INFRAESTRUCTURA CIVIL E HIDRAÚLICA PARA EL CENTRO DE REHABILITACIÓN *“HOGAR PADRE MISERICORDIOSO”*

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

ALUMNOS:

AFFATATO, LISANDRO (A-3761/3)

GUZMAN, FRANCISCO (G-4843/7)

ORTEGA, JUAN CRUZ (O-1711/6)

SANCHEZ, FRANCO (S-5142/1)

DIRECTORES:

Ing. Claudia Forestieri

Ing. Raúl Navarro

Arq. Cristina Cervera

Ing. Rubén López

ASESORES

Ing. Andrés Hazan

TITULAR DE CÁTEDRA:

Ing. Rubén López

SEPTIEMBRE 2023

PROYECTO IV 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4
1.1. CONTEXTO 4
1.2. DESCRIPCIÓN DEL *"PROYECTO CRISTALERÍA"* 5
1.3. UBICACIÓN 6
1.4. ESTADO ACTUAL DEL PREDIO 8
1.5. OBJETIVOS DEL TRABAJO 9
1.6. DATOS DE PARTIDA E INFORMACIÓN OBTENIDA 10
2. MEMORIA DESCRIPTIVA 12
2.1. RELEVAMIENTO DEL TERRENO 12
2.2. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS 18
2.3. CONCLUSIONES DEL RELEVAMIENTO Y ALTERNATIVAS 19
2.4. ANÁLISIS HIDRÁULICO 20
2.4.1. Zona de estudio 20
2.4.2. Diseño de los desagües pluviales 21
2.4.3. Sistema de escurrimiento 25
2.4.4. Descarga del reservorio 26
2.5. CAMINOS INTERNOS DEL PREDIO 32
2.6. PROYECTO ESTRUCTURAL: EDIFICACIONES 33
2.6.1. Descripción de la propuesta recibida. 33
2.6.2. Descripción de la propuesta final 41
3. MEMORIA DE CÁLCULO 45
3.1. CÁLCULO DEL MOVIMIENTO DE SUELOS 45
3.1.1. Volumen del reservorio 45
3.1.2. Descarga del reservorio 51
3.2. CÁLCULO DE ESTRUCTURA EN EDIFICIOS 60
3.2.1. Materiales 60
3.2.2. Reglamentos 60
3.2.3. Estructura de cubierta: Viviendas 61

3.2.4. Estructura de cubierta: Edificio centro 103
3.2.5. Uniones 150
Éstas se detallan a continuación: 150
3.2.6. Fundaciones superficiales 219
4. IMPACTO AMBIENTAL 245
4.1. INTRODUCCIÓN 245
4.2. APLICACIONES EN EL PROYECTO 245
ANEXOS 249
ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS 250
ANEXO 02: PLANOS 265
ANEXO 03: DOCUMENTACIÓN RECIBIDA 266

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se detallará el desarrollo del trabajo de *infraestructura civil e hidráulica* ejecutado como parte y/o colaboración del ***Proyecto Cristalería del Hogar Padre Misericordioso,*** el cual funciona como un centro de rehabilitación contra las adicciones, ubicado en la ciudad de Rosario, al noroeste de la misma, en el Barrio Cristalería, Santa Fe, Argentina.

Se pretende en esta sección introducir al *contexto, problemática, situación actual y objetivos* del mismo, como así a las *tareas* que finalmente competen a este trabajo.

En este breve prólogo, se quiere hacer énfasis, más allá de todas las cuestiones técnicas e ingenieriles a tratar posteriormente, en la relevancia social del proyecto; dónde no solo se trata de satisfacer ciertas necesidades a un grupo personas, sino de la sociedad rosarina toda, ya que dentro de sus instalaciones se asumirá la tarea de inclusión de estos individuos en el esquema social del cual, por causa de adicciones han quedado, en cierto modo, desplazados.

1.1. CONTEXTO

La Comunidad Padre Misericordioso es una asociación civil sin fines de lucro, que desde el año 2010 se dedica a la prevención, asistencia e inserción de personas que se encuentran atravesadas por la problemática del consumo de drogas y/o alcohol. Ofrecen tratamientos gratuitos, confidenciales y voluntarios desde un abordaje integral de la persona. Desarrollan modalidades de internación y ambulatoria, de acuerdo a las necesidades particulares, y todas están a cargo de profesionales de distintas disciplinas.

El Hogar de internación es un dispositivo perteneciente a la Comunidad Padre Misericordioso está emplazado sobre un terreno de aproximadamente dos hectáreas en la zona norte de la Ciudad de Rosario, en el barrio denominado Zona Cero de Cristalería sitio en la calle Lorenzo Batlle 4302. El mismo, cuenta hasta la fecha con dos casas ya construidas.

La población con la que se trabaja es de hombres mayores de 18 años que por alguna razón no poseen obra social o no pueden acceder a un tratamiento para adicciones de forma particular, en su mayoría en estado de vulnerabilidad social y situación de calle.

Al momento de la redacción del presente informe el Centro se divide en dos casas; la primera de ellas destinada a internación, mientras que la segunda se divide entre casa de medio camino,

centro de día e internación para personas que ya han atravesado la primera instancia terapéutica en la primera casa.

En la institución se desarrollan las siguientes actividades terapéuticas de manera semanal.

- Asistencia Psiquiátrica y Psicológica
- Trabajo Social
- Terapia Grupal
- Taller de AVD (Actividades de la Vida Diaria) y de cocina
- Educación física
- Acompañamiento espiritual

1.2. DESCRIPCIÓN DEL *"PROYECTO CRISTALERÍA"*

El ***"Proyecto Cristalería"*** tiene como finalidad la ejecución de diferentes obras civiles dentro del predio del Hogar Padre Misericordioso con la finalidad de ampliar su capacidad y prestaciones a la comunidad. Cabe destacar que las incumbencias del actual trabajo no incluyen la resolución total del proyecto sino alguno de sus componentes como se detallará más adelante. El ***masterplan*** en su conjunto plantea los siguientes usos:

- Residencial: 5 unidades de vivienda con capacidad para alojar 13 personas en cada una.
- Instalación deportiva y recreativa, cancha de fútbol cubierta.
- Un edificio "Centro de salud"
- Una capilla.
- Un edificio Anexo panadería y talleres recreativos.
- Sector destinado a huerta comunitaria.
- Sector estanque, reservorio de agua.
- Sector de área verde recreativa, arbolado al aire libre.

El proyecto tendrá sobre la línea municipal dos portones de acceso al predio, un ingreso central a la Capilla y al edificio Centro de Salud, y otro ingreso en medianera Sur individualizado para ingreso al sector de las viviendas.

Todos los edificios proyectados serán en planta baja. En la siguiente planilla se presentan las superficies aproximadas de los mismos:

Tabla 1- Planilla de superficies de obras proyectadas

SUPERFICIES PROYECTADAS		
	DEPENDENCIAS (m2)	GALERÍA (m2)
CASA INGRESO existente	228	75
CASA 1 existente	202	
CASA 2	290	30
CASA 3	290	30
CASA 4	290	30
CASA 5	290	30
EDIFICIO CENTRO	333	30
PANADERIA-TALLERES-DEPÓSITO	130	
CANCHA CUBIERTA	1800	
CAPILLA	181	
SUP. TOTAL	**4034**	**225**

SUPERFICIE DE TERRENO	**20025,2**	**m2**

1.3. UBICACIÓN

El terreno, de nomenclatura catastral 13-0-12-4-0, está ubicado sobre la calle Lorenzo Batlle 4302, barrio Cristalería, al Noroeste de la ciudad de Rosario, entre la Ruta Nacional 34 y la Autopista a Santa Fe, Provincia de Santa Fe, Argentina. *(Figuras 1, 2 y 3)*

Sus dimensiones son 77,02m de ancho por 260m de profundidad metros (con orientación Este-Oeste), teniendo una superficie total de 20025,20 m^2.

Figura 1: Ubicación del terreno nivel municipal

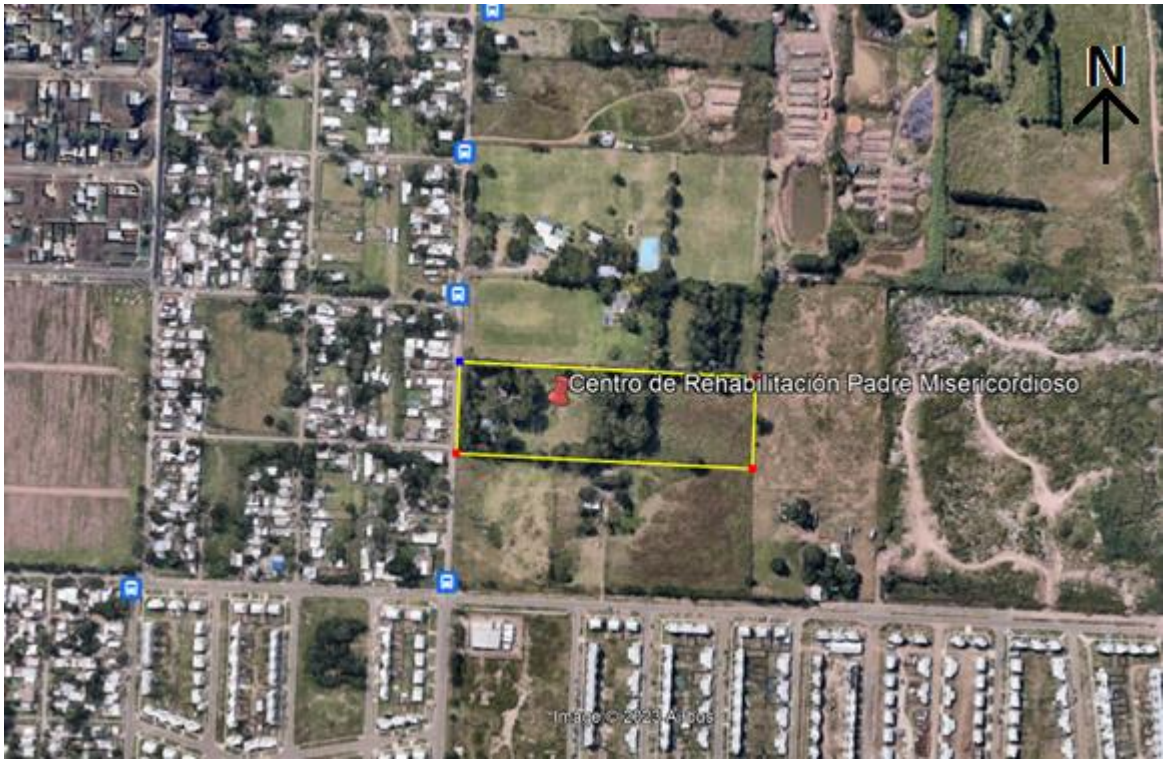


Figura 2: Ubicación del terreno nivel barrial sobre la calle Lorenzo Batlle

1.4. ESTADO ACTUAL DEL PREDIO

El terreno donde se va a implementar el proyecto se encuentra actualmente desarrollando sus tareas en un predio que cuenta con:

- Una vivienda residencial para 8 personas
- Un edificio multiuso
- Una pileta
- Una huerta
- Un camino interno de conexión entre edificios

Además, cuenta con servicio de agua potable y energía eléctrica. No posee acceso a la red cloacal ni de gas, utilizando garrafas de gas natural envasado y contando con cámaras sépticas cuyas aguas negras son extraídas mediante el servicio de una desagotadora. El predio en su totalidad se encuentra actualmente cerrado, cercado con cerco premoldeado y postes de hormigón.

En la Figura 3 se muestra un croquis de la situación actual del terreno, con los edificios que se encuentran construidos y funcionando para el desarrollo de las actividades del hogar.

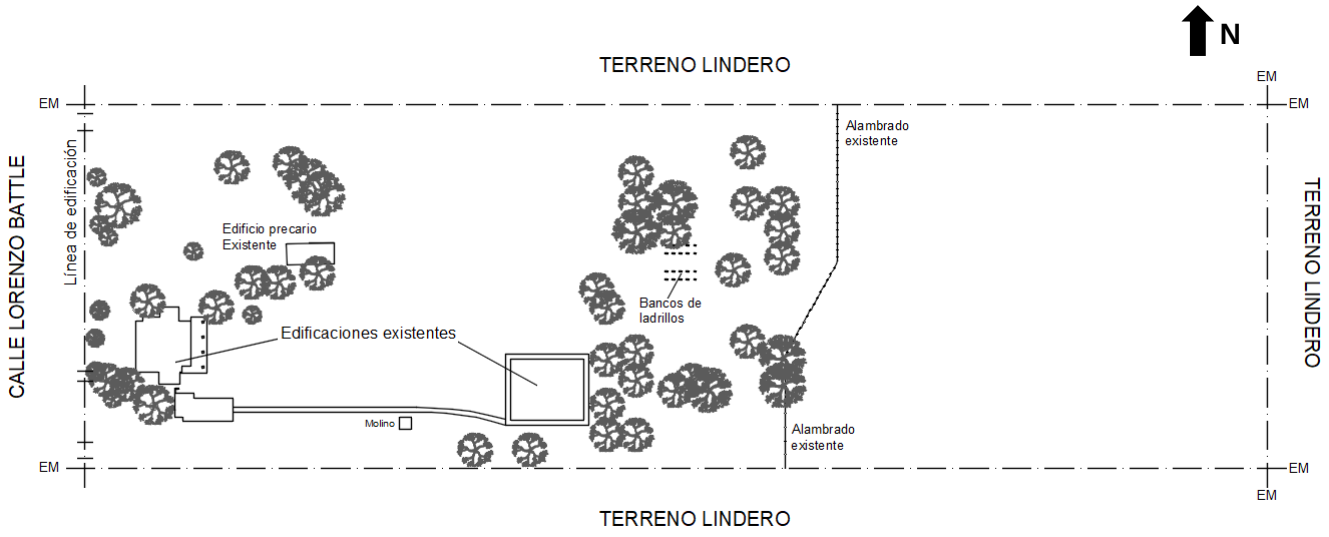


Figura 3: Croquis de la situación actual del terreno

1.5. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Como se mencionó con anterioridad, este trabajo no intervendrá en la ingeniería de la totalidad del Proyecto Cristalería, solo lo hará en ciertos componentes correspondientes a una primera etapa de ejecución.

Para el mismo, se parte del anteproyecto arquitectónico realizado por el estudio "Fabbri Desarrollos", el cual consta de lo siguiente:

- Propuesta de emplazamiento o "layout" del proyecto completo. (***PLANO A01*** en *ANEXO 02*)
- Proyecto arquitectónico del edificio "Centro de salud", llamado ulteriormente "Edificio Centro". (ANEXO 03)
- Proyecto arquitectónico de una vivienda tipo de la cual se ejecutarán 4 unidades de vivienda. (ANEXO 03)

Se consignan luego los objetivos, motivo de este trabajo, que en su conjunto consisten en el diseño de infraestructura civil e hidráulica para la ampliación del centro. Esto comprende:

- Cálculo y dimensionamiento de la superestructura resistente proyectada para las 4 viviendas y diseño de sus fundaciones.
- Cálculo y dimensionamiento de la superestructura resistente proyectada para un "Edificio Centro" y diseño de sus fundaciones.
- Cálculo y dimensionamiento de las obras hidráulicas pluviales necesarias para escurrir el agua fuera del terreno y así evitar inundaciones (conducciones, canales, etc.).
- Cálculo y dimensionamiento de un reservorio que permita mantener las condiciones de escurrimiento luego de la impermeabilización del terreno.
- Propuesta de paquete de pavimento para los caminos proyectados.
- Proyecto de los niveles finales de terreno natural.

Accesoriamente, luego de relevar el terreno y con el fin de no generar un impacto ambiental negativo, se planteó una alternativa de implantación de edificaciones y caminos en el terreno interfieran lo menos posible con la naturaleza existente, preservando de esta forma la gran cantidad de árboles de importantes dimensiones e integrándolos al paisaje del lugar.

Ante la negativa del comitente de proseguir con la nueva propuesta se continúa trabajando paralelamente en dos alternativas; la original sujeta a las variaciones propuestas por el estudio y la

propia que es la que se detallará en este informe. Esto impacta en la necesidad de resoluciones diferentes para la infraestructura hídrica del terreno.

Como aclaración en el presente trabajo se abarcará la resolución en la ingeniería de detalles de cinco edificaciones. La arquitectura y materialidad de los edificios mencionados anteriormente se encuentra a cargo y es brindada por el estudio, por lo que no es tarea a desarrollar en el presente informe como sí lo es la resolución de la estructura. El proyecto completo también cuenta con la ejecución de una capilla y una cancha de fútbol, pero su desarrollo está pensado para etapas futuras. Sin embargo, se tienen en cuenta a la hora de realizar el análisis hidráulico, que también es tarea de este trabajo.

1.6. DATOS DE PARTIDA E INFORMACIÓN OBTENIDA

Como se expresó con anterioridad, este trabajo se desarrollará complementando el proyecto de arquitectura del estudio "Fabbri Desarrollos", quienes ya han planteado a modo de anteproyecto la distribución de las viviendas tipo, edificio centro, capilla y ubicación tentativa del reservorio sobre el terreno. Estos brindan:

Relacionada al terreno

- Curvas de nivel en formato CAD.
- Estudio de suelos realizada por el Ing. Fernando Guardianelli.
- Fotos del lugar tomadas en enero del corriente año.

Relacionada a la arquitectura

- Anteproyecto en formato CAD.
- Planos de edificio centro y viviendas tipo:
- Plantas, cortes y vistas.
- Materialidad y detalle acorde al ambiente con respectivas cotas.

Además de lo expuesto previamente, se complementó la información para desarrollar dicho proyecto con normativas, ordenanzas municipales en torno al plano urbanístico y pluvial, lo cual requiere especial atención dado que son la primera limitación a las ideas futuras a plasmar.

Por último, se obtuvo información de la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad de Rosario (Ex edificio de la Aduana):

- *Dirección General de Hidráulica:* por medio del Ing. Nicolás Del Buono, se pudo acceder a una guía para diseño y proyecto de sistema de regulación, con el objetivo de poder calcular y diseñar el reservorio, es decir, obtener el caudal que llega a dicho embalse y con este dato, poder calcular el volumen a embalsar teniendo en cuenta las condiciones del cuerpo receptor en el sector donde se emplazaran las obras. Se nos ha planteado diferentes posibilidades para su ejecución, con sus pros y sus contras, mostrándonos ejemplos que se han realizado en distintos ámbitos de ingeniería. Por último, se nos ha indicado formas o propuestas en cuanto su desagüe por fuera de la línea municipal, teniendo en cuenta cuestiones particulares como una futura proyección de pavimento con cordón cuneta.

