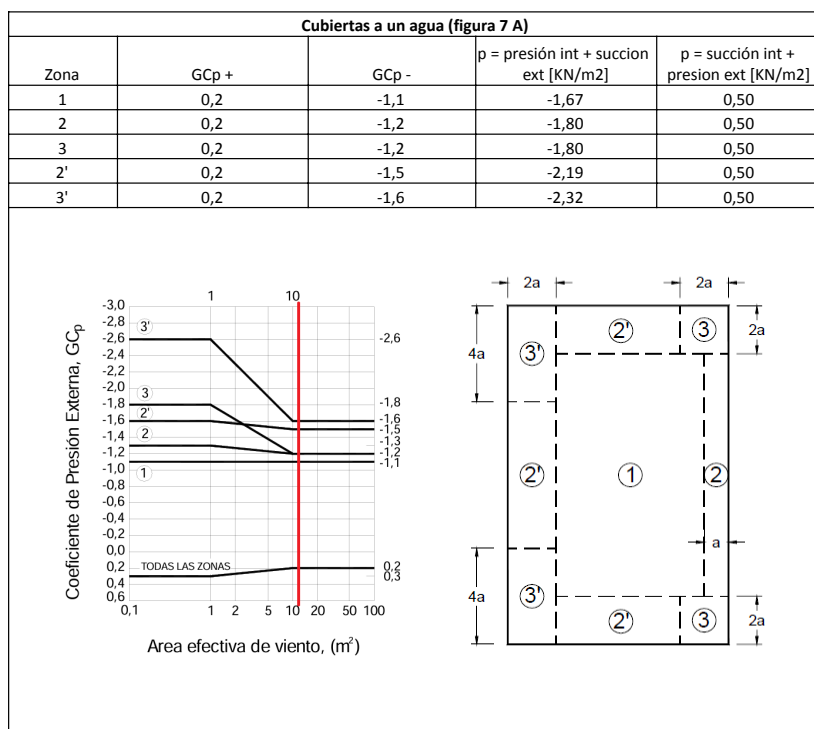


5. Los valores de GC_{pe} para paredes se deben reducir en un 10% cuando $\theta \leq 10^\circ$.

Pared lateral (figura 5 A)				
Zona	$GC_{pe} +$	$GC_{pe} -$	$p = \text{presión int} + \text{succión ext} [\text{KN/m}^2]$	$p = \text{succión int} + \text{presión ext} [\text{KN/m}^2]$
4	0,73	-0,81	-1,29	1,18
5	0,73	-0,95	-1,47	1,18







2. CHAPAS

TRAPEZOIDAL T101

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

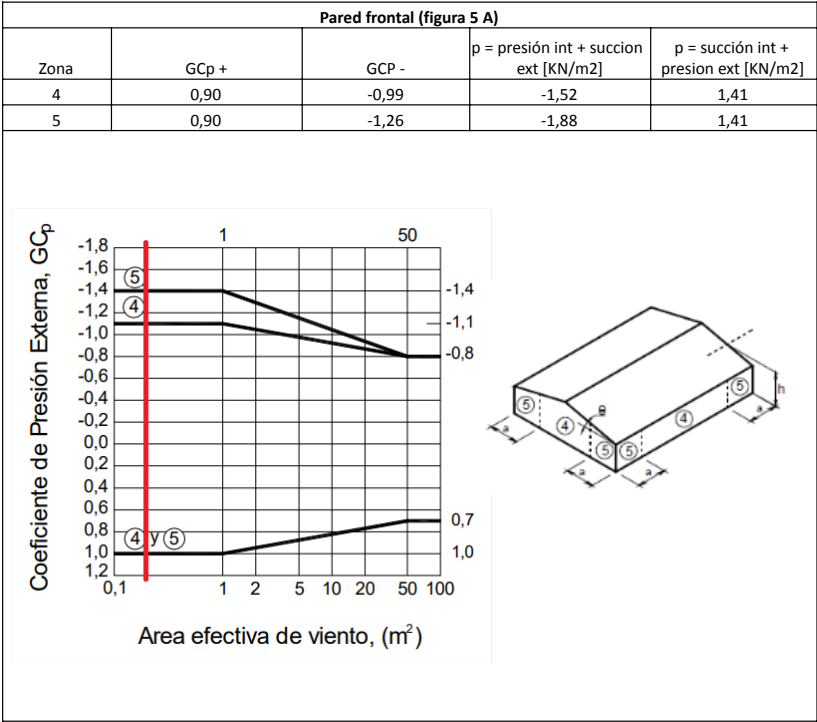
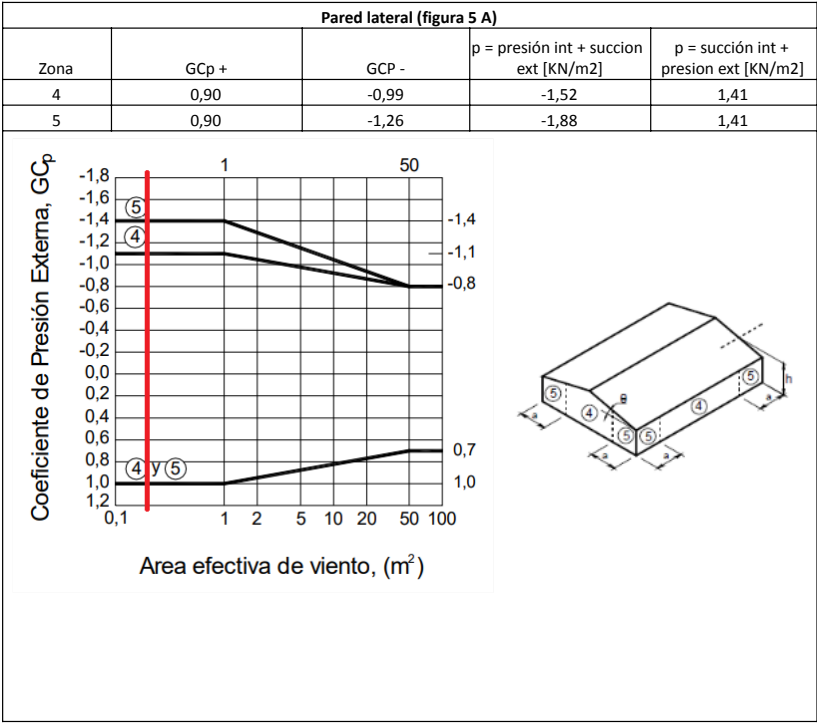
ESPESOR (mm)	ANCHO TOTAL (mm)	ANCHO ÚTIL (mm)	PASEO (mm)	ALTURA CRESTA (mm)	SECCIÓN A (mm)	PESO PROFILADO S (kg/m)	PESO TÉCNICO APROX. ÚTIL REQUERIDO (g)			FLEXIÓN DIRECTA			FLEXIÓN INVERSA		
							Génes. (kg/m)	Orizont. (kg/m)	Pendiente Cielo (kg/m)	I_x (cm ⁴)	W (cm ³)	M_{adm} (kg.m)	I_x (cm ⁴)	W (cm ³)	M_{adm} (kg.m)
0,41	1100	1010	253	28,5	4,92	3,85	4,11	4,08	4,30	4,72	1,89	3168,85	5,59	2,97	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	9506,99

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

DATOS	
h [m]	5,400
qh [KN/m2]	1,303
Luz chapas [m] (separación correas)	1,25
Paseo de las chapas s [m]	0,253
Gcpi (±)	0,18

Longitud que debe superponerse entre chapas contiguas

Área efectiva	$(L^2)/3$ [m2]	L^*s [m2]	Máximo $(L^2)/3 ; L^*sep$ [m2]
Cubierta	0,52	0,32	0,52
Pared lateral	0,52	0,32	0,52
Pared frontal	0,52	0,32	0,52



3.TABLAS SIDERAR (CHAPAS)

TRAPEZOIDAL T101

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MECANICAS

ESPESOR (mm)	ANCHO TOTAL (mm)	ANCHO ÚTIL (mm)	PASO (mm)	ALTURA CRESTA (mm)	SECCION A (cm ²)	PEÑO PROPIO g (kg/m)	PEÑO TEÓRICO APROX. UTIL RECUBIERTO (1)			FLEXION DIRECTA			FLEXION INVERSA		
							Galva, (Kg/m ²)	Cincaalum (Kg/m ²)	Preguntado Color (Kg/m ²)	I _x (cm ⁴)	W (cm ³)	M _{adm} (kg cm)	I _x (cm ⁴)	W (cm ³)	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.

TABLA 2: LUCES ADMISIBLES PARA CARGA CONCENTRADA DE 100 Kg/ APLICADA EN EL TRAMO MAS DESFAVORABLE

VERIFICACION PARA UNA CARGA CONCENTRADA DE 100 Kg EN EL TRAMO MAS DESFAVORABLE - DISTANCIAS ENTRE APOYOS EXPRESADAS EN m																	
Espeor (mm)	ESQUEMA DE APOYO	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00
0.41		SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
0.50		SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
0.71		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
0.89		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

(1) Se considera un ancho de influencia de 1.00 m

TABLA 3: CARGAS DISTRIBUIDAS MAXIMAS EN FUNCION DE LA FLEXION Y FLECHA MAXIMAS ADMISIBLES

SEGUN AISI-ASD 96, EN FUNCION DE LA FLEXION Y FLECHA MAXIMA ADMISIBLE																			
SOBRECARGA GRAVITATORIA O VIENTO PRESTION																			
CARGA MAXIMA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EXPRESADA EN KN/m ² (1) PARA DISTINTAS DISTANCIAS ENTRE APOYOS EXPRESADAS EN m - FLECHA MAXIMA: L / 200																			
Espeor (mm)	ESQUEMA DE APOYO	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00		
		FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION	FLEXION		
0.41		2.26	3.42	1.56	1.96	1.14	1.22	0.86	0.81	0.67	0.55	0.54	0.39	0.44	0.29	0.36	0.21	0.30	
		3.09	8.27	2.14	4.77	1.56	2.99	1.18	1.99	0.93	1.39	0.74	1.00	0.61	0.74	0.51	0.56	0.43	
		3.80	6.50	2.63	3.74	1.92	2.34	1.46	1.56	1.15	1.08	0.92	0.78	0.75	0.58	0.63	0.43	0.53	
		2.75	3.93	1.90	2.25	1.38	1.40	1.05	0.92	0.82	0.64	0.65	0.45	0.53	0.33	0.44	0.24	0.37	
0.50		3.64	9.50	2.51	5.48	1.84	3.43	1.39	2.28	1.09	1.59	0.88	1.15	0.72	0.85	0.59	0.64	0.50	
		4.56	7.46	3.15	4.30	2.31	2.69	1.75	1.79	1.38	1.24	1.11	0.89	0.91	0.66	0.75	0.50	0.64	
		4.87	7.07	3.36	4.06	2.45	2.53	1.86	1.68	1.46	1.16	1.17	0.83	0.95	0.60	0.79	0.45	0.66	
		5.46	17.07	3.77	9.85	2.76	6.18	2.09	4.12	1.64	2.87	1.32	2.08	1.08	1.54	0.89	1.17	0.75	
0.71		6.85	13.42	4.73	7.74	3.46	4.85	2.63	3.23	2.07	2.25	1.66	1.62	1.36	1.20	1.13	0.91	0.96	
		6.52	9.38	4.50	5.39	3.29	3.37	2.50	2.23	1.96	1.54	1.57	1.10	1.28	0.81	1.06	0.60	0.89	
		6.82	22.65	4.71	13.07	3.44	8.20	2.62	5.47	2.05	3.81	1.64	2.76	1.34	2.05	1.12	1.56	0.94	
		8.55	17.80	5.91	10.27	4.32	6.44	3.29	4.28	2.58	2.98	2.08	2.15	1.70	1.60	1.42	1.21	1.19	
0.89		8.55	17.80	5.91	10.27	4.32	6.44	3.29	4.28	2.58	2.98	2.08	2.15	1.70	1.60	1.42	1.21	1.19	
		8.55	17.80	5.91	10.27	4.32	6.44	3.29	4.28	2.58	2.98	2.08	2.15	1.70	1.60	1.42	1.21	1.19	
		8.55	17.80	5.91	10.27	4.32	6.44	3.29	4.28	2.58	2.98	2.08	2.15	1.70	1.60	1.42	1.21	1.19	
		8.55	17.80	5.91	10.27	4.32	6.44	3.29	4.28	2.58	2.98	2.08	2.15	1.70	1.60	1.42	1.21	1.19	

(1) Se considera un ancho de influencia de 1.00 m

VIENTO SUCCION																																	
(1) PARA DISTINTAS DISTANCIAS ENTRE APOYOS EXPRESADAS EN m - FLECHA MAXIMA: L / 200																																	
Espeor (mm)	ESQUEMA DE APOYO	1.00	1.20		1.40		1.60		1.80		2.00		2.20		2.40		2.60		2.80		3.00		3.20		3.40		3.60		3.80		4.00		
0.41		3.17	4.35	2.21	2.53	1.63	1.61	1.26	1.09	1.00	0.78	0.82	0.58	0.68	0.44	0.58	0.35	0.50	0.28	0.44	0.23	0.39	0.20	0.34	0.17	0.31	0.15	0.28	0.13	0.25	0.12	0.23	0.11
		2.34	10.40	1.64	6.03	1.21	3.81	0.94	2.57	0.75	1.81	0.61	1.33	0.51	1.01	0.44	0.79	0.38	0.63	0.33	0.51	0.29	0.42	0.26	0.35	0.24	0.30	0.22	0.26	0.20	0.23	0.18	0.20
		2.92	8.19	2.04	4.76	1.51	3.01	1.16	2.03	0.93	1.44	0.76	1.06	0.63	0.80	0.54	0.63	0.46	0.50	0.40	0.41	0.36	0.34	0.32	0.29	0.29	0.25	0.26	0.21	0.24	0.19	0.22	0.17
		3.73	4.92	2.61	2.87	1.93	1.82	1.49	1.24	1.18	0.88	0.97	0.66	0.81	0.50	0.69	0.40	0.59	0.32	0.52	0.27	0.46	0.23	0.41	0.19	0.36	0.17	0.33	0.15	0.30	0.13	0.28	0.12
0.50		2.84	11.76	1.99	6.83	1.47	4.31	1.14	2.91	0.91	2.05	0.74	1.51	0.62	1.15	0.53	0.89	0.46	0.71	0.40	0.58	0.36	0.48	0.32	0.40	0.29	0.34	0.26	0.30	0.24	0.26	0.22	0.23
		3.54	9.26	2.47	5.38	1.83	3.41	1.41	2.30	1.12	1.63	0.92	1.20	0.77	0.91	0.65	0.71	0.56	0.57	0.49	0.47	0.43	0.39	0.39	0.33	0.35	0.28	0.32	0.24	0.29	0.21	0.26	0.19
		5.59	7.88	3.91	4.59	2.89	2.91	2.23	1.97	1.77	1.41	1.45	1.04	1.21	0.80	1.03	0.63	0.88	0.51	0.77	0.42	0.68	0.35	0.61	0.30	0.54	0.26	0.49	0.23	0.45	0.21	0.41	0.19
		5.00	18.83	3.49	10.93	2.58	6.91	1.99	4.65	1.59	3.28	1.30	2.41	1.08	1.83	0.92	1.42	0.80	1.13	0.69	0.92	0.61	0.76	0.55	0.64	0.49	0.54	0.45	0.47	0.41	0.41	0.37	0.36
0.71		6.23	14.83	4.35	8.61	3.21	5.45	2.47	3.67	1.97	2.60	1.61	1.91	1.34	1.45	1.14	1.13	0.98	0.91	0.85	0.74	0.75	0.61	0.67	0.52	0.60	0.44	0.54	0.38	0.49	0.33	0.45	0.30
		6.99	9.89	4.88	5.76	3.61	3.66	2.78	2.48	2.21	1.76	1.81	1.31	1.51	1.00	1.28	0.79	1.10	0.64	0.96	0.53	0.85	0.45	0.76	0.38	0.68	0.33	0.61	0.29	0.56	0.26	0.51	0.24
		6.68	23.64	4.67	13.71	3.45	8.67	2.66	5.83	2.12	4.12	1.73	3.03	1.45	2.29	1.23	1.79	1.06	1.42	0.92	1.16	0.82	0.95	0.73	0.80	0.65	0.68	0.59	0.59	0.54	0.51	0.49	0.45
		8.33	18.62	5.81	10.81	4.29	6.84	3.31	4.61	2.63	3.26	2.14	2.40	1.79	1.82	1.51	1.42	1.30	1.14	1.13	0.93	1.00	0.77	0.89	0.65	0.80	0.55	0.72	0.48	0.65	0.42	0.60	0.37

(1) Se considera un ancho de influencia de 1.00 m

TABLA 3: CARGA ADMISIBLE POR RESISTENCIA Y POR DEFORMACION (DEFORMACION LIMITE = L/200) SI LA DEFORMACION MAXIMA SE ESPECIFICA EN L/200, SE DEBERA SELECCIONAR COMO CARGA ADMISIBLE EL MENOR VALOR ENTRE LOS DATOS.

REFERENCIAS: TENSION DE FLUENCIA: F_y= 2300 Kg/cm² MOD. ELASTICIDAD: E= 2100000 Kg/cm² CARGA DE MONTAJE: P= 100Kg

4.DIMENSIONAMIENTO CORREAS TECHO

DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE TECHO A UN AGUA

1. En primer lugar se elige un perfil arbitrario para luego verificar su deformación.

Dimensiones		
Distancia entre apoyos L	6,00	m
Separación entre correas	1,25	m
Ángulo faldón Θ	7,59	°

Material		
Acero ZAR-250		
Fy=	25,00	kN/cm2
Fu=	33,00	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
Peso específico acero	77,30	kN/m3

PERFIL PROPUESTO:

ZONA 1						
C 200x80x30x2,5	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm2]	A [m2]
	200	80	30	2,5	10,09	0,001009
Cw [cm6]	Jx [cm4]	Sx [cm3]	rx [cm]	Jy [cm4]	ry [cm]	Jt [cm4]
8778	625,92	62,59	7,88	94,39	3,06	0,21

ZONA 2 Y ZONA 3						
C 200x80x30x3,2	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm2]	A [m2]
	200	80	30	3,2	12,77	0,001277
Cw [cm6]	Jx [cm4]	Sx [cm3]	rx [cm]	Jy [cm4]	ry [cm]	Jt [cm4]
10825	783,46	78,35	7,83	116,59	3,02	0,44

ZONA 2' Y ZONA 3'						
C 200x100x30x3,2	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm2]	A [m2]
	200	100	30	3,2	14,05	0,001405
Cw [cm6]	Jx [cm4]	Sx [cm3]	rx [cm]	Jy [cm4]	ry [cm]	Jt [cm4]
18166	907,4	90,74	8,04	198,62	3,76	0,44

CHAPA:

T 101

Características geométricas y mecánicas:

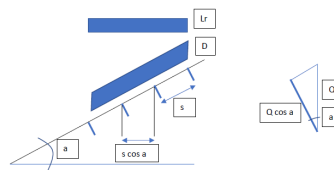
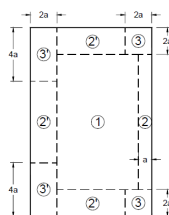
Espesor [cm]	Ancho total [m]	Ancho útil [m]	Paso [m]	Altura cresta [m]	Sección [cm2]	Pp [kg/m]	Y [kg/m2]
0,7	1,1	1,01	0,253	0,0285	8,51	6,68	6,92

Carga	kN (col. internas)	kN (col. externas)				
qD correas zona 1	0,47	0,23				
qD correas zona 2 y 3	0,59	0,30		Cant. correas	q [kN/m] (col. internas)	q [kN/m] (col. externas)
qD correas zona 2' v 3'	0.65	0.33	Cara 9	13	0.56	0.28

1.2 - CARGAS ACTUANTES

Se determinan las cargas actuantes para cada una de las zonas de la cubierta

Ejemplo calculo correa



$$Q(D) = D \cdot \cos \alpha$$

$$Q(Lr) = Lr \cdot \cos \alpha \cdot \cos \alpha = Lr \cdot \cos^2 \alpha$$

1. ZONA 1

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,25	m
Peso de la chapa	0,074	kN/m
Peso de la correa	0,078	kN/m
qD'	0,151	kN/m

$$(Pp_{chapa} + Pp_{correa}) \cdot \cos \Theta$$

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr Correos	0,96	kN/m2
qLr'	1,20	kN/m

$$Sc \cdot Lr' \cdot (\cos \Theta)^2$$

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	0,50	kN/m2
Wp = presión * sc	0,62	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,67	kN/m2

Wn = succión * sc	-2,09	kN/m
-------------------	-------	------

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha admisible					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D +W+Lr)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Flecha máx = (5/384)*(q*L^4)/(E*I)					
Cargas					
Lr	q+ =	1,20 kN/m	--> f máx	1,62 cm	< fadm 1
Wn	q - =	2,09 kN/m	--> f máx	2,81 cm	< fadm 1
D + Lr	q+ =	1,35 kN/m	--> f máx	1,82 cm	< fadm 2
D + Wn	q - =	-1,93 kN/m	--> f máx	2,61 cm	< fadm 2
D + Wp	q + =	0,77 kN/m	--> f máx	1,04 cm	< fadm 2
D + 0,7*(Wp+Lr)	q + =	1,42 kN/m	--> f máx	1,92 cm	< fadm 2

3. Verificación de solicitaciones últimas

COMBINACIONES DE CARGA	[kN/m]	(CIRSOC 303 - Sección A.4.2)
(1) 1,2qD+0,5Lr	0,78	
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	2,60	
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,71	
(4) 0,9qD+1,5qWn	-2,99	
Carga máxima positiva =	2,60	
Carga máxima negativa =	-2,99	

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	11,68	kNm
Mu-	-13,46	kNm

positivo -> presión exterior
negativo -> succión exterior

3.1VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

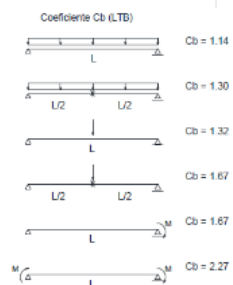
φb=	0,9	
Se = Sx =	62,59	cm3
Fy =	25,00	KN/cm2
Mn = Se * Fy =	1564,75	KNcm
Md = φ * Mn =	1408,275	KNcm
Mu + =	1168,34	KNcm
¿ Md > Mu + ?	Buenas Condiciones	
Mu+/Md+	0,830	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal Mn, de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple,

Mn = Sc * Fc =		
φb=	0,9	
Se = Sx =	62,59	cm3
Fe=	(Cb*(π^2)*E*d*Iyc)/Sx*(Lb^2)	
Cb=	1	con 2 tillas
d=	20	cm
Iyc=Jy/2=	47,195	cm4
Lb=	200	cm
Fe=	74,42	KN/cm2
2,78 Fy =	69,5	KN/cm2
0,56 Fy =	14	KN/cm2

0,56 Fy < Fe < 2,78 Fy		
Fc =	25,19	KN/cm2
Mn = Sc * Fc	1576,374385	KNcm
Md = φ * Mn =	1418,736946	KNcm
¿ Md > Mu - ?	Buenas Condiciones	
Mu-/Md	0,949	



d = Altura de la sección, (cm).
Iyc = Momento de inercia de la parte comprimida de la sección respecto del eje baricéntrico de la sección bruta paralelo al alma, utilizando la sección total, no reducida, (cm⁴).

Lb = distancia entre arriostramientos (luz / 2 , luz / 3)
Cb = 12.5 Mmax / (2.5 Mmax + 3 Ma + 4 Mb + 3 Mc)
Fe = Cb π² E d Iyc / [S (Lb)²]

Si Fe < 0.56 Fy ⇒ Fc = Fe
Si 0.56 Fy < Fe < 2.78 Fy ⇒ Fc = 10/9 Fy [1 - 10 Fy / (36 Fe)]
Si Fe > 2.78 Fy ⇒ Fc = Fy

1. ZONA 2 Y 3

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,25	m

Peso de la chapa	0,074	kN/m
Peso de la correa	0,099	kN/m
qD'	0,172	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	0,96	kN/m2
qLr'	1,20	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	0,50	kN/m2
Wp = presión * sc	0,62	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,80	kN/m2
Wn = succión * sc	-2,25	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = (5/384)*(q*L ⁴)/(E*I)					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D + W)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Cargas					
Lr	q+ =	1,20 kN/m	--> f máx	1,62 cm	< fadm 1
W	q - =	2,25 kN/m	--> f máx	3,03 cm	< fadm 1
D + Lr	q+ =	1,37 kN/m	--> f máx	1,85 cm	< fadm 2
D + Wn	q - =	-2,08 kN/m	--> f máx	2,80 cm	< fadm 2
D + Wp	q + =	0,79 kN/m	--> f máx	1,07 cm	< fadm 2
D + 0,7*(Wp+Lr)	q + =	1,44 kN/m	--> f máx	1,95 cm	< fadm 2

3. Verificación de solicitaciones en estado último

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]
(1) 1,2qD+0,5Lr	0,81
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	2,62
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,73
(4) 0,9qD+1,5qWn	-3,22
Carga máxima positiva =	2,62
Carga máxima negativa =	-3,22

(CIRSOC 303 - Sección A.4.2)

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	11,79	kNm
Mu-	-14,48	kNm

VERIFICACION DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

φb=	0,9	
Se = Sx =	78,35	cm3
Fy =	25,00	KN/cm2
Mn = Se * Fy =	1958,75	KNcm
Md = φ * Mn =	1762,875	KNcm
Mu + =	1179,42	KNcm
¿ Md > Mu + ?	Buenas Condiciones	
Mu+/Md+	0,669	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal Mn, de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple ,

Mn = Sc * Fc =		
φb=	0,9	
Se = Sx =	78,35	cm3
Fe=	(Cb*(π ²)*E*d*Iyc)/Sx*(Lb ²)	
Cb=	1	con 2 tillas
d=	20	cm
Iyc=Jy/2=	58,295	cm4
Lb=	200	cm
Fe=	73,43	KN/cm2
2,78 Fy =	69,5	KN/cm2
0,56 Fy =	14	KN/cm2

0,56 Fy < Fe < 2,78 Fy		
Fc =	25,15	KN/cm2
Mn = Sc * Fc	1970,57	KNcm

$M_d = \phi * M_n =$	1773,51	KNcm
$\zeta M_d > M_u - ?$	Buenas Condiciones	
M_u / M_d	0,816	

1. ZONA 2' y 3'

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,25	m
Peso de la chapa	0,074	kN/m
Peso de la correa	0,099	kN/m
qD'	0,173	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	0,96	kN/m2
qLr'	1,20	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	0,50	kN/m2
$Wp = \text{presión} * sc$	0,62	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-2,32	kN/m2
$Wn = \text{succión} * sc$	-2,90	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = $(5/384) * (q * L^4) / (E * I)$					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D + W)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Cargas					
Lr	$q + =$	1,20 kN/m	--> f máx :	1,62 cm < fadm 1	BC
W	$q - =$	2,90 kN/m	--> f máx :	3,91 cm < fadm 1	MC
D + Lr	$q + =$	1,37 kN/m	--> f máx :	1,85 cm < fadm 2	BC
D + Wn	$q - =$	-2,73 kN/m	--> f máx :	3,68 cm < fadm 2	BC
D + Wp	$q + =$	0,79 kN/m	--> f máx :	1,07 cm < fadm 2	BC
D + 0,7*(Wp+Lr)	$q + =$	1,45 kN/m	--> f máx :	1,95 cm < fadm 2	BC

3. Verificación de solicitaciones en estado último

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]
(1) 1,2qD+0,5Lr	0,81
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	2,62
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,74
(4) 0,9qD+1,5qWn	-4,19
Carga máxima positiva =	2,62
Carga máxima negativa =	-4,19

(CIRSOC 303 - Sección A.4.3)

SOLICITACIONES MAXIMAS		
$M_u +$	11,80	kNm
$M_u -$	-18,87	kNm

VERIFICACION DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión M_n , se calcula de la siguiente manera:

$\phi_b =$	0,9	
$S_e = S_x =$	90,74	cm3
$F_y =$	25,00	KN/cm2
$M_n = S_e * F_y =$	2268,5	KNcm
$M_d = \phi * M_n =$	2041,65	KNcm
$M_u + =$	1180,24	KNcm
$\zeta M_d > M_u + ?$	Buenas Condiciones	
$M_u + / M_d +$	0,578	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal M_n , de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple ,

$M_n = S_c * F_c =$		
$\phi_b =$	0,9	
$S_e = S_x =$	90,74	cm3
$F_e =$	$(C_b * (\pi^2) * E * d^4 / I_y) / (S_x * (L_b^2))$	
$C_b =$	1	con 2 tillas

d=	20	cm
$I_{yc}=J_y/2=$	99,31	cm ⁴
Lb=	200	cm
Fe=	108,02	KN/cm ²
2,78 Fy =	69,5	KN/cm ²
0,56 Fy =	14	KN/cm ²

0,56 Fy < Fe < 2,78 Fy		
Fc =	25,99	KN/cm ²
Mn = Sc * Fc	2358,51	KNcm
Md = ϕ * Mn =	2122,66	KNcm
¿ Md > Mu -?	Buenas Condiciones	
Mu-/Md	0,889	

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A CORTE (CIRSOC 303)

CIRSOC 303. Capitulo C.3.2.1

Se toma como determinante la carga actuante en las correas de la Zona 3 , succión

qu =	4,19	KNm
Vmax =	12,58	KN

$$V_n = A_w * F_v$$

Se consideran perfiles con almas si perforación

$h = h_t - 2t - 2r =$	19	cm
t =	0,25	cm
h/t =	76,00	cm
Kv=	5,34	
E	200000	MPa
Fy	235,00	MPa
Raiz(E*Kv/Fy)	67,41	
h/t < 67,41	SI	
Fv =	14,1	KN/cm ²
Aw =	4,75	cm ²
Vn = Aw * Fv	67,0	KN
¿Vn > Vu?	Buenas condiciones	

DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE TECHO A DOS AGUAS

1. En primer lugar se elige un perfil arbitrario para luego verificar su deformación.

Dimensiones		
Distancia entre apoyos L	6,00	m
Separación entre correas	1,25	m
Ángulo faldón Θ	7,59	°

Material		
Acero ZAR-250		
Fy=	25,00	kN/cm ²
Fu=	33,00	kN/cm ²
E=	20000	kN/cm ²
Peso específico acero	77,30	kN/m ³

PERFIL PROPUESTO:

ZONA 1						
C 200x70x25x2,5	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm ²]	A [m ²]
	200	70	25	2,5	9,34	0,000934
Cw [cm ⁶]	Jx [cm ⁴]	Sx [cm ³]	rx [cm]	Jy [cm ⁴]	ry [cm]	Jt [cm ⁴]
5566	564,02	56,4	7,77	63,53	2,61	0,19

ZONA 2 Y ZONA 3						
C 200x80x30x2,5	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm ²]	A [m ²]
	200	80	30	2,5	10,09	0,001009
Cw [cm ⁶]	Jx [cm ⁴]	Sx [cm ³]	rx [cm]	Jy [cm ⁴]	ry [cm]	Jt [cm ⁴]
8778	625,92	62,59	7,88	94,39	3,06	0,21

CHAPA:

T 101

Características geométricas y mecánicas:

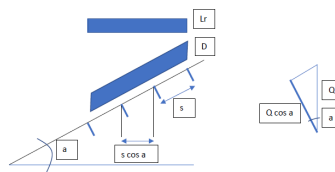
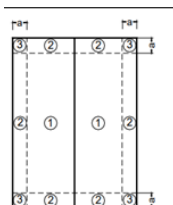
Espesor [cm]	Ancho total [m]	Ancho útil [m]	Paso [m]	Altura cresta [m]	Sección [cm ²]	Pp [kg/m]	Y [Kg/m ²]
0,7	1,1	1,01	0,253	0,0285	8,51	6,68	6,92

Carga	kN (col. internas)	kN (col. externas)		Cant. correas	q [kN/m] (col. internas)	q [kN/m] (col. externas)
qD correas zona 1	0,43	0,22	Cara 9	13	0,38	0,19
qD correas zona 2 y 3	0,47	0,23	Cara 10	10	0,39	0,19

1.2 - CARGAS ACTUANTES

Ejemplo calculo correa

Se determinan las cargas actuantes para cada una de las zonas de la cubierta



$$Q(D) = D \cdot \cos a$$

$$Q(Lr) = Lr \cdot \cos a \cdot \cos a = Lr \cdot \sin^2 a$$

1. ZONA 1

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,25	m
Peso de la chapa	0,074	kN/m
Peso de la correa	0,072	kN/m
qD'	0,145	kN/m

$$(Pp_{chapa} + Pp_{correa}) \cdot \cos \Theta$$

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr Correos	0,96	kN/m ²
qLr'	1,20	kN/m

$$Sc \cdot Lr \cdot (\cos \Theta)^2$$

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	0,50	kN/m ²
Wp = presión * sc	0,62	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,41	kN/m ²
Wn = succión * sc	-1,76	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha admisible				
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33 cm
fadm total (D + W + Lr)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00 cm

Flecha máx = (5/384)*(q*L^4)/(E*I)						
Cargas						
Lr	q+ =	1,20 kN/m	--> f máx	1,79 cm	< fadm 1	BC
Wn	q - =	1,76 kN/m	--> f máx	2,63 cm	< fadm 1	BC
D + Lr	q+ =	1,35 kN/m	--> f máx	2,01 cm	< fadm 2	BC
D + Wn	q - =	-1,61 kN/m	--> f máx	2,41 cm	< fadm 2	BC
D + Wp	q + =	0,76 kN/m	--> f máx	1,14 cm	< fadm 2	BC
D + 0,7*(Wp+Lr)	q + =	1,42 kN/m	--> f máx	2,12 cm	< fadm 2	BC

3. Verificación de solicitaciones últimas

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]	(CIRSOC 303 - Sección A.4.2)
(1) 1,2qD+0,5Lr	0,77	
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	2,59	
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,70	
(4) 0,9qD+1,5qWn	-2,51	
Carga máxima positiva =	2,59	
Carga máxima negativa =	-2,51	

SOLICITACIONES MAXIMAS			
Mu+	11,65	kNm	
Mu-	-11,29	kNm	

positivo -> presión exterior
negativo -> succión exterior

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

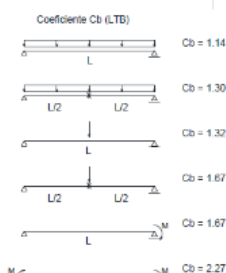
φb=	0,9	
Se = Sx =	56,4	cm3
Fy =	25,00	KN/cm2
Mn = Se * Fy =	1410	KNcm
Md = φ * Mn =	1269	KNcm
Mu + =	1165,23	KNcm
¿ Md > Mu + ?	Buenas Condiciones	
Mu+ / Md +	0,918	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal Mn, de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple,

Mn = Sc * Fc =		
φb=	0,9	
Se = Sx =	56,4	cm3
Fe=	(Cb*(π^2)*E*d*Iyc)/(Sx*(Lb^2))	
Cb=	1	con 2 tillas
d=	20	cm
Iyc=Jy/2=	31,765	cm4
Lb=	200	cm
Fe=	55,59	KN/cm2
2,78 Fy =	69,5	KN/cm2
0,56 Fy =	14	KN/cm2

0,56 Fy < Fe < 2,78 Fy		
Fc =	24,31	KN/cm2
Mn = Sc * Fc	1370,94	KNcm
Md = φ * Mn =	1233,85	KNcm
¿ Md > Mu - ?	Buenas Condiciones	
Mu- / Md	0,915	



d = Altura de la sección, (cm).
Iyc = Momento de inercia de la parte comprimida de la sección respecto del eje baricéntrico de la sección bruta paralelo al alma, utilizando la sección total, no reducida, (cm⁴).