- *Dirección General de Pavimentos y Calzadas:* el punto de interés en esta área técnica fue recabar información respecto a cotas a nivel de pavimento, para poder realizar un adecuado movimiento de suelos y punto de descarga del reservorio a proyectar. Esto fue consultado con el Ing. Sebastián Bassano, profesional de dicha área, el cual ha puesto a disposición un plano en formato .dwg en donde se especifican cotas a nivel de pavimento terminado, pero respecto a una cuadra de diferencia frente al lote donde se desarrollará el proyecto.

***NOTA IMPORTANTE**: Se evidenció que el plano de curvas de nivel brindado por el estudio de arquitectura no se encuentra referenciado con el sistema del IGN, ya que las mismas están en el orden de 50m. Se sabe que en la ciudad de Rosario los valores de las cotas según el IGN rondan en los 25m. Es por ello por lo que, tomando como referencia los planos de pavimento proyectados dados por la Dirección General de Pavimentos y Calzadas y las curvas de nivel del IGN digitalizadas por la Secretaría de Recursos Hídricos (que fueron insertados en el software Google Earth), se trabajó restándole a las cotas de las curvas de nivel 24,5m. Esta modificación se puede ver con mayor detalle en el **PLANO A02** (ANEXO 02).*

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. RELEVAMIENTO DEL TERRENO

Se realizó una visita al lugar para relevar y corroborar la información que había sido proporcionada. A partir de la imagen satelital tomada mediante la herramienta Google Earth, se precisan diferentes zonas del terreno desde se captaron las imágenes que se presentan en este relevamiento

Figura 4: Ubicación de las diferentes zonas en el terreno

Zona 1

Figura 5: Zanja de escurrimiento sobre calle Lorenzo Batlle e ingreso al hogar

Zona 2

Figura 6: Zona de parque y establecimiento principal.

Figura 7: Establecimiento y camino de acceso principal.

Zona 3

Figura 8: Zona de parque Norte y Edificación desde orientación Norte.

Zona 4

Figura 9: Casa existente

Figura 10: Zona de pileta y molino.

Zona 5

Figura 11: Desagüe pileta y bajo del terreno y pileta existente a remover.

Zona 6

Figura 12: Zona arbolada del terreno.

Zona 7

Figura 13: Vista de pileta orientación oeste.

Zona 8

Figura 14: Corral de animales y estructura de chapa a remover.

2.2. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Se muestra en la *Figura 15* el layout propuesto por el estudio de arquitectura:

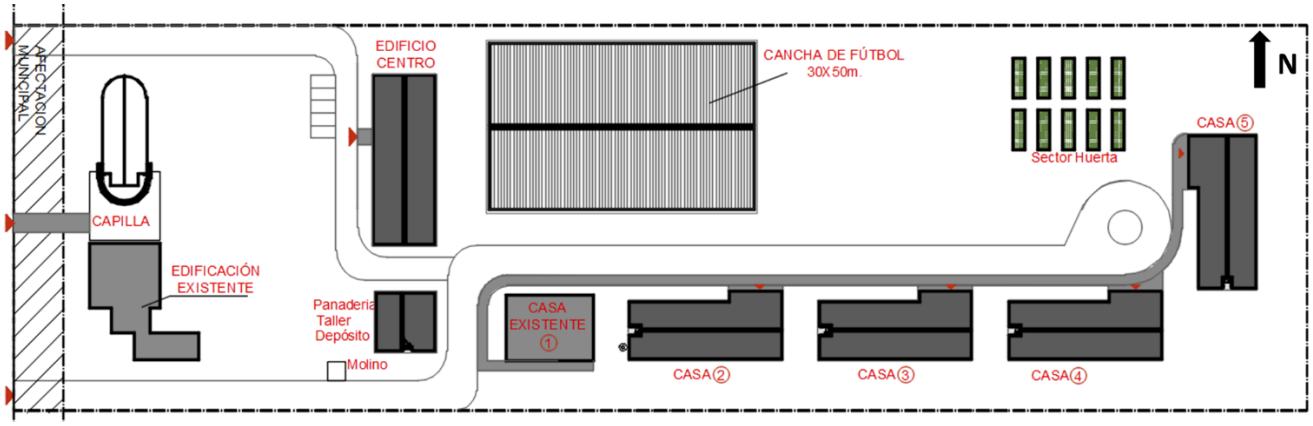


Figura 15: Planta general de anteproyecto. Fuente: Estudio de Arq. Fabbri Desarrollos

En la *Figura 16* se presenta la modificación propuesta por parte de los desarrolladores de este trabajo y una breve explicación del motivo de la misma:

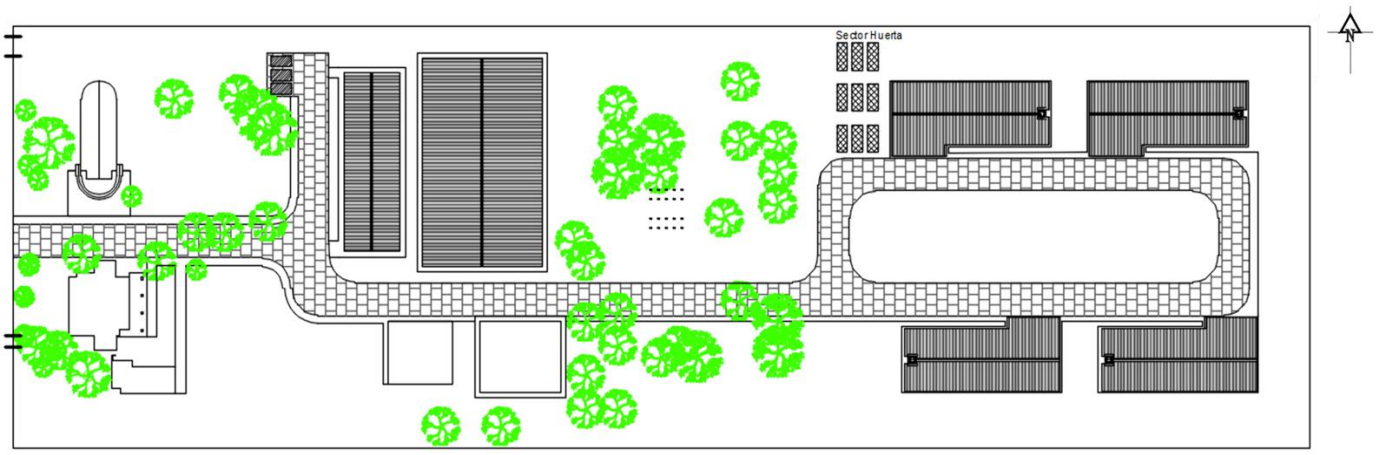


Figura 16: Modificación propuesta.

Como punto de partida, se realizó un relevamiento en el predio, donde se constataron hechos no relevados y, aún mas importante, las ubicaciones de los arboles que no se condicen con el material entregado por el estudio. Esto lleva en primer lugar, a repensar la localización de las viviendas, dado a que para poder materializarlas, se deben retirar árboles de gran porte (eucalyptus); es oportuno describir tal especie para una mejor compresión de la situación:

Eucalyptus*: especie oriunda de Australia, de corteza gris. Es un árbol de gran desarrollo y de crecimiento rapido, pudiendo rebasar alturas de 60 m. y de raices poderosas y agresivas.*

Además de esta información, se buscaron antecedentes de esta especie, donde no las recomiendan para espacios cerrados, dado a que es impredecible la caida de ramas. En cuanto a la firmeza de las raices en el suelo, la zona de Rosario se caracteriza por tener limos y arcillas, esto se verifica con el estudio de suelos que se tiene como información, donde la clasificacion según SUCS (Sistema Únificado de Clasificación de Suelos) arrojó "CL", correspondiente a arcillas limosas (ver *"ANEXO 01": Estudio de suelos"*). Esto último, nos da la tranquilidad de que este tipo de suelo sujeta a las raices con firmeza.

En principio se toma como base para este trabajo no edificar viviendas en cercania de estos arboles, representando un riesgo para las construcciones.

Se puede mencionar además que la vivienda con el número 5 en la *Figura 15,* tiene orientacion Este-Oeste, siendo la menos conveniente para un ambiente tipo dormitorio por cuestiones de iluminación natural. Como punto a favor, analizando la distribución de las viviendas, se logra un espacio agradable a la vista desde interior, no teniendo construcciones al frente, sino que un espacio abierto y con vegetación.

La modifcación de la propuesta se ve fuertemente fundamentada por la preservación y conservación de árboles y la vegetación original, ya que además de ser importantes para el medio ambiente, genera un espacio de recreación y sombra para realizar actividades que son parte de la propuesta original del proyecto (Sección 1.2.). No se quiere dejar pasar que al momento de realizar el relevamiento, se observó como los residentes usaban este espacio bajo los árboles a modo de descanso u ocio. Por ello, se propuso la ubicación de las viviendas tal como se aprecia en la *Figura 16*, donde se aprovecha el espacio final del terreno para su implantación.

Ademas, en todas las residencias se logró una orientacion Norte-Sur teniendo ventilación cruzada y no teniendo el impacto del sol directo en ventanales.

2.3. CONCLUSIONES DEL RELEVAMIENTO Y ALTERNATIVAS

Al realizar la visita al lugar de emplazamiento de la obra se pudo notar que existían algunas diferencias en cuanto a la información proporcionada. En primer lugar, la ***ubicación*** de los árboles y sus importantes dimensiones (Eucaliptos) no se condicen con las existentes en los planos

entregados, siendo conveniente desde el punto de vista académico rever la ubicación de los edificios a construir para evitar quitar su implantación del terreno, lo cual se considera fundamental para no generar un impacto ambiental negativo.

Además, se pudo apreciar la existencia de bancos de hormigón debajo de la zona arbolada. Estos indican que es un punto de reunión frecuente siendo este otro motivo para conservar la vegetación existente.

Se observó que el terreno presenta desniveles en toda su longitud, zonas de escombros y acumulación de agua. Por ello se debe realizar movimientos de suelo para darle regularidad al terreno y que su desagüe se pueda dar de manera fluida, sin acumulación de agua y generación de zonas inundables como ocurre en la actualidad.

La zanja de escurrimiento frente al terreno presenta una orientación Norte-Sur. La misma se encuentra en mal estado de mantenimiento (mucha vegetación, árboles y basura) por lo cual, para un correcto funcionamiento, se debe poner en condiciones óptimas para el escurrimiento del caudal que se va a evacuar.

Se pudo observar que la parte final del terreno se encuentra totalmente despejado de vegetación, continuando con la tendencia de características onduladas. Esto permite pensar en que esta zona, una vez nivelada, se encontrara de manera adecuada para la instauración de gran parte de las nuevas edificaciones que se deben realizar.

2.4. ANÁLISIS HIDRÁULICO

2.4.1. Zona de estudio

El terreno en estudio se encuentra dentro de la cuenca correspondiente al Arroyo Ludueña. En primera instancia se determina en qué condición se encuentra la zona de estudio en cuanto a cuestiones de inundabilidad, según las **Ordenanza N°8876/11** (A. Ludueña) de la Municipalidad de Rosario. La *Figura 17* (obtenida de http://infomapa.rosario.gov.ar/emapa/mapa.htm) muestra que la ubicación del terreno donde se ejecutará la obra se encuentra fuera de la zona inundable (sector sombreado en amarillo), por lo que no hay que tener en cuenta una altura admisible a partir del cual se pueda edificar a partir del documento importado.

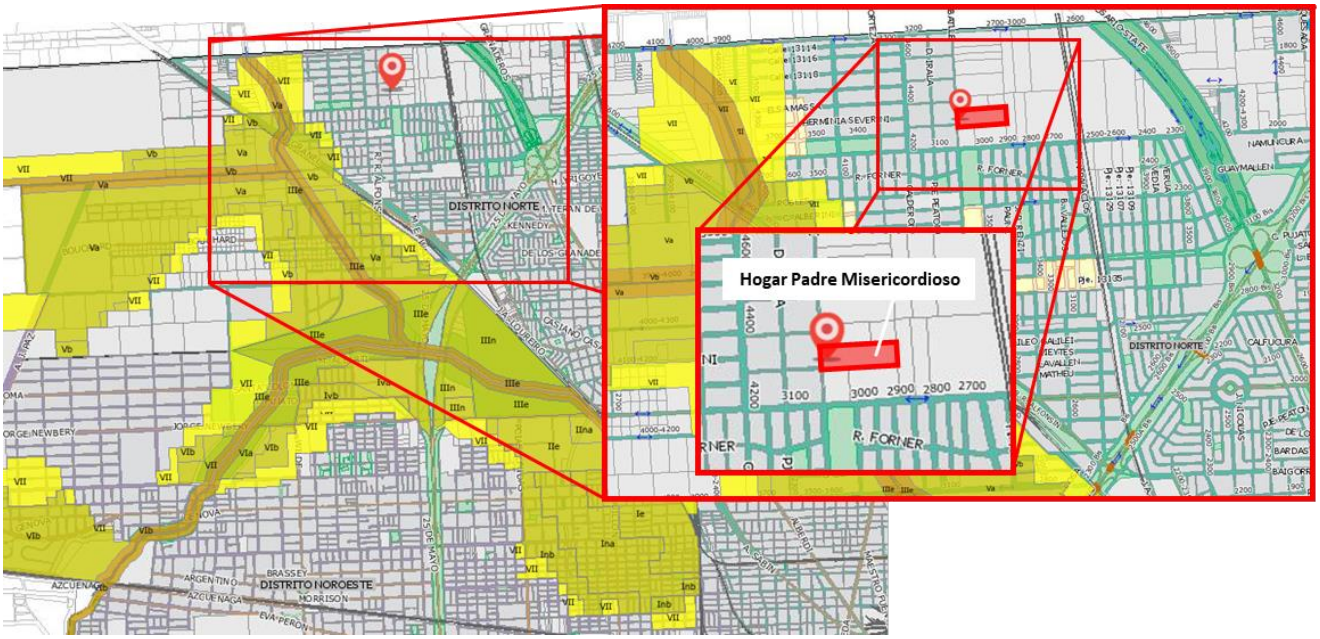


Figura 17: Zonas inundables Arroyo Ludueña según Ordenanza N°8876/11

2.4.2. Diseño de los desagües pluviales

Las urbanizaciones que generan severos procesos de impermeabilización como el de este proyecto, generan un incremento de volumen de escurrimiento, de velocidad de flujo y de magnitud de caudales de agua. Por ello, se genera la necesidad de conservar las características naturales de escurrimiento del terreno previo al proceso de impermeabilización para evitar inundaciones. La municipalidad de Rosario ha confeccionado reglamentos para estos diseños que considera la excavación de reservorios de atenuación de caudales. Se procede al cálculo y diseño de un reservorio según lo indicado en el ***"Instructivo para el proyecto de regulación de desagües pluviales de la Municipalidad de Rosario"*** según la ***Ordenanza N°8334***, con el objetivo de que el caudal de salida del lote para una determinada lluvia sea el mismo luego de ser urbanizado respecto de aquel que se generaba previo al desarrollo urbanístico.

2.4.2.1. Áreas impermeables

En un primer momento, se debe determinar la superficie impermeable que ocupa el terreno, las cuales se encuentras sombreadas en rojo en la *Figura 18*.

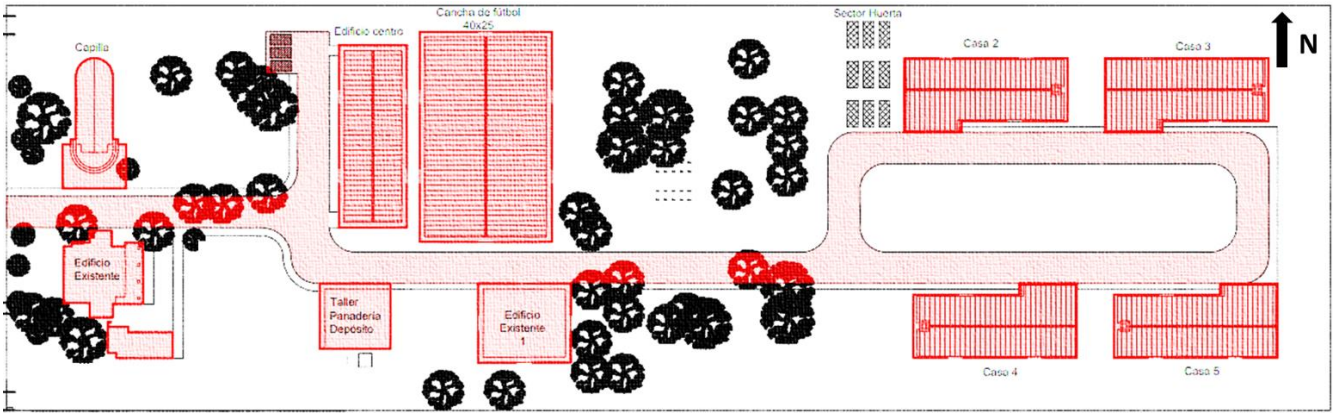


Figura 18: Zonas impermeables proyectadas

La ***superficie impermeable*** *total supero los* ***1000m²****,* por lo que se debe realizar un estudio hidrológico-hidráulico.

Como indica la *Figura 19*, el terreno se encuentra ubicado en **Zona 1** (según la Ordenanza N°8334), se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- ***Caudal admisible:*** Se exige erogar el caudal que el terreno descargaba previo a tener cualquier tipo de impermeabilización, tanto a 5 como a 100 años de recurrencia (ambos).
- ***Volumen del reservorio:*** Se deberá calcular el reservorio para que funcione almacenando el volumen de 5 y 100 años con sus respectivos caudales de descarga asociados.