Lb = distancia entre arriostramientos (luz / 2, luz / 3)
Cb = 12.5 Mmax / (2.5 Mmax + 3 Ma + 4 Mb + 3 Mc)
Fe = Cb π² E d Iyc / [S (Lb)²]

Si Fe < 0.56 Fy ⇒ Fc = Fe
Si 0.56 Fy < Fe < 2.78 Fy ⇒ Fc = 10/9 Fy [1 - 10 Fy / (36 Fe)]
Si Fe > 2.78 Fy ⇒ Fc = Fy

1. ZONA 2

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)			
Separación entre correas	1,25	m	
Peso de la chapa	0,074	kN/m	
Peso de la correa	0,078	kN/m	
qD'	0,151	kN/m	

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	0,96	kN/m2
qLr'	1,20	kN/m

Viento (W)		
------------	--	--

P diseño = presión ext + succión int	0,50	kN/m2
Wp = presión * sc	0,62	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,67	kN/m2
Wn = succión * sc	-2,09	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = $(5/384) \cdot (q \cdot L^4) / (E \cdot J)$					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D +W)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Cargas					
Lr	q+ =	1,20 kN/m	--> f máx	1,79 cm	< fadm 1
W	q - =	2,09 kN/m	--> f máx	3,12 cm	< fadm 1
D + Lr	q+ =	1,35 kN/m	--> f máx	2,02 cm	< fadm 2
D + Wn	q - =	-1,93 kN/m	--> f máx	2,89 cm	< fadm 2
D + Wp	q + =	0,77 kN/m	--> f máx	1,15 cm	< fadm 2
D + 0,7*(Wp+Lr)	q + =	1,42 kN/m	--> f máx	2,13 cm	< fadm 2

3. Verificación de solicitaciones en estado último

COMBINACIONES DE CARGA	[kN/m]
(1) 1,2qD+0,5Lr	0,78
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	2,60
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,71
(4) 0,9qD+1,5qWn	-2,99
Carga máxima positiva =	2,60
Carga máxima negativa =	-2,99

(CIRSOC 303 - Sección A.4.2)

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	11,68	kNm
Mu-	-13,46	kNm

VERIFICACION DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

$\phi b =$	0,9	
Se = Sx =	62,59	cm3
Fy =	25,00	KN/cm2
Mn = Se * Fy =	1564,75	KNcm
Md = $\phi \cdot Mn =$	1408,275	KNcm
Mu + =	1168,34	KNcm
¿ Md > Mu +?	Buenas Condiciones	
Mu+/Md+	0,830	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal Mn, de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple ,

Mn = Sc * Fc =		
$\phi b =$	0,9	
Se = Sx =	62,59	cm3
Fe=	$(Cb \cdot (\pi^2) \cdot E \cdot d \cdot I_{yc}) / (Sx \cdot (Lb^2))$	
Cb=	1	con 2 tillas
d=	20	cm
Iyc=Jy/2=	47,195	cm4
Lb=	200	cm
Fe=	74,42	KN/cm2
2,78 Fy =	69,5	KN/cm2
0,56 Fy =	14	KN/cm2

0,56 Fy < Fe < 2,78 Fy		
Fc =	25,19	KN/cm2
Mn = Sc * Fc	1576,37	KNcm
Md = $\phi \cdot Mn =$	1418,74	KNcm
¿ Md > Mu -?	Buenas Condiciones	
Mu-/Md	0,949	

1. ZONA 3

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,25	m

Peso de la chapa	0,074	kN/m
Peso de la correa	0,078	kN/m
qD'	0,152	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	0,96	kN/m2
qLr'	1,20	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	0,50	kN/m2
Wp = presión * sc	0,62	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,67	kN/m2
Wn = succión * sc	-2,09	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = (5/384)*(q*L ⁴)/(E*I)					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D + W)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Cargas					
Lr	q+ =	1,20 kN/m	--> f máx :	1,79 cm < fadm 1	BC
W	q - =	2,09 kN/m	--> f máx :	3,12 cm < fadm 1	BC
D + Lr	q+ =	1,35 kN/m	--> f máx :	2,02 cm < fadm 2	BC
D + Wn	q - =	-1,93 kN/m	--> f máx :	2,89 cm < fadm 2	BC
D + Wp	q + =	0,77 kN/m	--> f máx :	1,15 cm < fadm 2	BC
D + 0,7*(Wp+Lr)	q + =	1,43 kN/m	--> f máx :	2,13 cm < fadm 2	BC

3. Verificación de solicitaciones en estado último

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]
(1) 1,2qD+0,5Lr	0,78
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	2,60
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,71
(4) 0,9qD+1,5qWn	-2,99
Carga máxima positiva =	2,60
Carga máxima negativa =	-2,99

(CIRSOC 303 - Sección A.4.3)

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	11,69	kNm
Mu-	-13,46	kNm

VERIFICACION DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

φb=	0,9	
Se = Sx =	62,59	cm3
Fy =	25,00	KN/cm2
Mn = Se * Fy =	1564,75	KNcm
Md = φ * Mn =	1408,275	KNcm
Mu + =	1169,06	KNcm
¿ Md > Mu +?	Buenas Condiciones	
Mu+/Md+	0,830	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal Mn, de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple ,

Mn = Sc * Fc =		
φb=	0,9	
Se = Sx =	62,59	cm3
Fe=	(Cb*(π ²)*E*d*Iyc)/Sx*(Lb ²)	
Cb=	1	con 2 tillas
d=	20	cm
Iyc=Jy/2=	47,195	cm4
Lb=	200	cm
Fe=	74,42	KN/cm2
2,78 Fy =	69,5	KN/cm2
0,56 Fy =	14	KN/cm2

0,56 Fy < Fe < 2,78 Fy		
Fc =	25,19	KN/cm2
Mn = Sc * Fc	1576,37	KNcm

$M_d = \phi * M_n =$	1418,74	KNcm
$\checkmark M_d > M_u - ?$	Buenas Condiciones	
M_u / M_d	0,949	

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A CORTE (CIRSOC 303)

CIRSOC 303. Capitulo C.3.2.1

Se toma como determinante la carga actuante en las correas de la Zona 3 , succión

$q_u =$	2,99	KNm
$V_{max} =$	8,97	KN

$$V_n = A_w * F_v$$

Se consideran perfiles con almas si perforación

$h = h_t - 2t - 2r =$	19	cm
$t =$	0,25	cm
$h/t =$	76,00	cm
$K_v =$	5,34	
E	200000	MPa
F_y	235,00	MPa
$\text{Raiz}(E * K_v / F_y)$	67,41	
$h/t < 67,41$	SI	
$F_v =$	14,1	KN/cm2
$A_w =$	4,75	cm2
$V_n = A_w * F_v$	67,0	KN
$\checkmark V_n > V_u ?$	Buenas condiciones	

5.DIMENSIONAMIENTO CORREAS PAREDES

DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE PAREDES FRONTALES ZONA 4

1. En primer lugar se elige un perfil arbitrario para luego verificar su deformación.

Dimensiones		
Distancia entre apoyos L	3,75	m
Separación entre correas	1,000	m

Material		
Acero ZAR-250		
Fy=	25,00	kN/cm2
Fu=	33,00	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
Peso específico acero	77,30	kN/m3

PERFIL PROPUESTO:

C 160x60x20x1,6	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm2]	A [m2]
	160	60	20	1,6	4,95	0,000495
Cw [cm6]	Jx [cm4]	Sx [cm3]	rx [cm]	Jy [cm4]	ry [cm]	Jt [cm4]
1408	196,03	24,5	6,29	25,23	2,26	0,04

CHAPA:

T 101

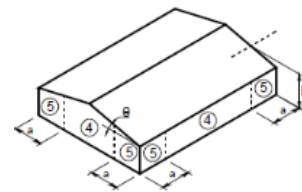
Características geométricas y mecánicas:

Espesor [cm]	Ancho total [m]	Ancho útil [m]	Paso [m]	Altura cresta [m]	Sección [cm2]	Pp [kg/m]	Y [kg/m2]
0,7	1,1	1,01	0,253	0,0285	8,51	6,68	6,92

Carga	kN (col. internas)	kN (col. externas)
qD correas zona 4	0,14	0,07

1.2 - CARGAS ACTUANTES

Se determinan las cargas actuantes para cada una de las zonas de la cubierta



1. ZONA 4

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,000	m
Peso de la chapa	-	kN/m
Peso de la correa	-	kN/m
qD'	-	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	-	kN/m2
qLr'	-	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	1,29	kN/m2
Wp = presión * sc	1,29	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,41	kN/m2
Wn = succión * sc	-1,41	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = (5/384)*(q*L^4)/(E*I)					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	2,08	cm
fadm total (D +W+Lr)	= luz/	150	fadm 2 =	2,50	cm

Cargas					
W	q =	1,41 kN/m	--> f máx	0,92 cm	< fadm 1
					BC

3. Verificación de solicitaciones últimas

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	1,03
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,94
(4) 0,9qD+1,5qWn	-2,11
Carga máxima positiva =	1,94
Carga máxima negativa =	-2,11

(CIRSOC 303 - Sección A.4.3)

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	3,40	kNm
Mu-	-3,71	kNm

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

$\phi_b =$	0,9	
$S_e = S_x =$	24,5	cm ³
$F_y =$	25,00	KN/cm ²
$M_n = S_e * F_y =$	612,5	KNcm
$M_d = \phi * M_n =$	551,25	KNcm
$M_u + =$	340,20	KNcm
$\dot{z} M_d > M_u + ?$	Buenas Condiciones	
$M_u + / M_d +$	0,617	

2. Carga de succión: el ala comprimida no esta arriostrada, ¿El alma es capaz de arriostrar al ala? Sino, se debe verificar pandeo lateral torsional

C.3.1.3. Vigas arriostradas en el chapeado con carga de succión

$\phi_b =$	0,9		
$S_e =$	Según C.3.1.1	24,5	cm ²
$F_y =$	Según C.3.1.1	25,00	KN/cm ²
$R =$	Tabla C.3-1	0,7	
$M_n = R * S_e * F_y =$	428,75	KNcm	
$M_d = \phi * M_n =$	385,88	KNcm	
$M_u - =$	-371,13	KNcm	
$\dot{z} M_d > M_u - ?$	Buenas Condiciones		
$M_u - / M_d$	0,962		

R = 0.60 para vigas continuas
0.70 para vigas de un tramo con d < 165 mm
0.65 para vigas de un tramo con 165 mm < d < 216 mm
0.40 para vigas de un tramo con 216 mm < d < 292 mm
0.00 para vigas de un tramo con d > 292 mm

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A CORTE (CIRSOC 303)

CIRSOC 303. Capítulo C.3.2.1

Se toma como determinante la carga actuante en las correas de la Zona 4

$q_u =$	2,46	KNm
$V_u \text{ máx} =$	4,62	KN

$$V_n = A_w * F_v$$

Se consideran perfiles con almas si perforación

$h = h_t - 2t - 2r =$	15,936	cm
$t =$	0,16	cm
$h/t =$	99,60	cm
$K_v =$	5,34	
$E =$	200000	MPa
$F_y =$	235,00	MPa
$\text{Raiz}(E * K_v / F_y) =$	67,41	
$h/t < 67,41$	SI	
$F_v =$	14,1	KN/cm ²
$A_w =$	2,54976	cm ²
$V_n = A_w * F_v =$	36,0	KN
$\dot{z} V_n > V_u ?$	Buenas condiciones	

DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE PAREDES FRONTALES ZONA 5

1. En primer lugar se elige un perfil arbitrario para luego verificar su deformación.

Dimensiones		
Distancia entre apoyos L	3,75	m
Separación entre correas	1,000	m

Material		
Acero ZAR-250		
Fy=	25,00	kN/cm ²
Fu=	33,00	kN/cm ²
E=	20000	kN/cm ²
Peso específico acero	77,30	kN/m ³

PERFIL PROPUESTO:

C 160x60x20x2,0	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm ²]	A [m ²]
	160	60	20	2	6,14	0,000614
Cw [cm ⁶]	Jx [cm ⁴]	Sx [cm ³]	rx [cm]	Jy [cm ⁴]	ry [cm]	Jt [cm ⁴]
1712	241,01	30,13	6,27	30,68	2,24	0,04

CHAPA:

T 101

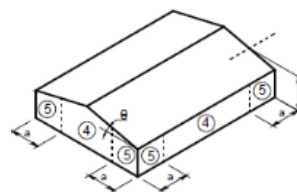
Características geométricas y mecánicas:

Espesor [cm]	Ancho total [m]	Ancho útil [m]	Paso [m]	Altura cresta [m]	Sección [cm ²]	Pp [kg/m]	Y [kg/m ²]
0,7	1,1	1,01	0,253	0,0285	8,51	6,68	6,92

Carga	kN (col. internas)	kN (col. externas)
qD correas zona 5	0,18	0,09

1.2 - CARGAS ACTUANTES

Se determinan las cargas actuantes para cada una de las zonas de la cubierta



1. ZONA 5

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,000	m
Peso de la chapa	-	kN/m
Peso de la correa	-	kN/m
qD'	-	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	-	kN/m ²
qLr'	-	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	1,29	kN/m ²
Wp = presión * sc	1,29	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,64	kN/m ²
Wn = succión * sc	-1,64	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = (5/384)*(q*L ⁴)/(E*I)					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	2,08	cm
fadm total (D +W)	= luz/	150	fadm 2 =	2,50	cm

Cargas					
W	q - =	1,64 kN/m	--> f máx	0,88 cm	< fadm 1
				BC	

3. Verificación de solicitaciones en estado último

(CIRSOC 303 - Sección A.4.3)

COMBINACIONES DE CARGA	[kN/m]
------------------------	--------

(1) $1,2qD+1,6qLr+0,8qWp$	1,03
(2) $1,2qD+1,5qWp+0,5qLr$	1,94
(3) $0,9qD+1,5qWn$	-2,46
Carga máxima positiva =	1,94
Carga máxima negativa =	-2,46

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	3,40	kNm
Mu-	-4,33	kNm

VERIFICACION DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión M_n , se calcula de la siguiente manera:

$\phi_b =$	0,9	
$S_e = S_x =$	30,13	cm ³
$F_y =$	25,00	KN/cm ²
$M_n = S_e * F_y =$	753,25	KNcm
$M_d = \phi * M_n =$	677,93	KNcm
$M_u + =$	340,20	KNcm
$\phi M_d > M_u + ?$	Buenas Condiciones	
$M_u + / M_d +$	0,502	

2. Carga de succión: el ala comprimida no esta arriostrada, ¿El alma es capaz de arriostrar al ala? Sino, se debe verificar pandeo lateral torsional

C.3.1.3. Vigas arriostradas en el chapeado con carga de succión

$\phi_b =$	0,9		
$S_e =$	Según C.3.1.1	30,13	cm ²
$F_y =$	Según C.3.1.1	25,00	KN/cm ²
$R =$	Tabla C.3-1	0,7	
$M_n = R * S_e * F_y =$	527,28	KNcm	
$M_d = \phi * M_n =$	474,55	KNcm	
$M_u - =$	-432,98	KNcm	
$\phi M_d > M_u - ?$	Buenas Condiciones		
$M_u - / M_d$	0,912		

R = 0.60 para vigas continuas
0.70 para vigas de un tramo con $d < 165$ mm
0.65 para vigas de un tramo con 165 mm $< d < 216$ mm
0.40 para vigas de un tramo con 216 mm $< d < 292$ mm
0.00 para vigas de un tramo con $d > 292$ mm

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A CORTE (CIRSOC 303)

CIRSOC 303. Capítulo C.3.2.1

Se toma como determinante la carga actuante en las correas de la Zona 4

$q_u =$	2,46	KNm
$V_u \text{ máx} =$	4,62	KN

$$V_n = A_w * F_v$$

Se consideran perfiles con almas si perforación

$h = h_t - 2t - 2r =$	15,92	cm
$t =$	0,20	cm
$h/t =$	79,60	cm
$K_v =$	5,34	
$E =$	200000	MPa
$F_y =$	235,00	MPa
$Raiz(E * K_v / F_y) =$	67,41	
$h/t < 67,41$	SI	
$F_v =$	14,1	KN/cm ²
$A_w =$	3,184	cm ²
$V_n = A_w * F_v =$	44,9	KN
$\phi V_n > V_u ?$	Buenas condiciones	

DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE PAREDES laterales ZONA 4

1. En primer lugar se elige un perfil arbitrario para luego verificar su deformación.

Dimensiones		
Distancia entre apoyos L	6,00	m
Separación entre correas	1,000	m

Material		
Acero ZAR-250		
Fy=	25,00	kN/cm2
Fu=	33,00	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
Peso específico acero	77,30	kN/m3

PERFIL PROPUESTO:

C 200x60x20x2,0	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm2]	A [m2]
	200	60	20	2	6,94	0,000694
Cw [cm6]	Jx [cm4]	Sx [cm3]	rx [cm]	Jy [cm4]	ry [cm]	Jt [cm4]
2744	407,76	40,78	7,67	32,89	2,18	0,09

CHAPA:

T 101

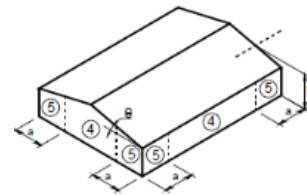
Características geométricas y mecánicas:

Espesor [cm]	Ancho total [m]	Ancho útil [m]	Paso [m]	Altura cresta [m]	Sección [cm2]	Pp [kg/m]	Y [kg/m2]
0,7	1,1	1,01	0,253	0,0285	8,51	6,68	6,92

Carga	kN (col. internas)	kN (col. externas)
qD correas zona 4	0,32	0,16

1.2 - CARGAS ACTUANTES

Se determinan las cargas actuantes para cada una de las zonas de la cubierta



1. ZONA 4

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,000	m
Peso de la chapa	-	kN/m
Peso de la correa	-	kN/m
qD'	-	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	-	kN/m2
qLr'	-	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	1,18	kN/m2
Wp = presión * sc	1,18	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,29	kN/m2
Wn = succión * sc	-1,29	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = (5/384)*(q*L ⁴)/(E*I)					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D +W+Lr)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Cargas					
W	q =	1,29 kN/m	--> f máx :	2,67 cm < fadm 1	BC

3. Verificación de solicitaciones últimas

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]
(2) 1,2qD+1,6qLr+0,8qWp	0,95
(3) 1,2qD+1,5qWp+0,5qLr	1,78
(4) 0,9qD+1,5qWn	-1,94
Carga máxima positiva =	1,78
Carga máxima negativa =	-1,94

(CIRSOC 303 - Sección A.4.3)

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	8,00	kNm
Mu-	-8,41	kNm

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión Mn, se calcula de la siguiente manera:

$\phi b =$	0,9	
$S_x = S_x =$	40,78	cm ³
$F_y =$	25,00	KN/cm ²
$M_n = S_x \cdot F_y =$	1019,5	KNcm
$M_d = \phi \cdot M_n =$	917,55	KNcm
$M_u + =$	799,66	KNcm
$\dot{M}_d > M_u + ?$	Buenas Condiciones	
$M_u + / M_d +$	0,872	

3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal Mn, de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple ,

Posee una tilla a la mitad de la luz

Mn = Sc * Fc =		
$\phi b =$	0,9	
$S_x = S_x =$	40,78	cm ³
$F_c =$	$(C_b \cdot (\pi^2 \cdot E \cdot I_{yc}) / S_x \cdot (L_b^2))$	
$C_b =$	1	con 2 tillas
$d =$	20	cm
$I_{yc} = J_y / 2 =$	16,445	cm ⁴
$L_b =$	200	cm
$F_c =$	39,80	KN/cm ²
$2,78 F_y =$	69,5	KN/cm ²
$0,56 F_y =$	14	KN/cm ²

d = Altura de la sección, (cm).

I_{yc} = Momento de inercia de la parte comprimida de la sección respecto del eje baricéntrico de la sección bruta paralelo al alma, utilizando la sección total, no reducida, (cm⁴).

L_b = distancia entre arriostramientos (luz / 2 , luz / 3)

$C_b = 12.5 M_{max} / (2.5 M_{max} + 3 M_a + 4 M_b + 3 M_c)$

$F_c = C_b \pi^2 E d I_{yc} / [S (L_b)^2]$

0,56 Fy < Fc < 2,78 Fy		
$F_c =$	22,93	KN/cm ²
$M_n = S_x \cdot F_c =$	935,13	KNcm
$M_d = \phi \cdot M_n =$	841,62	KNcm
$\dot{M}_d > M_u - ?$	Buenas Condiciones	
$M_u - / M_d$	0,999	

Si $F_c < 0.56 F_y$

⇒ $F_c = F_y$

Si $0.56 F_y < F_c < 2.78 F_y$

⇒ $F_c = 10/9 F_y [1 - 10 F_y / (36 F_c)]$

Si $F_c > 2.78 F_y$

⇒ $F_c = F_y$

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A CORTE (CIRSOC 303)

CIRSOC 303. Capitulo C.3.2.1

Se toma como determinante la carga actuante en las correas de la Zona 1.

$q_u =$	2,20	KNm
$V_u \text{ máx} =$	6,60	KN

$$V_n = A_w \cdot F_v$$

Se consideran perfiles con almas si perforación

$h = h_t - 2t - 2r =$	19,92	cm
$t =$	0,20	cm
$h/t =$	99,60	cm
$K_v =$	5,34	
$E =$	200000	MPa
$F_y =$	235,00	MPa
$\text{Raiz}(E \cdot K_v / F_y) =$	67,41	
$h/t < 67,41$	SI	
$F_v =$	14,1	KN/cm ²
$A_w =$	3,984	cm ²

$V_n = A_w * F_v$	56,2	KN
$\dot{V}_n > V_u?$	Buenas condiciones	

DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE PAREDES laterales ZONA 5

1. En primer lugar se elige un perfil arbitrario para luego verificar su deformación.

Dimensiones		
Distancia entre apoyos L	6,00	m
Separación entre correas	1,000	m

Material		
Acero ZAR-250		
Fy=	25,00	kN/cm2
Fu=	33,00	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
Peso específico acero	77,30	kN/m3

PERFIL PROPUESTO:

C 200x70x25x2,0	ht [mm]	bt [mm]	dt [mm]	t=ri [mm]	A [cm2]	A [m2]
	200	70	25	2	7,54	0,000754
Cw [cm6]	Jx [cm4]	Sx [cm3]	rx [cm]	Jy [cm4]	ry [cm]	Jt [cm4]
4585	458,98	45,9	7,8	52,32	2,63	0,1

CHAPA:

T 101

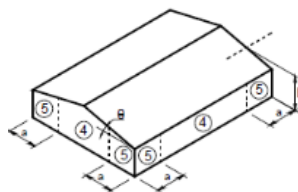
Características geométricas y mecánicas:

Espesor [cm]	Ancho total [m]	Ancho útil [m]	Paso [m]	Altura cresta [m]	Sección [cm2]	Pp [kg/m]	Y [Kg/m2]
0,7	1,1	1,01	0,253	0,0285	8,51	6,68	6,92

Carga	kN (col. internas)	kN (col. externas)		Cant. correas	q [kN/m] (col. internas)	q [kN/m] (col. externas)
qD correas zona 5	0,35	0,17	Cara 5 y 6	6	0,42	0,21
			Cara 7	5	0,50	0,25

1.2 - CARGAS ACTUANTES

Se determinan las cargas actuantes para cada una de las zonas de la cubierta



1. ZONA 5

1. Determinación de cargas actuantes

Carga Permanente (D)		
Separación entre correas	1,000	m
Peso de la chapa	-	kN/m
Peso de la correa	-	kN/m
qD'	-	kN/m

Sobrecarga (Lr)		
Sobrecarga mínima Lr	-	kN/m2
qLr'	-	kN/m

Viento (W)		
P diseño = presión ext + succión int	1,18	kN/m2
Wp = presión * sc	1,18	kN/m
P diseño = succión ext + presión int	-1,47	kN/m2
Wn = succión * sc	-1,47	kN/m

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha máx = (5/384)*(q*L^4)/(E*I)					
fadm por carga var (W + Lr)	= luz/	180	fadm 1 =	3,33	cm
fadm total (D +W)	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Cargas					
W	q =	1,47 kN/m	--> f máx	2,70 cm < fadm 1	BC

3. Verificación de solicitaciones en estado último

COMBINACIONES DE CARGA	[KN/m]
------------------------	--------

(CIRSOC 303 - Sección A.4.3)

(1) $1,2qD+1,6qLr+0,8qWp$	0,95
(2) $1,2qD+1,5qWp+0,5qLr$	1,78
(3) $0,9qD+1,5qWn$	-2,20
Carga máxima positiva =	1,78
Carga máxima negativa =	-2,20

SOLICITACIONES MAXIMAS		
Mu+	8,00	kNm
Mu-	-9,90	kNm

VERIFICACION DE LAS CORREAS A FLEXIÓN (CIRSOC 303)

1. Carga de presión: ala comprimida arriostrada.

C.3.1.1. Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión

Para barras con el ala comprimida lateralmente arriostrada, la resistencia nominal a flexión M_n , se calcula de la siguiente manera:

$\phi_b =$	0,9	
$S_e = S_x =$	45,9	cm ³
$F_y =$	25,00	KN/cm ²
$M_n = S_e * F_y =$	1147,50	KNcm
$M_d = \phi * M_n =$	1032,75	KNcm
$M_u + =$	799,66	KNcm
$\zeta M_d > M_u + ?$	Buenas Condiciones	
$M_u + / M_d +$	0,774	

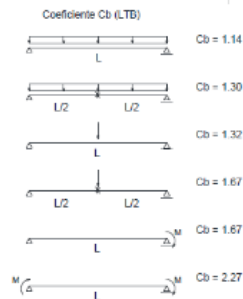
3. C.3.1.2.1 Resistencia al pandeo lateral torsional de barras de sección abierta

La resistencia nominal M_n , de los tramos no arriostrados, para secciones con simetría simple ,

Se coloca una tilla a la mitad de la luz

$M_n = S_c * F_c =$		
$\phi_b =$	0,9	
$S_e = S_x =$	45,9	cm ³
$F_e =$	$(C_b * (\pi^2) * E * d * I_{yc}) / (S_x * (L_b^2))$	
$C_b =$	1	con 2 tillas
$d =$	20	cm
$I_{yc} = J_y / 2 =$	26,16	cm ⁴
$L_b =$	200	cm
$F_e =$	56,25	KN/cm ²
$2,78 F_y =$	69,5	KN/cm ²
$0,56 F_y =$	14,0	KN/cm ²

$0,56 F_y < F_e < 2,78 F_y$		
$F_c =$	24,35	KN/cm ²
$M_n = S_c * F_c$	1117,59	KNcm
$M_d = \phi * M_n =$	1005,83	KNcm
$\zeta M_d > M_u - ?$	Buenas Condiciones	
$M_u - / M_d$	0,984	



L_b = distancia entre arriostramientos (luz / 2 , luz / 3)
 $C_b = 12.5 M_{max} / (2.5 M_{max} + 3 M_a + 4 M_b + 3 M_c)$
 $F_e = C_b \pi^2 E d I_{yc} / [S (L_b)^2]$

d = Altura de la sección, (cm).
 I_{yc} = Momento de inercia de la parte comprimida de la sección respecto del eje baricéntrico de la sección bruta paralelo al alma, utilizando la sección total, no reducida, (cm⁴).

Si $F_e < 0.56 F_y$ $\Rightarrow F_c = F_e$
Si $0.56 F_y < F_e < 2.78 F_y$ $\Rightarrow F_c = 10/9 F_y [1 - 10 F_y / (36 F_e)]$
Si $F_e > 2.78 F_y$ $\Rightarrow F_c = F_y$

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS CORREAS A CORTE (CIRSOC 303)

CIRSOC 303. Capítulo C.3.2.1

Se toma como determinante la carga actuante en las correas de la Zona 1.

$q_u =$	2,20	KNm
$V_u \text{ máx} =$	6,60	KN

$$V_n = A_w * F_v$$

Se consideran perfiles con almas si perforación

$h = h_t - 2t - 2r =$	19,92	cm
$t =$	0,20	cm
$h/t =$	99,60	cm
$K_v =$	5,34	
$E =$	200000	MPa
$F_y =$	235,00	MPa
$Raiz(E * K_v / F_y)$	67,41	
$h/t < 67,41$	SI	
$F_v =$	14,1	KN/cm ²
$A_w =$	3,984	cm ²
$V_n = A_w * F_v$	56,2	KN
$\zeta V_n > V_u ?$	Buenas condiciones	

6. CÁLCULO DE CARGAS SOBRE ESTRUCTURA RESISTENTE

CARGAS EN PORTICO DE FRONTIS Y CONTRAFRENTE											
Cargas horizontales (viento)											
1. Frente				Presiones de viento							
				WN (GCp+)	WN (GCp-)	WS (GCp+)	WS (GCp-)	WO (GCp+)	WO (GCp-)	WE (GCp+)	WE (GCp-)
				-1,01	-0,54	-1,01	-0,54	-0,66	-0,19	0,65	1,12
				Cargas de viento [kN/m]							
Elemento	L [m]	Ancho de influencia [m]	Area de influencia [m2]								
Col. portico -CP01	5,00	1,88	9,84	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	-1,23	-0,35	1,22	2,10
Col. portico -CP02	7,00	1,88	12,66	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	-1,23	-0,35	1,22	2,10
Col. portico -CP03	3,50	1,88	6,09	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	-1,23	-0,35	1,22	2,10
Col. frontis - CF01 (desde piso hasta viga dintel)	4,00	1,88	7,50	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	-1,23	-0,35	1,22	2,10
Col. frontis - CF01 (desde viga dintel al techo)	1,50	3,75	5,63	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	-2,46	-0,70	2,44	4,20
Col. frontis - CF02 (desde piso hasta viga dintel)	4,00	1,88	7,50	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	-1,23	-0,35	1,22	2,10
Col. frontis - CF02 (desde viga dintel al techo)	2,50	3,75	9,38	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	-2,46	-0,70	2,44	4,20
Col. frontis - CF03	4,50	3,75	16,88	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	-2,46	-0,70	2,44	4,20
Col. frontis - CF04	4,00	3,75	15,00	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	-2,46	-0,70	2,44	4,20
Falsa columna - FC01	2,00	3,75	7,50	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	-2,46	-0,70	2,44	4,20
Viga dintel - VD01	7,00	2,00	14,00	-2,02	-1,08	-2,02	-1,08	-1,31	-0,37	1,30	2,24

2. Contrafrente											
				Presiones de viento							
				WN (GCp+)	WN (GCp-)	WS (GCp+)	WS (GCp-)	WO (GCp+)	WO (GCp-)	WE (GCp+)	WE (GCp-)
				-1,01	-0,54	-1,01	-0,54	0,65	1,12	-0,66	-0,19
				Cargas de viento [kN/m]							
Elemento	L [m]	Ancho de influencia [m]	Area de influencia [m2]								
Col. portico -CP01	5,00	1,88	9,84	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	1,22	2,10	-1,23	-0,35
Col. portico -CP02	7,00	1,88	12,66	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	1,22	2,10	-1,23	-0,35
Col. portico -CP03	3,50	1,88	7,03	-1,89	-1,01	-1,89	-1,01	1,22	2,10	-1,23	-0,35
Col. frontis - CF01	5,50	3,75	20,63	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	2,44	4,20	-2,46	-0,70
Col. frontis - CF02	6,50	3,75	24,38	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	2,44	4,20	-2,46	-0,70
Col. frontis - CF03	4,50	3,75	16,88	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	2,44	4,20	-2,46	-0,70
Col. frontis - CF04	4,00	3,75	15,00	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	2,44	4,20	-2,46	-0,70
Col. frontis - CF05	6,00	3,75	22,50	-3,79	-2,03	-3,79	-2,03	2,44	4,20	-2,46	-0,70

Cargas verticales (peso chapas y correas)			
Carga	kN/m2	kN/m (col. internas)	kN/m (col. externas)
qD chapas frontis	0,06	0,22	0,11
Carga	kN	kN (col. internas)	kN (col. externas)
qD correas zona 4		0,14	0,07
qD correas zona 5		0,18	0,09

ESTADOS DE CARGA PARA EL SISTEMA PRINCIPAL - PORTICOS (DIRECCIÓN ESTE)

Ancho de influencia de los pórticos (m)			
Zona POI		Zona oficinas	
Pórtico 1	3	Pórtico 1	-
Pórtico 2	6	Pórtico 2	3
Pórtico 3	6	Pórtico 3	6
Pórtico 4	6	Pórtico 4	6
Pórtico 5	3	Pórtico 5	3

Estado 1: Viento paralelo a la cumbrera y presión interna (GCpi=0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO DE FRENTE							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 1 [KN/m]	Portico 2 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 4 [KN/m]	Pórtico 5 [KN/m]
5	Única	-1,01	-3,03	-6,06	-6,06	-6,06	-3,03
6	Única	-1,01	-3,03	-3,03			
8	Única	-1,01	-3,03	-6,06	-6,06	-6,06	-3,03
7	Única	-1,01	-	-3,03	-6,06	-6,06	-3,03
9	0 a h/2=2,5m	-1,23	-3,69	-	-	-	-
	h/2=2,5m a h=5,0m	-1,23		-	-	-	-
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,79	-	-5,79	-	-	-
	2h= 10,0 m a 24,0 m	-0,57	-	-	-3,62	-	-
10	0 a h/2=1,75m	-1,23	-	-3,69	-	-	-
	h/2=1,75m a h=3,5m	-1,23	-		-	-	-
	h=3,5m a 2h= 7m	-0,79	-	-	-4,51	-	-
	2h= 7m a 18 m	-0,57	-	-		-3,40	-1,70

Estado 2: Viento paralelo a la cumbrera y succión interna (Gcpi = -0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO DE FRENTE							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 1 [KN/m]	Portico 2 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 4 [KN/m]	Pórtico 5 [KN/m]
5	Única	-0,54	-1,62	-3,25	-3,25	-3,25	-1,62
6	Única	-0,54	-1,62	-1,62			
8	Única	-0,54	-1,62	-3,25	-3,25	-3,25	-1,62
7	Única	-0,54	-	-1,62	-3,25	-3,25	-1,62
9	0 a h/2=2,5m	-0,76	-2,29	-	-	-	-
	h/2=2,5m a h=5,0m	-0,76		-	-	-	-
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,32	-	-2,80	-	-	-
	2h= 10,0 m a 24,0 m	-0,10	-	-	-0,81	-0,59	-0,29
10	0 a h/2=1,75m	-0,76	-	-2,29	-	-	-
	h/2=1,75m a h=3,5m	-0,76	-		-	-	-
	h=3,5m a 2h= 7m	-0,32	-	-	-1,69	-	-
	2h= 7m a 18 m	-0,10	-	-		-0,59	-0,29

ESTADOS DE CARGA PARA EL SISTEMA PRINCIPAL - PORTICOS (DIRECCIÓN NORTE)

Ancho de influencia de los pórticos (m)			
Zona POI		Zona oficinas	
Pórtico 1	3	Pórtico 1	-
Pórtico 2	6	Pórtico 2	3
Pórtico 3	6	Pórtico 3	6
Pórtico 4	6	Pórtico 4	6
Pórtico 5	3	Pórtico 5	3

Estado 3: Viento perpendicular a la cumbrera y presión interna (Gcp = 0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO EN LA CARA 1							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 1 [KN/m]	Portico 2 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 4 [KN/m]	Pórtico 5 [KN/m]
5	Única	-0,87	-2,61	-5,23	-5,23	-5,23	-2,61
6	Única	0,65	1,95	1,95	-	-	-
8	Única	0,65	1,95	3,91	3,91	3,91	1,95
7	Única	0,65	-	1,95	3,91	3,91	1,95
10	0 a h/2=1,75m	-1,23	-	-3,69	-7,39	-7,39	-3,69
	h/2=1,75m a h=3,5m	-1,23	-	-3,69	-7,39	-7,39	-3,69
	h=3,5m a 2h= 7m	-0,79	-	-2,37	-4,73	-4,73	-2,37
	2h= 7m a 11,25 m	-0,57	-	-1,70	-3,40	-3,40	-1,70
9	0 a h/2=2,5m	-1,23	-3,69	-5,40	-3,40	-3,40	-1,70
	h/2=2,5m a h=5,0m	-1,23	-3,69	-5,40	-3,40	-3,40	-1,70
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,79	-2,37	-4,07	-3,40	-3,40	-1,70
	2h= 10,0 m a 15,0 m	-0,57	-1,70	-3,40	-3,40	-3,40	-1,70

Nota: Se tiene en cuenta que la cara 6 esta descubierta, lo que hace que la cara 9 de los porticos 1 y 2 tenga mayor carga que en el resto de los porticos.

Estado 4: Viento perpendicular a la cumbrera y succión interna (GCpi = -0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO EN LA CARA 1							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 1 [KN/m]	Portico 2 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 4 [KN/m]	Pórtico 5 [KN/m]
5	Única	-0,40	-1,21	-2,41	-2,41	-2,41	-1,21
6	Única	1,12	3,36	3,36	-	-	-
8	Única	1,12	3,36	6,72	6,72	6,72	3,36
7	Única	1,12	-	3,36	6,72	6,72	3,36
10	0 a h/2=1,75m	-0,76	-	-2,29	-4,57	-4,57	-2,29
	h/2=1,75m a h=3,5m	-0,76	-	-2,29	-4,57	-4,57	-2,29
	h=3,5m a 2h= 7m	-0,32	-	-0,96	-1,92	-1,92	-0,96
	2h= 7m a 11,25 m	-0,10	-	-0,29	-0,59	-0,59	-0,29
9	0 a h/2=2,5m	-0,76	-2,29	-2,58	-0,59	-0,59	-0,29
	h/2=2,5m a h=5,0m	-0,76	-2,29	-2,58	-0,59	-0,59	-0,29
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,32	-0,96	-1,25	-0,59	-0,59	-0,29
	2h= 10,0 m a 15,0 m	-0,10	-0,29	-0,59	-0,59	-0,59	-0,29

Nota: Se tiene en cuenta que la cara 6 esta descubierta, lo que hace que la cara 9 de los porticos 1 y 2 tenga mayor carga que en el resto de los porticos.

ESTADOS DE CARGA PARA EL SISTEMA PRINCIPAL - PORTICOS (DIRECCIÓN OESTE)

Ancho de influencia de los pórticos (m)			
Zona POI		Zona oficinas	
Pórtico 1	3	Pórtico 1	-
Pórtico 2	6	Pórtico 2	3
Pórtico 3	6	Pórtico 3	6
Pórtico 4	6	Pórtico 4	6
Pórtico 5	3	Pórtico 5	3

Estado 1: Viento paralelo a la cumbrera y presión interna (GCpi=0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO DE FRENTE							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 5 [KN/m]	Portico 4 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 2 [KN/m]	Pórtico 1 [KN/m]
5	Única	-1,01	-3,03	-6,06	-6,06	-6,06	-3,03
6	Única	-1,01	-	-	-	-3,03	-3,03
8	Única	-1,01	-3,03	-6,06	-6,06	-6,06	-3,03
7	Única	-1,01	-3,03	-6,06	-6,06	-3,03	-
9	0 a h/2=2,5m	-1,23	-3,69	-	-	-	-
	h/2=2,5m a h=5,0m	-1,23		-	-	-	-
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,79	-	-5,62	-	-	-
	2h= 10,0 m a 24,0 m	-0,57	-	-	-3,62	-	-
10	0 a h/2=1,75m	-1,23	-3,69	-	-	-	-
	h/2=1,75m a h=3,5m	-1,23		-	-	-	-
	h=3,5m a 2h= 7m	-0,79	-	-4,51	-	-	-
	2h= 7m a 18 m	-0,57	-		-3,40	-1,70	-

Estado 2: Viento paralelo a la cumbrera y succión interna (Gcpi = -0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO DE FRENTE							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 5 [KN/m]	Portico 4 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 2 [KN/m]	Pórtico 1 [KN/m]
5	Única	-0,54	-1,62	-3,25	-3,25	-3,25	-1,62
6	Única	-0,54	-	-	-	-1,62	-1,62
8	Única	-0,54	-1,62	-3,25	-3,25	-3,25	-1,62
7	Única	-0,54	-1,62	-1,62	-3,25	-1,62	-
9	0 a h/2=2,5m	-0,76	-2,29	-	-	-	-
	h/2=2,5m a h=5,0m	-0,76		-	-	-	-
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,32	-	-2,80	-	-	-
	2h= 10,0 m a 24,0 m	-0,10	-	-	-0,81	-0,59	-0,29
10	0 a h/2=1,75m	-0,76	-2,29	-	-	-	-
	h/2=1,75m a h=3,5m	-0,76		-	-	-	-
	h=3,5m a 2h= 7m	-0,32	-	-1,69	-	-	-
	2h= 7m a 18 m	-0,10	-		-0,59	-0,29	-

ESTADOS DE CARGA PARA EL SISTEMA PRINCIPAL - PORTICOS (DIRECCIÓN SUR)

Ancho de influencia de los pórticos (m)			
	Zona POI		Zona oficinas
Pórtico 1	3	Pórtico 1	-
Pórtico 2	6	Pórtico 2	3
Pórtico 3	6	Pórtico 3	6
Pórtico 4	6	Pórtico 4	6
Pórtico 5	3	Pórtico 5	3

Estado 3: Viento perpendicular a la cumbrera y presión interna (Gcp = 0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO EN LA CARA 1							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 1 [KN/m]	Portico 2 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 4 [KN/m]	Pórtico 5 [KN/m]
5	Única	0,65	1,95	3,91	3,91	3,91	1,95
6	Única	-0,87	-2,61	-2,61	-	-	-
8	Única	-0,87	-2,61	-5,23	-5,23	-5,23	-2,61
7	Única	-0,87	-	-2,61	-5,23	-5,23	-2,61
9	0 a h/2=2,5m	-1,23	-3,69	-7,39	-7,39	-7,39	-3,69
	h/2=2,5m a h=5,0m	-1,23	-3,69	-7,39	-7,39	-7,39	-3,69
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,79	-2,37	-4,73	-4,73	-4,73	-2,37
	2h= 10,0 m a 15,0 m	-0,57	-1,70	-3,40	-3,40	-3,40	-1,70
10	15,0 m a 26,25 m	-0,57	-	-1,70	-3,40	-3,40	-1,70

Estado 4: Viento perpendicular a la cumbrera y succión interna (GCpi = -0,18)

Cota ancho de influencia [m]			0 a 3	3 a 9	9 a 15	15 a 21	21 a 24
VIENTO PEGANDO EN LA CARA 1							
CARA	ZONA	Presión [KN/m2]	Pórtico 1 [KN/m]	Portico 2 [KN/m]	Portico 3 [KN/m]	Pórtico 4 [KN/m]	Pórtico 5 [KN/m]
5	Única	1,12	3,36	6,72	6,72	6,72	3,36
6	Única	-0,40	-1,21	-1,21	-	-	-
8	Única	-0,40	-1,21	-2,41	-2,41	-2,41	-1,21
7	Única	-0,40	-	-1,21	-2,41	-2,41	-1,21
9	0 a h/2=2,5m	-0,76	-2,29	-4,57	-4,57	-4,57	-2,29
	h/2=2,5m a h=5,0m	-0,76	-2,29	-4,57	-4,57	-4,57	-2,29
	h= 5,0 m a 2h= 10,0 m	-0,32	-0,96	-1,92	-1,92	-1,92	-0,96
	2h= 10,0 m a 15,0 m	-0,10	-0,29	-0,59	-0,59	-0,59	-0,29
10	15,0 m a 26,25 m	-0,10	-	-0,29	-0,59	-0,59	-0,29

7. DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA RESISTENTE

Col. frontis - CF02	
Propiedades	
L [m]	6,50
Lx [m]	6,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 200
d [mm]	200,00
bf [mm]	90,00
tw [mm]	7,50
tf [mm]	11,30
hw [mm]	159,00
Peso [kg/m]	26,20
Área [cm ²]	33,40
Ix [cm ⁴]	2.140,00
Sx [cm ³]	214,00
rx [cm]	8,00
Zx [cm ³]	250,00
Iy [cm ⁴]	117,00
ry [cm]	1,87
J [cm ⁴]	11,20
Cw [cm ⁶]	10.520
Lp [cm]	86
Lr [cm]	359
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio					
CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1					

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	4,06	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	3,16	cm			BC

4. Verificación a flexión

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	250,00
Sx [cm3]	214,00
ry [cm]	1,87
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	11,20
A	33,40
bf [cm]	9
tf [cm]	1,13
d [cm]	20
tw [cm]	0,75
Cw	10.520

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	18,09	-
Vu [KN]	-	23,65
Mu [KNm]	49,80	-

TRACCION

Verificación de la resistencia a flexión			
Flexión			
Plastificación			
Mp [kNcm]	5875,00	CAP F	
My [kNcm]	5029,00		
1.5 My [kNcm]	7543,5		
Mn1 [kNcm]	5875,00		
Pandeo lateral torsional			
Cb	1,14		
Lb [cm]	200	E	200000
Lp[cm]	86,00	G	77200
Lr [cm]	359,00	J	11,20
Lp<Lb<Lr		A	33,40
F.1.7.a		Sx	214,00
Mn[kNcm]	5591,84	X1 (Mpa)	24947,49787

Estado determinante de flexión			ry	1,87
Mn [kNcm]	5591,84		FL	16,60
Φ	0,9			
Md [kNcm]	5032,66			

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	18,09
Pd [KN]	706,41
Pu/Pd	0,03
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	18,09
Pd [kN]	706,41
Pu/Pd	0,03
Mu [kNcm]	4980,00
Md [kNcm]	5032,66
Mu/Md	0,99
Combinación	1,00
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	23,65
A = h * tw [cm2]	15,00
d'/tw	21,20
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	211,50
Φ_v	0,90
Vd [KN]	190,35
Vu/Vd	0,12
Estado	Verifica

Col. frontis - CF03	
Propiedades	
L [m]	4,50
Lx [m]	4,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,81	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	3,00	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,74	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	95,40
Sx [cm3]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	4,75	-
Vu [KN]	-	12,32
Mu [KNm]	15,95	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	4,75	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,012	< 0.125
λp	105,97	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	450,0				
λx	80,21				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	142,86				
Compresión					
λc	1,559		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	8,48	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	131,22				
Pu/Pd	0,036				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F			
My [kNcm]	1924,65				
1.5 My [kNcm]	2886,975				
Mn1 [kNcm]	2241,90				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
Lp<Lb<Lr			A	18,20	
F.1.7.a			Sx	81,90	
Mn[KNcm]	1960,17		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión			ry	1,40	
Mn [kNcm]	1960,17		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	1764,16				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	4,75
Pd [KN]	131,22
Pu/Pd	0,04
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	4,75
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,04
Mu [kNcm]	1595,00
Md [kNcm]	1764,16
Mu/Md	0,90
Combinación	0,92
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	12,32
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	112,52
Φv	0,90
Vd [KN]	101,27
Vu/Vd	0,12
Estado	Verifica

Col. frontis - CF04	
Propiedades	
L [m]	4,00
Lx [m]	4,00
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,50	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	2,35	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	5,12	-
Vu [KN]	-	10,95
Mu [KNm]	12,60	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	5,12	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,013	< 0.125
λp	105,68	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	400,0				
λx	71,30				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	142,86				
Compresión					
λc	1,559		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	8,48	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	131,22				
Pu/Pd	0,039				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F			
My [kNcm]	1924,65				
1.5 My [kNcm]	2886,975				
Mn1 [kNcm]	2241,90				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
Lp<Lb<Lr			A	18,20	
F.1.7.a			Sx	81,90	
Mn[KNcm]	1719,45		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión			ry	1,40	
Mn [kNcm]	1719,45		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	1547,51				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	5,12
Pd [KN]	131,22
Pu/Pd	0,04
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	5,12
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,04
Mu [kNcm]	1260,00
Md [kNcm]	1547,51
Mu/Md	0,81
Combinación	0,83
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	10,95
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	112,52
Φv	0,90
Vd [KN]	101,27
Vu/Vd	0,11
Estado	Verifica

Col. contrafrente - CF01	
Propiedades	
L [m]	5,50
Lx [m]	5,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 180
d [mm]	180,00
bf [mm]	82,00
tw [mm]	6,90
tf [mm]	10,40
hw [mm]	142,00
Peso [kg/m]	21,90
Área [cm ²]	27,90
Ix [cm ⁴]	1.450,00
Sx [cm ³]	161,00
rx [cm]	7,20
Zx [cm ³]	187,00
Iy [cm ⁴]	81,30
ry [cm]	1,71
J [cm ⁴]	7,89
Cw [cm ⁶]	5.924
Lp [cm]	79
Lr [cm]	335
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	3,44	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	3,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	2,02	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	187,00
Sx [cm ³]	161,00
ry [cm]	1,71
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	7,89
A	27,90
bf [cm]	8,2
tf [cm]	1,04
d [cm]	18
tw [cm]	0,69
Cw	5.924

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	8,45	-
Vu [KN]	-	15,05
Mu [KNm]	23,82	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
<i>Pandeo local ala</i>		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,94	
Qs	1,00	
<i>Pandeo local alma</i>		
Pu [KN]	8,45	
Pn [KN]	655,65	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,014	< 0.125
λp	105,37	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	26,09	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	550,0				
λx	76,39				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	116,96				
Compresión					
λc	1,276		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	11,89	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	281,88				
Pu/Pd	0,030				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	4394,50	CAP F			
My [kNcm]	3783,50				
1.5 My [kNcm]	5675,25				
Mn1 [kNcm]	4394,50				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	79,00		G	77200	
Lr [cm]	335,00		J	7,89	
Lp<Lb<Lr			A	27,90	
F.1.7.a			Sx	161,00	
Mn [KNcm]	3580,63		X1 (Mpa)	25437,43109	
Estado determinante de flexión			ry	1,71	
Mn [kNcm]	3580,63		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	3222,57				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	8,45
Pd [kN]	281,88
Pu/Pd	0,03
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	8,45
Pd [kN]	281,88
Pu/Pd	0,03
Mu [kNcm]	2382,00
Md [kNcm]	3222,57
Mu/Md	0,74
Combinación	0,75
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	15,05
A = h * tw [cm2]	12,42
d'/tw	20,58
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	175,12
Φv	0,90
Vd [kN]	157,61
Vu/Vd	0,10
Estado	Verifica

Col. Contrafrente - CF02	
Propiedades	
L [m]	6,50
Lx [m]	6,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 180
d [mm]	180,00
bf [mm]	82,00
tw [mm]	6,90
tf [mm]	10,40
hw [mm]	142,00
Peso [kg/m]	21,90
Área [cm ²]	27,90
Ix [cm ⁴]	1.450,00
Sx [cm ³]	161,00
rx [cm]	7,20
Zx [cm ³]	187,00
Iy [cm ⁴]	81,30
ry [cm]	1,71
J [cm ⁴]	7,89
Cw [cm ⁶]	5.924
Lp [cm]	79
Lr [cm]	335
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	4,06	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	3,61	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	187,00
Sx [cm ³]	161,00
ry [cm]	1,71
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	7,89
A	27,90
bf [cm]	8,2
tf [cm]	1,04
d [cm]	18
tw [cm]	0,69
Cw	5.924

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	6,76	-
Vu [KN]	-	17,79
Mu [KNm]	33,27	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
<i>Pandeo local ala</i>		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,94	
Qs	1,00	
<i>Pandeo local alma</i>		
Pu [KN]	6,76	
Pn [KN]	655,65	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,011	< 0.125
λp	106,23	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	26,09	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	650,0				
λx	90,28				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	116,96				
Compresión					
λc	1,276		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	11,89	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	281,88				
Pu/Pd	0,024				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	4394,50	CAP F			
My [kNcm]	3783,50				
1.5 My [kNcm]	5675,25				
Mn1 [kNcm]	4394,50				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	79,00		G	77200	
Lr [cm]	335,00		J	7,89	
Lp<Lb<Lr			A	27,90	
F.1.7.a			Sx	161,00	
Mn[KNcm]	4081,92		X1 (Mpa)	25437,43109	
Estado determinante de flexión			ry	1,71	
Mn [kNcm]	4081,92		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	3673,73				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	6,76
Pd [KN]	281,88
Pu/Pd	0,02
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	6,76
Pd [kN]	281,88
Pu/Pd	0,02
Mu [kNcm]	3327,00
Md [kNcm]	3673,73
Mu/Md	0,91
Combinación	0,92
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	17,79
A = h * tw [cm2]	12,42
d'/tw	20,58
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	175,12
Φv	0,90
Vd [KN]	157,61
Vu/Vd	0,11
Estado	Verifica

Col. Contrafrente - CF05	
Propiedades	
L [m]	6,00
Lx [m]	6,00
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 180
d [mm]	180,00
bf [mm]	82,00
tw [mm]	6,90
tf [mm]	10,40
hw [mm]	142,00
Peso [kg/m]	21,90
Área [cm ²]	27,90
Ix [cm ⁴]	1.450,00
Sx [cm ³]	161,00
rx [cm]	7,20
Zx [cm ³]	187,00
Iy [cm ⁴]	81,30
ry [cm]	1,71
J [cm ⁴]	7,89
Cw [cm ⁶]	5.924
Lp [cm]	79
Lr [cm]	335
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	3,75	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,00	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	2,82	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	187,00
Sx [cm ³]	161,00
ry [cm]	1,71
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	7,89
A	27,90
bf [cm]	8,2
tf [cm]	1,04
d [cm]	18
tw [cm]	0,69
Cw	5.924

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	6,74	-
Vu [KN]	-	16,43
Mu [KNm]	28,35	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
<i>Pandeo local ala</i>		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,94	
Qs	1,00	
<i>Pandeo local alma</i>		
Pu [KN]	6,74	
Pn [KN]	655,65	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,011	< 0.125
λp	106,25	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	26,09	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	600,0				
λx	83,33				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	116,96				
Compresión					
λc	1,276		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	11,89	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	281,88				
Pu/Pd	0,024				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	4394,50	CAP F			
My [kNcm]	3783,50				
1.5 My [kNcm]	5675,25				
Mn1 [kNcm]	4394,50				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	79,00		G	77200	
Lr [cm]	335,00		J	7,89	
Lp<Lb<Lr			A	27,90	
F.1.7.a			Sx	161,00	
Mn[KNcm]	3580,63		X1 (Mpa)	25437,43109	
Estado determinante de flexión			ry	1,71	
Mn [kNcm]	3580,63		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	3222,57				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	6,74
Pd [KN]	281,88
Pu/Pd	0,02
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	6,74
Pd [kN]	281,88
Pu/Pd	0,02
Mu [kNcm]	2835,00
Md [kNcm]	3222,57
Mu/Md	0,88
Combinación	0,89
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	16,43
A = h * tw [cm2]	12,42
d'/tw	20,58
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	175,12
Φv	0,90
Vd [KN]	157,61
Vu/Vd	0,10
Estado	Verifica

Col. portico -CP01		TORNAPUNTAS
Propiedades		
L [m]	5,00	
Lx [m]	5,00	
Ly [m]	2,50	
Lb [m]	3,00	
Perfil adoptado	IPN 300	
d [mm]	300,00	
bf [mm]	125,00	
tw [mm]	10,80	
tf [mm]	16,20	
hw [mm]	241,00	
Peso [kg/m]	54,20	
Área [cm2]	69,00	
Ix [cm ⁴]	9.800,00	
Sx [cm ³]	653,00	
rx [cm]	11,90	
Zx [cm ³]	762,00	
Iy [cm ⁴]	451,00	
ry [cm]	2,56	
J [cm ⁴]	46,70	
Cw [cm6]	91.850	
Lp [cm]	118	
Lr [cm]	473	
E [KN/cm2]	20000	
Fy [KN/cm2]	23,5	

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	3,13	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	3,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	3,1	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	762,00
Sx [cm3]	653,00
ry [cm]	2,56
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	46,70
A	69,00
bf [cm]	12,5
tf [cm]	1,62
d [cm]	30
tw [cm]	1,08
Cw	91.850

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	67,04	-
Vu [KN]	-	34,11
Mu [KNm]	134,89	-

Flexión		
Plastificación		
Mp [kNcm]	17907,00	CAP F
My [kNcm]	15345,50	
1.5 My [kNcm]	23018,25	
Mn1 [kNcm]	17907,00	
Pandeo lateral torsional		
Cb	1,14	
Lb [cm]	300	E
Lp[cm]	118,00	G
Lr [cm]	473,00	J
Lp<Lb<Lr		A
F.1.7.a		Sx
Mn[kNcm]	16283,55	X1 (Mpa)
Estado determinante de flexión		
Mn [kNcm]	16283,55	ry
Φ	0,9	FL
Md [kNcm]	14655.19	

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	67,04
Pd [KN]	1459,35
Pu/Pd	0,05
Estado	Verifica
Combinación	

Pu [kN]	67,04
Pd [kN]	1459,35
Pu/Pd	0,05
Mu [kNcm]	13489,00
Md [kNcm]	14655,19
Mu/Md	0,92
Combinación	0,94
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	34,11
A = h * tw [cm2]	32,40
d'/tw	22,31
$2.45 \cdot \text{Raiz}(E/F_y)$	71,47
kv	5,00
$1,1 \cdot \text{raiz}(kv \cdot E/F_{yw})$	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	456,84
Φ_v	0,90
Vd [KN]	411,16
Vu/Vd	0,08
Estado	Verifica

Col. portico -CP02	
Propiedades	
L [m]	7,00
Lx [m]	7,00
Ly [m]	2,50
Lb [m]	2,50
Perfil adoptado	IPN 300
d [mm]	300,00
bf [mm]	125,00
tw [mm]	10,80
tf [mm]	16,20
hw [mm]	241,00
Peso [kg/m]	54,20
Área [cm ²]	69,00
Ix [cm ⁴]	9.800,00
Sx [cm ³]	653,00
rx [cm]	11,90
Zx [cm ³]	762,00
Iy [cm ⁴]	451,00
ry [cm]	2,56
J [cm ⁴]	46,70
Cw [cm ⁶]	91.850
Lp [cm]	118
Lr [cm]	473
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	4,38	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	3,7	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	762,00
Sx [cm ³]	653,00
ry [cm]	2,56
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	46,70
A	69,00
bf [cm]	12,5
tf [cm]	1,62
d [cm]	30
tw [cm]	1,08
Cw	91.850

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	50,36	-
Vu [KN]	-	52,15
Mu [KNm]	133,30	-

Verificación de la resistencia a flexión			
Pandeo local			
Pandeo local ala			
λ_p	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05	
$\lambda = b_f/2t_f$	3,86		
Q_s	1,00		
Pandeo local alma			
P_u [kN]	50,36		
P_n [kN]	1621,50	$P_n = A_g \cdot F_y$	
Φ_b	0,90		
$P_u/\Phi P_n$	0,035	< 0.125	
λ_p	99,28	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05	
$\lambda = d'/t_w$	27,78	<landa p -> compacta	
Q_a	1,00		
Pandeo global			
Pandeo eje X			
k_x	1,00	simplemente apoyado	
L_x [cm]	700,0		
λ_x	58,82		
Pandeo eje y			
k_y	1		
L_y [cm]	250,0		
λ_y	97,66		
Compresión			
λ_c	1,066		
F_{cr} [kN/cm ²]	14.61	A-E.3.2	
		λ_p ala	16,34
		λ_o alma	43.47
			Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301

Φ_c	0,85			
Pd [kN]	856,95			
Pu/Pd	0,059			
Flexión				
<i>Plastificación</i>				
Mp [kNcm]	17907,00	CAP F		
My [kNcm]	15345,50			
1.5 My [kNcm]	23018,25			
Mn1 [kNcm]	17907,00			
<i>Pandeo lateral torsional</i>				
Cb	1			
Lb [cm]	250		E	200000
Lp [cm]	118,00		G	77200
Lr [cm]	473,00		J	46,70
Lp < Lb < Lr			A	69,00
F.1.7.a			Sx	653,00
Mn [kNcm]	15279,20		X1 (Mpa)	23995,41841
<i>Estado determinante de flexión</i>			ry	2,56
Mn [kNcm]	15279,20		FL	16,60
Φ	0,9			
Md [kNcm]	13751,28			

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	50,36
Pd [kN]	856,95
Pu/Pd	0,06
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	50,36
Pd [kN]	856,95
Pu/Pd	0,06
Mu [kNcm]	13330,00
Md [kNcm]	13751,28
Mu/Md	0,97
Combinación	1,00
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	52,15
A = h * tw [cm ²]	32,40
d'/tw	22,31
2.45 * Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1 * Raiz(kv * E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	456,84
Φ_v	0,90
Vd [kN]	411,16
Vu/Vd	0,13
Estado	Verifica

Col. portico -CP03	
Propiedades	
L [m]	3,50
Lx [m]	3,50
Ly [m]	3,50
Lb [m]	3,50
Perfil adoptado	
IPN 300	
d [mm]	300,00
bf [mm]	125,00
tw [mm]	10,80
tf [mm]	16,20
hw [mm]	241,00
Peso [kg/m]	54,20
Área [cm2]	69,00
Ix [cm4]	9.800,00
Sx [cm3]	653,00
rx [cm]	11,90
Zx [cm3]	762,00
Iy [cm4]	451,00
ry [cm]	2,56
J [cm4]	46,70
Cw [cm6]	91.850
Lp [cm]	118
Lr [cm]	473
E [KN/cm2]	20000
Fy [KN/cm2]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,19	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	2,18	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	762,00
Sx [cm3]	653,00
ry [cm]	2,56
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	46,70
A	69,00
bf [cm]	12,5
tf [cm]	1,62
d [cm]	30
tw [cm]	1,08
Cw	91.850

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	59,34	-
Vu [KN]	-	4,31
Mu [KNm]	132,28	-

Flexión		
Plastificación		
Mp [kNcm]	17907,00	CAP F
My [kNcm]	15345,50	
1.5 My [kNcm]	23018,25	
Mn1 [kNcm]	17907,00	
Pandeo lateral torsional		
Cb	1,14	
Lb [cm]	350	E
Lp[cm]	118,00	G
Lr [cm]	473,00	J
Lp<Lb<Lr		A
F.1.7.a		Sx
Mn[kNcm]	15148,82	X1 (Mpa)
Estado determinante de flexión		
Mn [kNcm]	15148,82	ry
Φ	0,9	FL
Md [kNcm]	13633.93	

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	59,34
Pd [KN]	1459,35
Pu/Pd	0,04
Estado	Verifica
Combinación	

Pu [kN]	59,34
Pd [kN]	1459,35
Pu/Pd	0,04
Mu [kNcm]	13228,00
Md [kNcm]	13633,93
Mu/Md	0,97
Combinación	0,99
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	4,31
A = h * tw [cm2]	32,40
d'/tw	22,31
$2.45 \cdot \text{Raiz}(E/F_y)$	71,47
kv	5,00
$1,1 \cdot \text{raiz}(kv \cdot E/F_{yw})$	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	456,84
Φ_v	0,90
Vd [KN]	411,16
Vu/Vd	0,01
Estado	Verifica

Falsa columna - FC01	
Propiedades	
L [m]	2,00
Lx [m]	2,00
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var de viento	= luz/	160	fadm 1 =	1,25	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	1,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,15	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	6,73	-
Vu [KN]	-	5
Mu [KNm]	2,84	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
<i>Pandeo local ala</i>		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
<i>Pandeo local alma</i>		
Pu [KN]	6,73	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,017	< 0.125
λp	104,42	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	200,0				
λx	35,65				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	142,86				
Compresión					
λc	1,559		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	8,48	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	131,22				
Pu/Pd	0,051				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F			
My [kNcm]	1924,65				
1.5 My [kNcm]	2886,975				
Mn1 [kNcm]	2241,90				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
Lp<Lb<Lr			A	18,20	
F.1.7.a			Sx	81,90	
Mn[KNcm]	1719,45		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión			ry	1,40	
Mn [kNcm]	1719,45		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	1547,51				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	6,73
Pd [KN]	131,22
Pu/Pd	0,05
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	6,73
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,05
Mu [kNcm]	284,00
Md [kNcm]	1547,51
Mu/Md	0,18
Combinación	0,21
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	5,00
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	112,52
Φv	0,90
Vd [KN]	101,27
Vu/Vd	0,05
Estado	Verifica