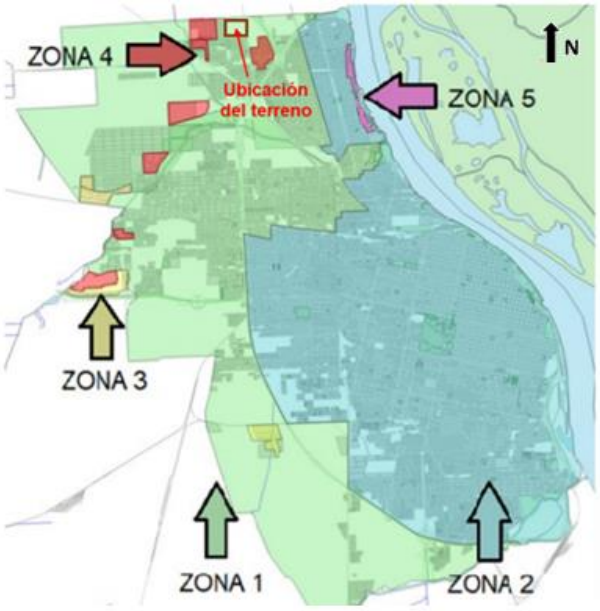


Figura 19: Zonificación para determinar el volumen del reservorio según Ordenanza N°8334

2.4.2.2. Determinación del caudal

Para el cálculo del caudal de agua que va a escurrir por el terreno, se utiliza el Método Racional. Este, plantea una proporcionalidad entre la intensidad de la lluvia, el área de estudio y el caudal. Posee la ventaja de ser de fácil aplicación y con resultados óptimos para cuencas pequeñas como es el caso de este proyecto. Además, desde la Municipalidad de Rosario se propone la aplicación de este método.

El reservorio se ubica en el sector sudoeste del terreno, donde se busca favorecer la pendiente natural del terreno, siendo dicho sector el punto más bajo del terreno. En la *Figura 20* se indica en la planta del terreno el sentido de la pendiente y en la *Figura 21* la ubicación del reservorio.

Figura 20: Sentido de escurrimiento superficial del terreno (Imagen tomada de Google Earth)

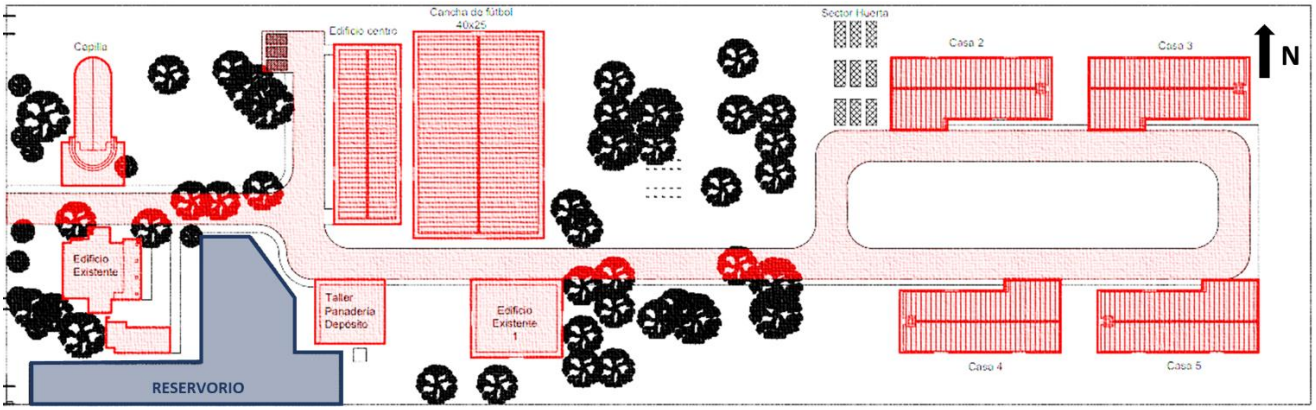


Figura 21: Ubicación del reservorio

El *coeficiente de escorrentía C* se determina a partir del "*Instructivo para el proyecto de regulación de desagües pluviales de la Municipalidad de Rosario"* según la Ordenanza N°8334. En este caso interesan aquellos correspondientes a recurrencias de 5 y 100 años, y techos, calles y zonas verdes.

La intensidad se calcula a partir de la fórmula correspondiente a las curvas IDR de la ciudad de Rosario, cuyos parámetros se encuentran en el instructivo mencionado en el párrafo anterior.

Como se indicó anteriormente, el **caudal de salida máximo permitido** del reservorio se corresponde con el que descargaba el terreno previo a sufrir cualquier tipo de impermeabilización. En este caso, para determinar el caudal, la duración de la lluvia se iguala al tiempo de concentración de la cuenca. Este último se obtiene del cociente entre la longitud de recorrido hidrológicamente más alejado al punto de cierre de la cuenca y la velocidad de escurrimiento. El caudal de entrada se calcula para distintas duraciones de lluvia. El definitivo será aquel que provea el máximo volumen de almacenamiento.

Los recorridos se adoptan según la *Figura 22 y Figura 23.*

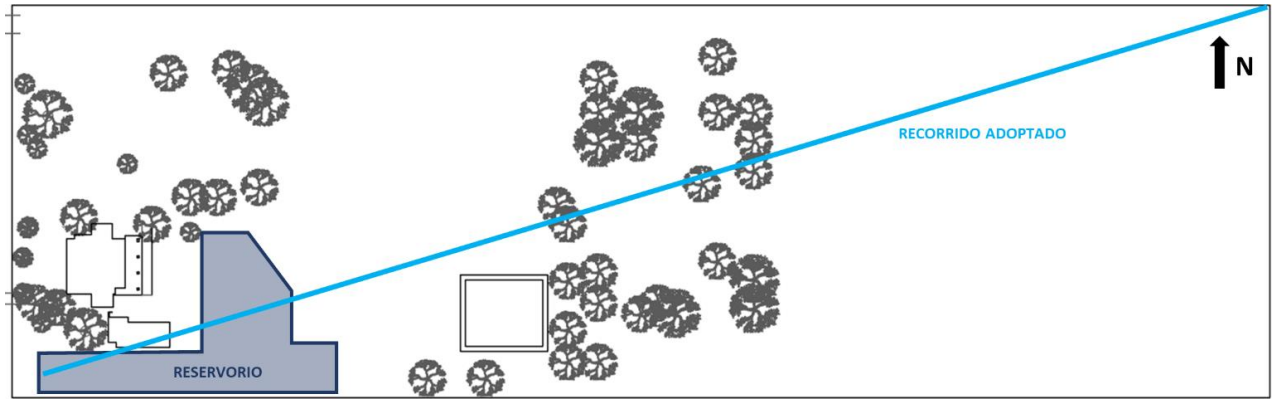


Figura 22: Recorrido del agua para condición pre-edificación

Los caudales admisibles para *R = 5 años* y *R = 100 años* son **0,083m³/s** y **0,196m³/s**, respectivamente.

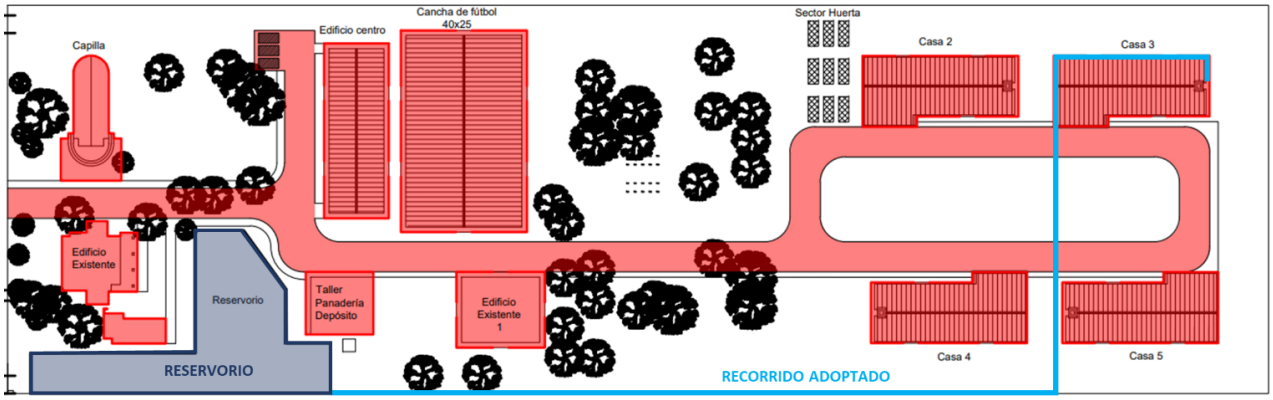


Figura 23: Recorrido del agua para condición post-edificación

2.4.2.3. Determinación del Volumen

Una vez calculados los caudales de salida y los caudales de entrada para distintas duraciones, se superponen sus respectivos hidrogramas, donde el área entre el hidrograma de entrada y la rama ascendente del hidrograma de salida será el volumen a almacenar. Como se indicó anteriormente, el volumen adoptado será el máximo en función de las distintas duraciones, donde se toma Δt = 5min.

El volumen que se obtiene para una *recurrencia de 5* años es de **258,55 m³**, mientras que para una *recurrencia de 100* es de **462,25m³**, con caudales de entrada *0,118m³/s* y *0,253m³/s*, respectivamente.

Finalmente, al reservorio se le da una altura promedio de 0,65m, con taludes con pendiente 1:4. La idea es brindarle al reservorio un talud con una pendiente suficientemente tendida y una profundidad moderada de manera tal que la superficie ocupada por el mismo tenga un uso activo cuando se encuentra vacío y se le pueda aplicar un mantenimiento constante.

2.4.3. Sistema de escurrimiento

Las cubiertas de las edificaciones a proyectar son a dos aguas (ver ***PLANO A03*** en el ANEXO 02), por lo que el agua escurre a través de las pendientes de las mismas, llegando al nivel del terreno a través de canaletas de chapa galvanizada.

Para que el agua efectivamente escurra hacia el reservorio se plantearon canalizaciones como se muestra en la *Figura 24*. Los canales son excavados. En primera instancia, se traza el canal 1, que

es el canal de escurrimiento principal, ya que es aquel que desemboca en el reservorio, almacenando casi la totalidad del caudal proveniente del sector donde se encuentran las cuatro viviendas ubicadas aguas arriba.

Los canales 2, 3 y 4 permiten encauzar el escurrimiento transversalmente (de norte a sur), para desembocar en el canal 1. Para todos los canales se adoptaron taludes con pendientes 1:1. Las alturas de los canales 2 y 3 quedaron definidas en función de la profundidad del canal 1, ya que se prioriza que la descarga se de en el fondo de este último, de manera tal que no se produzca erosión en esa zona.

El canal 4 no descarga sobre en el fondo del canal 1. En este caso se decide darle una menor altura debido a que se plantea ejecutar un badén que permita el cruce del canal por sobre la calle proyectada. En este caso, la solución es revestir con hormigón la zona de descarga del canal 4 sobre el 1 para evitar que se produzca erosión.

En los ***PLANOS A06 y A07*** se encuentran los perfiles transversales del terreno con la traza de los canales, con las pendientes de fondo adoptadas.

Por otro lado, los edificios cuentan con techos a dos aguas, donde el agua desagota a partir de canaletas de chapa galvanizada y caños de desagote de PVC de 110mm de diámetro.

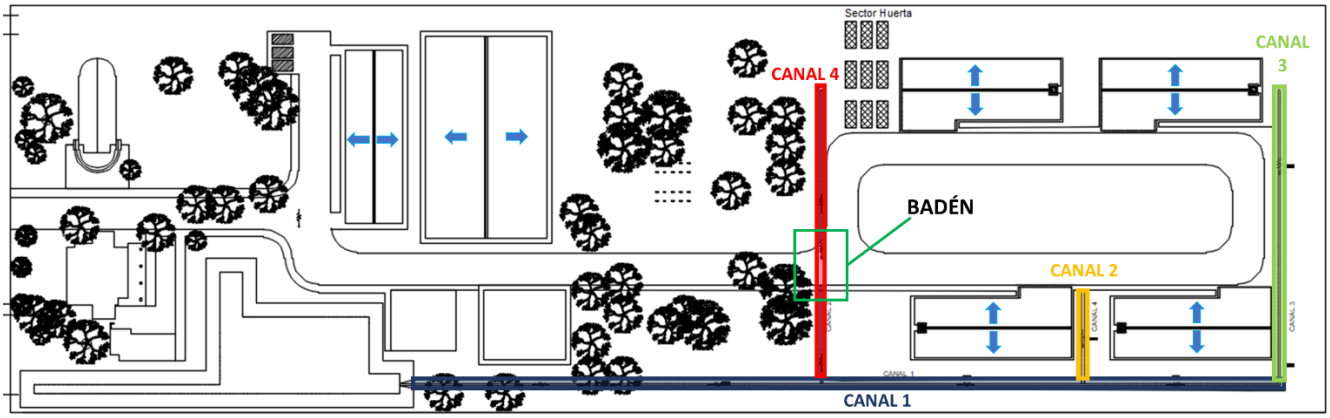


Figura 24: Sistema de escurrimiento

2.4.4. Descarga del reservorio

El reservorio descarga sobre una cuneta ubicada en el frente del terreno. La cuneta existente se encuentra a 10m del eje municipal. A partir de la información proporcionada por la Municipalidad de Rosario, la zona donde se ubica el terreno no cuenta con proyecto de pavimento, pero en el

cálculo se hace la suposición de que la cuneta de descarga se va a ubicar a 3 metros del eje medianero, tomando como referencia las viviendas que se encuentran frente al terreno del hogar. En la *Figura 25* se ve el esquema de la situación planteada.

Figura 25: Cuneta proyectada para la descarga del reservorio

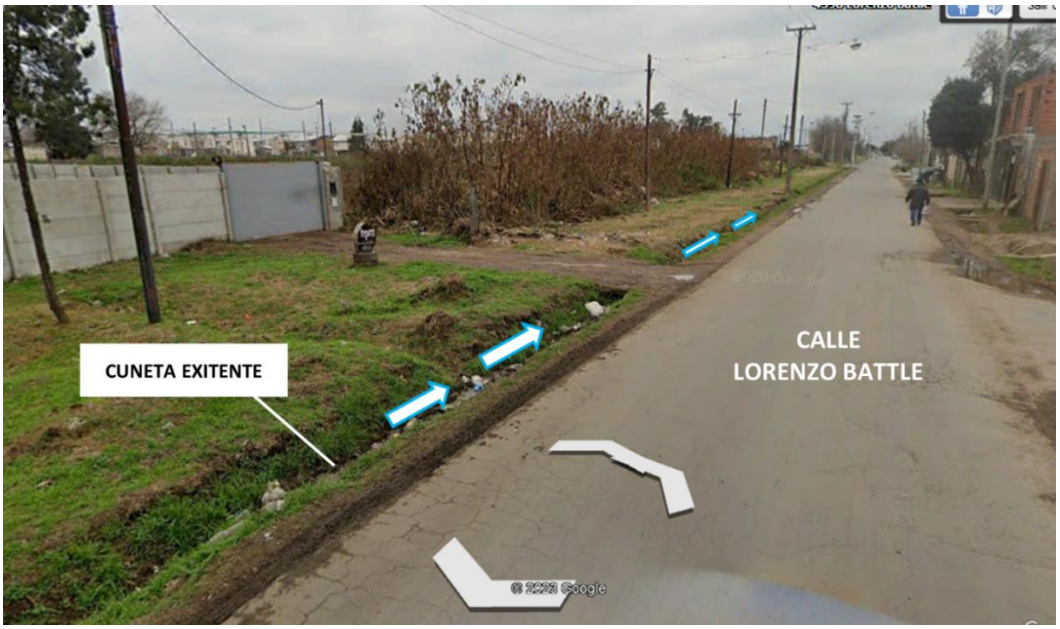
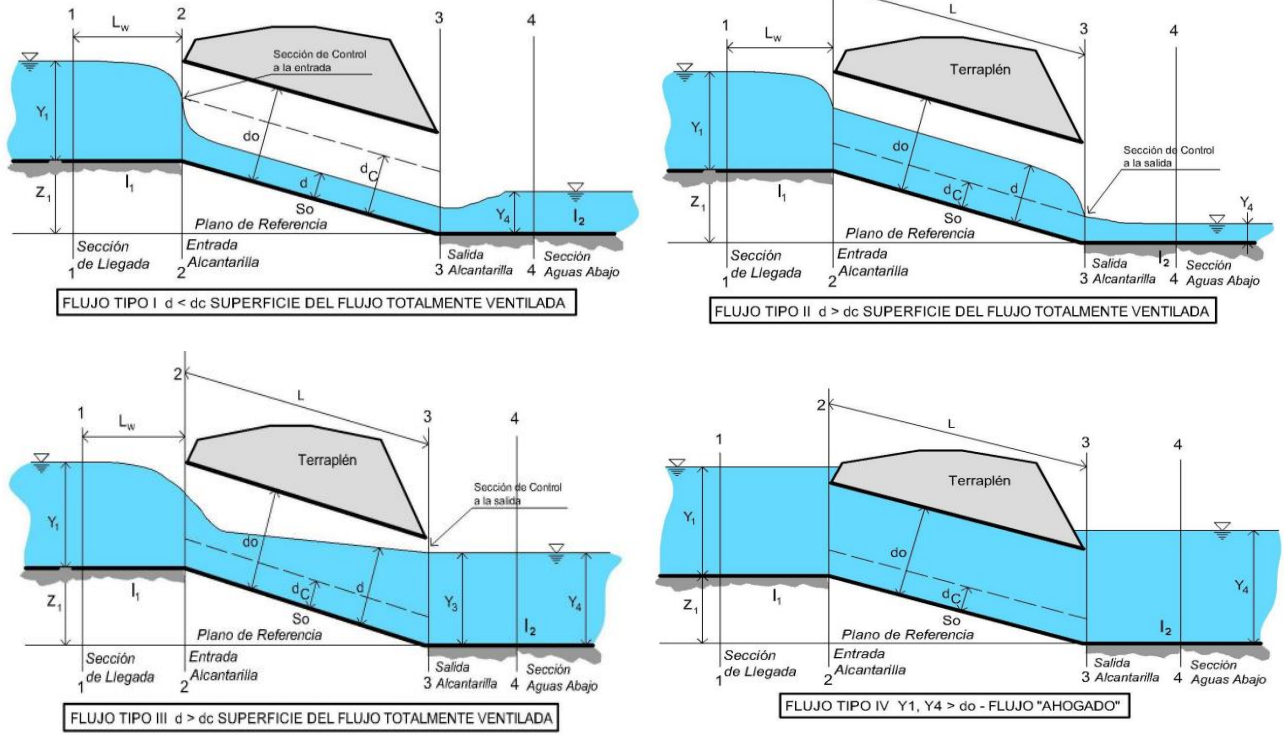


Figura 26: Ubicación de la cuneta existente respecto a la línea municipal del terreno

La cuneta que se ve en la *Figura 26* desemboca en el ***Emisario 31***, que pasa por la calle Cullen y Ugarte.