Col. portico contrafrente - CPC01	
Propiedades	
L [m]	5,00
Lx [m]	2,00
Ly [m]	2,50
Lb [m]	5,00
Perfil adoptado IPN 180	
d [mm]	180,00
bf [mm]	82,00
tw [mm]	6,90
tf [mm]	10,40
hw [mm]	142,00
Peso [kg/m]	21,90
Área [cm ²]	27,90
Ix [cm ⁴]	1.450,00
Sx [cm ³]	161,00
rx [cm]	7,20
Zx [cm ³]	187,00
Iy [cm ⁴]	81,30
Sy [cm ³]	19,80
ry [cm]	1,71
Zy [cm ³]	33,00
J [cm ⁴]	7,89
Cw [cm ⁶]	5.924
Lp [cm]	79
Lr [cm]	335
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

tornapuntas en correas

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	3,13	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	3,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,25	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	187,00
Sx [cm ³]	161,00
ry [cm]	1,71
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	7,89
A	27,90
bf [cm]	8,2
tf [cm]	1,04
d [cm]	18
tw [cm]	0,69
Cw	5.924

SOLICITACIONES ULTIMAS (MAXIMO My)		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	1,26	-
Vu [KN]	-	8,77
Mux [KNm]	14,55	-
Muy [KNm]	0,99	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,94	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	1,26	
Pn [KN]	655,65	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,002	< 0.125
λp	109,05	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d/tw	26,09	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		
Pandeo eje X		
kx	1,00	simplemente apoyado
Lx [cm]	200,0	
λx	27,78	
Pandeo eje y		
ky	1	
Ly [cm]	250,0	
λy	146,20	

Compresión					
λ_c	1,595		λ_p ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	8,10	A-E.3.2	λ_p alma	43,47	
Φ_c	0,85				
Pd [kN]	192,07				
Pu/Pd	0,007				
Flexión en x			Flexión en y		
Plastificación			Plastificación		
Mp [kNcm]	4394,50	CAP F	Mp [kNcm]	775,50	CAP F
My [kNcm]	3783,50		My [kNcm]	465,30	
1.5 My [kNcm]	5675,25		1.5 My [kNcm]	697,95	
Mn1 [kNcm]	4394,50		Mn1 [kNcm]	697,95	
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	500		E	200000	
Lp [cm]	79,00		G	77200	
Lr [cm]	335,00		J	7,89	
Lb>Lr			A	27,90	
F.1.7.a			Sx	161,00	
Mn[kNcm]	2043,81		X1 (Mpa)	25437,43109	
Estado determinante de flexión					
Mn [kNcm]	2043,81		ry	1,71	
Φ	0,9		FL	16,60	
Md [kNcm]	1839,43				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	1,26
Pd [KN]	192,07
Pu/Pd	0,01
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	1,26
Pd [kN]	192,07
Pu/Pd	0,01
Mux [kNcm]	1455,00
Mdx [kNcm]	1839,43
Mux/Mdx	0,79
Muy [kNcm]	99,00
Mdy [kNcm]	628,16
Muy/Mdy	0,16
Combinación	0,95
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,77
A = h * tw [cm2]	12,42
d'/tw	20,58
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	175,12
Φ_v	0,90
Vd [KN]	157,61
Vu/Vd	0,06
Estado	Verifica

Col. frontis - CPF01	
Propiedades	
L [m]	5,00
Lx [m]	2,00
Ly [m]	2,50
Lb [m]	3,00
Perfil adoptado	IPN 200
d [mm]	200,00
bf [mm]	90,00
tw [mm]	7,50
tf [mm]	11,30
hw [mm]	159,00
Peso [kg/m]	26,20
Área [cm ²]	33,40
Ix [cm ⁴]	2.140,00
Sx [cm ³]	214,00
rx [cm]	8,00
Zx [cm ³]	250,00
Iy [cm ⁴]	117,00
Sy [cm ³]	26,00
ry [cm]	1,87
Zy [cm ³]	43,16
J [cm ⁴]	11,20
Cw [cm ⁶]	10.520
Lp [cm]	86
Lr [cm]	359
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

tornapuntas en correas

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	3,13	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	3,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	0,95	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	250,00
Sx [cm3]	214,00
ry [cm]	1,87
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	11,20
A	33,40
bf [cm]	9
tf [cm]	1,13
d [cm]	20
tw [cm]	0,75
Cw	10.520

SOLICITACIONES ULTIMAS (MAXIMO My)		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	130,78	-
Vu [KN]	-	8,77
Mux [KNm]	12,39	-
Muy [KNm]	2,20	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,98	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	130,78	
Pn [KN]	784,90	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,185	< 0.125
λp	53,85	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05

$\lambda = d'/t_w$	26,67	<landa p -> compacta			
Qa	1,00				
Pandeo global					
Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	200,0				
λ_x	25,00				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	250,0				
λ_y	133,69				
Compresión					
λ_c	1,459		λ_p ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	9,64	A-E.3.2	λ_p alma	43,47	
Φ_c	0,85				
Pd [kN]	273,81				
Pu/Pd	0,478				
Flexión en x			Flexión en y		
Plastificación			Plastificación		
Mp [kNcm]	5875,00	CAP F	Mp [kNcm]	1014,26	CAP F
My [kNcm]	5029,00		My [kNcm]	611,00	
1.5 My [kNcm]	7543,5		1.5 My [kNcm]	916,5	
Mn1 [kNcm]	5875,00		Mn1 [kNcm]	916,50	
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	300		E	200000	
Lp[cm]	86,00		G	77200	
Lr [cm]	359,00		J	11,20	
Lp<Lb<Lr			A	33,40	
F.1.7.a			Sx	214,00	
Mn[kNcm]	4621,96		X1 (Mpa)	24947,49787	
Estado determinante de flexión			ry	1,87	
Mn [kNcm]	4621,96		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	4159,77				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	130,78
Pd [KN]	273,81
Pu/Pd	0,48
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	130,78
Pd [kN]	273,81
Pu/Pd	0,48
Mux [kNcm]	1239,00
Mdx [kNcm]	4159,77
Mux/Mdx	0,30
Muy [kNcm]	220,00
Mdy [kNcm]	824,85
Muy/Mdy	0,27
Combinación	0,98
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,77
A = h * tw [cm2]	15,00
d'/tw	21,20
2.45*Raíz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	211,50
Φ_v	0,90
Vd [KN]	190,35
Vu/Vd	0,05
Estado	Verifica

Col. frontis - CP02	
Propiedades	
L [m]	7,00
Lx [m]	2,00
Ly [m]	2,50
Lb [m]	4,00
Perfil adoptado	IPN 180
d [mm]	180,00
bf [mm]	82,00
tw [mm]	6,90
tf [mm]	10,40
hw [mm]	142,00
Peso [kg/m]	21,90
Área [cm ²]	27,90
Ix [cm ⁴]	1.450,00
Sx [cm ³]	161,00
rx [cm]	7,20
Zx [cm ³]	187,00
Iy [cm ⁴]	81,30
Sy [cm ³]	19,80
ry [cm]	1,71
Zy [cm ³]	33,00
J [cm ⁴]	7,89
Cw [cm ⁶]	5,924
Lp [cm]	79
Lr [cm]	335
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

tornapuntas en correas

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	4,38	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,98	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	187,00
Sx [cm ³]	161,00
ry [cm]	1,71
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	7,89
A	27,90
bf [cm]	8,2
tf [cm]	1,04
d [cm]	18
tw [cm]	0,69
Cw	5,924

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	5,60	-
Vu [KN]	-	8,77
Mux [KNm]	0,92	-
Muy [KNm]	5,03	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λ_p	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
$\lambda = b_f/2t_f$	3,94	
Q_s	1,00	
Pandeo local alma		
P_u [kN]	5,60	$P_n = A_g \cdot F_y$
P_n [kN]	655,65	
Φ_b	0,90	
$P_u/\Phi P_n$	0,009	< 0.125
λ_p	106,83	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
$\lambda = d'/t_w$	26,09	<landa p -> compacta
Q_a	1,00	
Pandeo global		
Pandeo eje X		
k_x	1,00	simplemente apoyado
L_x [cm]	200,0	
λ_x	27,78	
Pandeo eje y		
k_y	1	
L_y [cm]	250,0	
λ_y	146,20	

Compresión					
λ_c	1,595		λ_p ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm ²]	8,10	A-E.3.2	λ_p alma	43,47	
Φ_c	0,85				
Pd [kN]	192,07				
Pu/Pd	0,029				
Flexión en x			Flexión en y		
Plastificación			Plastificación		
Mp [kNcm]	4394,50	CAP F	Mp [kNcm]	775,50	CAP F
My [kNcm]	3783,50		My [kNcm]	465,30	
1.5 My [kNcm]	5675,25		1.5 My [kNcm]	697,95	
Mn1 [kNcm]	4394,50		Mn1 [kNcm]	697,95	
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	400		E	200000	
Lp [cm]	79,00		G	77200	
Lr [cm]	335,00		J	7,89	
	Lb>Lr		A	27,90	
	F.1.7.a		Sx	161,00	
Mn[kNcm]	2241,02		X1 (Mpa)	25437,43109	
Estado determinante de flexión					
Mn [kNcm]	2241,02		ry	1,71	
Φ	0,9		FL	16,60	
Md [kNcm]	2016,92				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	5,60
Pd [kN]	192,07
Pu/Pd	0,03
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	5,60
Pd [kN]	192,07
Pu/Pd	0,03
Mux [kNcm]	92,00
Mdx [kNcm]	2016,92
Mux/Mdx	0,05
Muy [kNcm]	503,00
Mdy [kNcm]	628,16
Muy/Mdy	0,80
Combinación	0,86
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,77
A = h * tw [cm ²]	12,42
d'/tw	20,58
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	175,12
Φ_v	0,90
Vd [kN]	157,61
Vu/Vd	0,06
Estado	Verifica

Col. frontis - CP02	
Propiedades	
L [m]	7,00
Lx [m]	3,00
Ly [m]	2,50
Lb [m]	4,00
Perfil adoptado IPN 140	
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
Sy [cm ³]	10,70
ry [cm]	1,40
Zy [cm ³]	17,70
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

tornapuntas en correas

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	4,38	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,02	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	12,14	-
Vu [KN]	-	8,77
Mux [KNm]	3,61	-
Muy [KNm]	1,88	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	12,14	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,032	< 0.125
λp	100,18	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		
Pandeo eje X		
kx	1,00	simplemente apoyado
Lx [cm]	300,0	
λx	53,48	
Pandeo eje y		
ky	1	
Ly [cm]	250,0	
λy	178,57	

Compresión					
λ_c	1,948		λ_p ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm ²]	5,43	A-E.3.2	λ_p alma	43,47	
Φ_c	0,85				
Pd [kN]	83,98				
Pu/Pd	0,145				
Flexión en x			Flexión en y		
Plastificación			Plastificación		
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F	Mp [kNcm]	415,95	CAP F
My [kNcm]	1924,65		My [kNcm]	251,45	
1.5 My [kNcm]	2886,975		1.5 My [kNcm]	377,175	
Mn1 [kNcm]	2241,90		Mn1 [kNcm]	377,18	
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	400		E	200000	
Lp [cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
	Lb>Lr		A	18,20	
	F.1.7.a		Sx	81,90	
Mn [kNcm]	1134,75		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión					
Mn [kNcm]	1134,75		ry	1,40	
Φ	0,9		FL	16,60	
Md [kNcm]	1021,28				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	12,14
Pd [kN]	83,98
Pu/Pd	0,14
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	12,14
Pd [kN]	83,98
Pu/Pd	0,14
Mux [kNcm]	361,00
Mdx [kNcm]	1021,28
Mux/Mdx	0,35
Muy [kNcm]	188,00
Mdy [kNcm]	339,46
Muy/Mdy	0,55
Combinación	0,98
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,77
A = h * tw [cm ²]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	112,52
Φ_v	0,90
Vd [kN]	101,27
Vu/Vd	0,09
Estado	Verifica

Col. frontis - CP03	
Propiedades	
L [m]	3,50
Lx [m]	3,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	3,50
Perfil adoptado IPN 140	
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
Sy [cm ³]	10,70
ry [cm]	1,40
Zy [cm ³]	17,70
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

tornapuntas en correas

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,19	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,98	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	3,80	-
Vu [KN]	-	8,77
Mux [KNm]	2,27	-
Muy [KNm]	1,93	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	3,80	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,010	< 0.125
λp	106,71	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		
Pandeo eje X		
kx	1,00	simplemente apoyado
Lx [cm]	350,0	
λx	62,39	
Pandeo eje y		
ky	1	
Ly [cm]	200,0	
λy	142,86	

Compresión					
λ_c	1,559		λ_p ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm ²]	8,48	A-E.3.2	λ_p alma	43,47	
Φ_c	0,85				
Pd [kN]	131,22				
Pu/Pd	0,029				
Flexión en x			Flexión en y		
Plastificación			Plastificación		
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F	Mp [kNcm]	415,95	CAP F
My [kNcm]	1924,65		My [kNcm]	251,45	
1.5 My [kNcm]	2886,975		1.5 My [kNcm]	377,175	
Mn1 [kNcm]	2241,90		Mn1 [kNcm]	377,18	
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	350		E	200000	
Lp [cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
	Lb>Lr		A	18,20	
	F.1.7.a		Sx	81,90	
Mn[kNcm]	1137,60		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión					
Mn [kNcm]	1137,60		ry	1,40	
Φ	0,9		FL	16,60	
Md [kNcm]	1023,84				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	3,80
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,03
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	3,80
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,03
Mux [kNcm]	227,00
Mdx [kNcm]	1023,84
Mux/Mdx	0,22
Muy [kNcm]	193,00
Mdy [kNcm]	339,46
Muy/Mdy	0,57
Combinación	0,80
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,77
A = h * tw [cm ²]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	112,52
Φ_v	0,90
Vd [kN]	101,27
Vu/Vd	0,09
Estado	Verifica

Col. frontis - CP03	
Propiedades	
L [m]	3,50
Lx [m]	3,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	3,50
Perfil adoptado IPN 140	
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
Sy [cm ³]	10,70
ry [cm]	1,40
Zy [cm ³]	17,70
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

tornapuntas en correas

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,19	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,33	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	2,14	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	1,57	-
Vu [KN]	-	8,77
Mux [KNm]	2,27	-
Muy [KNm]	1,86	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	1,57	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,004	< 0.125
λp	108,46	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		
Pandeo eje X		
kx	1,00	simplemente apoyado
Lx [cm]	350,0	
λx	62,39	
Pandeo eje y		
ky	1	
Ly [cm]	200,0	
λy	142,86	

Compresión					
λ_c	1,559		λ_p ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm ²]	8,48	A-E.3.2	λ_p alma	43,47	
Φ_c	0,85				
Pd [kN]	131,22				
Pu/Pd	0,012				
Flexión en x			Flexión en y		
Plastificación			Plastificación		
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F	Mp [kNcm]	415,95	CAP F
My [kNcm]	1924,65		My [kNcm]	251,45	
1.5 My [kNcm]	2886,975		1.5 My [kNcm]	377,175	
Mn1 [kNcm]	2241,90		Mn1 [kNcm]	377,18	
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	350		E	200000	
Lp [cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
	Lb>Lr		A	18,20	
	F.1.7.a		Sx	81,90	
Mn[kNcm]	1137,60		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión					
Mn [kNcm]	1137,60		ry	1,40	
Φ	0,9		FL	16,60	
Md [kNcm]	1023,84				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	1,57
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,01
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	1,57
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,01
Mux [kNcm]	227,00
Mdx [kNcm]	1023,84
Mux/Mdx	0,22
Muy [kNcm]	186,00
Mdy [kNcm]	339,46
Muy/Mdy	0,55
Combinación	0,78
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,77
A = h * tw [cm ²]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	112,52
Φ_v	0,90
Vd [kN]	101,27
Vu/Vd	0,09
Estado	Verifica

1. Datos

Col. frontis - CF04	
Propiedades	
L [m]	3,75
Lx [m]	3,75
Ly [m]	2,50
Lb [m]	2,50
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm2]	18,20
Ix [cm4]	573,00
Sx [cm3]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm3]	95,40
Iy [cm4]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm4]	3,56
Cw [cm6]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm2]	20000
Fy [KN/cm2]	23,5

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,34	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,50	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	0,84	cm			BC

4. Verificación a flexión

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	95,40
Sx [cm3]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	14,84	-
Vu [KN]	-	8,37
Mu [KNm]	9,20	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	14,84	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,039	< 0.125
λp	98,06	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	375,0				
λx	66,84				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	250,0				
λy	178,57				
Compresión					
λc	1,948		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	5,43	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	83,98				
Pu/Pd	0,177				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F			
My [kNcm]	1924,65				
1.5 My [kNcm]	2886,975				
Mn1 [kNcm]	2241,90				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	250		E	200000	
Lp[cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
Lp<Lb<Lr			A	18,20	
F.1.7.a			Sx	81,90	
Mn[KNcm]	1525,95		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión			ry	1,40	
Mn [kNcm]	1525,95		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	1373,36				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	14,84
Pd [KN]	83,98
Pu/Pd	0,18
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	14,84
Pd [kN]	83,98
Pu/Pd	0,18
Mu [kNcm]	920,00
Md [kNcm]	1373,36
Mu/Md	0,67
Combinación	0,76
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,37
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	112,52
Φv	0,90
Vd [KN]	101,27
Vu/Vd	0,08
Estado	Verifica

1. Datos

Viga de techo VT02	
Propiedades	
L [m]	3,75
Lx [m]	3,75
Ly [m]	2,50
Lb [m]	2,50
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm2]	18,20
Ix [cm4]	573,00
Sx [cm3]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm3]	95,40
Iy [cm4]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm4]	3,56
Cw [cm6]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm2]	20000
Fy [KN/cm2]	23,5

2. Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Deformaciones verticales. Barras soportando cubiertas flexibles (por ser chapas).

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,34	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,50	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	1,54	cm			BC

4. Verificación a flexión

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm2]	16,60
Fr [kN/cm2]	6,9
Fu [kN/cm2]	45,00
Fy [kN/cm2]	23,50
Zx [cm3]	95,40
Sx [cm3]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm2]	20000
G [kN/cm2]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	6,32	-
Vu [KN]		8,36
Mu [KNm]	9,19	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	6,32	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,016	< 0.125
λp	104,74	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	375,0				
λx	66,84				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	250,0				
λy	178,57				
Compresión					
λc	1,948		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	5,43	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	83,98				
Pu/Pd	0,075				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F			
My [kNcm]	1924,65				
1.5 My [kNcm]	2886,975				
Mn1 [kNcm]	2241,90				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1				
Lb [cm]	250		E	200000	
Lp[cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
Lp<Lb<Lr			A	18,20	
F.1.7.a			Sx	81,90	
Mn[KNcm]	1525,95		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión			ry	1,40	
Mn [kNcm]	1525,95		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	1373,36				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	6,32
Pd [KN]	83,98
Pu/Pd	0,08
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	6,32
Pd [kN]	83,98
Pu/Pd	0,08
Mu [kNcm]	919,00
Md [kNcm]	1373,36
Mu/Md	0,67
Combinación	0,71
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,36
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	112,52
Φv	0,90
Vd [KN]	101,27
Vu/Vd	0,08
Estado	Verifica

Viga dintel - VD01	
Propiedades	
L [m]	7,00
Lx [m]	7,00
Ly [m]	3,50
Lb [m]	3,50
Perfil adoptado	IPN 200
d [mm]	200,00
bf [mm]	90,00
tw [mm]	7,50
tf [mm]	11,30
hw [mm]	159,00
Peso [kg/m]	26,20
Área [cm ²]	33,40
Ix [cm ⁴]	2.140,00
Sx [cm ³]	214,00
rx [cm]	8,00
Zx [cm ³]	250,00
Iy [cm ⁴]	117,00
ry [cm]	1,87
J [cm ⁴]	11,20
Cw [cm ⁶]	10.520
Lp [cm]	86
Lr [cm]	359
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	4,38	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	4,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	4,3	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	250,00
Sx [cm ³]	214,00
ry [cm]	1,87
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	11,20
A	33,40
bf [cm]	9
tf [cm]	1,13
d [cm]	20
tw [cm]	0,75
Cw	10.520

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	21,28	-
Vu [KN]	-	12,33
Mu [KNm]	31,96	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,98	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	21,28	
Pn [KN]	784,90	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,030	< 0.125
λp	100,60	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	26,67	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	700,0				
λx	87,50				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	350,0				
λy	187,17				
Compresión					
λc	2,042		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	4,94	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	140,29				
Pu/Pd	0,152				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	5875,00	CAP F			
My [kNcm]	5029,00				
1.5 My [kNcm]	7543,5				
Mn1 [kNcm]	5875,00				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	350		E	200000	
Lp[cm]	86,00		G	77200	
Lr [cm]	359,00		J	11,20	
Lp<Lb<Lr			A	33,40	
F.1.7.a			Sx	214,00	
Mn[KNcm]	4137,02		X1 (Mpa)	24947,49787	
Estado determinante de flexión			ry	1,87	
Mn [kNcm]	4137,02		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	3723,32				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	21,28
Pd [KN]	140,29
Pu/Pd	0,15
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	21,28
Pd [kN]	140,29
Pu/Pd	0,15
Mu [kNcm]	3196,00
Md [kNcm]	3723,32
Mu/Md	0,86
Combinación	0,93
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	12,33
A = h * tw [cm2]	15,00
d'/tw	21,20
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	211,50
Φv	0,90
Vd [KN]	190,35
Vu/Vd	0,06
Estado	Verifica

Viga Frontis - VT01	
Propiedades	
L [m]	3,75
Lx [m]	3,75
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,34	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,50	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	0,87	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	34,36	-
Vu [KN]		8,25
Mu [KNm]	9,09	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	34,36	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,089	< 0.125
λp	82,76	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X		
kx	1,00	simplemente apoyado
Lx [cm]	375,0	
λx	66,84	
Pandeo eje y		
ky	1	
Ly [cm]	200,0	
λy	142,86	
Compresión		
λc	1,559	
Fcr [kN/cm2]	8,48	A-E.3.2
Φc	0,85	
Pd [kN]	131,22	
Pu/Pd	0,262	
Flexión		
Plastificación		
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F
My [kNcm]	1924,65	
1.5 My [kNcm]	2886,975	
Mn1 [kNcm]	2241,90	
Pandeo lateral torsional		
Cb	1	
Lb [cm]	200	
Lp[cm]	65,00	
Lr [cm]	293,00	
Lp<Lb<Lr		
F.1.7.a		
Mn[kNcm]	1719,45	
Estado determinante de flexión		
Mn [kNcm]	1719,45	
Φ	0,9	
Md [kNcm]	1547,51	

λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
λp alma	43,47	
E	200000	
G	77200	
J	3,56	
A	18,20	
Sx	81,90	
X1 (Mpa)	27129,09548	
ry	1,40	
FL	16,60	

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [kN]	34,36
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,26
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	34,36
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,26
Mu [kNcm]	909,00
Md [kNcm]	1547,51
Mu/Md	0,59
Combinación	0,78
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,25
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [kN]	112,52
Φv	0,90
Vd [kN]	101,27
Vu/Vd	0,08
Estado	Verifica

Viga Frontis - VT02	
Propiedades	
L [m]	3,75
Lx [m]	3,75
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 140
d [mm]	140,00
bf [mm]	66,00
tw [mm]	5,70
tf [mm]	8,60
hw [mm]	109,00
Peso [kg/m]	14,30
Área [cm ²]	18,20
Ix [cm ⁴]	573,00
Sx [cm ³]	81,90
rx [cm]	5,61
Zx [cm ³]	95,40
Iy [cm ⁴]	35,20
ry [cm]	1,40
J [cm ⁴]	3,56
Cw [cm ⁶]	1.540
Lp [cm]	65
Lr [cm]	293
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	2,34	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	2,50	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	0,42	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	95,40
Sx [cm ³]	81,90
ry [cm]	1,40
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	3,56
A	18,20
bf [cm]	6,6
tf [cm]	0,86
d [cm]	14
tw [cm]	0,57
Cw	1.540

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	3,28	-
Vu [KN]		8,36
Mu [KNm]	9,19	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,84	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	3,28	
Pn [KN]	427,70	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,009	< 0.125
λp	107,12	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	24,56	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	375,0				
λx	66,84				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	142,86				
Compresión					
λc	1,559		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	8,48	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	131,22				
Pu/Pd	0,025				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	2241,90	CAP F			
My [kNcm]	1924,65				
1.5 My [kNcm]	2886,975				
Mn1 [kNcm]	2241,90				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	65,00		G	77200	
Lr [cm]	293,00		J	3,56	
Lp<Lb<Lr			A	18,20	
F.1.7.a			Sx	81,90	
Mn[KNcm]	1960,17		X1 (Mpa)	27129,09548	
Estado determinante de flexión			ry	1,40	
Mn [kNcm]	1960,17		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	1764,16				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	3,28
Pd [KN]	131,22
Pu/Pd	0,02
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	3,28
Pd [kN]	131,22
Pu/Pd	0,02
Mu [kNcm]	919,00
Md [kNcm]	1764,16
Mu/Md	0,52
Combinación	0,53
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	8,36
A = h * tw [cm2]	7,98
d'/tw	19,12
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	112,52
Φv	0,90
Vd [KN]	101,27
Vu/Vd	0,08
Estado	Verifica

Vigas VT01	
Propiedades	
L [m]	15,133
Lx [m]	15,133
Ly [m]	3,75
Lb [m]	2,50
Perfil adoptado	IPN 300
d [mm]	300,00
bf [mm]	125,00
tw [mm]	10,80
tf [mm]	16,20
hw [mm]	241,00
Peso [kg/m]	54,20
Área [cm ²]	69,00
Ix [cm ⁴]	9.800,00
Sx [cm ³]	653,00
rx [cm]	11,90
Zx [cm ³]	762,00
Iy [cm ⁴]	451,00
ry [cm]	2,56
J [cm ⁴]	46,70
Cw [cm ⁶]	91.850
Lp [cm]	118
Lr [cm]	473
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

TORNAPUNTAS

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	9,46	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	10,09	cm
Flecha max (STAAD)					
f max =	6,45	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	762,00
Sx [cm ³]	653,00
ry [cm]	2,56
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	46,70
A	69,00
bf [cm]	12,5
tf [cm]	1,62
d [cm]	30
tw [cm]	1,08
Cw	91.850

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	21,18	-
Vu [KN]		65,73
Mu [KNm]	134,89	-

Flexión			
Plastificación			
Mp [kNcm]	17907,00	CAP F	
My [kNcm]	15345,50		
1.5 My [kNcm]	23018,25		
Mn1 [kNcm]	17907,00		
Pandeo lateral torsional			
Cb	1		
Lb [cm]	250	E	200000
Lp [cm]	118,00	G	77200
Lr [cm]	473,00	J	46,70
Lp<Lb<Lr		A	69,00
F.1.7.a		Sx	653,00
Mn[KNcm]	15279,20	X1 (Mpa)	23995,41841
Estado determinante de flexión			
Mn [kNcm]	15279,20	ry	2,56
Φ	0,9	FL	16,60
Md [kNcm]	13751,28		

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	21,18
Pd [KN]	1459,35
Pu/Pd	0,01
Estado	Verifica
Combinación	

Pu [kN]	21,18
Pd [kN]	1459,35
Pu/Pd	0,01
Mu [kNcm]	13489,00
Md [kNcm]	13751,28
Mu/Md	0,98
Combinación	0,99
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	65,73
A = h * tw [cm ²]	32,40
d'/tw	22,31
$2.45 \cdot \text{Raiz}(E/F_y)$	71,47
kv	5,00
$1,1 \cdot \text{raiz}(kv \cdot E/F_{yw})$	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	456,84
Φ_v	0,90
Vd [KN]	411,16
Vu/Vd	0,16
Estado	Verifica

Viga portico VTP02 Tracción	
Propiedades	
L [m]	11,350
Lx [m]	11,350
Ly [m]	3,750
Lb [m]	2,500
Perfil adoptado	
IPN 300	
d [mm]	300,00
bf [mm]	125,00
tw [mm]	10,80
tf [mm]	16,20
hw [mm]	241,00
Peso [kg/m]	54,20
Área [cm ²]	69,00
Ix [cm ⁴]	9.800,00
Sx [cm ³]	653,00
rx [cm]	11,90
Zx [cm ³]	762,00
Iy [cm ⁴]	451,00
ry [cm]	2,56
J [cm ⁴]	46,70
Cw [cm ⁶]	91.850
Lp [cm]	118
Lr [cm]	473
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

TORNAPUNTAS

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	7,09	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	7,57	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	3,3	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	762,00
Sx [cm ³]	653,00
ry [cm]	2,56
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	46,70
A	69,00
bf [cm]	12,5
tf [cm]	1,62
d [cm]	30
tw [cm]	1,08
Cw	91.850

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	35,25	-
Vu [KN]		47,7
Mu [KNm]	132,28	-

Flexión				
Plastificación				
Mp [kNcm]	17907,00	CAP F		
My [kNcm]	15345,50			
1.5 My [kNcm]	23018,25			
Mn1 [kNcm]	17907,00			
Pandeo lateral torsional				
Cb	1			
Lb [cm]	250		E	200000
Lp[cm]	118,00		G	77200
Lr [cm]	473,00		J	46,70
Lp<Lb<Lr			A	69,00
F.1.7.a			Sx	653,00
Mn[kNcm]	15279,20		X1 (Mpa)	23995,41841
Estado determinante de flexión			ry	2,56
Mn [kNcm]	15279,20		FL	16,60
Φ	0,9			
Md [kNcm]	13751,28			

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	35,25
Pd [KN]	1459,35
Pu/Pd	0,02
Estado	Verifica
Combinación	

Pu [kN]	35,25
Pd [kN]	1459,35
Pu/Pd	0,02
Mu [kNcm]	13228,00
Md [kNcm]	13751,28
Mu/Md	0,96
Combinación	0,97
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	47,70
A = h * tw [cm ²]	32,40
d'/tw	22,31
$2.45 \cdot \text{Raiz}(E/Fy)$	71,47
kv	5,00
$1,1 \cdot \text{raiz}(kv \cdot E/Fyw)$	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	456,84
Φ_v	0,90
Vd [KN]	411,16
Vu/Vd	0,12
Estado	Verifica

Col. frontis - CF01	
Propiedades	
L [m]	5,50
Lx [m]	5,50
Ly [m]	2,00
Lb [m]	2,00
Perfil adoptado	IPN 180
d [mm]	180,00
bf [mm]	82,00
tw [mm]	6,90
tf [mm]	10,40
hw [mm]	142,00
Peso [kg/m]	21,90
Área [cm ²]	27,90
Ix [cm ⁴]	1.450,00
Sx [cm ³]	161,00
rx [cm]	7,20
Zx [cm ³]	187,00
Iy [cm ⁴]	81,30
ry [cm]	1,71
J [cm ⁴]	7,89
Cw [cm ⁶]	5.924
Lp [cm]	79
Lr [cm]	335
E [KN/cm ²]	20000
Fy [KN/cm ²]	23,5

Verificación de deformaciones en servicio

CIRSOC 301 . Apéndice L. Tabla A-L.4.1

Flecha adm					
fadm por carga var	= luz/	160	fadm 1 =	3,44	cm
fadm total	= luz/	150	fadm 2 =	3,67	cm

Flecha max (STAAD)					
f max =	2,540	cm			BC

RESISTENCIA A FLEXION	
FL [kN/cm ²]	16,60
Fr [kN/cm ²]	6,9
Fu [kN/cm ²]	45,00
Fy [kN/cm ²]	23,50
Zx [cm ³]	187,00
Sx [cm ³]	161,00
ry [cm]	1,71
E [kN/cm ²]	20000
G [kN/cm ²]	7720
Jt	7,89
A	27,90
bf [cm]	8,2
tf [cm]	1,04
d [cm]	18
tw [cm]	0,69
Cw	5.924

SOLICITACIONES ULTIMAS		
Estados determinantes	Max momento	Max corte
Nu [KN]	50,03	-
Vu [KN]	-	22,56
Mu [KNm]	33,47	-

Verificación de la resistencia a flexión		
Pandeo local		
Pandeo local ala		
λp	11,09	Caso 1 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = bf/2tf	3,94	
Qs	1,00	
Pandeo local alma		
Pu [KN]	50,03	
Pn [KN]	655,65	Pn=Ag*Fy
Φb	0,90	
Pu/ΦPn	0,085	< 0.125
λp	84,12	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301 - 05
λ = d'/tw	26,09	<landa p -> compacta
Qa	1,00	
Pandeo global		

Pandeo eje X					
kx	1,00	simplemente apoyado			
Lx [cm]	550,0				
λx	76,39				
Pandeo eje y					
ky	1				
Ly [cm]	200,0				
λy	116,96				
Compresión					
λc	1,276		λp ala	16,34	Caso 13 B.5.1 CIRSOC 301
Fcr [kN/cm2]	11,89	A-E.3.2	λp alma	43,47	
Φc	0,85				
Pd [kN]	281,88				
Pu/Pd	0,177				
Flexión					
Plastificación					
Mp [kNcm]	4394,50	CAP F			
My [kNcm]	3783,50				
1.5 My [kNcm]	5675,25				
Mn1 [kNcm]	4394,50				
Pandeo lateral torsional					
Cb	1,14				
Lb [cm]	200		E	200000	
Lp[cm]	79,00		G	77200	
Lr [cm]	335,00		J	7,89	
Lp<Lb<Lr			A	27,90	
F.1.7.a			Sx	161,00	
Mn[KNcm]	4081,92		X1 (Mpa)	25437,43109	
Estado determinante de flexión			ry	1,71	
Mn [kNcm]	4081,92		FL	16,60	
Φ	0,9				
Md [kNcm]	3673,73				