Por otro lado, se cuenta con el conforme a obra de dicho emisario, brindado por la Municipalidad de Rosario. La cota del mismo se encuentra 4m por debajo de la cota de fondo del reservorio. Observando el conforme a obra, puede notarse que en la esquina de Lorenzo Battle y Cullen y Ugarte existe una acometida en el emisario con un tapón de mampostería. Se infiere en este caso que a futuro se extenderá un conducto por la calle L. Battle, pasando por el frente del terreno en cuestión. En caso de proyectarse y ejecutarse pavimento en esta calle, la descarga del reservorio podrá realizarse directamente por dicho conducto. En el ***PLANO A04*** se muestra con mayor detalle la ubicación del emisario.

El sistema de descarga se materializa a través de un conducto y un vertedero que conectan el reservorio con dicha cuneta. El dimensionamiento del conducto se realiza a partir del *análisis de alcantarillas*. En primera instancia se debe determinar qué tipo de flujo se da para poder calcular el caudal que es capaz de desagotar el conducto. Los tipos de flujo son los de la *Figura 27*.



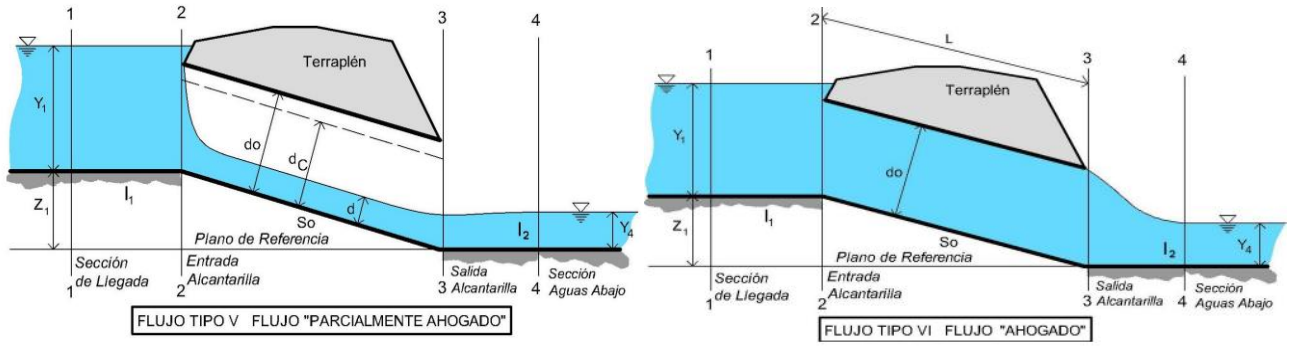


Figura 27: Tipos de flujo

Para poder establecer cuáles son las condiciones correspondientes a este caso hay que tener en cuenta como son los tirantes aguas arriba y aguas abajo del conducto.

Estos se calculan a partir de una curva *cota vs volumen*. Para construirla se adoptó una simplificación de la forma del reservorio llevándolo a una forma de pirámide truncada, como se ve en la *Figura 28*.

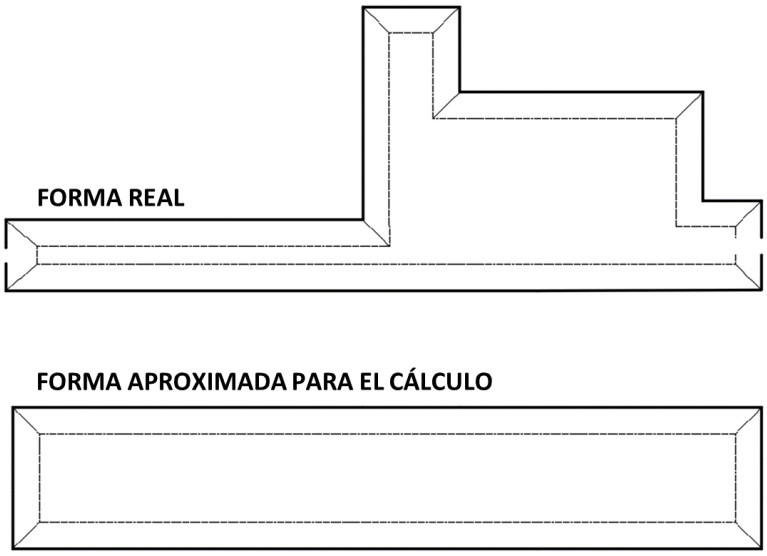
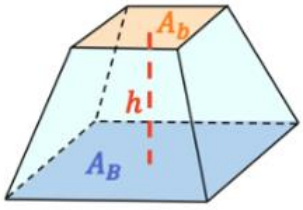


Figura 28: Forma aproximada del reservorio para la construcción de la curva Cota vs Volumen

Para evaluar las cotas de los tirantes para distintos volúmenes se utiliza la expresión correspondiente al volumen de una pirámide truncada:

$$V = \frac{h}{3}(A_B + A_b + \sqrt{A_B * A_b})$$



La cota de tirante para la recurrencia de 100 años es conocida. Lo que interesa determinar a partir de esta curva es la cota de tirante para una recurrencia de 5 años, para la cual el volumen fue calculado según el inciso "*1.1.2. Volumen del reservorio*".

Por otro lado, se necesita saber las condiciones aguas abajo de la descarga, es decir, la altura del pelo de agua en el canal de descarga. En este caso se hizo la suposición de que por el mismo circula el caudal admisible para la recurrencia de 5 años. Este supuesto se realiza por una cuestión de simplificación en los cálculos. Para obtener un resultado más acertado lo que debe hacerse es un análisis de las cuencas que aportan a dicho canal aguas arriba.

Finalmente, las cotas para los distintos tirantes quedan definidas según la *Figura 29*.

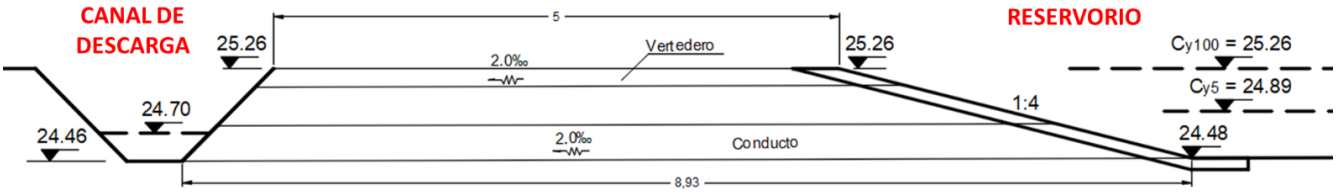


Figura 29: Cotas de tirantes aguas arriba y aguas abajo de la descarga

2.4.4.1. Capacidad de descarga para una recurrencia de 5 años

Para una recurrencia de 5 años, según las condiciones de la *Figura 27*, se tiene un **Flujo Tipo 3**. El caudal de descarga se afecta por un coeficiente de gasto (C_D), que es un parámetro que ajusta el valor del caudal, y tiene en cuenta las pérdidas localizadas que son difíciles de determinar analíticamente. Este depende del tipo de flujo, de la geometría de la sección transversal de la alcantarilla y del tipo de entrada a la misma. El valor del coeficiente de gasto tiene que ser menor a 1. Entonces, para llegar al valor de C_D se tiene en cuenta que la entrada al conducto es del tipo "*Muro de vuelta*". Además, a este valor se lo corrige con un coeficiente K_r que tiene en cuenta el redondeo en la entrada del conducto, obtenido de esta manera un coeficiente C_D'. Por último, se vuelve a realizar una corrección que contempla el grado de contracción del flujo, teniendo como resultado un coeficiente de gasto C_D''.

Éste último número es el que se aplica en la fórmula. *Se aclara que el procedimiento anterior aplica para flujos 1, 2 y 3.*

Proponiendo un ***diámetro de 0,30m*** para un caño de material ***PEAD***, se obtiene una capacidad de descarga de **0,087m³/s**. El resultado obtenido resulta muy próximo al caudal admisible para R = 5 (0,083m³/s), por lo que se adopta definitivamente esta dimensión de cañería.

2.4.4.2. Capacidad de descarga para una recurrencia de 100 años

Para una recurrencia de 100 años cambian las condiciones aguas arriba. El tirante en el reservorio aumenta (ver *Figura 27*), por lo tanto, se debe realizar un nuevo análisis para determinar qué tipo de flujo se desarrolla en este caso.

El coeficiente de gasto se obtiene en función de la relación entre el redondeo de la entrada del conducto y el diámetro de la cañería.

La capacidad de descarga del conducto con este tipo de flujo es **0.138m³/s**. El caudal admisible para una recurrencia de 100 años era de 0,196m³/s. Por lo tanto, la diferencia entre estos caudales (**0,058m³/s**) es lo que tiene que descargar por el vertedero.

El vertedero se adopta de sección trapecial, revestido de hormigón. Las dimensiones del mismo se calculan como si fuese un canal a cielo abierto, aplicando la fórmula de Chezy-Manning.

La *Figura 30* muestra una vista de la configuración final de la descarga del reservorio.

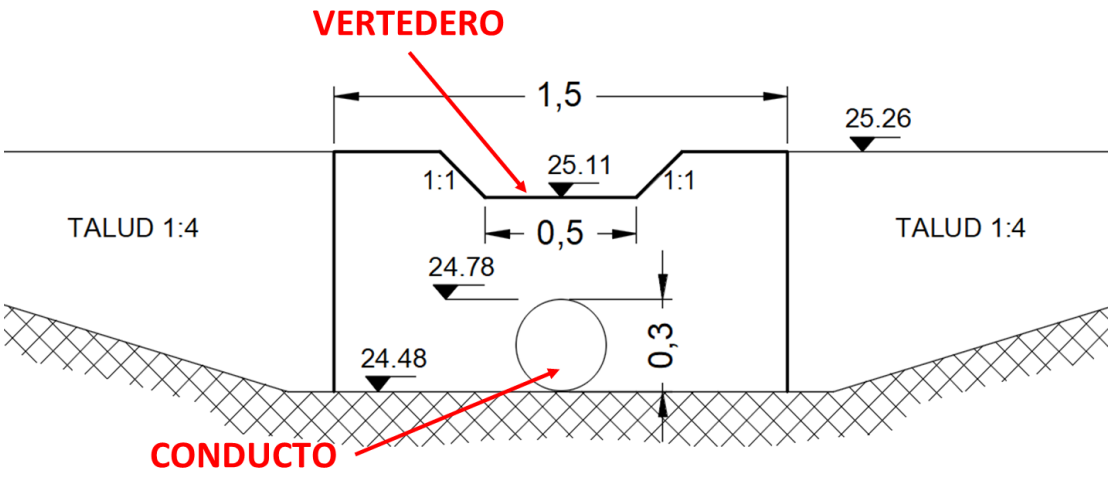


Figura 30: Vista de la descarga del reservorio

2.5. CAMINOS INTERNOS DEL PREDIO

Para la ejecución de los caminos internos del predio, se optó por ejecutar un *pavimento intertrabado* con adoquines de hormigón de 8cm de alto. Se puede observar en la *Figura 31* este tipo de pavimento:

Figura 31: Pavimento intertrabado con adoquines de H°

Esta tipología nos permite realizar las calles de manera rápida y sencilla, a un bajo costo respecto de otros tipos y además le da una terminación agradable desde el punto de vista estético.

Es importante destacar que los requerimientos de carga de estos caminos internos respecto al tránsito son muy bajos, en donde se estima el pasaje de un camión atmosférico cada 15 días para la limpieza de las cámaras sépticas de los diferentes edificios, siendo este el vehículo más pesado que va a transitar por la misma. Por ello, se piensa principalmente como un camino de tránsito peatonal donde se conectan los diferentes edificios que conforman el centro de rehabilitación, siendo el valor estético que posee esta tipología la característica más importante a destacar.

El paquete estructural del camino se puede ver en el ***PLANO A09***, donde el espesor y materiales de cada una de sus capas fueron recomendado por la empresa "Tensolite", proveedor de los adoquines para formar el pavimento.

2.6. PROYECTO ESTRUCTURAL: EDIFICACIONES

Como se mencionó con precedentemente, uno de los objetos del proyecto es el diseño de la estructura de una vivienda tipo y un "Edificio Centro".

El esquema estructural fue planteado por los autores del proyecto, por lo cual las tareas a desarrollar son las de verificación de estabilidad, dimensionamiento de elementos componentes resistentes, propuesta de modificaciones y diseño de las fundaciones.

2.6.1. Descripción de la propuesta recibida.

Se describe brevemente a continuación la propuesta arquitectónica y estructural que se recibió por parte de los desarrolladores del proyecto arquitectónico.

2.6.1.1. Viviendas

Para las cuatro viviendas a desarrollar existe un proyecto tipo, por lo cual el diseño estructural será único para todas ellas. Cada una posee una superficie de 330 m^2 cubiertos aproximadamente con 4 habitaciones, una cocina, 2 baños para los residentes, un comedor, una habitación para el cuidador con baño privado y una galería abierta en el frente. A continuación, se presenta la imagen de planta de arquitectura recibida.

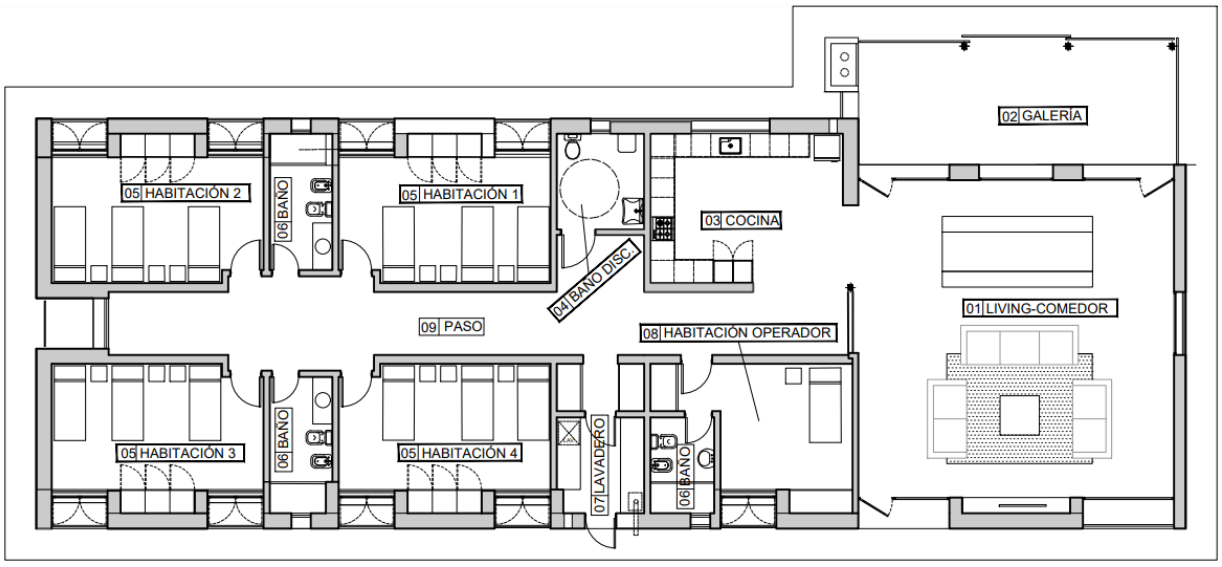


Figura 32: Planta arquitectónica de vivienda tipo.

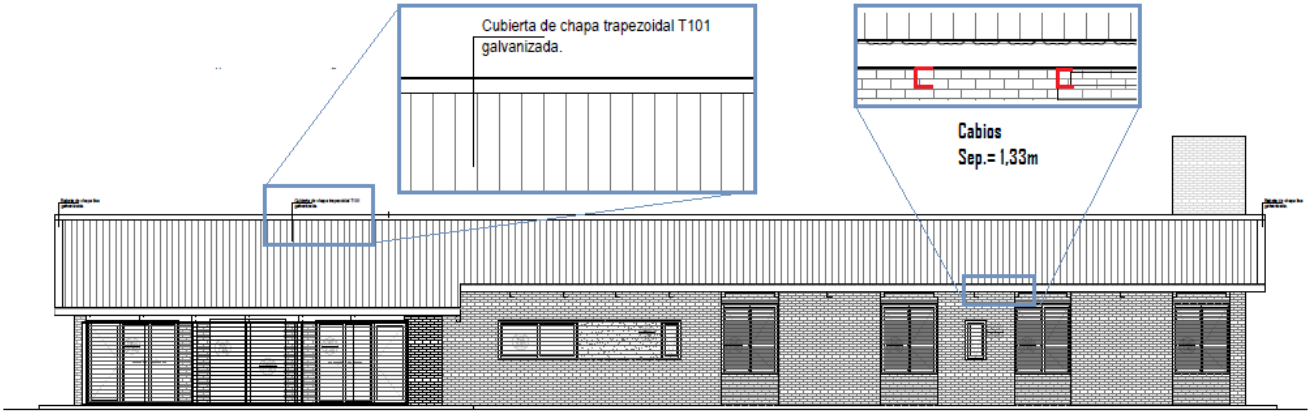


Figura 33: Fachada Principal Norte de Viviendas Tipo

En estos documentos se observa que la estructura consta de una ***cubierta metálica*** vinculada a un ***sistema de mamposterías portantes*** y, en el sector de la galería, a una serie de ***columnas*** y cuyas *fundaciones no están definidas*.

La ***cubierta*** está materializada por *chapas trapezoidales tipo T101* sujeta por correas de perfiles conformados en frío de sección "C", soportadas por cabios de perfiles de la misma tipología separados entre sí una distancia de 1,33m.