Verificación combinada - Cap. H	
Pu	
Pu [KN]	50,03
Pd [KN]	281,88
Pu/Pd	0,18
Estado	Verifica
Combinación	
Pu [kN]	50,03
Pd [kN]	281,88
Pu/Pd	0,18
Mu [kNcm]	3347,00
Md [kNcm]	3673,73
Mu/Md	0,91
Combinación	1,00
Estado	Verifica

Verificación a corte - Cap. F	
Vu [kN]	22,56
A = h * tw [cm2]	12,42
d'/tw	20,58
2.45*Raiz(E/Fy)	71,47
kv	5,00
1,1*raiz(kv*E/Fyw)	32,09
Cv	1,00
Vn [KN]	175,12
Φv	0,90
Vd [KN]	157,61
Vu/Vd	0,14
Estado	Verifica

ARRIOSTRAMIENTO EN "K" - K02	
SOLICITACIONES AXIALES	
SOBRE PUNTALES - 2L EN X	
Tracción [KN]	16,62
Compresión [KN]	17,7
Geometría del reticulado	
φ [°]	40,00
Longitud [cm]	461,0

Propiedades del material	
Fy [kN/cm2]	23,5
E [kN/cm2]	20000
γ [kN/cm2]	0,0000773
G [kN/cm2]	7720

Geometría del Perfil	
Perfil adoptado	L64X4,8
Ag [cm2]	6
b [mm]	64
t [mm]	4,8
Iz [cm4]	36,76
Iv [cm4]	8,65
Ix = Iy [cm4]	22,7
ex = ey [cm]	1,72
rx=ry	1,95
rv	1,2
rz	2,48
Longitud de pandeo x-x [cm]	461,0
Longitud de pandeo y-y [cm]	461,0

DIMENSIONAMIENTO A COMPRESIÓN		
Pandeo local		
b/t	13,33	-
λ_r	13,13	Tabla B.5.1 Caso 6
Calcular Qs		
Pandeo entre presillas		
¿Long x-x=Long y-y?	Sí	-
ri [cm]	1,2	-
Cant. Presillas	4	-
a [cm]	153,67	-
λ_v	128,06	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Pandeo global - Según eje Z		
Iz total [cm4]	73,52	-
A [cm2]	12	-
rz [cm]	2,48	-
kz	1	-
λ_p	186,25	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Verificacion esbeltez local		
a/ri (local)	128,06	Cap. E (Pág 72)
3/4 kL/r (global)	139,69	
Verifica		
VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN		
λ_{det}	186,25	-
λ_c	2,03	-
Fcr [kN/cm2]	4,99	Cap. E
Pn [KN]	59,89	-
ϕ	0,85	-
Pd [KN]	50,90	-
Pu/Pd	0,35	-
ESTADO	Verifica	

DIMENSIONAMIENTO A TRACCIÓN	
Fluencia	
A [cm2]	12,00
Fy [kN/cm2]	22,00
Rn [kN]	264,00
Φ	0,90
Rd [kN]	237,60
Ru/Rd	0,07
Estado	Verifica
Rotura	
Fu [kN/cm2]	37
U	1
Ae [cm2]	12
Tn [kN]	444
ϕ	0,75
Td [kN]	333,00
R	0,05
ESTADO	Verifica

ARRIOSTRAMIENTO EN "K" - K03	
SOLICITACIONES AXIALES	
SOBRE PUNTALES - 2L EN X	
Tracción [kN]	66,18
Compresión [kN]	67,38
Geometría del reticulado	
φ [°]	40,00
Longitud [cm]	316,1

Propiedades del material	
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [kN/cm ²]	0,0000773
G [kN/cm ²]	7720

Geometría del Perfil	
Perfil adoptado	L64X4,8
Ag [cm ²]	6
b [mm]	64
t [mm]	4,8
Iz [cm ⁴]	36,76
Iv [cm ⁴]	8,65
Ix = Iy [cm ⁴]	22,7
ex = ey [cm]	1,72
rx=ry	1,95
rv	1,2
rz	2,48
Longitud de pandeo x-x [cm]	316,1
Longitud de pandeo y-y [cm]	316,1

DIMENSIONAMIENTO A COMPRESIÓN		
Pandeo local		
b/t	13,33	-
λ_r	13,13	Tabla B.5.1 Caso 6
Calcular Qs		
Pandeo entre presillas		
¿Long x-x=Long y-y?	Sí	-
ri [cm]	1,2	-
Cant. Presillas	4	-
a [cm]	105,37	-
λ_v	87,81	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Pandeo global - Según eje Z		
Iz total [cm4]	73,52	-
A [cm2]	12	-
rz [cm]	2,48	-
kz	1	-
λ_p	127,71	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Verificacion esbeltez local		
a/ri (local)	87,81	Cap. E (Pág 72)
3/4 kL/r (global)	95,78	
Verifica		
VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN		
λ_{det}	127,71	-
λ_c	1,39	-
Fcr [kN/cm2]	10,43	Cap. E
Pn [kN]	125,12	-
ϕ	0,85	-
Pd [kN]	106,35	-
Pu/Pd	0,63	-
ESTADO	Verifica	

DIMENSIONAMIENTO A TRACCIÓN	
Fluencia	
A [cm ²]	12,00
Fy [kN/cm ²]	22,00
Rn [kN]	264,00
Φ	0,90
Rd [kN]	237,60
Ru/Rd	0,28
Estado	Verifica
Rotura	
Fu [kN/cm ²]	37
U	1
Ae [cm ²]	12
Tn [kN]	444
ϕ	0,75
Td [kN]	333,00
R	0,20
ESTADO	Verifica

ARRIOSTRAMIENTO EN "K" - K04	
SOLICITACIONES AXIALES	
SOBRE PUNTALES - 2L EN X	
Tracción [kN]	26,34
Compresión [kN]	27,57
Geometría del reticulado	
φ [°]	40,00
Longitud [cm]	360,6

Propiedades del material	
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [kN/cm ²]	0,0000773
G [kN/cm ²]	7720

Geometría del Perfil	
Perfil adoptado	L 51x51x4,8
Ag [cm ²]	4,72
b [mm]	50,8
t [mm]	4,8
Iz [cm ⁴]	18,12
Iv [cm ⁴]	4,41
Ix = Iy [cm ⁴]	11,26
ex = ey [cm]	1,42
rx=ry	1,54
rv	0,97
rz	1,96
Longitud de pandeo x-x [cm]	360,6
Longitud de pandeo y-y [cm]	360,6

DIMENSIONAMIENTO A COMPRESIÓN		
Pandeo local		
b/t	10,58	-
λ_r	13,13	Tabla B.5.1 Caso 6
Qs = 1		
Pandeo entre presillas		
¿Long x-x=Long y-y?	Sí	-
ri [cm]	0,97	-
Cant. Presillas	4	-
a [cm]	120,19	-
λ_v	123,90	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Pandeo global - Según eje Z		
Iz total [cm4]	36,24	-
A [cm2]	9,44	-
rz [cm]	1,96	-
kz	1	-
λ_p	184,02	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Verificacion esbeltez local		
a/ri (local)	123,90	Cap. E (Pág 72)
3/4 kL/r (global)	138,01	
Verifica		
VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN		
λ_{det}	184,02	-
λ_c	2,01	-
Fcr [kN/cm2]	5,11	Cap. E
Pn [KN]	48,26	-
ϕ	0,85	-
Pd [KN]	41,02	-
Pu/Pd	0,67	-
ESTADO	Verifica	

DIMENSIONAMIENTO A TRACCIÓN	
Fluencia	
A [cm ²]	9,44
Fy [kN/cm ²]	22,00
Rn [kN]	207,68
Φ	0,90
Rd [kN]	186,91
Ru/Rd	0,14
Estado	Verifica
Rotura	
Fu [kN/cm ²]	37
U	1
Ae [cm ²]	9,44
Tn [kN]	349,28
ϕ	0,75
Td [kN]	261,96
R	0,10
ESTADO	Verifica

PUNTALES LONGITUDINALES		
SOLICITACIONES AXIALES		
SOBRE PUNTALES - 2L EN X		
Compresión [kN]		58,67
Geometría del reticulado		
ϕ [°]		40,00
Longitud [cm]		600,0

Propiedades del material		
Fy [kN/cm2]		23,5
E [kN/cm2]		20000
γ [kN/cm2]		0,0000773
G [kN/cm2]		7720

Geometría del Perfil		
Perfil adoptado		L89X89X6,4
Ag [cm2]		11,11
b [mm]		88,9
t [mm]		6,4
Iz [cm4]		133,09
Iy [cm4]		31,58
Ix = Iy [cm4]		82,34
ex = ey [cm]		2,4
rx=ry		2,72
rv		1,69
rz		3,46
Longitud de pandeo x-x [cm]		600,0
Longitud de pandeo y-y [cm]		600,0

DIMENSIONAMIENTO A COMPRESIÓN		
Pandeo local		
b/t	13,89	-
λ_r	13,13	Tabla B.5.1 Caso 6
Pandeo entre presillas		
¿Long x-x=Long y-y?	Sí	-
ri [cm]	1,69	-
Cant. Presillas	4	-
a [cm]	200,00	-
λ_v	118,34	-
Esbeltez < 200		Verifica
Pandeo global - Según eje Z		
Iz total [cm4]	266,18	-
A [cm2]	22,22	-
rz [cm]	3,46	-
kz	1	-
λ_p	173,35	-
Esbeltez < 200		Verifica
Verificación esbeltez local		
a/ri (local)	118,34	Cap. E (Pág 72)
3/4 kL/r (global)	130,02	
Verifica		
VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN		
λ_{det}	173,35	-
λ_c	1,89	-
Fcr [kN/cm2]	5,76	Cap. E
Pn [kN]	128,00	-
ϕ	0,85	-
Pd [kN]	108,80	-
Pu/Pd	0,54	-
ESTADO		Verifica

DIMENSIONAMIENTO A TRACCIÓN	
Fluencia	
A [cm2]	22,22
Fy [kN/cm2]	22,00
Rn [kN]	488,84
ϕ	0,90
Rd [kN]	439,96
Ru/Rd	0,00
Estado	Verifica
Rotura	
Fu [kN/cm2]	37
U	1
Ae [cm2]	22,22
Tn [kN]	822,14
ϕ	0,75
Td [kN]	616,61
R	0,00
ESTADO	Verifica

NOTA: TODOS LOS PUNTALES DEBERAN TENER COMO MINIMO ESTA SECCION YA QUE LO DETERMINANTE RESULTA SER LA ESBELTEZ EN Z

CRUCES T01-T02-T03		
REACCIONES		
L vertical [m]	2,50	
L horizontal [m]	3,75	
L tensor más largo y cargado	4,507	
Geometría	Circular	
Reacción	P total	
Rt	24,66	KN

DIMENSIONAMIENTO A TRACCIÓN			
Fluencia			
Denominación	1/2 "		
d [cm]	1,27		
A [cm2]	1,27		
Fy [kN/cm2]	22,00		
Rn [kN]	27,87		
Φ	0,90		
Rd [kN]	25,08		
Ru/Rd	0,98		
Estado	Verifica	Redondo	AL 220
Rotura			
Denominación	1/2 "		
d [cm]	1,27		
A [cm2]	1,27		
Fu [kN/cm2]	34		
Rn [kN]	43,07		
Φ	0,75		
Rd [kN]	24,23		
Ru/Rd	1,0		
Estado	Verifica		

CRUCES T05		
REACCIONES		
L vertical [m]	6,00	
L horizontal [m]	3,75	
L tensor	7,1	
Geometría	Circular	
Reacción	P total	
Rtv	31,56	

DIMENSIONAMIENTO			
Fluencia			
Denominación	5/8 "		
d [cm]	1,59		
A [cm2]	1,98		
Fy [kN/cm2]	22,00		Dato
Rn [kN]	43,55	Redondo	AL 220
Φ	0,90		
Rd [kN]	39,19		
Ru/Rd	0,81		
Estado	Verifica		
Rotura			
Denominación	5/8 "		
d [cm]	1,59		
A [cm2]	1,98		
Fu [kN/cm2]	34		
Rn [kN]	67,30		
Φ	0,75		
Rd [kN]	37,85		
Ru/Rd	0,8		
Estado	Verifica		

CRUCES T04		
REACCIONES		
L vertical [m]	6,00	
L horizontal [m]	3,75	
L tensor	7,075	
Geometría	Circular	
Reacción	P total	
Rt	45,60	KN

DIMENSIONAMIENTO					
Fluencia					
Denominación	3/4 "				
d [cm]	1,91				
A [cm2]	2,85				
Fy [kN/cm2]	22,00				
Rn [kN]	62,71			Redondo	AL 220
Φ	0,90				
Rd [kN]	56,43				
Ru/Rd	0,81				
Estado	Verifica				
Rotura					
Denominación	3/4 "				
d [cm]	1,91				
A [cm2]	2,85				
Fu [kN/cm2]	34				
Rn [kN]	96,91				
Φ	0,75				
Rd [kN]	54,51				
Ru/Rd	0,84				
Estado	Verifica				

CRUCES T08 - T09		
REACCIONES		
L vertical [m]	5,00	
L horizontal [m]	3,75	
L tensor [m]	6,250	
Geometría	Circular	
Reacción	P total	
Rt	146,87	

DIMENSIONAMIENTO			
Fluencia			
Denominación	1 1/4 "		
d [cm]	3,18		
A [cm2]	7,92		
Fy [kN/cm2]	22,00		
Rn [kN]	174,18	Redondo	AL 220
Φ	0,90		
Rd [kN]	156,76		
Ru/Rd	0,94		
Estado	Verifica		
Rotura			
Denominación	1 1/4 "		
d [cm]	3,18		
A [cm2]	7,92		
Fu [kN/cm2]	34		
Rn [kN]	269,19		
Φ	0,75		
Rd [kN]	151,42		
Ru/Rd	0,97		
Estado	Verifica		

CRUCES T10-T11	
REACCIONES	
L vertical [m]	5,00
L horizontal [m]	3,75
L tensor [m]	6,250
Geometría	Circular
Reacción	P total
Rt	33,40

CRUCES T06	
REACCIONES	
L vertical [m]	6,00
L horizontal [m]	3,75
L tensor	7,075
Geometría	Circular
Reacción	P total
Rt	23,48

DIMENSIONAMIENTO			
Fluencia			
Denominación	5/8 "		
d [cm]	1,59		
A [cm2]	1,98		
Fy [kN/cm2]	22,00		
Rn [kN]	43,55	Redondo	AL 220
Φ	0,90		
Rd [kN]	39,19		
Ru/Rd	0,85		
Estado	Verifica		
Rotura			
Denominación	5/8 "		
d [cm]	1,59		
A [cm2]	1,98		
Fu [kN/cm2]	34		
Rn [kN]	67,30		
Φ	0,75		
Rd [kN]	37,85		
Ru/Rd	0,88		
Estado	Verifica		

DIMENSIONAMIENTO			
Fluencia			
Denominación	1/2 "		
d [cm]	1,27		
A [cm2]	1,27		
Fy [kN/cm2]	22,00		
Rn [kN]	27,87	Redondo	AL 220
Φ	0,90		
Rd [kN]	25,08		
Ru/Rd	0,94		
Estado	Verifica		
Rotura			
Denominación	1/2 "		
d [cm]	1,27		
A [cm2]	1,27		
Fu [kN/cm2]	34		
Rn [kN]	43,07		
Φ	0,75		
Rd [kN]	24,23		
Ru/Rd	1,0		
Estado	Verifica		

CRUCES T07	
REACCIONES	
Características	
L vertical [m]	6,00
L horizontal [m]	3,75
L tensor	7,075
Geometría	Circular
Reacción	P total
Rtv	6,52

DIMENSIONAMIENTO			
Fluencia			
Denominación	3/8 "		
d [cm]	0,95		
A [cm2]	0,71		
Fy [kN/cm2]	22,00		
Rn [kN]	15,68	Redondo	AL 220
Φ	0,90		
Rd [kN]	14,11		
Ru/Rd	0,46		
Estado	Verifica		
Rotura			
Denominación	3/8 "		
d [cm]	0,95		
A [cm2]	0,71		
Fu [kN/cm2]	34		
Rn [kN]	24,23		
Φ	0,75		
Rd [kN]	13,63		
Ru/Rd	0,5		
Estado	Verifica		

ARRIOSTRAMIENTO EN "K" - K01	
SOLICITACIONES AXIALES	
SOBRE PUNTALES - 2L EN X	
Tracción [kN]	33
Compresión [kN]	34,1
Geometría del reticulado	
φ [°]	40,00
Longitud [cm]	390,5

Propiedades del material	
Fy [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000
γ [kN/cm ²]	0,0000773
G [kN/cm ²]	7720

Geometría del Perfil	
Perfil adoptado	L 51x51x4,8
Ag [cm ²]	4,72
b [mm]	50,8
t [mm]	4,8
Iz [cm ⁴]	18,12
Iv [cm ⁴]	4,41
Ix = Iy [cm ⁴]	11,26
ex = ey [cm]	1,42
rx=ry	1,54
rv	0,97
rz	1,96
Longitud de pandeo x-x [cm]	390,5
Longitud de pandeo y-y [cm]	390,5

DIMENSIONAMIENTO A COMPRESIÓN		
Pandeo local		
b/t	10,58	-
λ_r	13,13	Tabla B.5.1 Caso 6
Qs = 1		
Pandeo entre presillas		
¿Long x-x=Long y-y?	Sí	-
ri [cm]	0,97	-
Cant. Presillas	4	-
a [cm]	130,17	-
λ_v	134,19	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Pandeo global - Según eje Z		
Iz total [cm4]	36,24	-
A [cm2]	9,44	-
rz [cm]	1,96	-
kz	1	-
λ_p	199,30	-
Esbeltez < 200	Verifica	
Verificacion esbeltez local		
a/ri (local)	134,19	Cap. E (Pág 72)
3/4 kL/r (global)	149,48	
Verifica		
VERIFICACIÓN A COMPRESIÓN		
λ_{det}	199,30	-
λ_c	2,17	-
Fcr [kN/cm2]	4,36	Cap. E
Pn [kN]	41,14	-
ϕ	0,85	-
Pd [kN]	34,97	-
Pu/Pd	0,98	-
ESTADO	Verifica	

DIMENSIONAMIENTO A TRACCIÓN	
Fluencia	
A [cm ²]	9,44
Fy [kN/cm ²]	22,00
Rn [kN]	207,68
Φ	0,90
Rd [kN]	186,91
Ru/Rd	0,18
Estado	Verifica
Rotura	
Fu [kN/cm ²]	37
U	1
Ae [cm ²]	9,44
Tn [kN]	349,28
ϕ	0,75
Td [kN]	261,96
R	0,13
ESTADO	Verifica

8. DIMENSIONAMIENTO DE UNIONES

PANEL NODAL

SOLICITACIONES

Mu de un lado [kNm]	116,60
Brazo de palanca z [cm]	28,38
Nu en alas [kN]	410,85

VERIFICACIÓN CORTE EN PANEL NODAL

$P_y = F_y \cdot A_g$ [kN]	1621,5
R_v [kN]	456,84
ϕR_v	411,16

VERIFICA

DIMENSIONES PERFIL COLUMNA Y VIGA

IPN 300

d [mm]	300,00
bf [mm]	125,00
tw [mm]	10,80
tf [mm]	16,20
hw [mm]	241,00
A_g	69,00
F_y [kN/cm ²]	23,5
E [kN/cm ²]	20000

DIMENSIONES RIGIDIZADOR

hcartela [mm]	268
ancho [mm]	57
espesor min [mm] ($> 1/2 t_f$)	8,1
espesor adoptado [mm] (3/8")	9,53
A_g [cm ²]	5,44

VERIF. DIM. RIGIDIZADOR

ancho/espesor	5,99
$\lambda = 0,56 \sqrt{E/F_y}$	16,34

COMPACTA

ángulo cubierta	8,00
L [cm] inclinada	27,02
$L_e = 0,75 \cdot L$ [cm]	20,27
Franja alma = $12 \cdot t_w$	12,96
Área franja [cm ²]	14,00
y_g [cm]	9,11
I_x [cm ⁴]	416,53
I_y [cm ⁴]	151,87
r_x [cm]	4,09
r_y [cm]	2,47
λ_x	4,95
λ_y	8,20
λ_c	0,09
F_{cr} [kN/cm ²]	23,42
P_n [kN]	582,59
ϕ_c	0,85
P_d [kN]	495,20
P_u [kN]	410,85
P_u/P_d	0,83

VERIFICA

Soldadura rigidizadores panel nodal

Chapa e=9,53 mm, 268x57

Electrodo

E70XX

Fexx 49 kN/cm²

Solicitaciones

Nu x Mu	205,43	kN
Nu	6,53	kN
Nu total	211,96	kN

57,1cm x 268cm

b	24,10	cm
excentrici	1,54	cm

Lado mínimo de filete

Espesores a unir: ala, alma y rigidizador
J.2.4 $\rightarrow t_{min} = 6$ mm

Datos de la Soldadura

w1	0,6	cm
w2	0,6	cm
a1	0,42	cm
a2	0,42	cm
L1	26,8	cm
L2	5,7	cm
L total	38,18	cm
Aw	16,2	cm ²
xg	1,0	cm
Ix	1545,0	cm ⁴
Iy	281,5	cm ⁴
Ip	1826,5	cm ⁴
T1h	0,51	kN/cm ²
T1v	15,480	kN/cm ²
Tu Total	15,49	kN/cm ²

Verificación Electrodo

ϕ	0,6	
Rn	29,40	kN/cm ²
Rd	17,64	kN/cm ²
Tu/Rd	0,88	

VERIFICA

Normal ponderada (mitad de ala)

69	cm ² (Atotal)	44,5	KN
10,125	cm ² (Amitad ala)	6,5	KN

Soldadura encuentro viga con columna

Solicitaciones

Vu	56,03	kN
----	-------	----

Datos de la Soldadura

w1	0,6	cm
a1	0,42	cm
L1	26,8	cm
Aw	11,4	cm ²
xg	0,0	cm

UNIÓN PORTICOS FRONTIS

agujeros normales
2,5 diametro bulon

PROPIEDADES ELEMENTOS DE UNIÓN				
Bulones		Perfil viga		
Tipo	A-325 rosca incluida	Tipo	IPN 140	
Ø mín	1/2	b [cm]	66,00	
Fv [kN/cm2]	33	tf [cm]	8,60	
Øadop ["]	1/2	hw [cm]	109,00	
Øadop BULÓN [cm]	1,27	tw [cm]	5,70	
Øcálc AGUJERO [cm]	1,63	Ag [cm2]	18,20	
Cantidad	2	Fy [kN/cm2] 23,5 Fu [kN/cm2] 37,00		
Dist borde lat min [cm]	3,18			
Dist borde inf min [cm]	3,18			
		Perfil frontis		
		Tipo	IPN 140	
		b [cm]	66,00	
		tf [cm]	8,60	
b [cm]		5,08	hw [cm]	109,00
tf [cm]		0,48	tw [cm]	5,70
Ag [cm2]		4,72	Ag [cm2]	18,20
x (D2) [cm]		1,75		
y (D1) [cm]		3,2		
Fy [kN/cm2]		23,5	Fy [kN/cm2]	23,5
Fu [kN/cm2]		37,00	Fu [kN/cm2]	37,00

SOLICITACIONES MÁXIMAS	
Vu c/bulon [kN]	4,19
Nu comp c/bulon [kN]	17,39
Nu trac c/bulon [kN]	5,96

VERIFICACIÓN APLASTAMIENTO CHAPA			
Capítulo J - páginas 159 y 160			
Aplastamiento de L por corte		Aplastamiento de L por normal	
Lc en Y [cm]	2,39	Lc en X [cm]	1,75
t [cm]	0,48	t [cm]	0,48
d [cm]	1,63	d [cm]	1,63
1.2 x Lc [cm]	2,86	1.2 x Lc [cm]	2,10
2.4 x d [cm]	3,91	2.4 x d [cm]	3,91
Rn [kN]	50,84	Rn [kN]	37,30
Ø	0,75	Ø	0,75
Rd [kN]	38,13	Rd [kN]	27,97
Vu/Rd	0,11	Ru/Rd	0,62

VERIFICACIÓN A CORTE EN BULONES	
Fv [kN/cm2]	33
Area bulón [cm2]	1,27
Rn [kN]	41,80
Ø	0,75
Rd [kN]	31,35
Vu/Rd	0,55

VERIFICACIÓN BLOQUE DE CORTE			
Bloque de corte perfil L - Corte		Bloque de corte perfil L - Normal	
Ag corte [cm2]	3,46	Agv [cm2]	1,68
Ag tracción [cm2]	0,84	Agt [cm2]	1,92
Anv [cm2]	2,28	Anv [cm2]	0,90
Ant [cm2]	0,45	Ant [cm2]	1,14
Fu x Ant [kN]	16,62	Fu x Ant [kN]	42,11
0.6 x Fu x Anv [kN]	50,69	0.6 x Fu x Anv [kN]	19,94
Rn [kN]	70,43	Rn [kN]	65,80
Ø	0,75	Ø	0,75
Rd [kN]	52,82	Rd [kN]	49,35
Ru/Rd	0,32	Ru/Rd	0,48

Tabla J.3.2

UNIÓN BRIDADA

PROPIEDADES ELEMENTOS DE UNIÓN			
Bulones		Perfil viga	
Tipo	A-325 rosca incluida	Tipo	IPN 300
Ø mín	1/2	d [cm]	30
Fv [kN/cm ²]	33	b [cm]	12,5
Ft [kN/cm ²]	62	tf [cm]	1,62
Ø adop ["]	5/8	hw [cm]	24,1
Ø adop BULÓN [cm]	1,5875	tw [cm]	1,08
Ø cálc AGUJERO [cm]	1,99	Ag [cm ²]	6,9
Cantidad	4	Fy [kN/cm ²]	23,5
Distancia entre bulones [cm]	29,00	Fu [kN/cm ²]	37,00
Dist borde chapa [cm]	3,50	Dimensiones chapa	
Solicitaciones en brida		Fu [kN/cm ²]	37
N [kN]	46,17	Fy [kN/cm ²]	23,5
V [kN]	38,11	Espesor Chapa ["]	3/8
M [kNm]	45,64	Espesor Chapa [cm]	0,95
Solicitaciones en bulones		Ancho chapa [cm]	13
N [kN]	90,23		
V [kN]	9,5275		

Tabla J.3.2

VERIFICACIÓN A CORTE EN BULONES		Aplastamiento de la chapa	
Bulones a simple cortadura		Lc [cm]	2,51
Planos de corte	1,00	t [cm]	0,95
Fv [kN/cm ²]	33,00	1.2 x Lc [cm]	3,01
Ab [cm ²]	1,98	2.4 x d [cm]	4,77
Rn [kN]	65,32	Rn [kN]	105,99
Ø	0,75	Ø	0,75
Rd [kN]	48,99	Rd [kN]	79,49
Ru/Rd	0,19	Ru/Rd	0,12

VERIFICACIÓN A TRACCIÓN BULONES	
Ab [cm ²]	1,98
Fnt [kN/cm ²]	62,00
Rn [kN]	122,72
Ø	0,75
Rd [kN]	92,04
Ru/Rd	0,98

PLACA BASES METÁLICAS

PROPIEDADES GENERALES			
MATERIAL		PERFIL	
Acero F-24		IPN 300	
Fy [kN/cm2]	23,5	Altura perfil d [cm]	30,0
Fu [kN/cm2]	37,0	Ancho perfil b [cm]	12,50
E [kN/cm2]	20000	Espesor alma [cm]	1,08
Hormigón H-25		Espesor ala [cm]	1,6
f'c [kN/cm2]	2,5		
φc	0,6		
PLACA METÁLICA			
A [cm]	40,00		
B [cm]	23,00		
L [cm]	5,00		
tp [cm]	1		
D [cm]	15,00		
H=B-2L [cm]	13,00		
PERNOS DE ANCLAJE			
Fu [kN/cm2]	37,0		
ø ["]	5/8		
ø [cm]	1,59		
Ag [cm2]	1,98		
Ae = 0.75 x Ag [cm2]	1,48		
N° de pernos	4		
ESFUERZOS			
Máxima compresión y corte anexado			
Combinación	50		
Compresión Pu [kN]	92,54		
Corte Vu X [kN]	3,36		
Corte Vu Z [kN]	0,019		
Momento flector Mu* p/Vu X [kNcm]	21,00		
Momento flector Mu* p/Vu Z [kNcm]	0,12		
e x=M*/Pu [cm]	0,23		
e z=M*/Pu [cm]	0,00		
Condición Vux	Baja excentricidad		
Condición Vuz	Baja excentricidad		
Máxima tracción y corte		Máximo corte en Z y compresión anexada	
Combinación	69	Combinación	71
Tracción Tu [kN]	85,25	Compresión Pu [kN]	42,19
Corte Vu X[kN]	14,36	Corte Vu X [kN]	10,41
Corte Vu Z[kN]	42,18	Corte Vu Z [kN]	46,401
Momento flector Mu* p/Vu X [kNcm]	89,75	Momento flector Mu* p/Vu	65,06
Momento flector Mu* p/Vu Z [kNcm]	263,63	Momento flector Mu* p/Vu	290,01
e x=M*/Pu [cm]	1,05	e x=M*/Pu [cm]	1,54
e z=M*/Pu [cm]	3,09	e z=M*/Pu [cm]	6,87
Condición Vux	Baja excentricidad	Condición Vux	Baja excentricidad
Condición Vuz	Baja excentricidad	Condición Vuz	Media excentricidad
VERIFICACIONES			
Estado de máxima compresión y corte anexado			
Verificación presiones verticales del hormigón (VX)		Verificación presiones verticales del hormigón (VZ)	
Área placa base A1 [cm2]	920	Área placa base A1 [cm2]	920
Módulo elástico S1 [cm3]	6133,3	Módulo elástico S1 [cm3]	3526,7
Dist. horizontal entre bulones H [cm]	15,00	Dist. horizontal entre bulones H [cm]	13,00
Área hormigón A2 [cm2]	1260	Área hormigón A2 [cm2]	1260
A2/A1	1,37	A2/A1	1,37
Tensión máxima en el H° fp [kN/cm2]	0,10	Tensión máxima en el H° fp	0,10
φc	0,6	φc	0,6
Lim sup 1.	1,49	Lim sup 1.	1,49
Lim sup 2.	2,55	Lim sup 2.	2,55
R=M _u /M _d	0,07	R=M _u /M _d	0,07
Estado	Verifica	Estado	Verifica
		Verificación presiones horizontales del hormigón en la nariz	
		Área frontal nariz de corte	60
		Tensión hormigón ph	0,06
		tensión máxima hormigón	1.275

$$0,85 \cdot \phi_c \cdot f'c \cdot \sqrt{(A2/A1)}$$
$$1,7 \cdot \phi_c \cdot f'c$$
$$0,85 \cdot \phi_c \cdot f'c$$

R	0,04
Estado	Verifica
Verificación flexión nariz	
Mu nariz [kNcm]	21,00
Zn nariz [kNcm]	17,85
Mn nariz [kNcm]	419,48
ϕ	0,90
Md nariz [kNcm]	377,53
R	0,06
Estado	Verifica

Zx tabla perfiles
Zn.fy

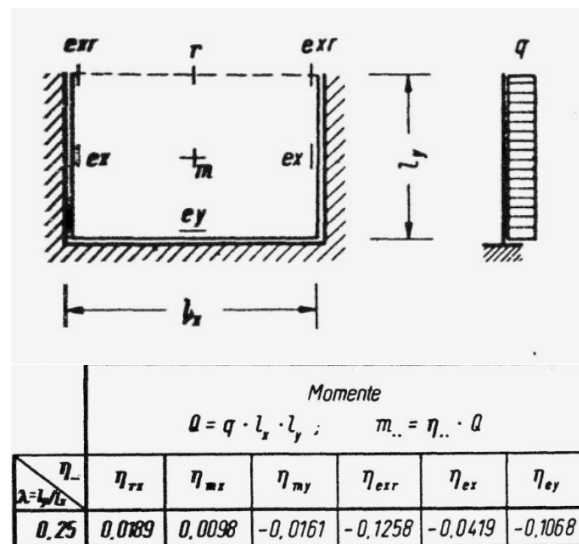
Estado de máximo corte y compresión

Verificación presiones verticales del hormigón (VX)		Verificación presiones verticales del hormigón (VX)	
Área placa base A1 [cm2]	920,00	Área placa base A1 [cm2]	920
Módulo elástico S1 [cm3]	6133,3	Módulo elástico S1 [cm3]	3526,7
Dist. horizontal entre bulones H [cm]	15,00	Dist. horizontal entre	13,00
Área hormigón A2 [cm2]	1260,00	Área hormigón A2 [cm2]	1260
A2/A1	1,37	A2/A1	1,37
Tensión máxima en el H° fp [kN/cm2]	0,06	Tensión máxima en el H° fp	0,15
ϕ_c	0,6	ϕ_c	0,6
Lim sup 1.	1,49	Lim sup 1.	1,49
Lim sup 2.	2,55	Lim sup 2.	2,55
R	0,04	R=Mu/Md	0,10
Estado	Verifica	Estado	Verifica

Verificación presiones horizontales del hormigón en la nariz	
Área frontal nariz de corte [cm2]	60
Tensión hormigón ph actuante [kN/cm2]	0,77
tensión máxima admisible en el hormigón	1,275
R	0,61
Estado	Verifica
Verificación flexión nariz	
Mu nariz [kNcm]	290,01
Zn nariz [kNcm]	17,85
Mn nariz [kNcm]	419,48
ϕ	0,90
Md nariz [kNcm]	377,53
R	0,77
Estado	Verifica