Figura 34: Perfil de acero conformado en frío de sección "C"

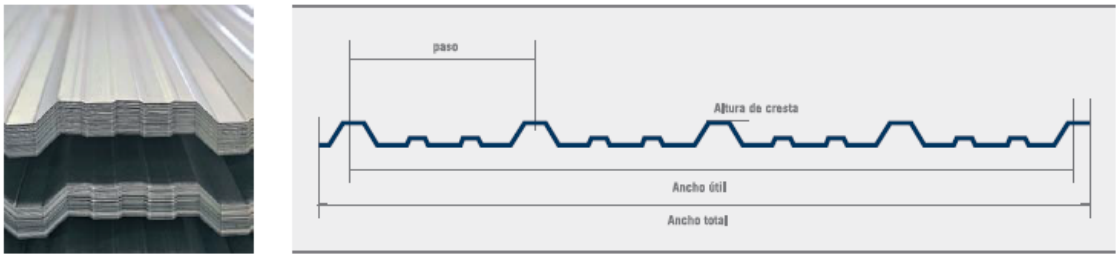


Figura 35: Chapa Trapezoidal T101

En la *zona de las habitaciones y la cocina*, estos cabios se vinculan a la mampostería portante ubicada en la envolvente exterior y en la zona del pasillo interior.

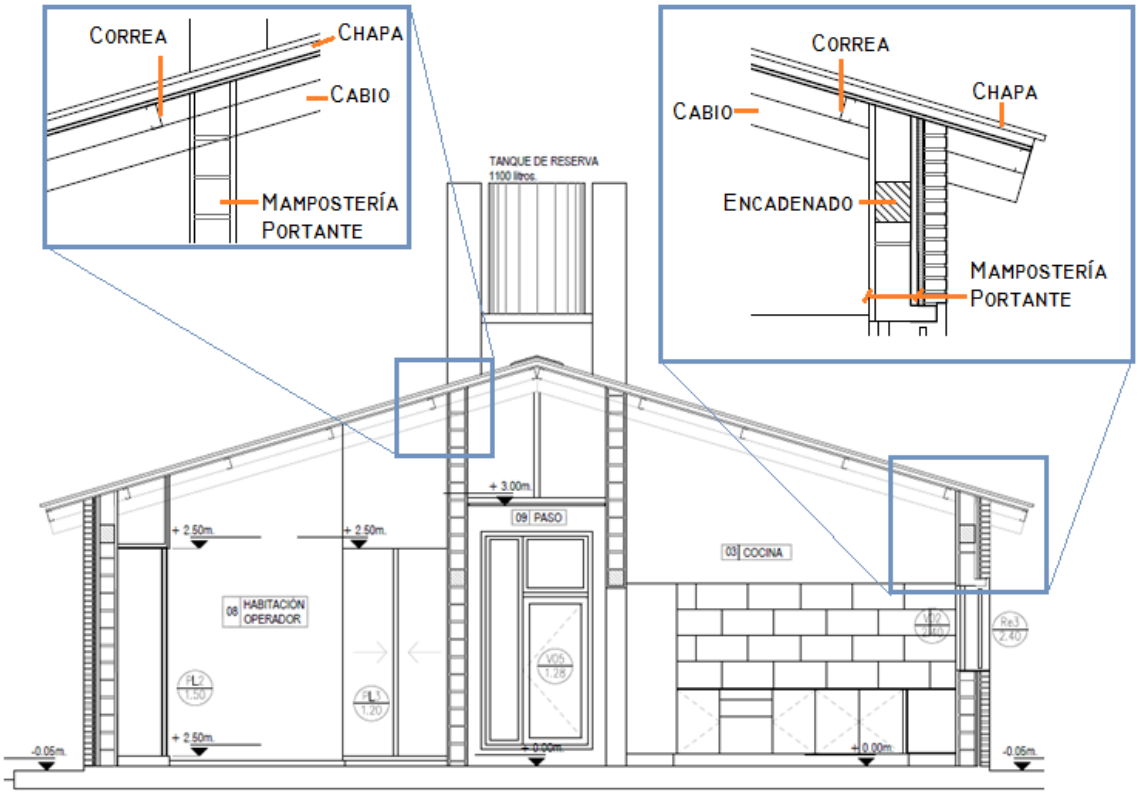


Figura 36: Sección de vivienda tipo s/zona habitaciones - cocina. Elementos Estructurales.

En la *zona del comedor*, la cubierta se diferencia por tener una "viga cumbrera" en la zona central de una sección cajón realizada con dos perfiles C para el apoyo de los cabios y, por otro lado, por vincularse a una viga perfil C en la estructura de la galería que descarga sobre columnas.

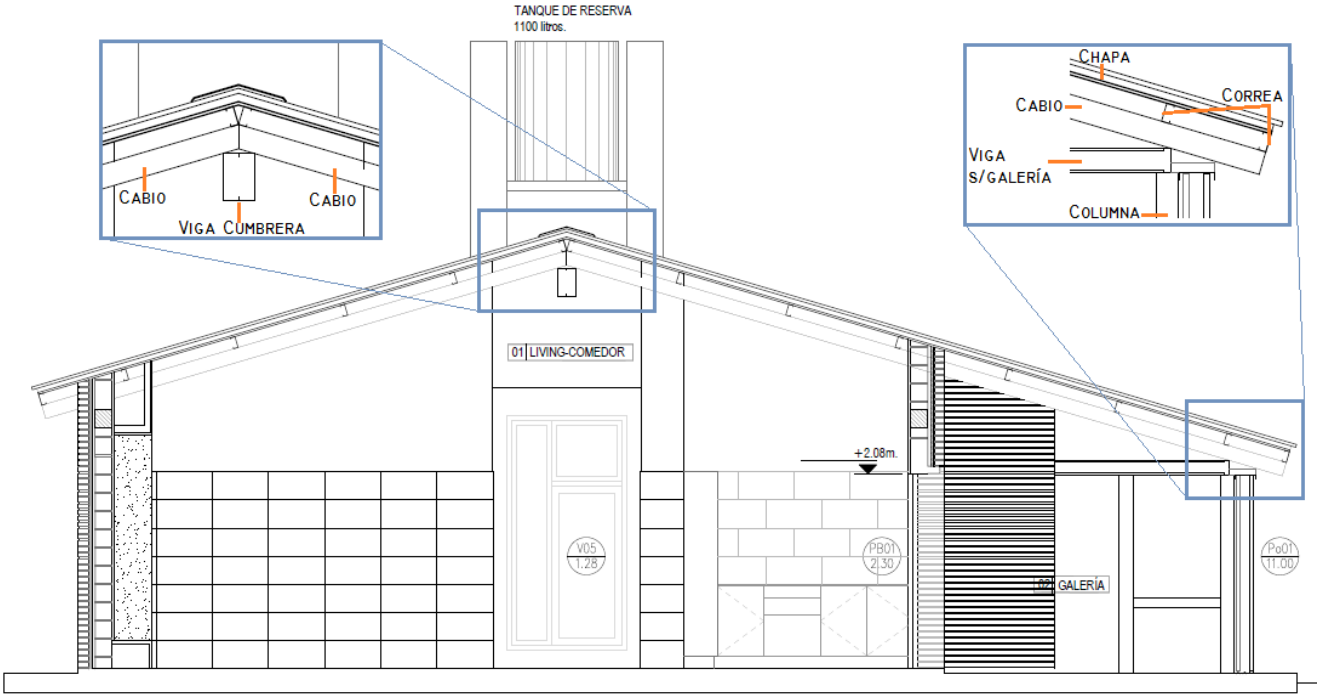


Figura 37: Sección de vivienda tipo s/zona comedor - galería. Elementos Estructurales.

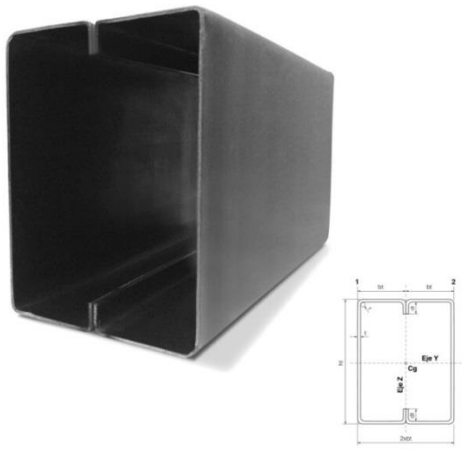


Figura 38: Sección cajón formada por perfiles C.

La ***mampostería portante*** tiene diferentes materialidades; muro doble de 39cm de espesor de ladrillo visto exterior más ladrillo hueco cerámico portante interior de 18cm, muro doble de 33cm de espesor de ladrillo visto exterior más ladrillo hueco cerámico interior de 12cm y muro de ladrillo cerámico hueco portante de 18cm de espesor distribuidos conformando el sistema que se muestra en la *Figura 39*.

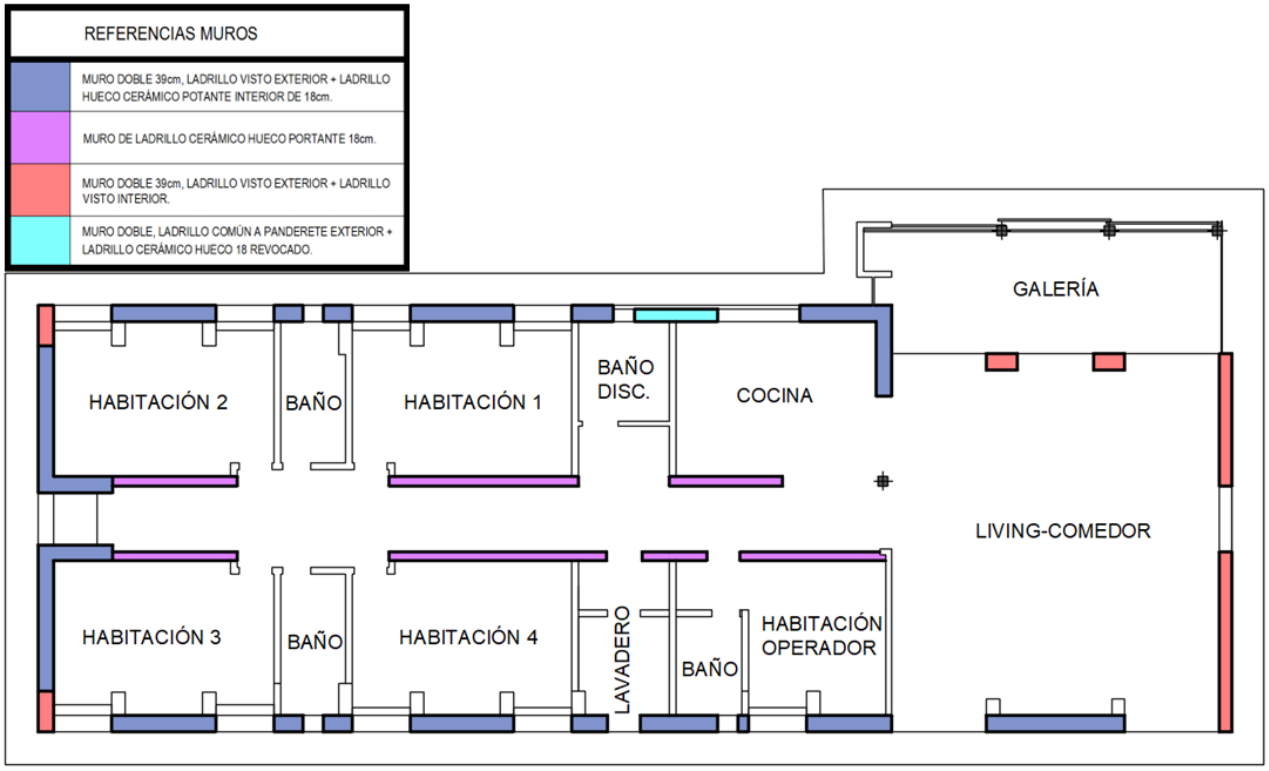


Figura 39: Sistema de muros portantes de las viviendas según sus materialidades

Queda entonces a definir secciones de elementos estructurales metálicos y el esquema de vinculación de estos, desarrollar las vinculaciones y diseñar fundaciones.

2.6.1.2. Edificio centro

Esta edificación posee una superficie aproximada de 340 m^2 cubiertos. Cuenta con un hall de ingreso que divide a la misma en dos sectores; el sector norte con un SUM, una cocina y cuatro habitaciones pequeñas con diferentes funciones y el sur, alberga cinco, una oficina, una sala de reuniones y tres baños.

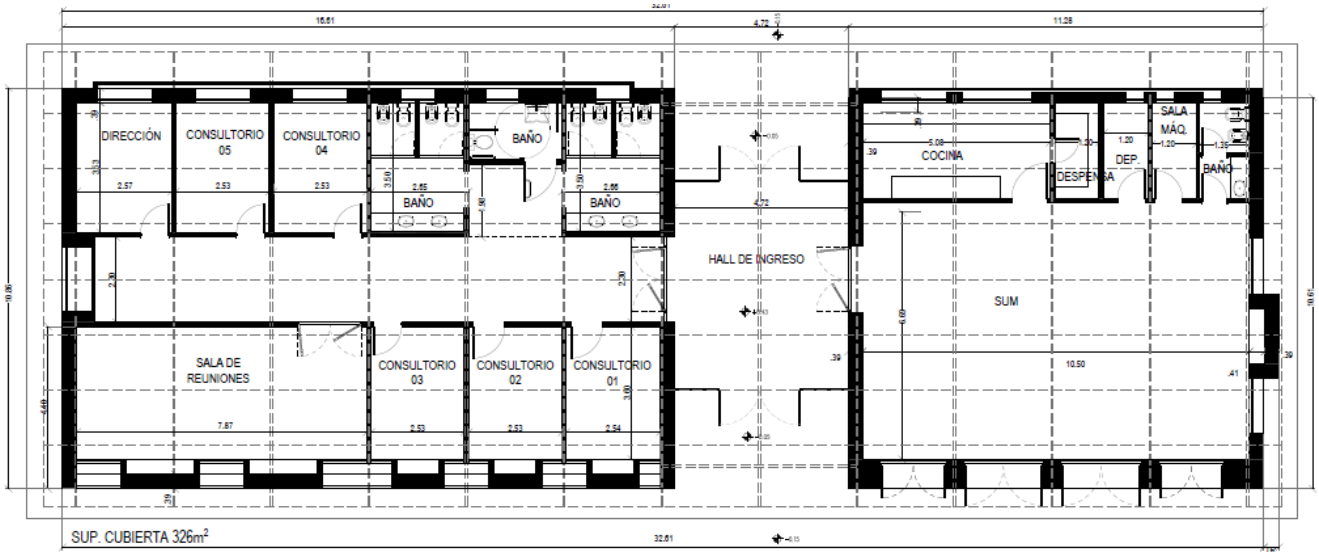


Figura 40. Planta arquitectónica edificio centro.

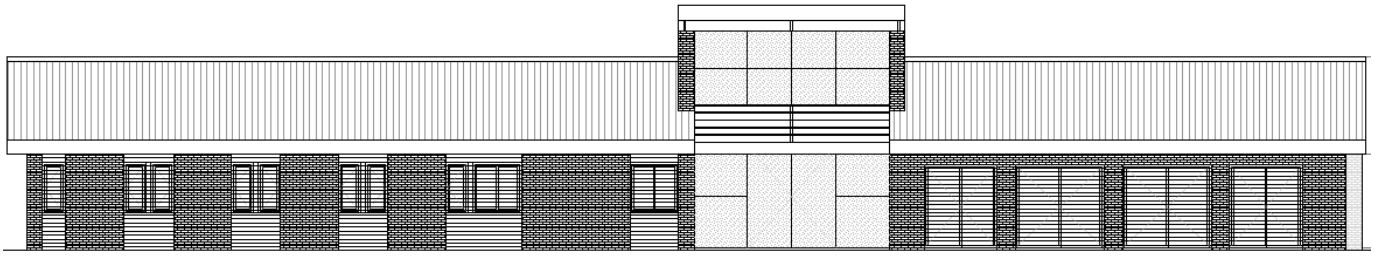


Figura 41: Fachada Este del Edificio Centro.

Los planos denotan una tipología de estructura similar a la de las viviendas; consta de una ***cubierta metálica*** vinculada a un ***sistema de mamposterías portantes*** y cuyas *fundaciones no están definidas*.

La tipología de estructura presenta los mismos elementos y materiales que en el caso de las viviendas. Se diferencian por el esquema de vinculaciones de los cabios y su separación, que en este caso será de 2,66m.

En este caso, estos últimos descansan sobre una viga cumbrera que va a hacer de apoyo junto con la mampostería perimetral del edificio, continuándose la primera sobre todo el largo del edificio. En la zona del hall se presenta la particularidad de que algunos de ellos se prolongan para formar una doble altura y que no de que también se apoyan sobre vigas de perfiles C.

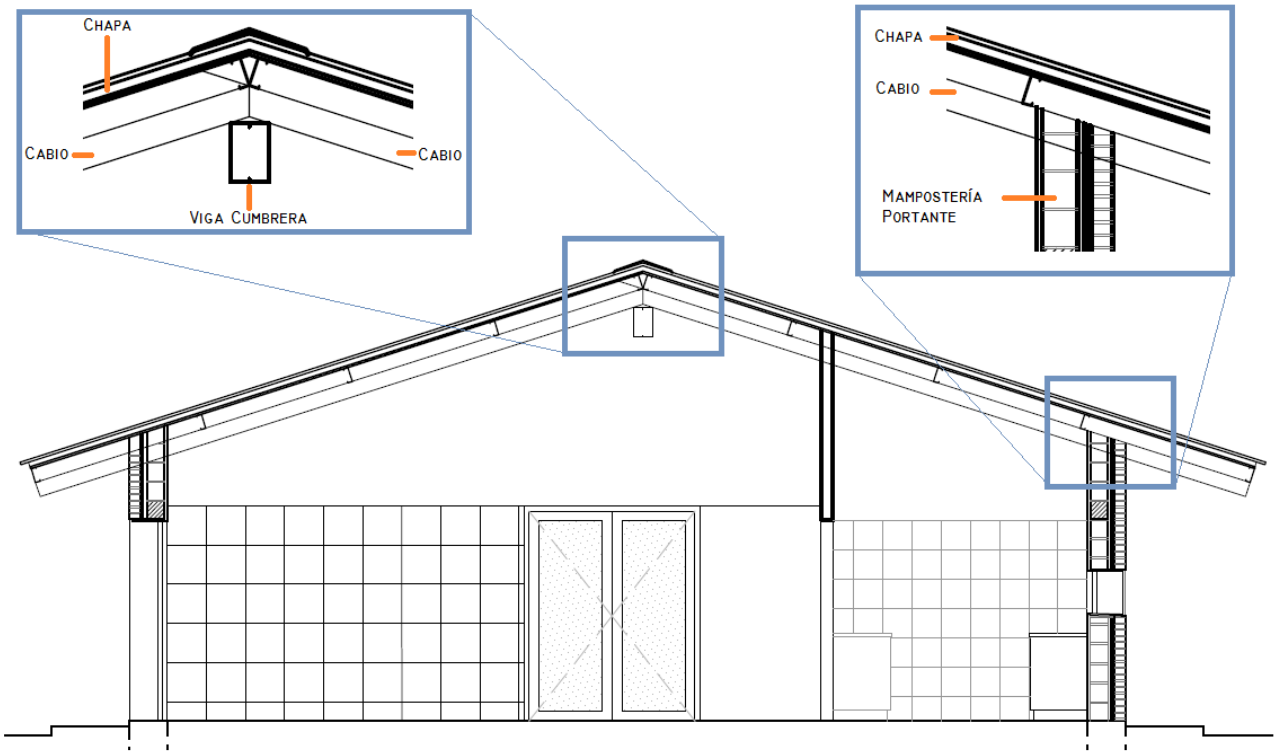


Figura 42: Sección Edificio Centro, Zona SUM. Elementos Estructurales.

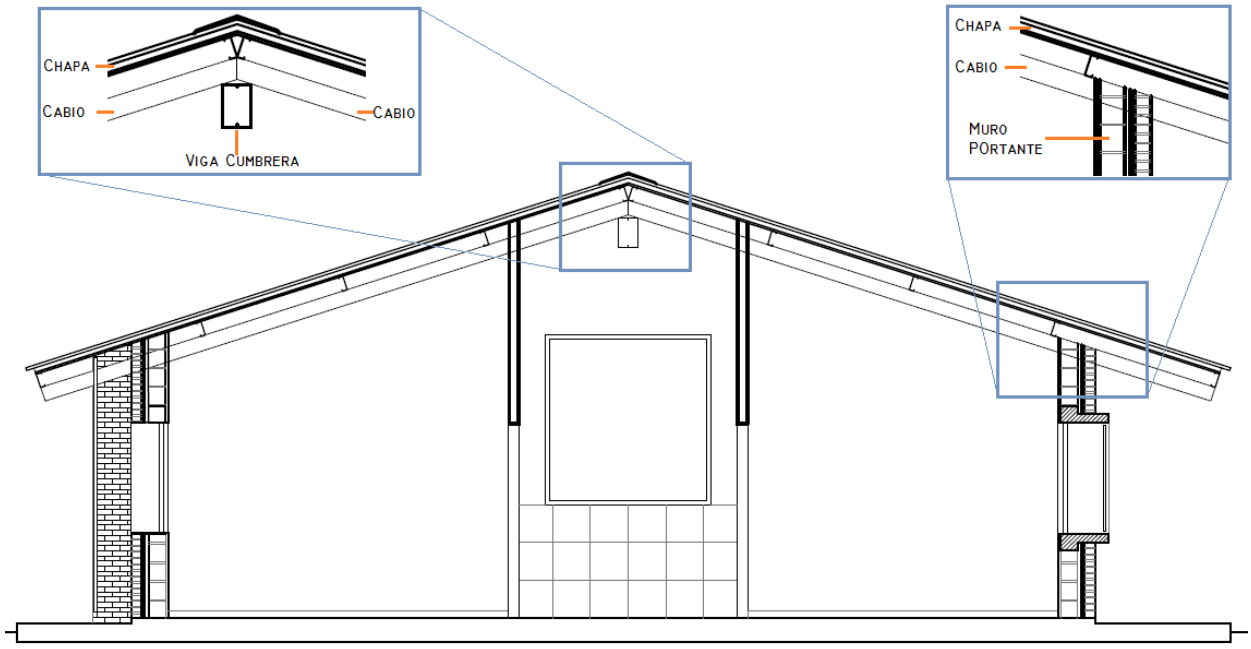


Figura 43: Sección Edificio Centro, Zona Consultorios. Elementos Estructurales.

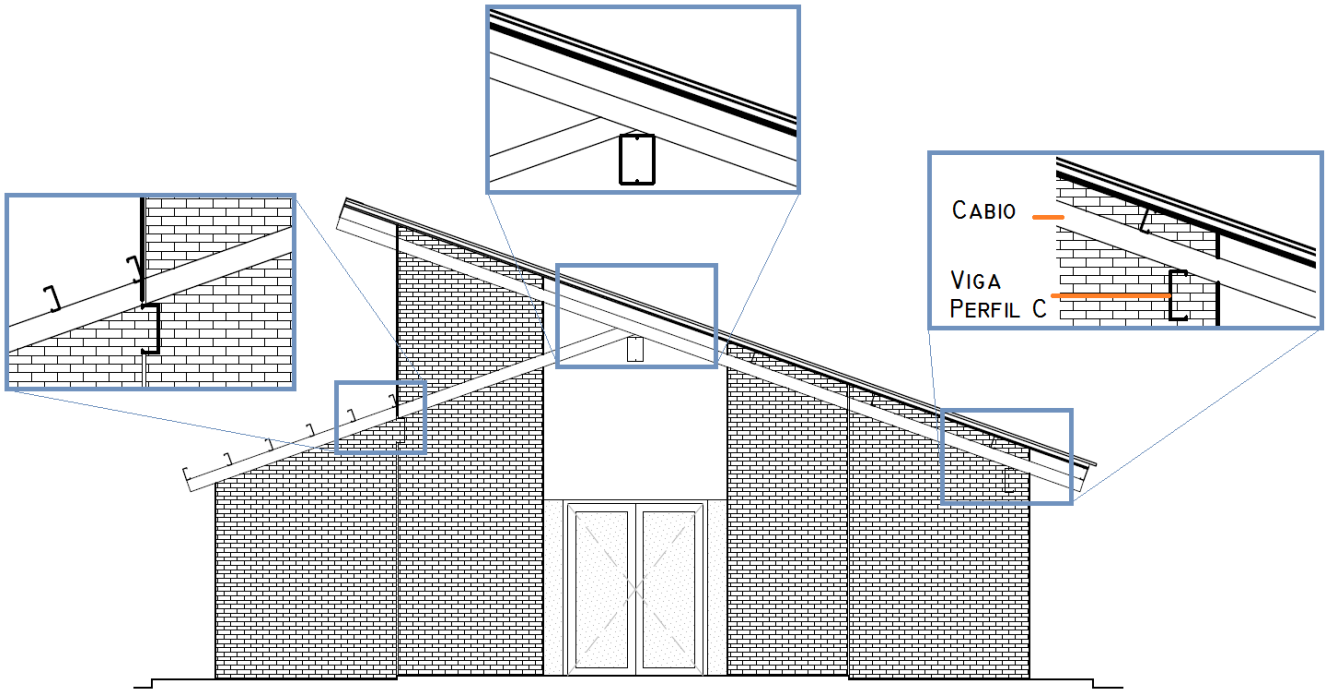


Figura 44. Sección Edificio Centro, Zona Hall. Elementos Estructurales.

La ***mampostería portante*** tiene las mismas materialidades que en el caso anterior y están distribuidos conformando el sistema que se muestra en la *Figura 45*.

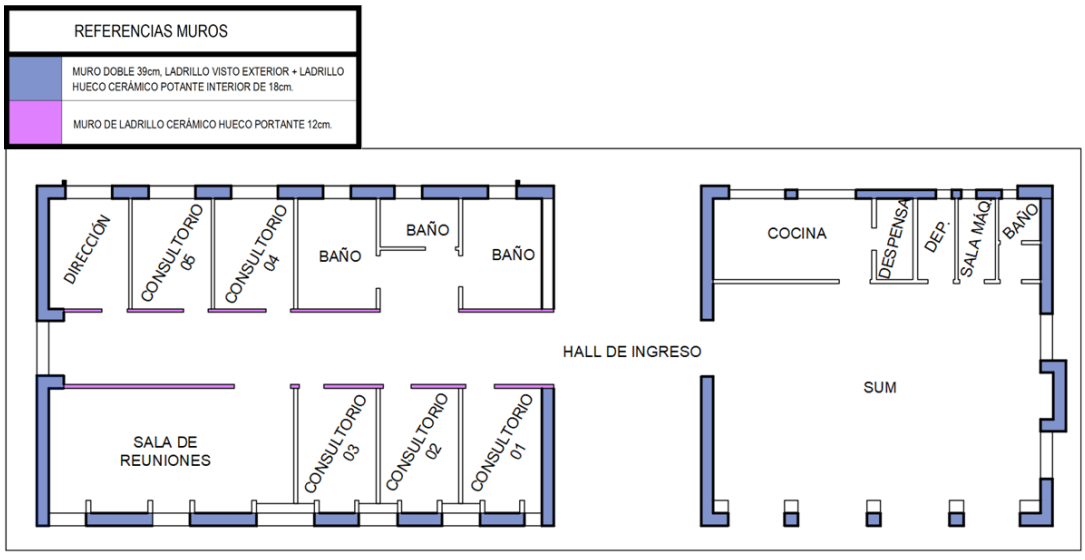


Figura 45: Sistema de muros portantes del edificio centro según sus materialidades.

Nuevamente, queda entonces a definir secciones de elementos estructurales metálicos, esquema de vinculación de estos, desarrollo de uniones y propuesta de fundación.

2.6.2. Descripción de la propuesta final.

2.6.2.1. Viviendas

Las chapas adoptadas son del tipo ***Trapezoidal T101 Galvanizadas de 0,41mm*** de espesor en la totalidad de la cubierta vinculadas a las correas mediante tornillos autoperforantes-autorroscantes.

Las correas se materializan con perfiles ***C 120x50x15x1,60***. Estas se vinculan como simplemente apoyadas a los cabios mediante soporte tipo L, también con tornillos autoperforantes, por lo que su longitud será igual a la separación de los mismos, es decir, de 1,33 m. Esta vinculación se logra a través de agujeros holgados en uno de sus extremos de unión.

Para cabios se utilizan perfiles ***C 180x80x30x3.20*** y ***C 180x70x25x2.50***, ubicados según la *Figura 46*. Estos presentan diferentes disposiciones de vínculos, según se detallará en memoria de cálculo, sin embargo, en su generalidad se realizan con uniones abulonadas con agujeros normales.

La *viga cumbrera* tendrá una sección tipo de cajón de perfiles doble ***C 180x80x30x3.20.*** Esta apoyará sobre mampostería portante con la interposición de elementos de hormigón armado para su anclaje y difusión de cargas.

En el **PLANO B10** del "*ANEXO 02: PLANOS*" se puede ver lo explicado anteriormente con mayor detalle.

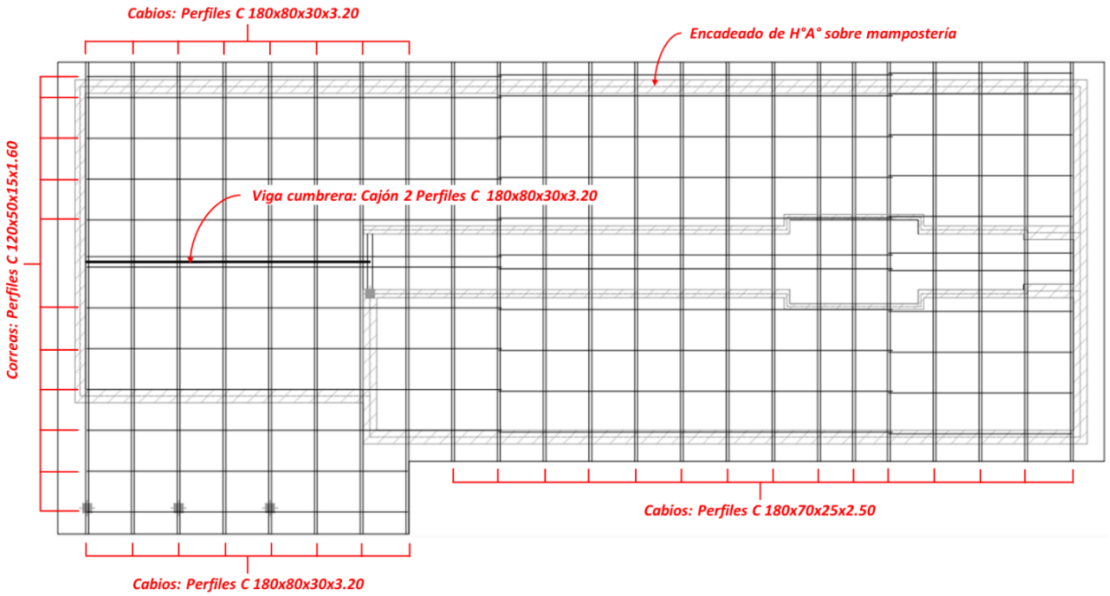


Figura 46: Esquema de estructura de cubierta y ubicación de las fundaciones de las viviendas

La mampostería portante estará apoyada sobre un encadenado de hormigón armado de (36x30) cm. (calidad de hormigón H-20 y armadura de acero ADN420) que transmitirá los esfuerzo a la fundación. La misma se va a realizar en hormigón de calidad H-20 (resistencia característica de 200 kg/cm2) y va a ser del tipo superficial "zapata corrida" de (60x50) cm de sección, fundada a 1 metro de profundidad donde se dan las transferencias de carga de la estructura al suelo (ver **PLANO B-04** en ***ANEXO 02: PLANOS***).

Las uniones entre elementos metálicos se realizan a través de soldaduras de calidad E70XX y bulones A307 para uniones de perfiles conformados y A325 para chapas laminadas, utilizando como elementos auxiliares de unión chapas lisas de acero calidad F-24. A continuación se puede ver un ejemplo de unión proyectad, el resto se encuentran en el ***PLANO B-20 - ANEXO 02.***

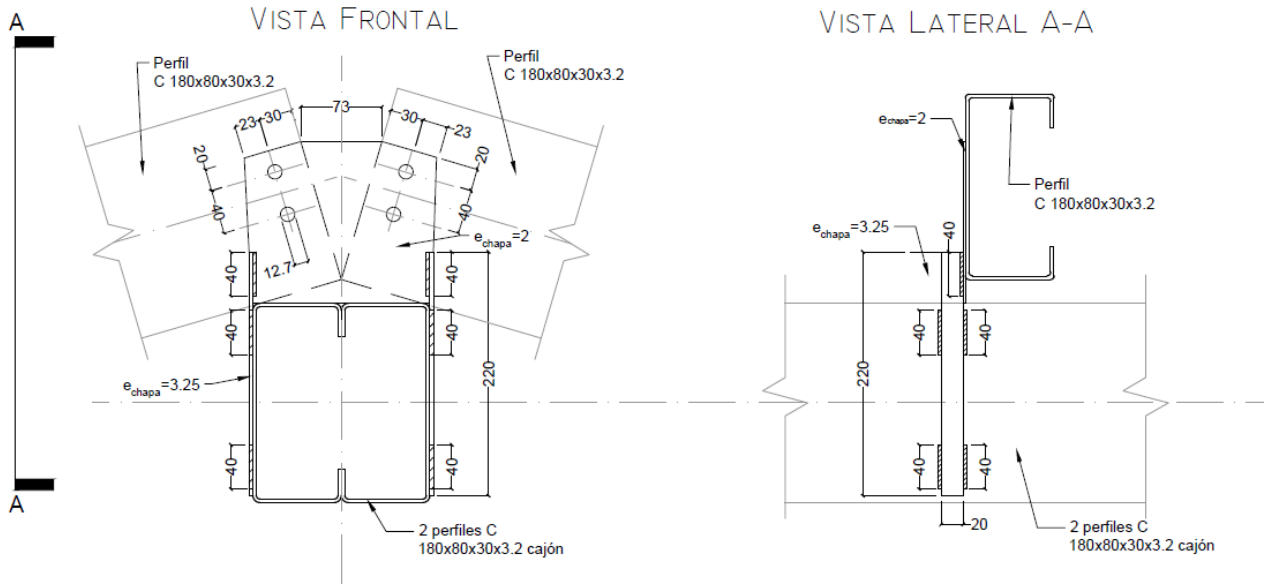


Figura 47: Detalle de unión cabios-cumbrera.

La vinculación de los elementos metálicos a los muros portantes se realiza mediante la interposición de elementos lineales de hormigón armado. A estos, los perfiles metálicos se vinculan mediante placas de acero F-24 embebidas en el hormigón a los cuales se anclan mediante barras de acero ADN 420S soldadas a la placa. También se interpone una barra de acero en el interior del elemento de hormigón con forma de caballete invertido como se muestra en la figura de ejemplo siguiente.

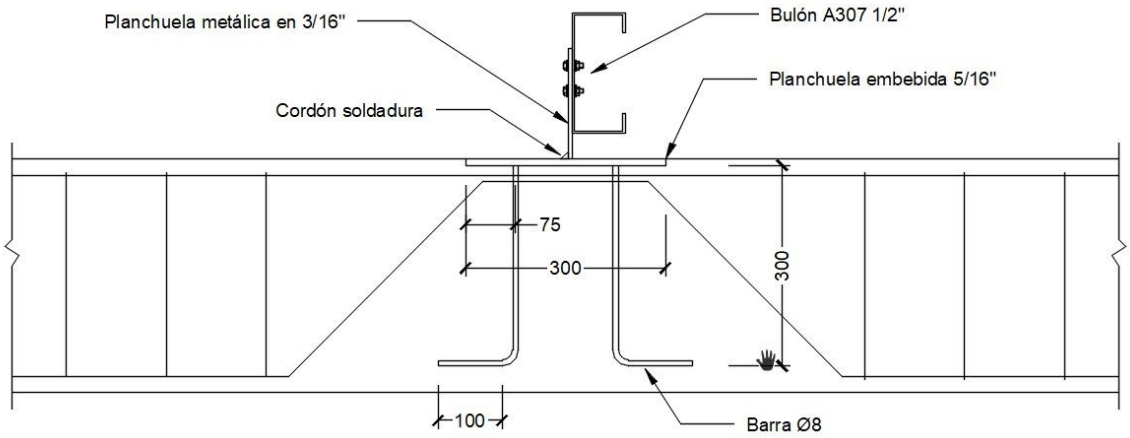


Figura 48: Ejemplo de unión a elementos de hormigón armado.