Estado de máxima tracción y corte

Verificación del espesor de la base debido a la tracción de los pernos	
N° de pernos por lado	2
Tu [kN] de perno por normal	21,31
Tu [kN] de perno por momento	8,79
Lx [cm]	26,76
Ly [cm]	5,71
Ly/Lx	0,21
Mu placa [kNcm] por Erturke	7,57
Bp placa [cm]	26,76
Mn placa [kNcm]	157,22
ϕ	0,9
Md placa [kNcm]	141,49
R	0,05
Estado	Verifica
Verificación tracción en los pernos	
N° de pernos	2,00
Tn [kN]	54,93
ϕ	0,75
Td [kN]	41,19
Tu [kN] =Tu+Mu/distancia	34,44
R	0,84
Estado	Verifica
Verificación presiones horizontales del hormigón en la nariz	
Área frontal nariz de corte [cm2]	60
Tensión hormigón ph [kN/cm2]	0,70
tensión máxima hormigón [kN/cm2]	1,275
R	0,55
Estado	Verifica
Verificación flexión nariz	
Mu nariz [kNcm]	263,63
Zn nariz [kNcm]	17,85
Mn nariz [kNcm]	419,48
ϕ	0,90
Md nariz [kNcm]	377,53
R	0,70
Estado	Verifica



9. DIMENSIONAMIENTO DE BASES

BASE COLUMNA CPT01

DATOS SUELO

Sigma adm [kPa]	80
ϕ [°]	7
c [kPa]	59
Peso esp. [kN/m3]	17,5

DATOS MATERIALES

f'c [MPa]	25
fy [MPa]	420

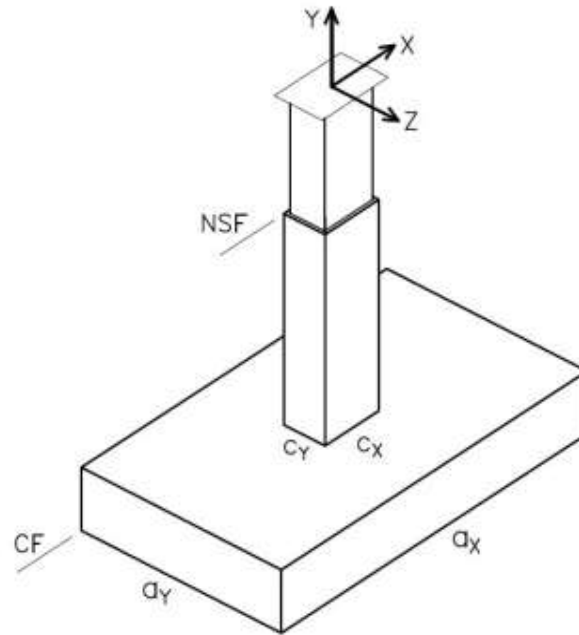
Dimensiones

Fuste

h [m]	1,5
Cx [m]	0,45
Cy [m]	0,28

Base

Amin [m2]	0,557625
Hmin [m]	0,3875
Hadop [m]	0,4
ax [m]	2
Aymin [m]	0,2788125
ay [m]	1,4
lvx [m]	0,775
lvy [m]	0,56



ELS

Solicitaciones a nivel sup. fuste

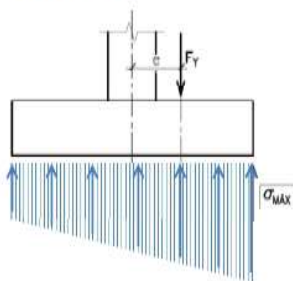
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Vsx [kN]	13,73	Vsx [kN]	21,27	Vsx [kN]	0
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0
Msx [kNm]	0	Msx [kNm]	0	Msx [kNm]	0
Msz [kNm]	0	Msz [kNm]	0	Msz [kNm]	0
Nsy [kN]	44,61	Nsy [kN]	-26,08	Nsy [kN]	0
Pp base [kN]	32,725	Pp base [kN]	32,725	Pp base [kN]	32,725
Pp suelo [kN]	70,1925	Pp suelo [kN]	70,1925	Pp suelo [kN]	70,1925

Solicitaciones a nivel de fundación

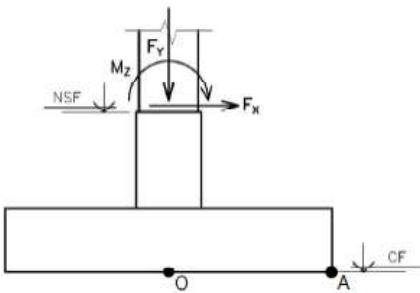
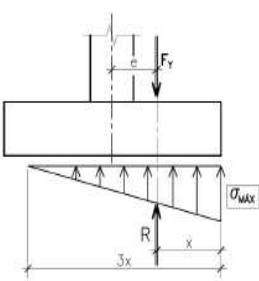
Vsx [kN]	13,73	Vsx [kN]	21,27	Vsx [kN]	0
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0
M0x [kNm]	0	M0x [kNm]	0	M0x [kNm]	0
M0z [kNm]	26,087	M0z [kNm]	40,413	M0z [kNm]	0
Nsy [kN]	147,5275	Nsy [kN]	76,8375	Nsy [kN]	102,9175

Máxima compresión			Máximo corte y tracción			-		
Distribución de tensiones en x								
ex [m]	0,18		ex [m]	0,53		ex [m]	0,00	
ax/6 [m]	0,33		ax/6 [m]	0,33		ax/6 [m]	0,33	
Trapezoidal			Sección eficaz			Trapezoidal		
Sigma max [kPa]	80,64		Sigma max [kPa]	77,19		Sigma max [kPa]	36,76	
Sigma adm [kPa]	94,00		Sigma adm [kPa]	106,40		Sigma adm [kPa]	80,00	
Ratio	0,86	<1	Ratio	0,73	<1	Ratio	0,46	<1
3x/ax	1,23	> 0,6	3x/ax	0,71	> 0,6	3x/ax	1,50	> 0,6
Distribución de tensiones en y								
ey [m]	0,00		ey [m]	0,00		ey [m]	0,00	
ay/6 [m]	0,23		ay/6 [m]	0,23		ay/6 [m]	0,23	
Trapezoidal			Trapezoidal			Trapezoidal		
Sigma max [kPa]	52,69		Sigma max [kPa]	27,44		Sigma max [kPa]	36,76	
Sigma adm [kPa]	80,00		Sigma adm [kPa]	80,00		Sigma adm [kPa]	80,00	
Ratio	0,66	<1	Ratio	0,34	<1	Ratio	0,46	<1
3y/ay	1,50	> 0,6	3y/ay	1,50	> 0,6	3y/ay	1,50	> 0,6
Verificación al vuelco								
Máxima compresión			Máximo corte y tracción			-		
Mvuelcox [kNm]	0		Mvuelcox [kNm]	0		Mvuelcox [kNm]	0	
Mestabx [kNm]	103,27		Mestabx [kNm]	53,79		Mestabx [kNm]	72,04	
Ratio	NO APLICA	>1,5	Ratio	NO APLICA	>1,5	Ratio	NO APLICA	>1,5
Mvuelcoz [kNm]	26,087		Mvuelcoz [kNm]	40,413		Mvuelcoz [kNm]	0	
Mestabz [kNm]	147,53		Mestabz [kNm]	76,84		Mestabz [kNm]	102,92	
Ratio	5,66	>1,5	Ratio	1,90	>1,5	Ratio	NO APLICA	>1,5
Verificación al deslizamiento								
Máxima compresión			Máximo corte y tracción			-		
Vsx [kN]	13,73		Vsx [kN]	21,27		Vsx [kN]	0	
Qsx [kN]	4573,78		Qsx [kN]	2374,05		Qsx [kN]	3215,66	
Ratio	333,12	>1,5	Ratio	111,62	>1,5	Ratio	NO APLICA	>1,5
Vsz [kN]	0		Vsz [kN]	0		Vsz [kN]	0	
Qsz [kN]	4573,78		Qsz [kN]	2421,67		Qsz [kN]	3215,66	
Ratio	NO APLICA	>1,5	Ratio	NO APLICA	>1,5	Ratio	NO APLICA	>1,5
ELU								
Solicitaciones a nivel sup. fuste								
Máxima compresión			Máximo corte y tracción			-		
Vux [kN]	26,5		Vux [kN]	34,27		Vux [kN]	0	
Vuz [kN]	0		Vuz [kN]	0		Vuz [kN]	0	
Mux [kNm]	0		Mux [kNm]	0		Mux [kNm]	0	
Muz [kNm]	0		Muz [kNm]	0		Muz [kNm]	0	

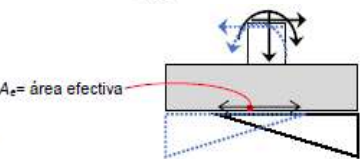
DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES EN TODA LA BASE



SECCIÓN EFICAZ:



$$Q_s = \frac{F_{Y\text{TOTAL}} \times \tan\left(\frac{2}{3}\phi\right) + 0.50 \times c \times A_e}{1.50}$$



Nuy [kN]	62,67	Nuy [kN]	-49,98	Nuy [kN]	0
Coef de carga D	1,2	Coef de carga D	0,9		1,2
Ppu base [kN]	39,27	Ppu base [kN]	29,4525	Ppu base [kN]	39,27
Ppu suelo [kN]	84,231	Ppu suelo [kN]	63,17325	Ppu suelo [kN]	84,231

Solicitaciones a nivel de fundación

Vux [kN]	26,5	Vux [kN]	34,27	Vux [kN]	0
Vuz [kN]	0	Vuz [kN]	0	Vuz [kN]	0
M0ux [kNm]	0	M0ux [kNm]	0	M0ux [kNm]	0
M0uz [kNm]	50,35	M0uz [kNm]	65,113	M0uz [kNm]	0
Nuy [kN]	186,171	Nuy [kN]	42,64575	Nuy [kN]	123,501

Distribución de tensiones en x

ex [m]	0,27	ex [m]	1,53	ex [m]	0,00
ax/6 [m]	0,33	ax/6 [m]	0,33	ax/6 [m]	0,33
Trapezoidal		Fuera de la sección		Trapezoidal	
x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA
3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA
Ix [m4]	0,93	Ix [m4]	0,93	Ix [m4]	0,93
Sigma max [kPa]	120,44	Sigma max [kPa]	NO APLICA	Sigma max [kPa]	44,11
Sigma min [kPa]	12,54	Sigma min [kPa]	NO APLICA	Sigma min [kPa]	44,11
Area efectiva [m2]	2,80	Area efectiva [m2]	NO APLICA	Area efectiva [m2]	2,80

NOTA: Si la excentricidad es mayor a la mitad de la base, no aplican los calculos de tensiones. Se calcula directamente con la carga.

Distribución de tensiones en y

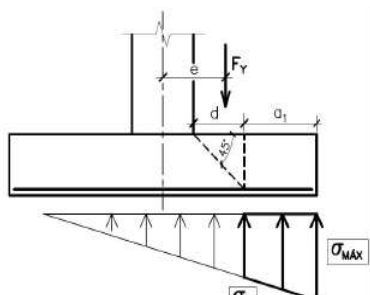
ey [m]	0,00	ey [m]	0,00	ey [m]	0,00
ay/6 [m]	0,23	ay/6 [m]	0,23	ay/6 [m]	0,23
Trapezoidal		Trapezoidal		Trapezoidal	
x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA
3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA
Iy [m4]	0,46	Iy [m4]	0,46	Iy [m4]	0,46
Sigma max [kPa]	66,49	Sigma max [kPa]	15,23	Sigma max [kPa]	44,11
Sigma min [kPa]	66,49	Sigma min [kPa]	15,23	Sigma min [kPa]	44,11
Área efectiva [m2]	2,80	Área efectiva [m2]	2,80	Área efectiva [m2]	2,80

Verificación del hormigón de la base al CORTE (COMO VIGA ANCHA)

Se toma el corte a una distancia "d" del filo

Φ	0,75
bw [m]	1
recubrimiento [m]	0,05
d [m]	0,34
Vc [kN]	283,33
Φ * Vc [kN]	212,50
a1x [m]	0,435 Evaluar corte
a1y [m]	0,22 Evaluar corte

$$\phi V_c \geq V_u$$



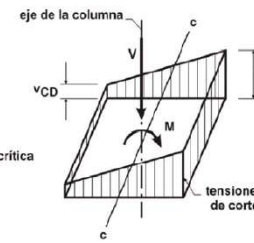
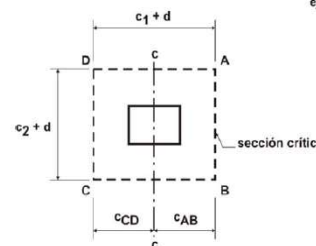
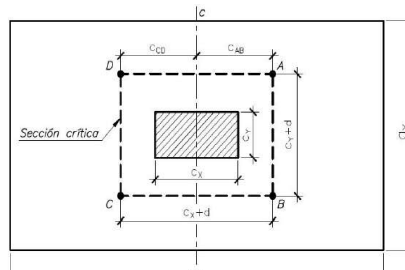
$$(11.3.1.1.) V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

σ_1

Corte en x					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Sigma 1 [kPa]	96,97	Sigma 1 [kPa]	NO APLICA	Sigma 1 [kPa]	44,11
Sigma min [kPa]	12,54	Sigma min [kPa]	NO APLICA	Sigma min [kPa]	44,11
Sigma max [kPa]	120,44	Sigma max [kPa]	NO APLICA	Sigma max [kPa]	44,11
Vu [kN]	47,29	Vu [kN]	42,65	Vu [kN]	19,19
Ratio	0,22 <1	Ratio	0,20 <1	Ratio	0,09 <1

Corte en y					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Sigma 1 [kPa]	66,49	Sigma 1 [kPa]	15,23	Sigma 1 [kPa]	44,11
Sigma min [kPa]	66,49	Sigma min [kPa]	15,23	Sigma min [kPa]	44,11
Sigma max [kPa]	66,49	Sigma max [kPa]	15,23	Sigma max [kPa]	44,11
Vu [kN]	14,63	Vu [kN]	3,35	Vu [kN]	9,70
Ratio	0,07 <1	Ratio	0,02 <1	Ratio	0,05 <1

Verificación del hormigón de la base al PUNZONADO					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
b1 [m]	0,79	b1 [m]	0,79	b1 [m]	0,79
b2 [m]	0,62	b2 [m]	0,62	b2 [m]	0,62
Yfx	0,57	Yfx	0,57	Yfx	0,57
Yvx	0,43	Yvx	0,43	Yvx	0,43
Yfy	0,63	Yfy	0,63	Yfy	0,63
Yvy	0,37	Yvy	0,37	Yvy	0,37
Ac [m2]	0,96	Ac [m2]	0,96	Ac [m2]	0,96
Cab [m]	0,395	Cab	0,395	Cab	0,395
Ccd [m]	0,395	Ccd	0,395	Ccd	0,395
Cda [m]	0,31	Cda	0,31	Cda	0,31
Ccb [m]	0,31	Ccb	0,31	Ccb	0,31
Jcx [m4]	0,099	Jcx [m4]	0,099	Jcx [m4]	0,099
Jcy [m4]	0,069	Jcy [m4]	0,069	Jcy [m4]	0,069
vu AB [KN/m2]	280,53	vu AB [KN/m2]	156,15	vu AB [KN/m2]	128,81
vu max [KN/m2]	280,53				
Φ	0,75				
β	1,607142857				
b0 [m]	2,82				
α	40				
Vc1 [KN]	1793,31				
Vc2 [KN]	2382,02				
Vc3 [KN]	1598,00				
Vc min [KN]	1598,00				
Φ Vc min [KN]	1198,50				



CIRSOC 201-2005 11.12.6.1.) "Cuando las cargas gravitatorias, las cargas debidas al viento o sismo, u otras fuerzas laterales produzcan la transmisión de un momento no balanceado M_u entre una losa y una columna, una fracción $\gamma_f \cdot M_u$ del momento no balanceado se debe transmitir por flexión de acuerdo con el artículo 13.5.3."

$$(13.5.3.2) \quad \gamma_f = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \quad \text{donde: } b_1 = c_x + d ; b_2 = c_y + d$$

Para elementos sin armadura de corte, $\phi V_c = \frac{\phi V_c}{b_0 \times d}$

V_c es el mínimo de los siguientes valores, según 11.12.2.1.:

$$a) V_{c1} = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \frac{\sqrt{f'_c} \times b_0 \times d}{6}$$

$$b) V_{c2} = \left(\alpha \times \frac{d}{b_0} + 2\right) \times \frac{\sqrt{f'_c} \times b_0 \times d}{12}$$

... $\alpha = 40$ (columnas interiores)

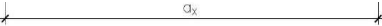
$$c) V_{c3} = \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_0 \times d$$

$$A_c = 2d \times (c_1 + c_2 + 2d)$$

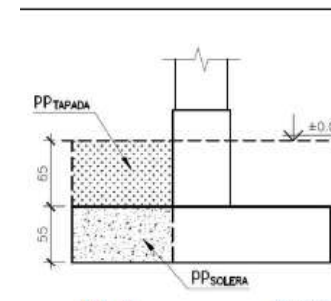
$$J_c = \frac{d \times (c_1 + d)^3}{6} + \frac{(c_1 + d) \times d^3}{6} + \frac{d \times (c_2 + d) \times (c_1 + d)^2}{2}$$

$$V_{uAB} = \frac{V_u}{A_c} + \frac{(1 - \gamma_f) M_u}{J_c} \times \frac{(c_1 + d)}{2}$$

$$V_u^* = V_u + \frac{(1 - \gamma_f) M_u}{J_c} \times (c_1 + d) \times d \times [(c_1 + d) + (c_2 + d)] \leq \phi V_c$$

Φ vc min [kN/m2]	1250,00				
Ratio	0,22 <1				
Verificación de la armadura a FLEXION					
Φ	0,9				
Armadura inferior en x					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Sigma 1 [kPa]	78,63	Sigma 1 [kPa]	#VALUE!	Sigma 1 [kPa]	44,11
Sigma max [kPa]	120,44	Sigma max [kPa]	NO APLICA	Sigma max [kPa]	44,11
Mu [kNm]	29,89	Mu [kNm]	65,11	Mu [kNm]	13,25
Mn [kNcm]	3321,18	Mn [kNcm]	7234,78	Mn [kNcm]	1471,78
mn	0,011	mn	0,025	mn	0,005
w	0,012	w	0,025	w	0,005
a [cm]	0,463	a [cm]	1,017	a [cm]	0,204
c [cm]	0,545	c [cm]	1,196	c [cm]	0,240
φ	0,006	φ	0,003	φ	0,012
εte	0,184 >0,005	εte	0,082 >0,005	εte	0,421 >0,005
Asnec [cm2/m]	2,34	Asnec [cm2/m]	5,14	Asnec [cm2/m]	1,03
Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	10
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79
sep [cm]	10	sep [cm]	10	sep [cm]	10
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85
1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm	

Armadura superior en x (solo en caso de sección eficaz)					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
PPTapada [kN/m]	26,25	PPTapada [kN/m]	26,25	PPTapada [kN/m]	26,25
PPhormigón [kN/m]	10,00	PPhormigón [kN/m]	10,00	PPhormigón [kN/m]	10,00
Coef. de mayoracion	1,200	Coef. de mayoracion	1,200	Coef. de mayoracion	1,200
Mu [kNm]	NO APLICA	Mu [kNm]	10,89	Mu [kNm]	NO APLICA
Mn [kNcm]	#VALUE!	Mn [kNcm]	1209,59	Mn [kNcm]	#VALUE!
mn	#VALUE!	mn	0,004	mn	#VALUE!
w	#VALUE!	w	0,004	w	#VALUE!
a [cm]	#VALUE!	a [cm]	0,168	a [cm]	#VALUE!
c [cm]	#VALUE!	c [cm]	0,197	c [cm]	#VALUE!
φ	#VALUE!	φ	0,015	φ	#VALUE!
εte	#VALUE! >0,005	εte	0,514 >0,005	εte	#VALUE! >0,005
Asnec [cm ² /m]	#VALUE!	Asnec [cm ² /m]	0,85	Asnec [cm ² /m]	#VALUE!
Asmin [cm ² /m]	7,20	Asmin [cm ² /m]	7,20	Asmin [cm ² /m]	7,20
Øb [mm]	10	Øb [mm]	6	Øb [mm]	10
Ab [cm ²]	0,79	Ab [cm ²]	0,28	Ab [cm ²]	0,79
sep [cm]	#VALUE!	sep [cm]	30	sep [cm]	#VALUE!



Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	#VALUE!	Asadop [cm2/m]	0,94	Asadop [cm2/m]	#VALUE!
NO APLICA		1Ø6 cada30 cm		NO APLICA	
Máxima compresión Armadura inferior en y Máximo corte y tracción -					
Sigma 1 [kPa]	66,49	Sigma 1 [kPa]	15,23	Sigma 1 [kPa]	44,11
Sigma max [kPa]	66,49	Sigma max [kPa]	15,23	Sigma max [kPa]	44,11
Mu [kNm]	10,43	Mu [kNm]	2,39	Mu [kNm]	6,92
Mn [kNcm]	1158,40	Mn [kNcm]	265,35	Mn [kNcm]	768,45
mn	0,004	mn	0,001	mn	0,003
w	0,004	w	0,001	w	0,003
a [cm]	0,161	a [cm]	0,037	a [cm]	0,107
c [cm]	0,189	c [cm]	0,043	c [cm]	0,125
φ	0,016	φ	0,069	φ	0,024
εte	0,536 >0,005	εte	2,356 >0,005	εte	0,811 >0,005
Asnec [cm2/m]	0,81	Asnec [cm2/m]	0,19	Asnec [cm2/m]	0,54
Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	10
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79
sep [cm]	10	sep [cm]	10	sep [cm]	10
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85
1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm	

BASE COLUMNA CPT02

DATOS SUELO

Sigma adm [kPa]	80
$\emptyset$ [%]	7
c [kPa]	59
Peso esp. [kN/m3]	18

DATOS MATERIALES

f'c [MPa]	25
fy [MPa]	420

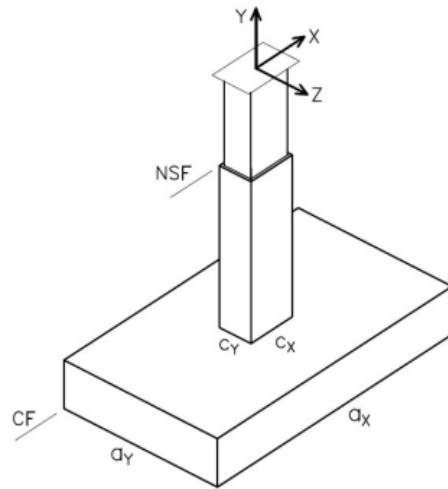
Dimensiones

Fuste

h [m]	1,65
Cx [m]	0,45
Cy [m]	0,28

Base

Amin [m2]	0,8245
Hmin [m]	0,255
Hadop [m]	0,25
ax [m]	1,4
Aymin [m]	0,589
ay [m]	1,3
lvx [m]	0,475
lvy [m]	0,51



ELS

Solicitaciones a nivel sup. fuste

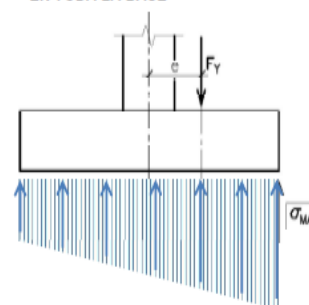
Máxima compresión		Máximo corte		Máxima tracción	
Vsx [kN]	1,5	Vsx [kN]	4,25	Vsx [kN]	1,99
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0
Msx [kNm]	0	Msx [kNm]	0	Msx [kNm]	0
Msz [kNm]	0	Msz [kNm]	0	Msz [kNm]	0
Nsy [kN]	65,96	Nsy [kN]	-16,71	Nsy [kN]	-19,97
Pp base [kN]	16,5725	Pp base [kN]	16,5725	Pp base [kN]	16,5725
Pp suelo [kN]	50,3118	Pp suelo [kN]	50,3118	Pp suelo [kN]	50,3118

Solicitaciones a nivel de fundación

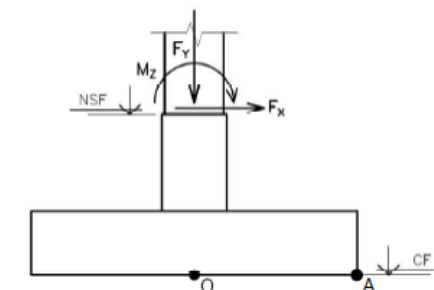
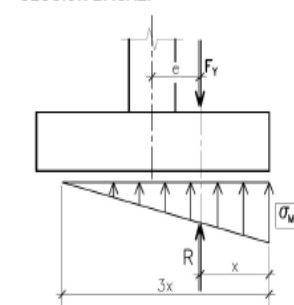
Vsx [kN]	1,5	Vsx [kN]	4,25	Vsx [kN]	1,99
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	0
M0x [kNm]	0	M0x [kNm]	0	M0x [kNm]	0
M0z [kNm]	2,85	M0z [kNm]	8,075	M0z [kNm]	3,781
Nsy [kN]	132,8443	Nsy [kN]	50,1743	Nsy [kN]	46,9143

Máxima compresión			Máximo corte			Máxima tracción		
Distribución de tensiones en x								
ex [m]	0,02		ex [m]	0,16		ex [m]	0,08	
ax/6 [m]	0,23		ax/6 [m]	0,23		ax/6 [m]	0,23	
Trapezoidal			Trapezoidal			Trapezoidal		
Sigma max [kPa]	79,70		Sigma max [kPa]	46,58		Sigma max [kPa]	34,68	
Sigma adm [kPa]	82,43		Sigma adm [kPa]	98,21		Sigma adm [kPa]	89,12	
Ratio	0,97 <1		Ratio	0,47 <1		Ratio	0,39 <1	
3x/ax	1,45 > 0,6		3x/ax	1,16 > 0,6		3x/ax	1,33 > 0,6	
Distribución de tensiones en y								
ey [m]	0,00		ey [m]	0,00		ey [m]	0,00	
ay/6 [m]	0,22		ay/6 [m]	0,22		ay/6 [m]	0,22	
Trapezoidal			Trapezoidal			Trapezoidal		
Sigma max [kPa]	72,99		Sigma max [kPa]	27,57		Sigma max [kPa]	25,78	
Sigma adm [kPa]	80,00		Sigma adm [kPa]	80,00		Sigma adm [kPa]	80,00	
Ratio	0,91 <1		Ratio	0,34 <1		Ratio	0,32 <1	
3y/ay	1,50 > 0,6		3y/ay	1,50 > 0,6		3y/ay	1,50 > 0,6	
Verificación al vuelco								
Máxima compresión			Máximo corte			Máxima tracción		
Mvuelcox [kNm]	0		Mvuelcox [kNm]	0		Mvuelcox [kNm]	0	
Mestabx [kNm]	86,35		Mestabx [kNm]	32,61		Mestabx [kNm]	30,49	
Ratio	NO APLICA >1,5		Ratio	NO APLICA >1,5		Ratio	NO APLICA >1,5	
Mvuelcoz [kNm]	2,85		Mvuelcoz [kNm]	8,075		Mvuelcoz [kNm]	3,781	
Mestabz [kNm]	92,99		Mestabz [kNm]	35,12		Mestabz [kNm]	32,84	
Ratio	32,63 >1,5		Ratio	4,35 >1,5		Ratio	8,69 >1,5	
Verificación al deslizamiento								
Máxima compresión			Máximo corte			Máxima tracción		
Vsx [kN]	1,5		Vsx [kN]	4,25		Vsx [kN]	1,99	
Qsx [kN]	4097,92		Qsx [kN]	1581,09		Qsx [kN]	1481,84	
Ratio	2731,95 >1,5		Ratio	372,02 >1,5		Ratio	744,64 >1,5	
Vsz [kN]	0		Vsz [kN]	0		Vsz [kN]	0	
Qsz [kN]	4097,92		Qsz [kN]	1581,09		Qsz [kN]	1481,84	
Ratio	NO APLICA >1,5		Ratio	NO APLICA >1,5		Ratio	NO APLICA >1,5	
ELU								
Solicitaciones a nivel sup. fuste								
Máxima compresión			Máximo corte			Máxima tracción		
Vux [kN]	3,42		Vux [kN]	5,26		Vux [kN]	6,11	
Vuz [kN]	0		Vuz [kN]	0		Vuz [kN]	0	
Mux [kNm]	0		Mux [kNm]	0		Mux [kNm]	0	
Muz [kNm]	0		Muz [kNm]	0		Muz [kNm]	0	

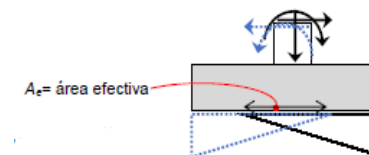
DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES
EN TODA LA BASE



SECCIÓN EFICAZ:



$$Q_s = \frac{F_{YTOTAL} \times \operatorname{tg}\left(\frac{2}{3}\phi\right) + 0.50 \times c \times A_e}{1.50}$$



Nuy [kN]	91,43	Nuy [kN]	64,21	Nuy [kN]	-39,04
Coef de carga D	1,2	Coef de carga D	1,2		0,9
Ppu base [kN]	19,887	Ppu base [kN]	19,887	Ppu base [kN]	14,91525
Ppu suelo [kN]	60,37416	Ppu suelo [kN]	60,37416	Ppu suelo [kN]	45,28062

Solicitaciones a nivel de fundación

Vux [kN]	3,42	Vux [kN]	5,26	Vux [kN]	6,11
Vuz [kN]	0	Vuz [kN]	0	Vuz [kN]	0
M0ux [kNm]	0	M0ux [kNm]	0	M0ux [kNm]	0
M0uz [kNm]	6,498	M0uz [kNm]	9,994	M0uz [kNm]	11,609
Nuy [kN]	171,69116	Nuy [kN]	144,47116	Nuy [kN]	21,15587

Distribución de tensiones en x

ex [m]	0,04	ex [m]	0,07	ex [m]	0,55
ax/6 [m]	0,23	ax/6 [m]	0,23	ax/6 [m]	0,23
	Trapezoidal		Trapezoidal		Sección eficaz
x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA	x [m]	0,15
3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA	3x [m]	0,45
Ix [m4]	0,30	Ix [m4]	0,30	Ix [m4]	0,30
Sigma max [kPa]	109,64	Sigma max [kPa]	102,91	Sigma max [kPa]	71,72
Sigma min [kPa]	79,03	Sigma min [kPa]	55,85	Sigma min [kPa]	0,00
Area efectiva [m2]	1,82	Area efectiva [m2]	1,82	Area efectiva [m2]	0,64

Distribución de tensiones en y

ey [m]	0,00	ey [m]	0,00	ey [m]	0,00
ay/6 [m]	0,22	ay/6 [m]	0,22	ay/6 [m]	0,22
	Trapezoidal		Trapezoidal		Trapezoidal
x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA
3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA
Iy [m4]	0,26	Iy [m4]	0,26	Iy [m4]	0,26
Sigma max [kPa]	94,34	Sigma max [kPa]	79,38	Sigma max [kPa]	11,62
Sigma min [kPa]	94,34	Sigma min [kPa]	79,38	Sigma min [kPa]	11,62
Área efectiva [m2]	1,82	Área efectiva [m2]	1,82	Área efectiva [m2]	1,82

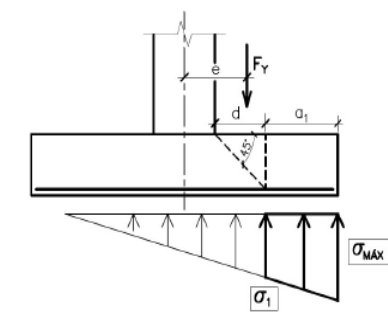
Verificación del hormigón de la base al CORTE (COMO VIGA ANCHA)

Se toma el corte a una distancia "d" del filo

Φ	0,75
bw [m]	1
recubrimiento [m]	0,05
d [m]	0,19
Vc [kN]	158,33
Φ * Vc [kN]	118,75
a1x [m]	0,285 Evaluar corte
a1y [m]	0,32 Evaluar corte

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$(11311)V_c = \frac{1}{2} \times \sqrt{f'} \times b \times d$$

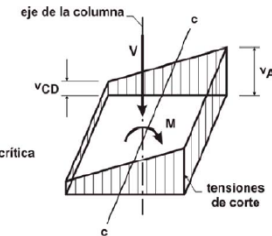
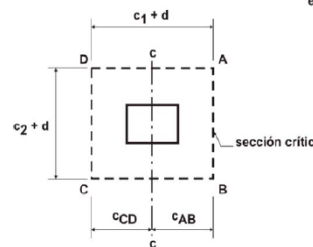
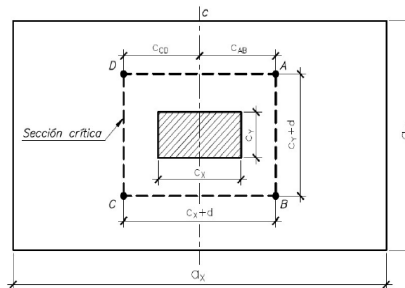


$$V_c = \frac{1}{\phi} \times \sqrt{f_c} \times D_w \times a$$

Máxima compresión		Corte en x Máximo corte		Máxima tracción	
Sigma 1 [kPa]	103,41	Sigma 1 [kPa]	93,33	Sigma 1 [kPa]	26,68
Sigma min [kPa]	79,03	Sigma min [kPa]	55,85	Sigma min [kPa]	0,00
Sigma max [kPa]	109,64	Sigma max [kPa]	102,91	Sigma max [kPa]	71,72
Vu [kN]	30,36	Vu [kN]	27,96	Vu [kN]	14,02
Ratio	0,26 <1	Ratio	0,24 <1	Ratio	0,12 <1

Máxima compresión		Corte en y Máximo corte		Máxima tracción	
Sigma 1 [kPa]	94,34	Sigma 1 [kPa]	79,38	Sigma 1 [kPa]	11,62
Sigma min [kPa]	94,34	Sigma min [kPa]	79,38	Sigma min [kPa]	11,62
Sigma max [kPa]	94,34	Sigma max [kPa]	79,38	Sigma max [kPa]	11,62
Vu [kN]	30,19	Vu [kN]	25,40	Vu [kN]	3,72
Ratio	0,25 <1	Ratio	0,21 <1	Ratio	0,03 <1

Verificación del hormigón de la base al PUNZONADO					
Máxima compresión		Máximo corte		Máxima tracción	
b1 [m]	0,64	b1 [m]	0,64	b1 [m]	0,64
b2 [m]	0,47	b2 [m]	0,47	b2 [m]	0,47
Yfx	0,56	Yfx	0,56	Yfx	0,56
Yvx	0,44	Yvx	0,44	Yvx	0,44
Yfy	0,64	Yfy	0,64	Yfy	0,64
Yvy	0,36	Yvy	0,36	Yvy	0,36
Ac [m2]	0,42	Ac [m2]	0,42	Ac [m2]	0,42
Cab [m]	0,32	Cab	0,32	Cab	0,32
Ccd [m]	0,32	Ccd	0,32	Ccd	0,32
Cda [m]	0,235	Cda	0,235	Cda	0,235
Ccb [m]	0,235	Ccb	0,235	Ccb	0,235
Jcx [m4]	0,027	Jcx [m4]	0,027	Jcx [m4]	0,027
Jcy [m4]	0,017	Jcy [m4]	0,017	Jcy [m4]	0,017
vu AB [KN/m2]	440,34	vu AB [KN/m2]	393,73	vu AB [KN/m2]	109,65
vu max [KN/m2]	440,34				
Φ	0,75				
β	1,607142857				
b0 [m]	2,22				
α	40				
Vc1 [KN]	788,92				
Vc2 [KN]	856,13				
Vc3 [KN]	703,00				
Vc min [KN]	703,00				
Φ Vc min [KN]	527,25				
Φ vc min [KN/m2]	1250,00				



CIRSOC 201-2005 11.12.6.1.) "Cuando las cargas gravitatorias, las cargas debidas al viento o sismo, u otras fuerzas laterales produzcan la transmisión de un momento no balanceado M_u entre una losa y una columna, una fracción $\gamma_f \cdot M_u$ del momento no balanceado se debe transmitir por flexión de acuerdo con el artículo 13.5.3."

$$(13.5.3.2) \quad \gamma_f = \frac{l}{l + \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \quad \text{donde: } b_1 = c_x + d ; b_2 = c_y + d$$

$$\text{Para elementos sin armadura de corte, } \phi_{v_s} = \frac{\phi V_c}{b_0 \times d}$$

V_c es el mínimo de los siguientes valores, según 11.12.2.1.:

$$a) V_{c1} = \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \frac{\sqrt{f'_c} \times b_0 \times d}{6}$$

$$b) V_{c2} = \left(\alpha \times \frac{d}{b_0} + 2 \right) \times \frac{\sqrt{f'_c}}{12} \times b_0 \times d$$

... $\alpha = 40$ (columnas interiores)

$$c) V_{c3} = \frac{l}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_0 \times d$$

$$J_c = \frac{d \times (c_1 + d)^3}{6} + \frac{(c_1 + d) \times d^3}{6} + \frac{d \times (c_2 + d) \times (c_1 + d)^2}{2}$$

$$v_{uAB} = \frac{V_u}{A_c} + \frac{(1 - \gamma_f) M_u}{J_c} \times \frac{(c_1 + d)}{2}$$

$$A_c = 2d \times (c_1 + c_2 + 2d)$$

Ratio	0,35 <1
-------	---------

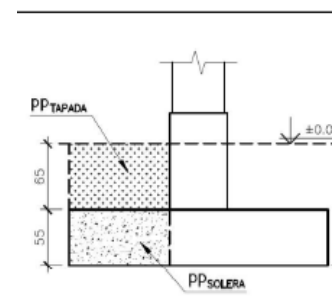
Verificación de la armadura a FLEXION

Φ	0,9
---	-----

Armadura inferior en x					
Máxima compresión		Máximo corte		Máxima tracción	
Sigma 1 [kPa]	99,25	Sigma 1 [kPa]	86,94	Sigma 1 [kPa]	0,00
Sigma max [kPa]	109,64	Sigma max [kPa]	102,91	Sigma max [kPa]	71,72
Mu [kNm]	11,78	Mu [kNm]	10,71	Mu [kNm]	5,27
Mn [kNcm]	1309,20	Mn [kNcm]	1189,91	Mn [kNcm]	585,38
mn	0,015	mn	0,013	mn	0,006
w	0,015	w	0,013	w	0,007
a [cm]	0,327	a [cm]	0,297	a [cm]	0,146
c [cm]	0,385	c [cm]	0,349	c [cm]	0,171
φ	0,008	φ	0,009	φ	0,018
εte	0,145 >0,005	εte	0,160 >0,005	εte	0,330 >0,005
Asnec [cm2/m]	1,65	Asnec [cm2/m]	1,50	Asnec [cm2/m]	0,74
Asmin [cm2/m]	4,50	Asmin [cm2/m]	4,50	Asmin [cm2/m]	4,50
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	10
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79
sep [cm]	17	sep [cm]	17	sep [cm]	17
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	4,62	Asadop [cm2/m]	4,62	Asadop [cm2/m]	4,62
1Ø10 cada17 cm		1Ø10 cada17 cm		1Ø10 cada17 cm	

Armadura superior en x (solo en caso de sección eficaz)					
Máxima compresión		Máximo corte		Máxima tracción	
PPTapada [kN/m]	29,70	PPTapada [kN/m]	29,70	PPTapada [kN/m]	29,70
PPhormigón [kN/m]	6,25	PPhormigón [kN/m]	6,25	PPhormigón [kN/m]	6,25
Coef. de mayoracion	1,200	Coef. de mayoracion	1,200	Coef. de mayoracion	1,200
Mu [kNm]	NO APLICA	Mu [kNm]	NO APLICA	Mu [kNm]	4,06
Mn [kNcm]	NO APLICA	Mn [kNcm]	NO APLICA	Mn [kNcm]	450,62
mn	NO APLICA	mn	NO APLICA	mn	0,005
w	NO APLICA	w	NO APLICA	w	0,005
a [cm]	NO APLICA	a [cm]	NO APLICA	a [cm]	0,112
c [cm]	NO APLICA	c [cm]	NO APLICA	c [cm]	0,132
φ	NO APLICA	φ	NO APLICA	φ	0,023
εte	NO APLICA >0,005	εte	NO APLICA >0,005	εte	0,430 >0,005
Asnec [cm2/m]		Asnec [cm2/m]	NO APLICA	Asnec [cm2/m]	0,57
Asmin [cm2/m]	4,50	Asmin [cm2/m]	4,50	Asmin [cm2/m]	4,50
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	6
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,28
sep [cm]		sep [cm]	NO APLICA	sep [cm]	30
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30

$$V_u^* = V_u + \frac{(1 - \gamma_f) M_u}{J_c} \times (c_1 + d) \times d \times [(c_1 + d) + (c_2 + d)] \leq \Phi V_c$$



Asadop [cm2/m]		Asadop [cm2/m]	NO APLICA	Asadop [cm2/m]	0,94
NO APLICA		NO APLICA		1Ø6 cada30 cm	
Armadura inferior en y					
Máxima compresión		Máximo corte		Máxima tracción	
Sigma 1 [kPa]	94,34	Sigma 1 [kPa]	79,38	Sigma 1 [kPa]	11,62
Sigma max [kPa]	94,34	Sigma max [kPa]	79,38	Sigma max [kPa]	11,62
Mu [kNm]	12,27	Mu [kNm]	10,32	Mu [kNm]	1,51
Mn [kNcm]	1363,15	Mn [kNcm]	1147,04	Mn [kNcm]	167,97
mn	0,015	mn	0,013	mn	0,002
w	0,015	w	0,013	w	0,002
a [cm]	0,341	a [cm]	0,286	a [cm]	0,042
c [cm]	0,401	c [cm]	0,337	c [cm]	0,049
φ	0,007	φ	0,009	φ	0,061
εte	0,139 >0,005	εte	0,166 >0,005	εte	1,160 >0,005
Asnec [cm2/m]	1,72	Asnec [cm2/m]	1,45	Asnec [cm2/m]	0,21
Asmin [cm2/m]	4,50	Asmin [cm2/m]	4,50	Asmin [cm2/m]	4,50
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	6
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,28
sep [cm]	17	sep [cm]	17	sep [cm]	6
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	4,62	Asadop [cm2/m]	4,62	Asadop [cm2/m]	4,71
1Ø10 cada17 cm		1Ø10 cada17 cm		1Ø6 cada6 cm	

BASE COLUMNA CPT03

DATOS SUELO

Sigma adm [kPa]	80
ϕ [°]	7
c [kPa]	59
Peso esp. [kN/m3]	18

DATOS MATERIALES

f'c [MPa]	25
fy [MPa]	420

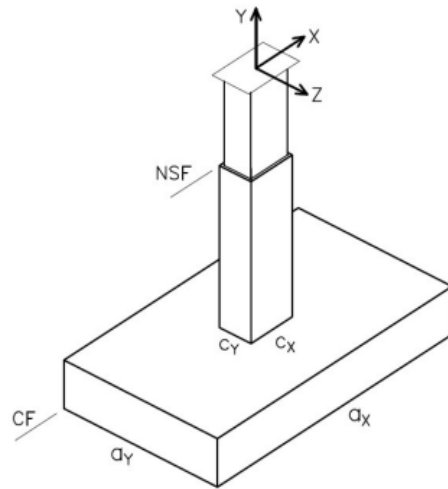
Dimensiones

Fuste

h [m]	1,5
Cx [m]	0,45
Cy [m]	0,28

Base

Amin [m2]	0,4475
Hmin [m]	0,3875
Hadop [m]	0,4
ax [m]	2
Aymin [m]	0,22375
ay [m]	1,4
lvx [m]	0,775
lvy [m]	0,56



ELS

Solicitaciones a nivel sup. fuste

Máxima compresión

Máximo corte y tracción

-

Vsx [kN]	14,64	Vsx [kN]	24,04	Vsx [kN]	0
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	1,51	Vsz [kN]	0
Msx [kNm]	0	Msx [kNm]	0	Msx [kNm]	0
Msz [kNm]	0	Msz [kNm]	0	Msz [kNm]	0
Nsy [kN]	35,8	Nsy [kN]	-22,78	Nsy [kN]	0
Pp base [kN]	32,725	Pp base [kN]	32,725	Pp base [kN]	32,725
Pp suelo [kN]	72,198	Pp suelo [kN]	72,198	Pp suelo [kN]	72,198

Solicitaciones a nivel de fundación

Vsx [kN]	14,64	Vsx [kN]	24,04	Vsx [kN]	0
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	1,51	Vsz [kN]	0
M0x [kNm]	0	M0x [kNm]	2,869	M0x [kNm]	0
M0z [kNm]	27,816	M0z [kNm]	45,676	M0z [kNm]	0
Nsy [kN]	140,723	Nsy [kN]	82,143	Nsy [kN]	104,923

Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Distribución de tensiones en x					
ex [m]	0,20	ex [m]	0,56	ex [m]	0,00
ax/6 [m]	0,33	ax/6 [m]	0,33	ax/6 [m]	0,33
Trapezoidal		Sección eficaz		Trapezoidal	
Sigma max [kPa]	80,06	Sigma max [kPa]	88,11	Sigma max [kPa]	37,47
Sigma adm [kPa]	95,66	Sigma adm [kPa]	106,40	Sigma adm [kPa]	80,00
Ratio	0,84 <1	Ratio	0,83 <1	Ratio	0,47 <1
3x/ax	1,20 > 0,6	3x/ax	0,67 > 0,6	3x/ax	1,50 > 0,6

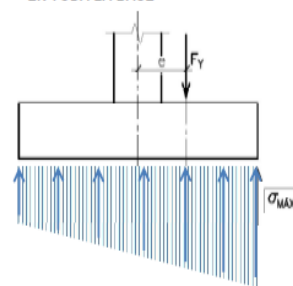
Distribución de tensiones en y					
ey [m]	0,00	ey [m]	0,03	ey [m]	0,00
ay/6 [m]	0,23	ay/6 [m]	0,23	ay/6 [m]	0,23
Trapezoidal		Trapezoidal		Trapezoidal	
Sigma max [kPa]	50,26	Sigma max [kPa]	33,73	Sigma max [kPa]	37,47
Sigma adm [kPa]	80,00	Sigma adm [kPa]	83,95	Sigma adm [kPa]	80,00
Ratio	0,63 <1	Ratio	0,40 <1	Ratio	0,47 <1
3y/ay	1,50 >0,6	3y/ay	1,43 >0,6	3y/ay	1,50 >0,6

Verificación al vuelco					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Mvuelcox [kNm]	0	Mvuelcox [kNm]	2,869	Mvuelcox [kNm]	0
Mestabx [kNm]	98,51	Mestabx [kNm]	57,50	Mestabx [kNm]	73,45
Ratio	NO APLICA >1,5	Ratio	20,04 >1,5	Ratio	NO APLICA >1,5
Mvuelcoz [kNm]	27,816	Mvuelcoz [kNm]	45,676	Mvuelcoz [kNm]	0
Mestabz [kNm]	140,72	Mestabz [kNm]	82,14	Mestabz [kNm]	104,92
Ratio	5,06 >1,5	Ratio	1,80 >1,5	Ratio	NO APLICA >1,5

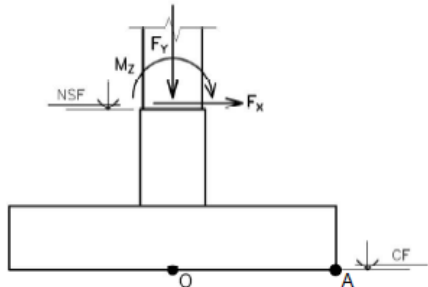
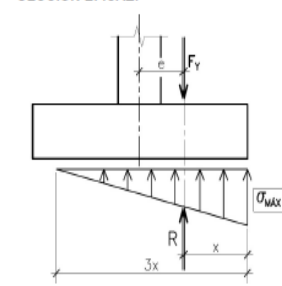
Verificación al deslizamiento					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Vsx [kN]	14,64	Vsx [kN]	24,04	Vsx [kN]	0
Qsx [kN]	4366,63	Qsx [kN]	2528,13	Qsx [kN]	3276,72
Ratio	298,27 >1,5	Ratio	105,16 >1,5	Ratio	NO APLICA >1,5
Vsz [kN]	0	Vsz [kN]	1,51	Vsz [kN]	0
Qsz [kN]	4366,63	Qsz [kN]	2583,20	Qsz [kN]	3276,72
Ratio	NO APLICA >1,5	Ratio	1710,73 >1,5	Ratio	NO APLICA >1,5

ELU					
Solicitaciones a nivel sup. fuste					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Vux [kN]	27,53	Vux [kN]	38,62	Vux [kN]	0
Vuz [kN]	0	Vuz [kN]	1,9	Vuz [kN]	0
Mux [kNm]	0	Mux [kNm]	0	Mux [kNm]	0
Muz [kNm]	0	Muz [kNm]	0	Muz [kNm]	0

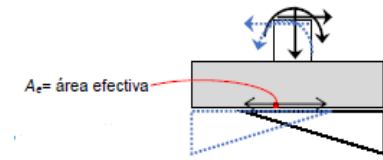
DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES EN TODA LA BASE



SECCIÓN EFICAZ:



$$Q_s = \frac{F_{YTOTAL} \times \lg\left(\frac{2}{3}\phi\right) + 0.50 \times c \times A_e}{1.50}$$



Nuy [kN]	50,46	Nuy [kN]	-42,7	Nuy [kN]	0
Coef de carga D	1,2	Coef de carga D	0,9		1,2
Ppu base [kN]	39,27	Ppu base [kN]	29,4525	Ppu base [kN]	39,27
Ppu suelo [kN]	86,6376	Ppu suelo [kN]	64,9782	Ppu suelo [kN]	86,6376

Solicitaciones a nivel de fundación

Vux [kN]	27,53	Vux [kN]	38,62	Vux [kN]	0
Vuz [kN]	0	Vuz [kN]	1,9	Vuz [kN]	0
M0ux [kNm]	0	M0ux [kNm]	3,61	M0ux [kNm]	0
M0uz [kNm]	52,307	M0uz [kNm]	73,378	M0uz [kNm]	0
Nuy [kN]	176,3676	Nuy [kN]	51,7307	Nuy [kN]	125,9076

Distribución de tensiones en x

ex [m]	0,30	ex [m]	1,42	ex [m]	0,00
ax/6 [m]	0,33	ax/6 [m]	0,33	ax/6 [m]	0,33
Trapezoidal		Fuera de la sección		Trapezoidal	
x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA
3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA
Ix [m4]	0,93	Ix [m4]	0,93	Ix [m4]	0,93
Sigma max [kPa]	119,03	Sigma max [kPa]	NO APLICA	Sigma max [kPa]	44,97
Sigma min [kPa]	6,95	Sigma min [kPa]	NO APLICA	Sigma min [kPa]	44,97
Area efectiva [m2]	2,80	Area efectiva [m2]	NO APLICA	Area efectiva [m2]	2,80

NOTA: Si la excentricidad es mayor a la mitad de la base, no aplican los calculos de tensiones. Se calcula directamente con la carga.

Distribución de tensiones en y

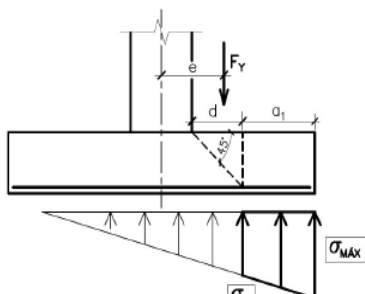
ey [m]	0,00	ey [m]	0,07	ey [m]	0,00
ay/6 [m]	0,23	ay/6 [m]	0,23	ay/6 [m]	0,23
Trapezoidal		Trapezoidal		Trapezoidal	
x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA	x [m]	NO APLICA
3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA	3x [m]	NO APLICA
Iy [m4]	0,46	Iy [m4]	0,46	Iy [m4]	0,46
Sigma max [kPa]	62,99	Sigma max [kPa]	24,00	Sigma max [kPa]	44,97
Sigma min [kPa]	62,99	Sigma min [kPa]	10,58	Sigma min [kPa]	44,97
Área efectiva [m2]	2,80	Área efectiva [m2]	2,80	Área efectiva [m2]	2,80

Verificación del hormigón de la base al CORTE (COMO VIGA ANCHA)

Se toma el corte a una distancia "d" del filo

Φ	0,75
bw [m]	1
recubrimiento [m]	0,05
d [m]	0,34
Vc [kN]	283,33
$\Phi * Vc$ [kN]	212,50
a1x [m]	0,435 Evaluar corte
a1y [m]	0,22 Evaluar corte

$$\phi V_c \geq V_u$$



$$(11.3.1.1.) V_c = \frac{l}{\phi} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

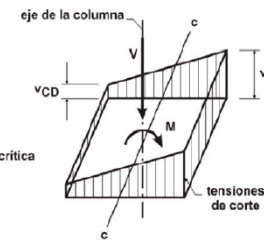
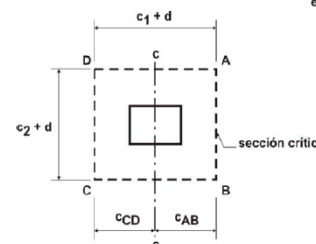
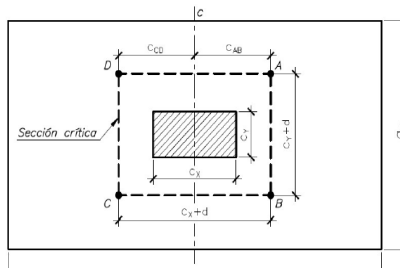
u₁

Corte en x					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Sigma 1 [kPa]	94,65	Sigma 1 [kPa]	NO APLICA	Sigma 1 [kPa]	44,97
Sigma min [kPa]	6,95	Sigma min [kPa]	NO APLICA	Sigma min [kPa]	44,97
Sigma max [kPa]	119,03	Sigma max [kPa]	NO APLICA	Sigma max [kPa]	44,97
Vu [kN]	46,48	Vu [kN]	51,73	Vu [kN]	19,56
Ratio	0,22 <1	Ratio	0,24 <1	Ratio	0,09 <1

Corte en y					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
Sigma 1 [kPa]	62,99	Sigma 1 [kPa]	21,89	Sigma 1 [kPa]	44,97
Sigma min [kPa]	62,99	Sigma min [kPa]	10,58	Sigma min [kPa]	44,97
Sigma max [kPa]	62,99	Sigma max [kPa]	24,00	Sigma max [kPa]	44,97
Vu [kN]	13,86	Vu [kN]	5,05	Vu [kN]	9,89
Ratio	0,07 <1	Ratio	0,02 <1	Ratio	0,05 <1

Verificación del hormigón de la base al PUNZONADO					
Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	

b1 [m]	0,79	b1 [m]	0,79	b1 [m]	0,79
b2 [m]	0,62	b2 [m]	0,62	b2 [m]	0,62
Yfx	0,57	Yfx	0,57	Yfx	0,57
Yvx	0,43	Yvx	0,43	Yvx	0,43
Yfy	0,63	Yfy	0,63	Yfy	0,63
Yvy	0,37	Yvy	0,37	Yvy	0,37
Ac [m2]	0,96	Ac [m2]	0,96	Ac [m2]	0,96
Cab [m]	0,395	Cab	0,395	Cab	0,395
Ccd [m]	0,395	Ccd	0,395	Ccd	0,395
Cda [m]	0,31	Cda	0,31	Cda	0,31
Ccb [m]	0,31	Ccb	0,31	Ccb	0,31
Jcx [m4]	0,099	Jcx [m4]	0,099	Jcx [m4]	0,099
Jcy [m4]	0,069	Jcy [m4]	0,069	Jcy [m4]	0,069
vu AB [KN/m2]	273,66	vu AB [KN/m2]	185,81	vu AB [KN/m2]	131,32
vu max [KN/m2]	273,66				
Φ	0,75				
β	1,607142857				
b0 [m]	2,82				
α	40				
Vc1 [KN]	1793,31				
Vc2 [KN]	2382,02				
Vc3 [KN]	1598,00				
Vc min [KN]	1598,00				
Φ Vc min [KN]	1198,50				



CIRSOC 201-2005 11.12.6.1.) "Cuando las cargas gravitatorias, las cargas debidas al viento o sismo, u otras fuerzas laterales produzcan la transmisión de un momento no balanceado M_u entre una losa y una columna, una fracción $\gamma_f \cdot M_u$ del momento no balanceado se debe transmitir por flexión de acuerdo con el artículo 13.5.3."

$$(13.5.3.2.) \gamma_f = \frac{l}{l + \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \quad \text{donde: } b_1 = c_x + d ; b_2 = c_y + d$$

Para elementos sin armadura de corte, $\phi_{Vc} = \frac{\phi V_c}{b_o \times d}$

V_c es el mínimo de los siguientes valores, según 11.12.2.1.:

$$a) V_{c1} = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \frac{\sqrt{f'_c} \times b_o \times d}{6}$$

$$b) V_{c2} = \left(\alpha \times \frac{d}{b_o} + 2\right) \times \frac{\sqrt{f'_c}}{12} \times b_o \times d$$

... $\alpha = 40$ (columnas interiores)

$$c) V_{c3} = \frac{l}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d$$

$$A_c = 2d \times (c_1 + c_2 + 2d)$$

$$J_c = \frac{d \times (c_1 + d)^3}{6} + \frac{(c_1 + d) \times d^3}{6} + \frac{d \times (c_2 + d) \times (c_1 + d)^2}{2}$$

$$V_{uAB} = \frac{V_u}{A_c} + \frac{(1 - \gamma_f) M_u}{J_c} \times \frac{(c_1 + d)}{2}$$

$$V_u^* = V_u + \frac{(1 - \gamma_f) M_u}{J_c} \times (c_1 + d) \times d \times [(c_1 + d) + (c_2 + d)] \leq \phi V_c$$

Φ vc min [kN/m2]	1250,00
Ratio	0,22 <1

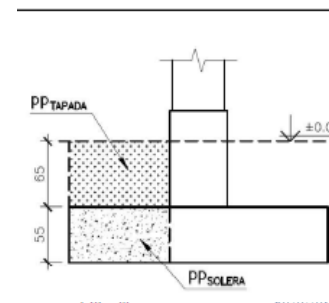
Verificación de la armadura a FLEXION

Φ 0,9

Máxima compresión		Armadura inferior en x Máximo corte y tracción		-	
Sigma 1 [kPa]	75,60	Sigma 1 [kPa]	#VALUE!	Sigma 1 [kPa]	44,97
Sigma max [kPa]	119,03	Sigma max [kPa]	NO APLICA	Sigma max [kPa]	44,97
Mu [kNm]	29,22	Mu [kNm]	73,38	Mu [kNm]	13,50
Mn [kNcm]	3247,21	Mn [kNcm]	8153,11	Mn [kNcm]	1500,46
mn	0,011	mn	0,028	mn	0,005
w	0,011	w	0,029	w	0,005
a [cm]	0,452	a [cm]	1,148	a [cm]	0,208
c [cm]	0,532	c [cm]	1,350	c [cm]	0,245
φ	0,006	φ	0,002	φ	0,012
εte	0,189 >0,005	εte	0,073 >0,005	εte	0,413 >0,005
Asnec [cm2/m]	2,29	Asnec [cm2/m]	5,81	Asnec [cm2/m]	1,05
Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	10
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79
sep [cm]	10	sep [cm]	10	sep [cm]	10
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85
1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm	

Armadura superior en x (solo en caso de sección eficaz)

Máxima compresión		Máximo corte y tracción		-	
PPTapada [kN/m]	27,00	PPTapada [kN/m]	27,00	PPTapada [kN/m]	27,00
PPhormigón [kN/m]	10,00	PPhormigón [kN/m]	10,00	PPhormigón [kN/m]	10,00
Coef. de mayoracion	1,200	Coef. de mayoracion	1,200	Coef. de mayoracion	1,200
Mu [kNm]	NO APLICA	Mu [kNm]	11,11	Mu [kNm]	NO APLICA
Mn [kNcm]	#VALUE!	Mn [kNcm]	1234,62	Mn [kNcm]	#VALUE!
mn	#VALUE!	mn	0,004	mn	#VALUE!
w	#VALUE!	w	0,004	w	#VALUE!
a [cm]	#VALUE!	a [cm]	0,171	a [cm]	#VALUE!
c [cm]	#VALUE!	c [cm]	0,202	c [cm]	#VALUE!
φ	#VALUE!	φ	0,015	φ	#VALUE!
εte	#VALUE! >0,005	εte	0,503 >0,005	εte	#VALUE! >0,005
Asnec [cm2/m]	#VALUE!	Asnec [cm2/m]	0,87	Asnec [cm2/m]	#VALUE!
Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20
Øb [mm]	10	Øb [mm]	6	Øb [mm]	10
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,28	Ab [cm2]	0,79
sep [cm]	#VALUE!	sep [cm]	30	sep [cm]	#VALUE!



Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	#VALUE!	Asadop [cm2/m]	0,94	Asadop [cm2/m]	#VALUE!
NO APLICA		1Ø6 cada30 cm		NO APLICA	
Máxima compresión Armadura inferior en y Máximo corte y tracción -					
Sigma 1 [kPa]	62,99	Sigma 1 [kPa]	18,63	Sigma 1 [kPa]	44,97
Sigma max [kPa]	62,99	Sigma max [kPa]	24,00	Sigma max [kPa]	44,97
Mu [kNm]	9,88	Mu [kNm]	3,34	Mu [kNm]	7,05
Mn [kNcm]	1097,40	Mn [kNcm]	371,39	Mn [kNcm]	783,43
mn	0,004	mn	0,001	mn	0,003
w	0,004	w	0,001	w	0,003
a [cm]	0,152	a [cm]	0,051	a [cm]	0,109
c [cm]	0,179	c [cm]	0,061	c [cm]	0,128
φ	0,017	φ	0,050	φ	0,023
εte	0,567 >0,005	εte	1,682 >0,005	εte	0,795 >0,005
Asnec [cm2/m]	0,77	Asnec [cm2/m]	0,26	Asnec [cm2/m]	0,55
Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20	Asmin [cm2/m]	7,20
Øb [mm]	10	Øb [mm]	10	Øb [mm]	10
Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79	Ab [cm2]	0,79
sep [cm]	10	sep [cm]	10	sep [cm]	10
Smax [cm]	30	Smax [cm]	30	Smax [cm]	30
Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85	Asadop [cm2/m]	7,85
1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm		1Ø10 cada10 cm	

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



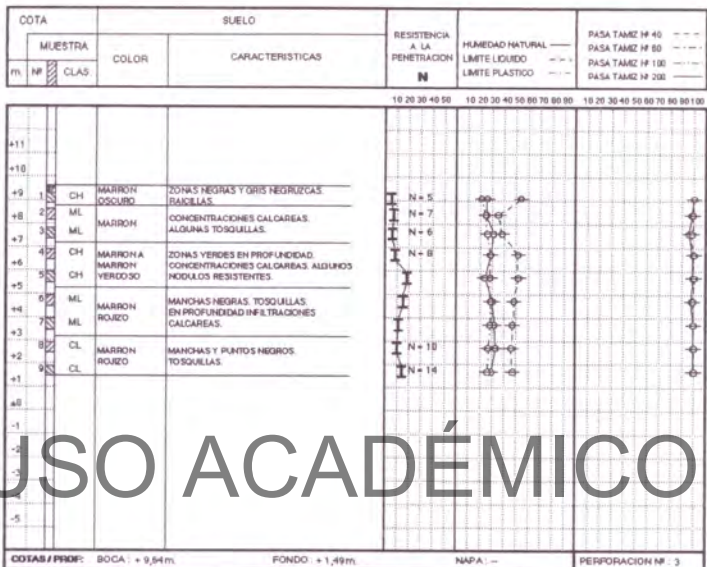
Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 09: ESTUDIO DE SUELOS

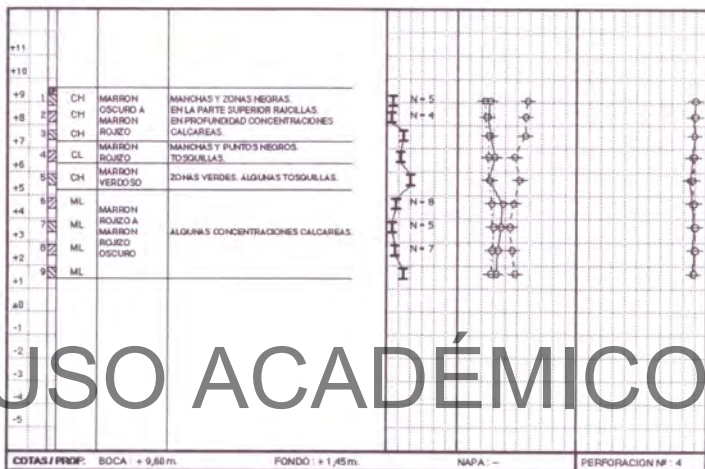
*Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, en
cumplimiento parcial de los requisitos para alcanzar la titulación en*

Ingeniería Civil

Febrero de 2026



USO ACADÉMICO



USO ACADÉMICO

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 10: CAÑERÍA DE RECHAZO

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anexo se describe el procedimiento de cálculo empleado para el dimensionamiento de la cañería de rechazo. Para su realización se parte de las recomendaciones dadas por el *Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento* (ENOHSA), específicamente se hace uso del Capítulo IX: “Conducción de agua cruda y tratada”. La definición de los sucesivos tramos de cañería y el perfil longitudinal se indican en el *PLANO 05: Cañería de rechazo*, el cual servirá de referencia para el presente anexo.

Como se mencionó en el informe del presente proyecto, previo a la ejecución del mismo, deberá solicitarse la **Factibilidad de Vertimiento** y la **Autorización de Volcamiento** a los organismos competentes, incluyendo las áreas de Medio Ambiente e Hidráulica de la Municipalidad de Rosario y los organismos provinciales correspondientes, de acuerdo a lo estipulado en la resolución provincial.

1.1 Elección del punto de vuelco

El punto del vuelco del agua de rechazo de la POI se proyecta en el Arroyo Saladillo, considerado como curso de agua superficial y cuerpo receptor final conforme a la definición establecida en el Anexo I de la Resolución N°1089/82 de la Provincia de Santa Fe que establece el “Reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales”. La viabilidad de la elección del cuerpo receptor ya se evaluó en el ítem 6.6.2 del informe.

Además, tal como se expuso en este mismo apartado, con el objetivo de aprovechar la infraestructura existente y optimizar la traza de la cañería, se opta por una conducción entubada desde la POI, por calle Nuevo Camino a Soldini, hasta el Emisario 14.

2. CAUDALES

Los caudales a derivar corresponden a picos de 61,6 m³/h por módulo según proveedor. Haciendo un total de 184,8 m³/h para los tres módulos.