2.6.2.2. Edificio centro

En este caso, las chapas adoptadas son del ***tipo Trapezoidal T101 Galvanizadas de 0,41mm*** de espesor en la totalidad de la cubierta vinculadas a las correas mediante tornillos autoperforantes-autorroscantes.

Las correas se materializan con perfiles ***C 140x50x20x2.5***. Estas se vinculan como simplemente apoyadas a los cabios mediante soporte tipo L, también con tornillos autoperforantes, por lo que su longitud será igual a la separación de los mismos, es decir, de 2,66 m. Esta vinculación se logra a través de agujeros holgados en uno de sus extremos de unión.

Para cabios se utilizan perfiles ***C 180x70x25x2.00*** (sector consultorios), ***C 180x70x25x3.20*** (sector hall) y ***C 220x100x30x3.20*** (**ver PLANO B-15** en *ANEXO 02: PLANOS*). Estos presentan diferentes disposiciones de vínculos, según se detallará en memoria de cálculo, sin embargo, en su generalidad se realizan con uniones abulonadas con agujeros normales en un extremo y holgados en el resto para permitir la libre dilatación.

La viga cumbrera tendrá una sección tipo de cajón de perfiles doble ***C 220x100x30x3.20***. Esta apoyará sobre mampostería portante con la interposición de elementos de hormigón armado para su anclaje y difusión de cargas.

La mampostería portante estará apoyada sobre un encadenado de hormigón armado de (36x30) cm. que transmitirá los esfuerzo a la fundación. La misma se va a realizar en hormigón de calidad H-20 (resistencia característica de 200 kg/cm2) y va a ser del tipo superficial "zapata corrida" de (60x50) cm de sección, fundada a 1 metro de profundidad donde se dan las transferencias de carga de la estructura al suelo (**ver PLANO B-13** en *ANEXO 02: PLANOS*).

En la *Figura 49* se muestra un esquema de la estructura que soporta la cubierta.

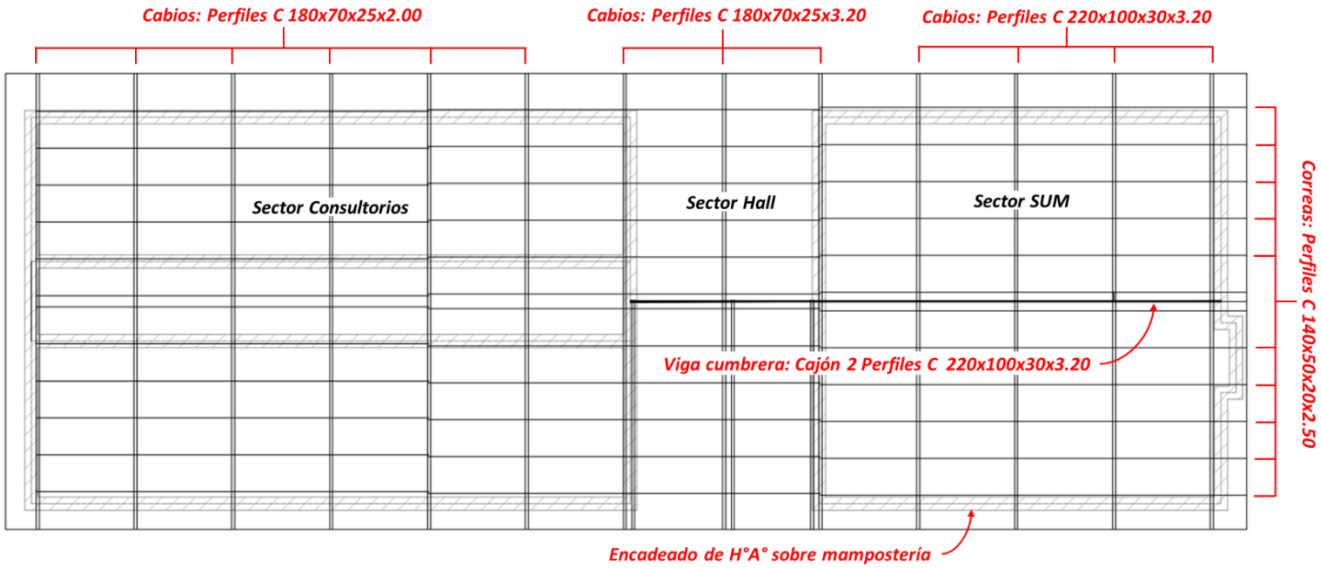


Figura 49: Esquema de estructura de cubierta y ubicación de las fundaciones del Edificio Centro

Las uniones se ejecutan siguiendo la misma tipología que en caso anterior.

3. MEMORIA DE CÁLCULO

3.1. CÁLCULO DEL MOVIMIENTO DE SUELOS

En base a los planos de perfiles transversales (***PLANOS A06 a A07***) se computó el total de excavaciones a realizar para los canales y reservorio y los terraplenes a realizar para elevar la cota del edificio centro y la cancha de fútbol debido a que se encuentran en una depresión en esa zona del terreno. Por ende, los resultados son los siguientes:

Tabla 2: Excavaciones y rellenos de suelo

Excavaciones canales			
Canal	Sección transv. [m²]	Longitud [m]	Volumen [m³]
1	0.84	167	140.28
2	0.27	55	14.85
3	0.77	50	38.50
4	0.92	15	13.81
		Subtotal 1 =	207.44
Reservorio		**Subtotal 2 =**	472.19
		Total =	**679.63**

Terraplén Edificio Centro y Cancha de fútbol			
	Superficie [m²]	Espesor [m]	Volumen [m³]
Edificio centro	441	0.4	176.4
Cancha de fútbol	1000	0.4	400
		Total =	**576.40**

3.1.1. Volumen del reservorio

3.1.1.1. Áreas impermeables

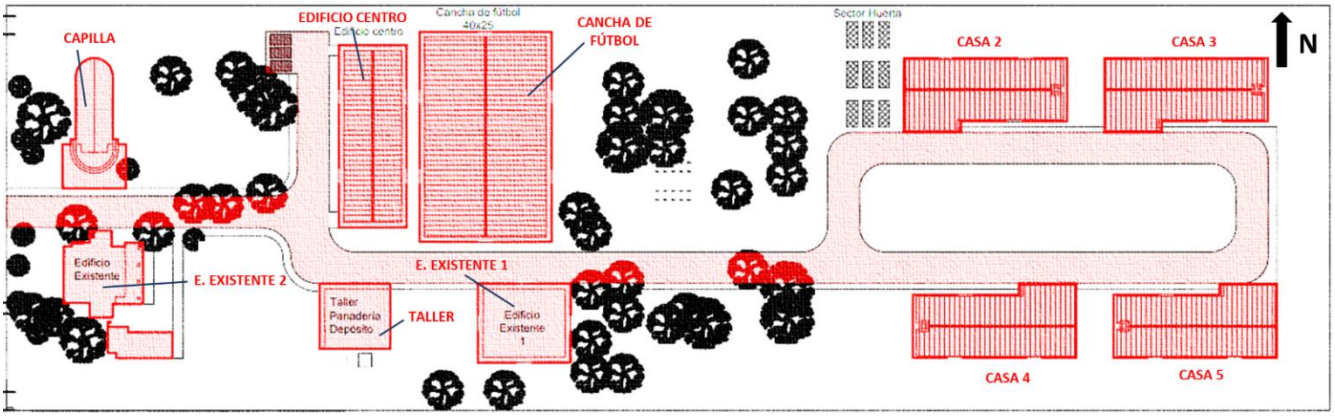


Figura 50: Demarcación de las superficies impermeables

Tabla 3: Valores de las superficies impermeables

Superficies impermeables	
Edificio exist. 1	263 m²
Edificio exist. 2	255 m²
CASA 1	395 m²
CASA 2	395 m²
CASA 3	395 m²
CASA 4	395 m²
Ed. Centro	446 m²
Taller	142 m²
Cancha de fútbol	1000 m²
Capilla	253 m²
TOTAL	**3939 m²**

3.1.1.2. Determinación del caudal

El caudal se calcula a partir del Método Racional:

$$Q = \frac{C * i * A}{3{,}6}$$

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía

$i[\frac{mm}{h}]$: Intensidad

$A[Km^2]$: Superficie de la cuenca

En la *Tabla 5* se ponderan los coeficientes de escorrentía con las áreas impermeables y permeables. Los coeficientes correspondientes al área permeable e impermeable surgen de la *Tabla 4*.

Tabla 4: Coeficientes de escorrentía

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO					
	Recurrencias (años)					
	2	5	10	25	50	100
Espejo de agua	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Superficies asfálticas	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
Hormigòn (techos y calles)	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97
Zonas verdes (*)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36
Zona comercial	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Pavimento de Adoquines	0,80	0,82	0,85	0,88	0,91	0,95
Campos cultivados	0,20	0,23	0,26	0,30	0,34	0,39

Tabla 5: Coeficientes de escorrentía ponderados

	Coeficiente de escorrentía C			
	R = 5 años		R = 100 años	
AI	0.80	0.23	0.97	0.36
AP	0.23		0.36	

La intensidad se calcula a partir de las curvas IDR, con la duración igual al tiempo de concentración, según la siguiente fórmula:

$$i = \frac{A}{(B + D)^C}$$

$D[min]$ es la duración y los parámetros A, B y C dependen de la recurrencia. Estos se muestran en la *Tabla 6* obtenida del "*Instructivo para el proyecto de regulación de desagües pluviales de la Municipalidad de Rosario"* de la Ordenanza N°8334.

Tabla 6: Parámetros de las curvas IDR

Recurrencia	A	B	C
5	1849.4000	17.2800	0.8079
100	2400.0000	15.0040	0.7767

El *tiempo de concentración* es:

$T_c[min] = L[m]/V\left[\frac{m}{min}\right]$

$V\left[\frac{m}{min}\right]$ es la velocidad máxima promedio del flujo, que depende del tipo de superficie de escurrimiento. La *Tabla 7* obtenida del *"Instructivo para el proyecto de regulación de desagües pluviales de la Municipalidad de Rosario"* brinda los valores de velocidad para estimar el tiempo de concentración.

La longitud L es la correspondiente al recorrido adoptado según la *Figura 22*.

Tabla 7: Velocidades máximas promedio de flujo según tipo de escurrimiento

Tipo de escurrimiento	Velocidad máx. promedio de flujo
Flujo no concentrado en zonas verdes, parques y jardides	0.1 m/seg
Flujo no concentrado en pavimentos	0.35 m/seg
Flujo en cordón cuneta	0.6 m/seg
Flujo en zanjas y canales excavados	1.1 m/seg
Flujo en conductos de hormigón	1.3 m/seg
Flujo en canales revestidos de hormigón	1.4 m/seg

Tabla 8: Intensidad para condición pre-edificación

	Intensidad			
R (años)	L (m)	V (m/s)	D = Tc (min)	**I (mm/h)**
5	260.00	0.10	43.33	**67.13**
100	260.00	0.10	43.33	**102.00**

Los caudales admisibles corresponden a la situación previa a realizar cualquier tipo de impermeabilización, tanto para la recurrencia de 5 años como para la recurrencia de 100 años. Éstos se muestran en la *Tabla 9.*

Tabla 9: Caudales admisibles (condición pre-edificación)

	Caudal admisible			
R (años)	C	I (mm/h)	A (Km^2)	**Q_{adm2} (m^3/s)**
5	0.23	67.13	0.01925	**0.083**
100	0.36	102.00	0.01925	**0.196**

3.1.1.3. Determinación del volumen

Se determinan los hidrogramas de entrada en función de distintas duraciones y con el hidrograma de salida se obtiene el volumen a embalsar.

En la *Tabla 10* y *Tabla 11* se muestran las iteraciones con las distintas duraciones, con los correspondientes volúmenes máximos y caudales de entrada. Mientras que en la Figura 51 y *Figura 52* se vuelcan los hidrogramas de entrada y de salida para ambas recurrencias.

Tabla 10: Volumen para R = 5 años

R (años) =	5					
A	1849.4					
B	17.28					
C	0.8079	Qmáx (MR)	Qcorte	Vol tot	Vol desc	Vol reserv
D (min)	i (mm/h)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3)	(m^3)	(m^3)
0	185.02	0.415	0.083	0.00	39.39	0.00
5	150.68	0.338	0.083	101.44	51.78	49.66
10	127.94	0.287	0.083	172.26	64.16	108.10
15	111.68	0.251	0.083	225.54	76.54	149.00
20	99.41	0.223	0.083	267.69	88.93	178.77
25	89.80	0.202	0.083	302.26	101.31	200.95
30	82.05	0.184	0.083	331.40	113.69	217.71
35	75.65	0.170	0.083	356.47	126.08	230.40
40	70.27	0.158	0.083	378.42	138.46	239.96
45	65.67	0.147	0.083	397.89	150.84	247.04
50	61.70	0.138	0.083	415.36	163.23	252.13
55	58.23	0.131	0.083	431.19	175.61	255.57
60	55.16	0.124	0.083	445.64	187.99	257.64
65	52.44	0.118	0.083	458.93	200.38	258.55
70	50.00	0.112	0.083	471.23	212.76	258.47
75	47.80	0.107	0.083	482.67	225.15	257.53
80	45.80	0.103	0.083	493.36	237.53	255.84
85	43.99	0.099	0.083	503.40	249.91	253.49
90	42.32	0.095	0.083	512.85	262.30	250.55
95	40.79	0.092	0.083	521.78	274.68	247.10
100	39.38	0.088	0.083	530.24	287.06	243.18
105	38.08	0.085	0.083	538.29	299.45	238.85
110	36.86	0.083	0.083	545.96	311.83	234.13
115	35.73	0.080	0.083	553.28	324.21	229.07
120	34.68	0.078	0.083	560.29	336.60	223.69
125	33.69	0.076	0.083	567.01	348.98	218.03
130	32.76	0.074	0.083	573.46	361.36	212.10
135	31.89	0.072	0.083	579.67	373.75	205.92
140	31.07	0.070	0.083	585.65	386.13	199.52
145	30.29	0.068	0.083	591.42	398.51	192.91
150	29.56	0.066	0.083	597.00	410.90	186.10

$Vol_{máx}$ (m^3)	**258.55**
Q (m^3/s)	**0.118**
Para D (min)	**65**
m^3/Ha	**134.31**

Condición Post edificación	
Parámetros con R = 5	
C	0.42
A	0.01925 Km^2
Tc	15.91 min

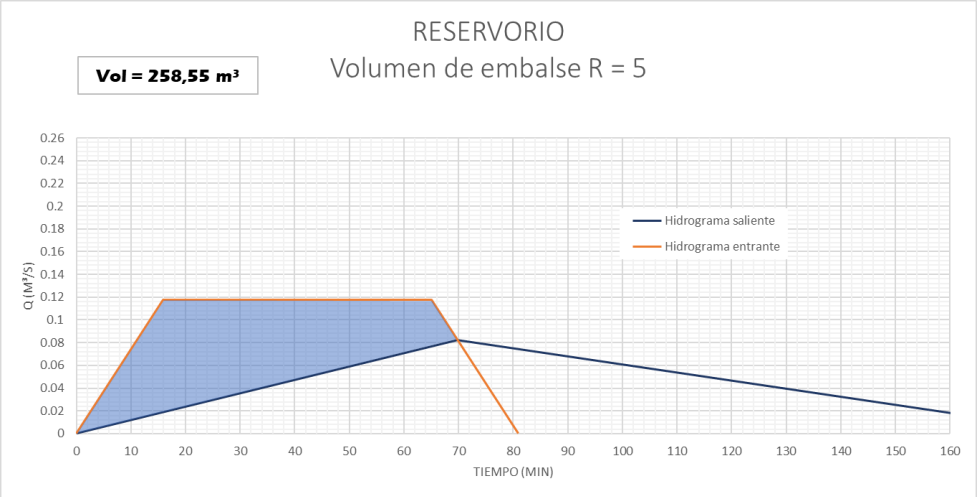


Figura 51: Hidrograma de entrada y de salida para R = 5 años

Tabla 11: Volumen para R = 100 años

R (años) =	100					
A	2400					
B	15.004					
C	0.7767	Qmáx (MR)	Qcorte	Vol tot	Vol desc	Vol reserv
D (min)	i (mm/h)	(m³/s)	(m³/s)	(m³)	(m³)	(m³)
0	292.85	0.882	0.196	0.00	93.69	0.00
5	234.23	0.705	0.196	211.53	123.15	88.38
10	196.96	0.593	0.196	355.74	152.60	203.15
15	170.96	0.515	0.196	463.17	182.05	281.12
20	151.67	0.457	0.196	547.88	211.50	336.38
25	136.73	0.412	0.196	617.39	240.96	376.43
30	124.78	0.376	0.196	676.10	270.41	405.69
35	114.97	0.346	0.196	726.81	299.86	426.95
40	106.77	0.321	0.196	771.38	329.31	442.06
45	99.79	0.300	0.196	811.09	358.77	452.33
50	93.78	0.282	0.196	846.90	388.22	458.68
55	88.53	0.267	0.196	879.48	417.67	461.81
60	83.91	0.253	0.196	909.38	447.12	462.25
65	79.81	0.240	0.196	937.00	476.58	460.42
70	76.14	0.229	0.196	962.66	506.03	456.63
75	72.83	0.219	0.196	986.64	535.48	451.16
80	69.84	0.210	0.196	1009.13	564.93	444.20
85	67.11	0.202	0.196	1030.33	594.39	435.94
90	64.62	0.195	0.196	1050.37	623.84	426.53
95	62.32	0.188	0.196	1069.38	653.29	416.09
100	60.21	0.181	0.196	1087.47	682.74	404.72
105	58.25	0.175	0.196	1104.71	712.20	392.52
110	56.43	0.170	0.196	1121.20	741.65	379.55
115	54.74	0.165	0.196	1137.00	771.10	365.89
120	53.16	0.160	0.196	1152.16	800.55	351.60
125	51.68	0.156	0.196	1166.74	830.01	336.73
130	50.29	0.151	0.196	1180.78	859.46	321.33
135	48.98	0.147	0.196	1194.33	888.91	305.42
140	47.75	0.144	0.196	1207.42	918.36	289.06
145	46.59	0.140	0.196	1220.09	947.82	272.27
150	45.49	0.137	0.196	1232.35	977.27	255.08