◆ Desagüe a pie de equipo para recibir el Concentrado de Ósmosis Inversa de forma continua a razón de 21,6 m³/h y Picos de 61,6 m³/h.

Figura 01. Caudal de rechazo por módulo según proveedor.

3. MATERIALIDAD

La cañería de rechazo será de polietileno de alta densidad (PEAD) clase PE100 PN 10¹. La determinación de los diámetros nominales se realiza a partir de los valores indicados en la Tabla 02².

¹ Polietileno de alta densidad (PE100), diseñado para trabajar con una presión máxima de 10 bar (1 MPa), a una temperatura de 20 °C durante una vida útil de 50 años

² Diámetros obtenidos del catálogo del proveedor Tigre para cañerías de PEAD

Ø Ext.	PN25 S3,2 SDR7,4	PN16 S4 SDR9	PN12,5 S5 SDR11	PN10 S6 SDR13,6	PN8 S8 SDR17	PN6 S10 SDR21	PN5 S12,5 SDR26	PN4 S16 SDR33	PN3,2 S20 SDR41
20	2,8	v	2,0	x	x	x	x	x	x
25	3,5	2,8	2,3	2,0	x	x	x	x	x
32	4,4	3,6	2,9	2,4	2,0	x	x	x	x
40	5,5	4,5	3,7	3,0	2,4	2,0	x	x	x
50	6,9	5,6	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0	x	x
63	8,6	7,1	5,8	4,7	3,8	3,0	2,5	2,0	x
75	10,3	8,4	6,8	5,6	4,5	3,6	2,9	2,3	2,0
90	12,3	10,1	8,2	6,7	5,4	4,3	3,5	2,8	2,2
110	15,1	12,3	10,0	8,1	6,6	5,3	4,2	3,4	2,7
125	17,1	14,0	11,4	9,2	7,4	6,0	4,8	3,9	3,1
140	19,2	15,7	12,7	10,3	8,3	6,7	5,4	4,3	3,5
160	21,6	17,9	14,6	11,8	9,5	7,7	6,2	4,9	4,0
180	24,6	20,1	16,4	13,3	10,7	8,9	6,9	5,5	4,4
200	27,4	22,4	18,2	14,7	11,9	9,6	7,7	6,2	4,9
225	30,8	25,2	20,5	16,6	13,4	10,8	8,6	6,9	5,5
250	34,2	27,9	22,7	18,4	14,8	11,9	9,6	7,7	6,2
280	38,3	31,3	25,4	20,6	16,6	13,4	10,7	8,6	6,9
315	43,1	35,2	28,6	23,2	18,7	15,0	12,1	9,7	7,7
355	48,5	39,7	32,2	26,1	21,1	16,9	13,6	10,9	8,7
400	54,7	44,7	36,3	29,4	23,7	19,1	15,3	12,3	9,8
450	61,5	50,3	40,9	33,1	26,7	21,5	17,2	13,8	11,0
500	x	55,8	45,4	36,8	29,7	23,9	19,1	15,3	12,3
560	x	62,5	50,8	41,2	33,2	26,7	21,4	17,2	13,7
630	x	70,3	57,2	46,3	37,4	30,0	24,1	19,3	15,4

Tabla 02. Diámetros nominales cañerías de PEAD. Fuente: Tigre.

4. TRAZADO

Para el trazado del perfil longitudinal de la cañería de rechazo se consideran dos puntos de paso. El primero de ellos es la cota de intradós de salida de la POI y el segundo, la cota de intradós de llegada a la cámara del Emisario 14.

No se tienen limitaciones de pendientes (mínimas o máximas) dado que se trata de una **conducción a presión**. Esto responde a dos motivos: por un lado, a recomendaciones del fabricante de módulos de ósmosis y por otro, la topografía de la zona imposibilita el desarrollo de una cañería a gravedad que descargue en el Emisario.

Además, se debe verificar una **tapada mínima** que garantice una protección adecuada ante cualquier esfuerzo externo a que la cañería pueda estar sometida. Según recomendaciones del ENOHSA esta tiene un valor de 1,0 m pero de acuerdo a criterios de la empresa prestataria del servicio de agua potable en la Provincia de Santa Fe (Aguas Santafesinas S.A), se toma 1,5 m como mínimo por tratarse de un pavimento a nivel no definitivo.

Finalmente, si bien no existe un límite teórico para la **tapada máxima**, por razones de orden práctico, de excavación y para los materiales utilizados, se aconseja no superar 6 m.

El perfil longitudinal de las cañerías se presenta en el *PLANO 05: Cañería de rechazo*.

5. DIMENSIONAMIENTO CAÑERÍA DE RECHAZO

5.1 DIÁMETRO CAÑERÍAS

Se utiliza la ecuación de continuidad, donde:

$$Q = V * A$$

Donde:

- Q: Caudal volumétrico [m³/h]
- V: Velocidad del fluido [m/s]
- A: Área de la sección transversal [m²]

Para su determinación se considera que la **velocidad del flujo** dentro de la cañería no debe superar los **2,5 m/s**, siendo deseable una velocidad de 2,0 m/s. Conociendo el caudal derivado de cada módulo, y aplicando la ecuación de continuidad, se obtiene el área máxima de cada tramo de la cañería de impulsión.

5.2 PÉRDIDAS DE CARGA

La pérdida de carga que tiene lugar en una conducción representa la pérdida de energía de un flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento y singularidades.

i- Pérdidas continuas:

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción en cañerías a presión se utiliza la **Fórmula de William-Hazen**, la cual se describe a continuación:

$$H_f = L * j = L * 10,61 \cdot \frac{1}{C^{1,85}} \cdot \frac{1}{D^{4,87}} \cdot Q^{1,85}$$

Donde:

- H_f: Pérdida de carga continua [mca].
- C: Coeficiente de Williams-Hazen que depende del material y de la edad de la cañería. Se extrae de la Tabla 03, para cañerías de PEAD, adoptando un valor de C = 150.

Material	C: Williams-Hazen
Plástico (PE, PVC)	140 – 150
Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio	140
Acero nuevo	140 – 145
Hierro Galvanizado	130
Fundición	130 – 140
Hormigón o Revest. de Hormigón	120 - 140

Tabla 03. Coeficiente C de Williams-Hazen para diferentes tipos de material de las cañerías.

- D: Diámetro de cañería [m].
- Q: Caudal erogado por cada bomba [m³/s].

- L: Longitud del tramo considerado [m].

ii- Pérdidas localizadas:

Son aquellas pérdidas de carga producidas por diferentes accesorios, válvulas y componentes del sistema. El cálculo de las mismas para un accesorio “i” se expresa como una proporción de la altura de velocidad, como se indica en la siguiente ecuación:

$$H_{li} = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- H_{li}: Pérdida de carga localizada del accesorio “i” [mca].
- k: Coeficiente adimensional que depende de cada elemento particular (codo, curva, tipo de válvula, etc) y del número de Reynolds.
- V: Velocidad media del flujo calculada en general para el diámetro nominal del accesorio [m/s].
- g: Aceleración local de la gravedad [m/s²]. Se adopta igual a 9,81 m/s².

iii- Pérdidas totales del sistema:

La pérdida de carga total del sistema “H_s” se obtiene como la suma de la pérdidas localizadas y las pérdidas continuas:

$$HT = H_f + H_{li}$$

Donde:

- H_f: Pérdida de carga continua [mca].
- H_{li}: Pérdida de carga localizada del accesorio “i” [mca].

5.3 VERIFICACIÓN DE PRESIÓN

Para el agua de rechazo se considera por recomendación del fabricante una pérdida de presión del 40% en relación a la presión que aporta la bomba de alta presión de cada módulo. Considerando entonces que según proveedor la bomba de alta presión brinda 10 bar de presión, se adopta 6 bares como presión a la salida de la planta.

Con este valor de presión y conociendo las cotas de salida de la planta y la cota de vuelco en el Emisario 14, se verifica si la misma es suficiente para no requerir bombeo extra mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = h_f + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$$

Donde los subíndices 1 corresponden a la salida de la POI y los subíndices 2 corresponden a la llegada en el Emisario 14.

Los términos de velocidad se cancelan ya que se considera una velocidad constante dentro de la cañería. La presión a la salida se considera igual a la atmosférica, por tratarse de una cámara ventilada. De esta manera, la ecuación queda reducida a:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 - h_f = z_2$$

5.5 RESULTADOS

En la Tabla 04 se resumen los resultados obtenidos para cada tramo, donde se ha determinado con las ecuaciones anteriormente mencionadas, sus correspondientes diámetros y pérdidas de carga totales. En la Tabla 05 se verifica la cota de llegada al emisario.

La numeración de nudos y tramos que se han considerado para este desarrollo se presenta en la Figura 02.

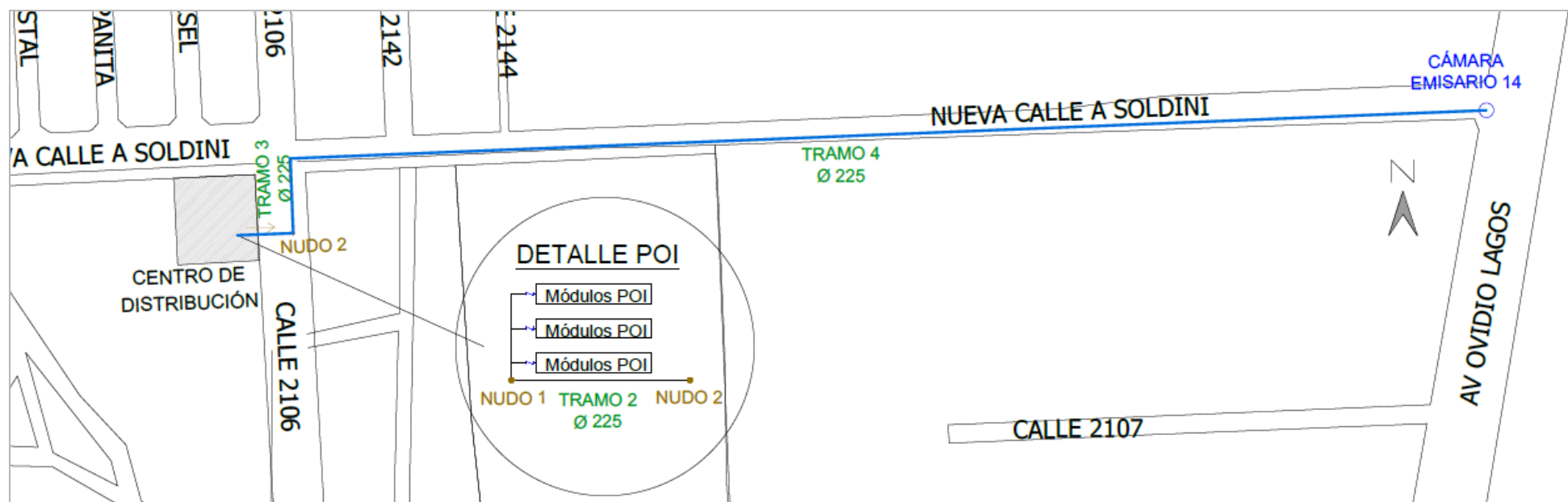


Figura 02. Numeración de tramos y nudos para dimensionamiento de cañería de rechazo

N° de Tramo	Referencia (desde - hasta)	Long [m]	Q acum [m3/h]	V [m/s]	Área necesaria [cm2]	Diam int preliminar [mm]	Diam ext adopt [mm]	Diam int adopt [mm]	V real [m/s]	Pérdidas continuas "hf"[mca]	Pérdidas localizada "hl"[mca]	Pérdida total "h" [mca]
1	POI - Nudo 1	7,50	184,80	2	256,7	181	225	191,8	1,78	0,10	1,45	1,54
2	Nudo 1 - Nudo 2	50,00	184,80	2	256,7	181	225	191,8	1,78	0,64	0,34	0,98
3	Nudo 2 - Nudo 3	41,35	184,80	2	256,7	181	225	191,8	1,78	0,53	0,29	0,82
4	Nudo 3 - Nudo 4	682,00	184,80	2	256,7	181	225	191,8	1,78	8,72	2,98	11,70
										Pérdidas totales		15,04

Tabla 04. Diámetros de cañería y pérdidas de carga por tramo

Verificación de Cota Emisario 14		
Z1	28,4	m
P1	600000	Pa
P2	0	Pa
V1	1,78	m/s
V2	1,78	m/s
g	9,81	m/s ²
Gamma	9810	N/m ³
Pérdidas	15,04	mca
Z final	74,53	m
Cota emisario	26,46	m
Verifica		

Tabla 05. Verificación cota llegada E14.

()Nota: Se considera presión atmosférica en la cámara de conexión al Emisario por tratarse de una boca ventilada.*

En síntesis, el agua de rechazo sale de los módulos de ósmosis inversa con la presión definida por el fabricante. Con dicha presión recorre la totalidad de la conducción y, como consecuencia de las pérdidas de carga, esta va disminuyendo hasta alcanzar la cámara de conexión al emisario, la cual es ventilada, permitiendo la disipación de presiones y evitando la generación de sobrepresiones en el punto de vuelco. En este punto, el efluente se descarga en forma de chorro con una velocidad del orden de 1,8 m/s, valor que no resulta erosivo; asimismo, el caudal erogado es bajo, lo que permite afirmar que no se generan inconvenientes en la descarga al emisario.

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO 11: SISTEMA REGULADOR PLUVIAL

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

Ingeniería Civil

Febrero de 2026

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anexo se describe el procedimiento de cálculo empleado para el dimensionamiento de las secciones de los diferentes componentes del sistema de desagüe pluvial del proyecto. Puntualmente, para el dimensionamiento del reservorio, se tomó como base la Ordenanza Municipal 8334/2008 “Proyecto de Regulación de Desagües Pluviales”. Para el dimensionamiento de los conductos se utilizó el “Manual Técnico. Desagües Cloacales y Pluviales” de la empresa AWADUCT.

2. INTENSIDAD DE LA LLUVIA

Se calcula la intensidad de la lluvia utilizando la tabla correspondiente a las curvas (IDR) Intensidad-Duración-Recurrencia de la ciudad de Rosario como muestra la Figura 01.

Recurrencia	A	B	C
5 Años	1849,4000	17,2800	0,8079
100 Años	2400,0000	15,0040	0,7767

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

Figura 01. Tabla IDR - Ordenanza N° 8334/08

En este punto se aclara que el manual de AWADUCT (pág 29, Desagües pluviales: precipitación de diseño) adopta una recurrencia de 100 años y un tiempo de concentración (tc) de 1 hora, por los tanto, se utilizarán los valores de la Figura 01 correspondiente a dicha recurrencia y el tc adoptado en el manual.

$$I[mm/h] = 2400 / (15,0040 + 60min)^{0,7767} = 84 mm/h$$

3. CONDUCTOS

Para el dimensionamiento de los conductos se calcularon las áreas de aporte para cada uno y se adoptó:

- Para conductos verticales: Cañería sección circular de PVC.
- Para conductos horizontales de techo: Canaleta de zinc.
- Para conductos horizontales a nivel de piso: Canaleta de hormigón con rejilla.

Lo expresado se muestra en el esquema de la Figura 02 para la planta de techos y Figura 03 para la planta de nivel de piso.

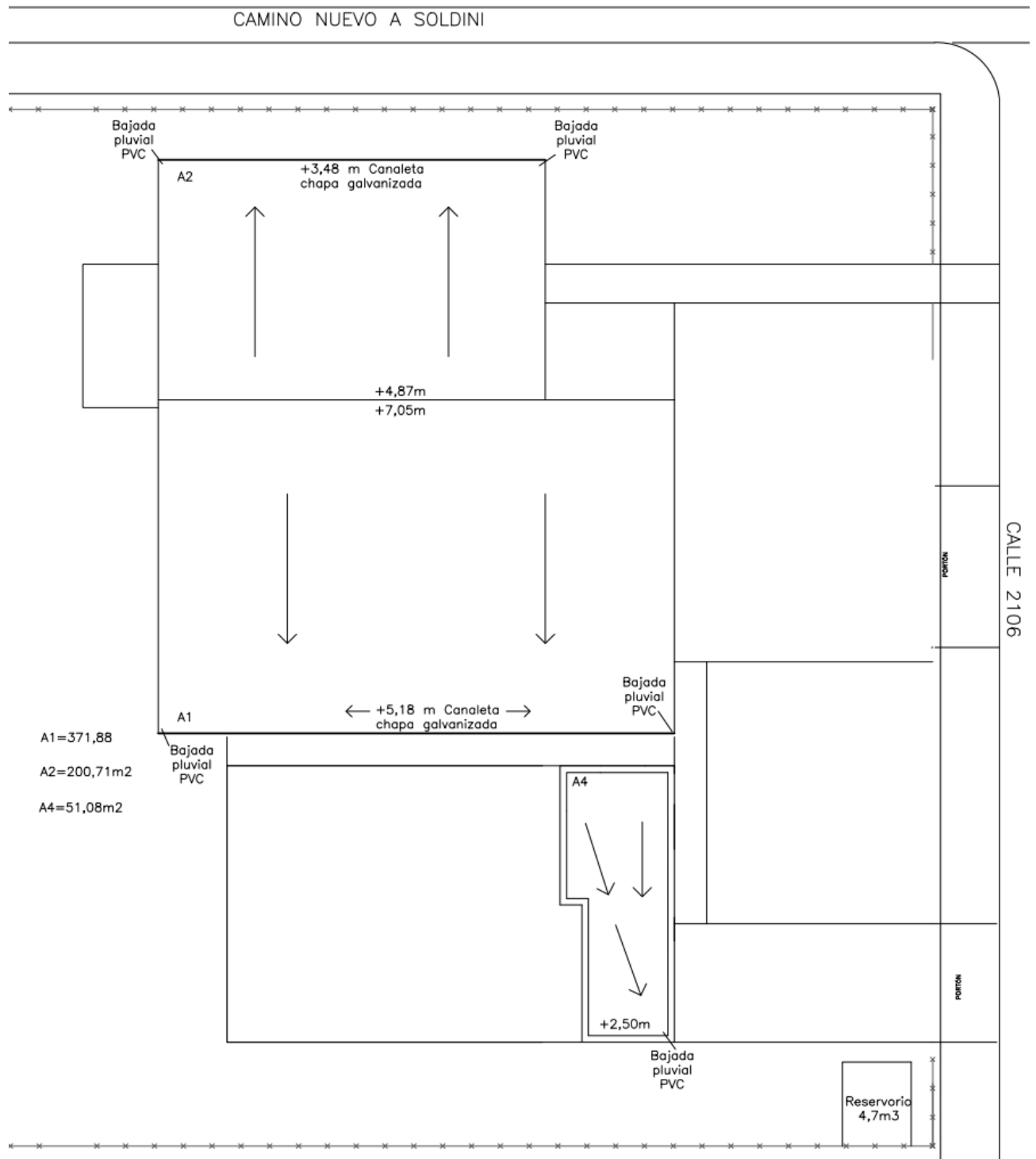


Figura 02. Áreas de aporte y tipos de conductos. Planta de techos.

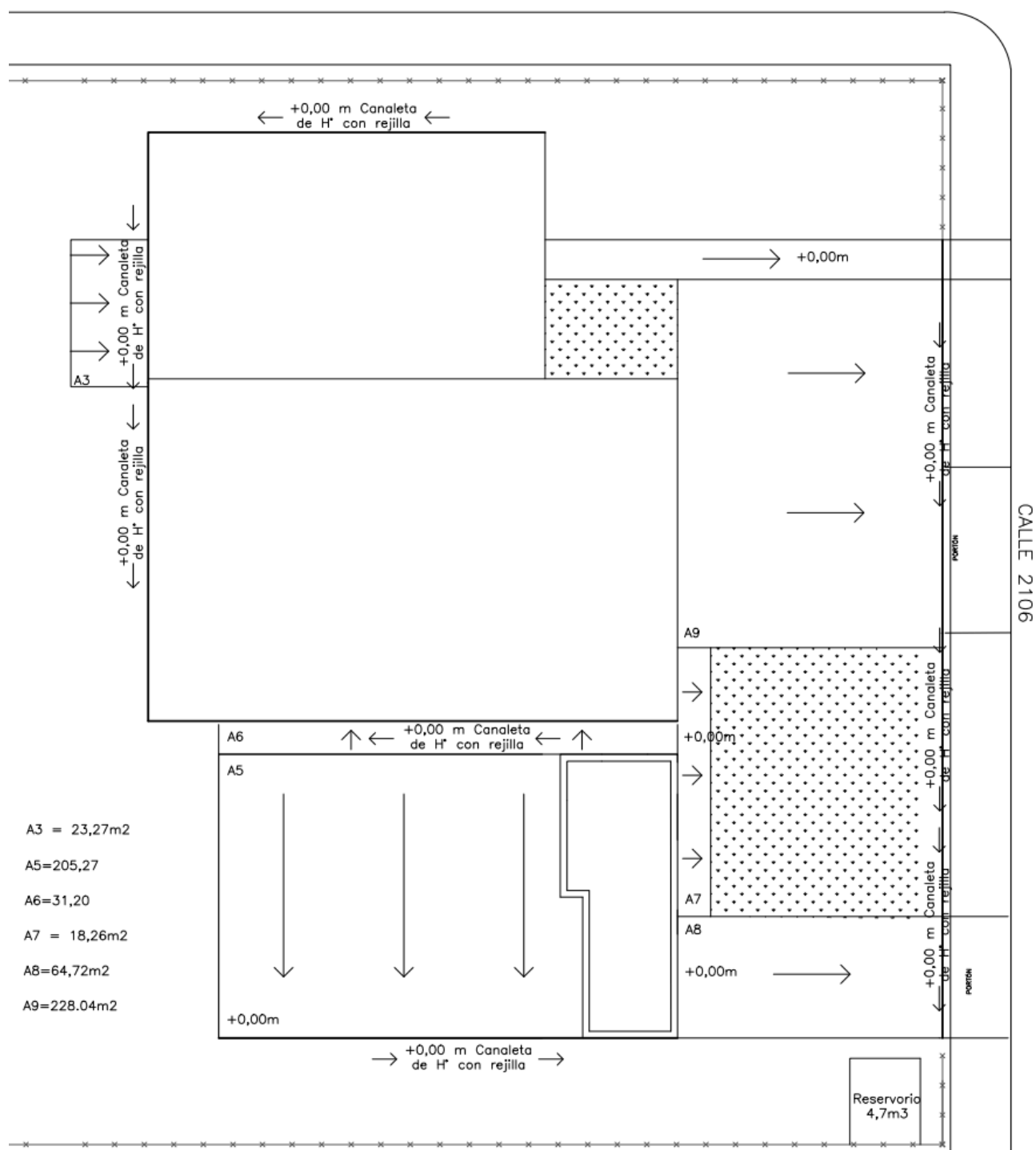


Figura 03. Áreas de aporte y tipos de conductos. Planta de nivel de piso.

Las secciones de los conductos se obtuvieron mediante la utilización del catálogo de AWADUCT el cual tiene en cuenta la intensidad de la lluvia y el área de aporte de la misma. Se adjunta en Figura 04 la tabla correspondiente a cañerías verticales y en Figura 05 la tabla correspondiente a cañerías horizontales.

CAÑERÍAS VERTICALES (CAÑOS DE LLUVIA)											
Precipitación de diseño mm/h											
Diámetro nominal	Caudal l/s	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Superficie de desagüe, m ²											
50	1.5	268	134	89	67	54	45	38	34	30	27
63	2.9	518	259	173	129	104	86	74	65	58	52
110	13.0	2342	1171	781	586	468	390	335	293	260	234
160	35.4	6369	3185	2123	1592	1274	1062	910	796	708	637

Caudales calculados a partir de la fórmula de Wylie-Eaton para cañerías de rugosidad 0,010 trabajando a sección 25% llena.

Figura 04. Cañerías verticales AWADUCT

CAÑERÍAS HORIZONTALES (CONDUCTALES)													
Precipitación de diseño mm/h													
Pendiente	diám. nom.	vel. m/s	caudal l/s	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Superficie de Desagüe, m ²													
0.5% 1:200	50	0.4	0.7	119	59	40	30	24	20	17	15	13	12
	63	0.5	1.3	229	114	76	57	46	38	33	29	25	23
	110	0.7	5.8	1035	518	345	259	207	173	148	129	115	104
	160	0.9	15.6	2815	1408	938	704	563	469	402	352	313	282
1% 1:100	50	0.6	0.9	167	84	56	42	33	28	24	21	19	17
	63	0.7	1.8	324	162	108	81	65	54	46	41	36	32
	110	1.0	8.1	1463	732	488	366	293	244	209	183	163	146
	160	1.2	22.1	3982	1991	1327	995	796	664	569	498	442	398
1.5% 1:67	50	0.7	1.1	205	103	68	51	41	34	29	26	23	21
	63	0.8	2.2	396	198	132	99	79	66	57	50	44	40
	110	1.2	10.0	1793	896	598	448	359	299	256	224	199	179
	160	1.5	27.1	4876	2438	1625	1219	975	813	697	610	542	488

Caudales y velocidades calculados a partir de la fórmula de Manning para cañerías de rugosidad 0.010 conduciendo agua a temperatura ambiente en régimen de canal abierto. Para tendidos cloacales domiciliarios e industriales considerar la cañería trabajando a un 50% de capacidad (multiplicar por los caudales indicados en tabla).

Figura 05. Cañerías horizontales AWADUCT

Si bien el resultado obtenido de intensidad de la lluvia fue de 84 mm/h, para los dos casos se consideró aceptable adoptar una precipitación de 80 mm/h para utilizar las tablas de AWADUCT y utilizar dichos resultados.

Por otro lado, para las cañerías horizontales, se ejecutó una analogía entre las secciones obtenidas por tabla de AWADUCT y las adoptadas finalmente en el proyecto. A saber:

- Para los conductos de hormigón se adoptaron pendientes según necesidad considerando un mínimo del 1% y se dimensionó una sección mayor a la obtenida según AWADUCT debido a la rugosidad propia del material.
- Para los conductos de zinc, se adoptaron pendientes del 1% y se dimensionó con las secciones disponibles en el mercado

Lo expresado anteriormente llevó a obtener los resultados que se muestran en las Tablas 01, 02 y 03.

Conductos verticales PVC			
ÁREA	A [m2]	0,5 A [m2]	D [mm]
A1	371,88	185,94	110
A2	200,71	100,36	110
A4	51,08	-	50

Tabla 01. Dimensionamiento conductos verticales

Conductos Horizontales Canaleta H° con Rejilla				
ÁREA	A [m2]	D [mm]	A circular [cm2]	Área H° 15*10h [cm2]
A2+A3	223,98	110	95	150
0,5 A1+A6	217,14	110	95	150
A5+A4 (*)	256,35	110	95	150
A9+A8 (*)	292,76	110	95	150
Conductos Horizontal PVC(*)				
A1+A2+A3+A6	627,06	160	-	-

Tabla 02. Dimensionamiento conductos horizontales de H°

(*) Estos conductos tienen una prolongación hacia el reservorio que se explicará más adelante. Estas prolongaciones serán caños enterrados de PVC

Conductos Horizontales Canaletas Zinc					
ÁREA	A [m2]	0,5 A [m2]	D [mm]	A circular [cm2]	Área 1/2 caña Zinc [cm2]
A1	371,88	185,94	110	95	177
A2	200,71	100,36	110	95	177

Tabla 03. Dimensionamiento conductos horizontales de zinc

4. RESERVORIO

Para el cálculo del reservorio se siguieron los lineamientos que estipula la Ordenanza Municipal 8334/2008 “Proyecto de Regulación de Desagües Pluviales”. En lo referido a este punto, establece una tabla de volúmenes de reservorio según el área impermeabilizada por la obra. La misma se muestra en la Figura 06.

Sup. Imp.	Altura de Presión	Reducción	Volumen Cubierta Horizontal	Volumen Cubierta Inclinada
100 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,040 m	650 litros	660 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,040 m		
	1,50 m <	0,040 m		
200 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,050 m	1200 litros	1300 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,040 m		
	1,50 m <	0,040 m		
300 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,063 m	1600 litros	1700 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,050 m		
	1,50 m <	0,040 m		
400 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,075 m	2000 litros	2100 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,063 m		
	1,50 m <	0,050 m		
500 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,075 m	2500 litros	2600 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,063 m		
	1,50 m <	0,063 m		
600 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,090 m	3000 litros	3200 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,075 m		
	1,50 m <	0,063 m		
700 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,090 m	3500 litros	3800 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,075 m		
	1,50 m <	0,075 m		
800 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,110 m	4000 litros	4300 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,090 m		
	1,50 m <	0,075 m		
900 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,110 m	4200 litros	4600 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,090 m		
	1,50 m <	0,075 m		
1000 m ²	0,50 m a 0,99 m	0,110 m	4400 litros	4700 litros
	1,00 m a 1,49 m	0,090 m		
	1,50 m <	0,075 m		

Figura 06. Tabla 1: Volúmenes y reducciones según la superficie impermeable Ord. Municipal 8334/2008

Para este punto y a fines académicos se consideró como válido adoptar 1000 m² ya que las áreas 8 y 9 no presentan una impermeabilización total debido al uso de estabilizado granular. Además, las áreas 4 y 5 no forman parte del análisis pormenorizado de este proyecto sino que es una propuesta que quedará por definir en proyectos siguientes con lo cual puede tener variaciones y/o modificaciones que harían a un nuevo cálculo de este reservorio.

Por lo dicho anteriormente se adoptará un reservorio de 4700 litros. El mismo se materializa en el punto más bajo del terreno (ver figuras 03 y 04), de sección trapezoidal y cumplirá con las características expresadas en la tabla de la ordenanza (reducción de 110 mm y pelo de agua entre 0,50 y 0,99 m). Se ejecutará con materialidad de terreno natural. Se muestra a

continuación una imagen del plano de detalle del reservorio en la Figura 07.

DETALLE RESERVORIO
MATERIALIDAD: TERRENO NATURAL

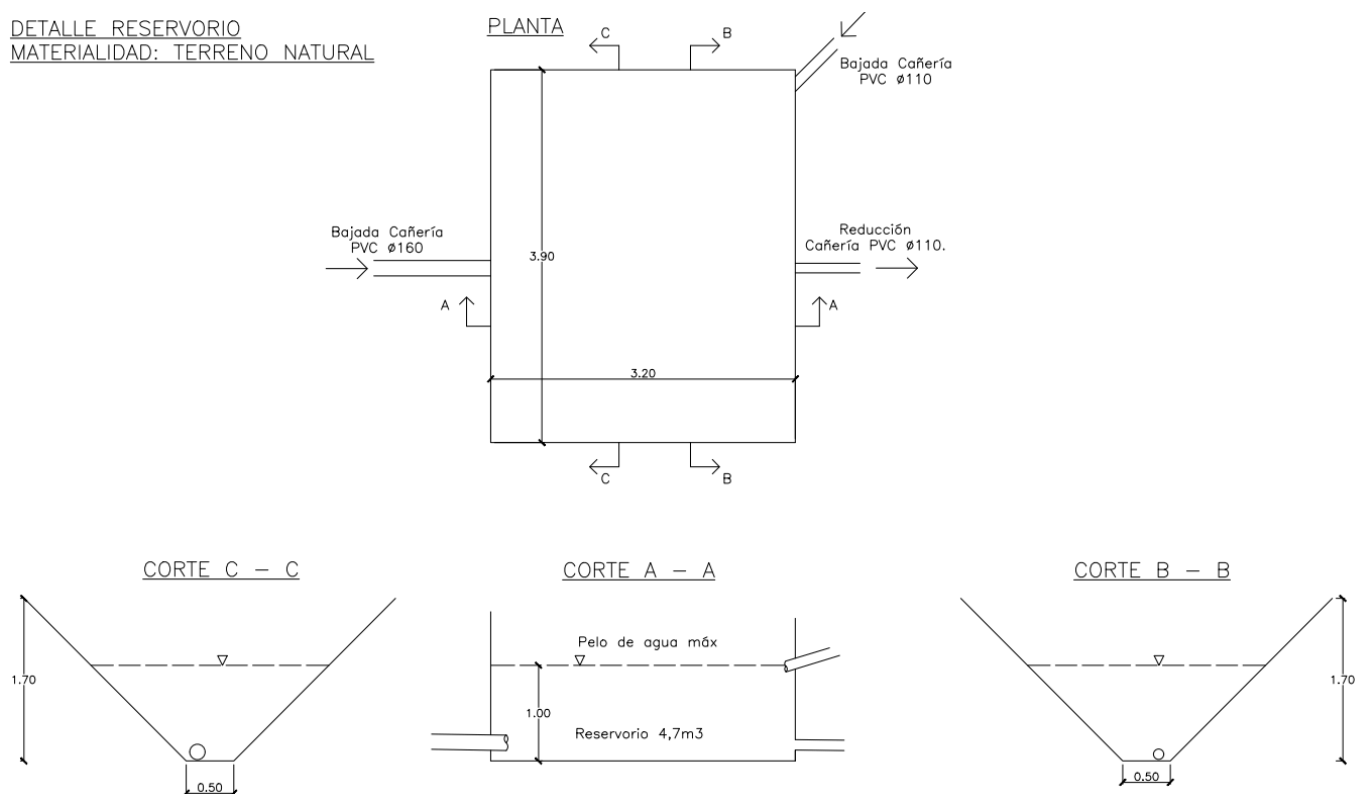


Figura 06. Imagen plano de detalle del reservorio

Finalmente, el agua del reservorio será vertida en la zanja que se encuentra en la vereda del terreno previa aprobación de la Dirección de Hidráulica de la Municipalidad.

Los resultados finales se expresan en el Plano 12.