Volmáx (m³)	462.25
Q (m³/s)	0.253
Para D (min)	60
m³/Ha	240.13

Condición Post edificación	
Parámetros con R = 100	
C	0.56
A	0.01925 Km²
Tc	15.91 min

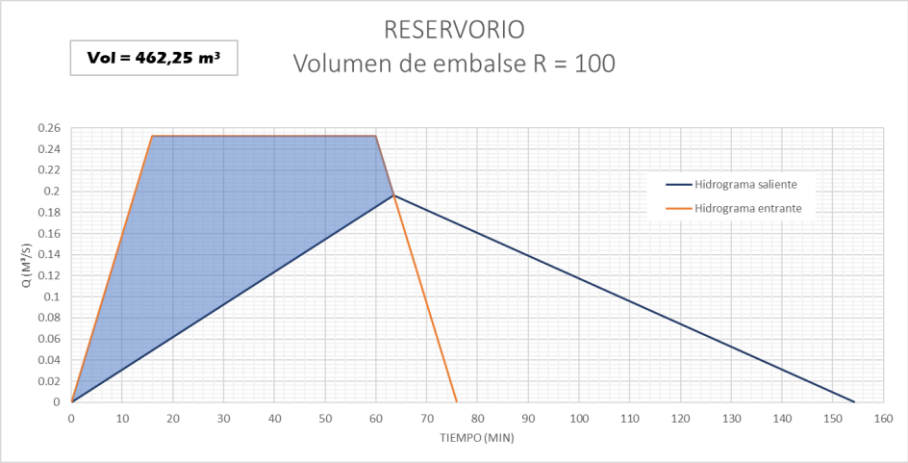


Figura 52: Hidrograma de entrada y de salida para R = 100 años

3.1.2. Descarga del reservorio

3.1.2.1. Curva cota vs volumen

Tabla 12: Parámetros para la construcción de la curva Cota vs Volumen

hi [m]	AB [m²]	Ab [m²]	ABi[m²]	Vol máx [m³]	Vol vacío [m³]	Cota tirante [m]	Volumen [m³]
0.10	1035.00	605.00	671.15	526.78	465.59	24.63	61.19
0.15	1035.00	605.00	704.23	526.78	432.16	24.68	94.62
0.20	1035.00	605.00	737.31	526.78	396.88	24.73	129.90
0.25	1035.00	605.00	770.38	526.78	359.78	24.78	167.01
0.30	1035.00	605.00	803.46	526.78	320.88	24.83	205.91
0.35	1035.00	605.00	836.54	526.78	280.20	24.88	246.58
0.40	1035.00	605.00	869.62	526.78	237.78	24.93	289.01
0.45	1035.00	605.00	902.69	526.78	193.62	24.98	333.17
0.50	1035.00	605.00	935.77	526.78	147.75	25.03	379.04
0.55	1035.00	605.00	968.85	526.78	100.17	25.08	426.61
0.60	1035.00	605.00	1001.92	526.78	50.92	25.13	475.86
0.65	1035.00	605.00	1035.00	526.78	0.00	25.18	526.78

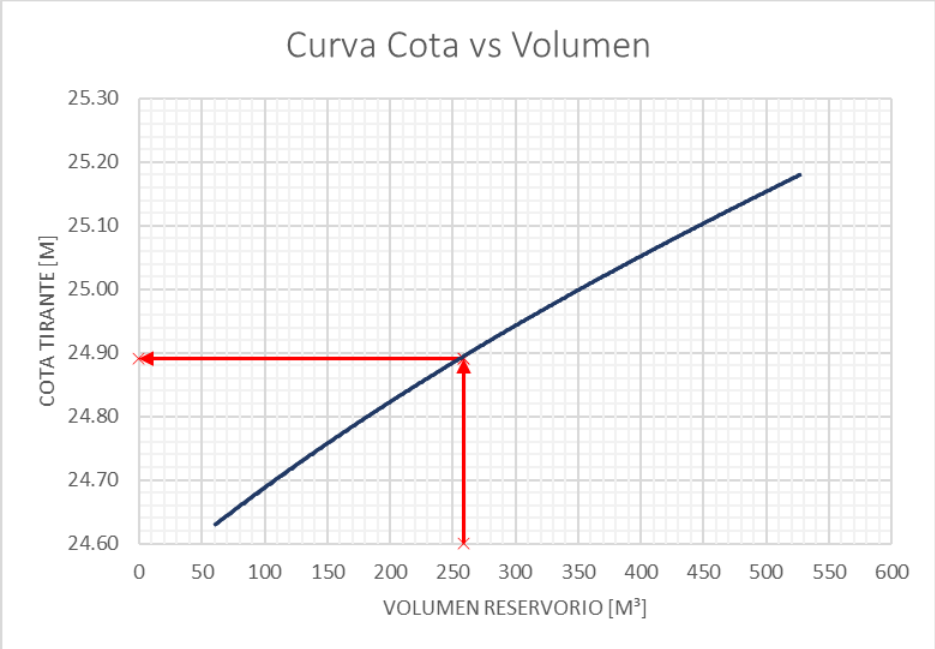


Figura 53: Cota del tirante para R = 5 años a partir de la curva Cota vs Volumen

Tabla 13: Cota del tirante para el volumen según R=5

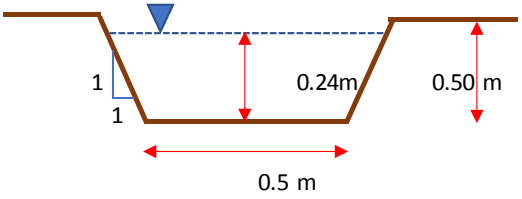
Tirante para R = 5 años	
Volumen =	258.55 m³
C_{y5} =	**24.89 m³**

3.1.2.2. Tirante aguas abajo (en canal de descarga)

Se determina el tirante para el caudal admisible correspondiente a R = 5 años a partir de la ecuación de Chezy-Manning.

Tabla 14: Tirante para el canal de descarga del reservorio

Parámetros Canal	
n	0.03
Bf [m]	0.50
m	1
A [m²]	0.18
P [m]	1.18
Rh [m]	0.15
S [‰]	2.5
y [m]	0.24
r [m]	0.26
h [m]	0.50
Q [m³/s]	**0.084**
V [m/s]	0.472



3.1.2.3. Capacidad de descarga de la cañería (caudal) para una recurrencia de 5 años

A partir de definir el tipo de flujo se puede calcular la capacidad de descarga del conducto según las fórmulas de la *Tabla 15*.

Tabla 15: Fórmulas de caudal en función del tipo de flujo

1 $\frac{Y_1}{do}$<1.5, $S_0>S_C$,$Y_4 < d_C$	$Q = C_D * A_C * \sqrt{2g(y_1 + \frac{V_1^2}{2g} - d_C - \Delta h_{12})}$
2 $\frac{Y_1}{do}$<1.5,$S_0<S_C$, $Y_4 < d_C$	$Q = C_D * A_C * \sqrt{2g(z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} - d_C - \Delta h_{12} - \Delta h_{23})}$
3 $\frac{Y_1}{do} < 1.5, y_4 \le d_0, y_4 > d_C,\ y_4 > (z_2 + d_C)$	$Q = C_D * A_3 * \sqrt{2g(z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} - y_3 - \Delta h_{12} - \Delta h_{23})}$
4 $y_1 > d_0,\ y_4 > d_0,\ z_1 + y_1 > y_4$	$Q = C_D \times A_3 \times V_3 = C_D \times A_0 \times \sqrt{\frac{2g \times (z_1 + y_1 - y_4)}{1 + \frac{C_D^2 \times n^2 \times L \times 2g}{R_0^{4/3}}}}$
5 $y_1/d_0 \ge 1.5, y_4 < d_0,\ y_4 < d_C$	$Q = C_D * A_0 * \sqrt{2g * y_1}$
6 $y_1/d_0 \ge 1.5, y_4/d_0 \le 1$	$Q = C_D * A_3 * \sqrt{2g(z_1 + y_1 - d_0 - \Delta h_{23})}$

Como se ve en la tabla anterior, para saber qué tipo de flujo le pertenece a cada caso se deben cumplir las condiciones de la columna izquierda, donde:

Y_1: Tirante en la sección de llegada (sección 1-1), en m.

d_0: Diámetro del conducto, en m.

Y_4: Tirante en el canal de descarga (sección 4-4), en m.

d_c: Tirante crítico, en m.

S_0: Pendiente del conducto.

S_c: Pendiente crítica.

z_1, z_2: Energía potencial de las secciones 1-1 y 2-2, respectivamente.

Tabla 16: Cotas y parámetros geométricos del conducto

Parámetros Caño de salida		
Cota Fondo	Cota inicial [m]	24.48
	Cota final [m]	24.46
	Cy descarga [m]	24.70
Conducto	S0 [‰]	2.07
	η	0.012
	Diámetro [m]	**0.30**
	Lconducto [m]	8.9
	A [m²]	0.071

En la *Tabla 17* se muestra las condiciones que se dan para determinar el tipo de flujo, donde se concluye que es de tipo 3 (ver *Tabla 15*).

Tabla 17: Condiciones para determinar el tipo de flujo para R =5

Condiciones (R = 5)		
Y1/d0 =	1.37	< 1.5 => Flujo 1, 2 ó 3
Y4 < d0		
Y4 > dc =>	**Flujo 3**	-

- Obtención del coeficiente de gasto C_D:

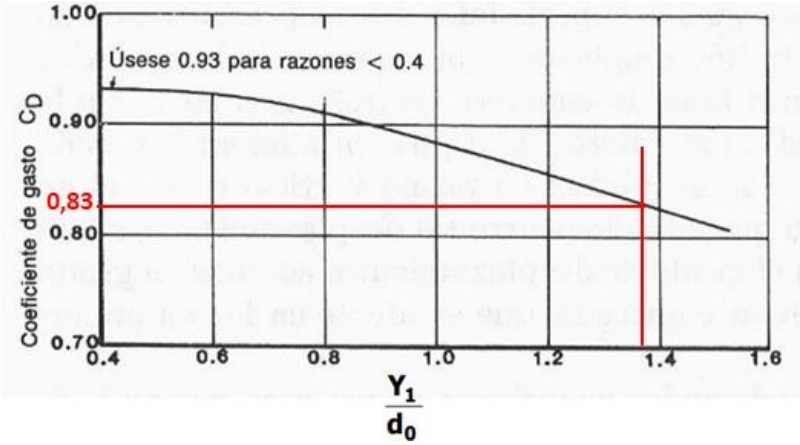
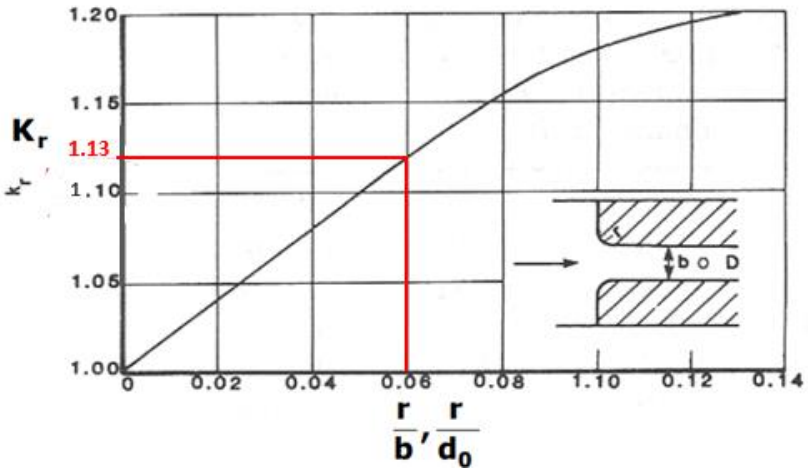


Figura 54: Coeficiente de gasto para flujos 1, 2 y 3 en alcantarillas de sección circular con entrada tipo muro de vuelta

- Corrección de C_D por redondeo en la entrada al conducto



r/d0 =	0.06
Kr =	1.13
CD' =	0.94

Figura 55: Coeficiente Kr para flujos 1, 2 y 3 en alcantarillas rectangulares o circulares con entrada tipo muro de vuelta

- Corrección de C_D' por grado de contracción para flujos tipo 1, 2 y 3:

En esta corrección se debe calcular la razón de contracción m, donde si m ≤ 0,8 el coeficiente ajustado C_D'' se obtiene de gráfica, y si m > 0,8 el coeficiente se determina a partir de la siguiente expresión:

$$C_{D''} = 0{,}98 - \frac{(0{,}98 - C_{D'}) * m}{0{,}80}$$

Siendo $m = 1 - \frac{A}{A_1}$, donde A: área de flujo en la sección de entrada y A_1: área de flujo en la sección de control.

Tabla 18: Corrección de CD' por grado de contracción

m = 0.96
m > 0.8
Fórmula
CD'' = 0.93

- Cálculo del caudal:

Se utiliza la siguiente expresión (***Flujo tipo 3***):

$$Q = C_D * A_3 * \sqrt{2g * (z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} - y_3 - \Delta h_{12} - \Delta h_{23})}$$

Dónde:

C_D: Coeficiente de gasto

A_3: Área mojada en la sección de salida del conducto (sección 3-3), en m².

V_1: Velocidad media de llegada en el reservorio, en m/s.

Δh_{12}: Pérdida de carga continua o por fricción a la entrada de la alcantarilla, en m.

Δh_{23}: Pérdida de carga continua o por fricción dentro de la alcantarilla, en m.

Se calculan los parámetros de las distintas secciones:

Para ver cuáles son las secciones correspondientes ver *Figura 27*.

Tabla 19: Características de la sección de llegada

Sección 1 (Llegada)	
I_1 [‰]	1.50
$C_{Y1\ (R5)}$ [m]	24.89
Y_1 [m]	0.41
Bf_1 [m]	1.80
m_1	4
A_1 [m²]	1.42
P_1 [m]	5.19
Rh_1 [m]	0.27
η_1	0.03
K_1 [m³/s]	19.87
L_w [m]	0.6
Z_1 [m]	0.02
Q_1 [m³/s]	0.087
V_1 [m/s]	0.06
$(V_1)^2/(2g)$ [m]	0.0002

Tabla 20: Características de la sección de entrada

Sección 2 (Entrada)	
S_0 [‰]	2.07
$C_{y2\ (R5)}$ [m]	24.75
Y_2[m]	0.27
θ_2 [rad]	5.00
Rh_2 [m]	0.09
A_2 [m²]	0.07
η_2	0.012
K_2 [m³/s]	1.12
Z_2 [m]	0.02

Tabla 21: Características de la sección de salida

Sección 3 (Salida)	
Y_3 [m]	0.24
θ_3 [rad]	4.43
Rh_3 [m]	0.09
A_3 [m²]	0.06
η_3	0.012
K_3 [m³/s]	1.02

Tabla 22: Características de la sección crítica

Sección CRÍTICA	
Y_c [m]	0.23
θ_c [rad]	4.27
Rh_c [m]	0.09
A_c [m²]	0.06
η_c	0.012
K_c [m³/s]	0.98

El *tirante crítico* se calcula a partir de la fórmula empírica:

$$y_c = \frac{1.01}{D_0^{0.26}} \left(\frac{Q^2}{g} \right)^{0.25}$$

Donde Q en primera instancia se propone, y se compara con el resultado que da la fórmula del caudal. Si el porcentaje de diferencia es mayor a 10%, se itera con el valor de caudal obtenido. Cuanto mayor sea el numero de iteraciones, más aproximado será el resultado.

Las pérdidas de carga Δh_{12} y Δh_{23} se calculan de la siguiente manera:

$$\Delta h_{12} = \frac{L_w * Q^2}{K_1 * K_c}$$

$$\Delta h_{23} = \frac{L_{alcantarilla} * Q^2}{K_2 * K_3}$$

Donde

K_c: transporte de la sección crítica de la alcantarilla

K_1: Transporte de la sección de llegada

K_2: Transporte de la sección de entrada de la alcantarilla

K_3: Transporte de la sección de salida de la alcantarilla

Se tomó $L_w = 2D_0$

La magnitud de las pérdidas de carga se muestran en la *Tabla 23*.

Tabla 23: Pérdidas de carga

Pérdidas de carga	
Δh12 [m] =	0.00023
Δh23 [m] =	0.06

Finalmente, el valor del caudal es el siguiente:

Tabla 24: Caudal del conducto para R = 5

Y4 [m]	0.24	
CD"	0.93	
Q [m³/s]	**0.087**	
Diferencia %	0.07	<10%

3.1.2.4. Capacidad de descarga de la cañería (caudal) para una recurrencia de 100 años

Tabla 25: Condiciones para determinar el tipo de flujo para R = 100

Condiciones (R = 100)			
Y1/d0 =	2.60	>= 1.5	=> Flujo 4, 5 ó 6
dc [m] =	0.29		=> Flujo 5 ó 6
Y4 < d0			=> Flujo 5
Y4 < dc			
	Flujo 5		

- Obtención del coeficiente de gasto C_D:

Tabla 26: Coeficiente de gasto para alcantarillas rectangulares y circulares, a paño en pared vertical en función de y1 y r/D0 o w/D0 para flujo tipo 5

r/b, w/b, w/D ó r/D							
$(h_1-z_1)D_0$	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,14
1,40	0,44	0,46	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51
1,50	0,46	0,49	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54
1,60	0,47	0,51	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56
1,70	0,48	0,52	0,55	0,57	0,57	0,57	0,57
1,80	0,49	0,54	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58
1,90	0,50	0,55	0,58	0,59	0,60	0,60	0,60
2,00	0,51	0,56	0,59	0,60	0,61	0,61	0,62
2,50	0,54	0,59	0,62	0,64	0,64	0,65	0,66
3,00	0,55	0,61	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70
3,50	0,57	0,62	0,65	0,67	0,69	0,70	0,71
4,00	0,58	0,63	0,66	0,68	0,70	0,71	0,72
5,00	0,59	0,64	0,67	0,69	0,71	0,72	0,73

r/D = 0.06
(h1-z1)D = 0.23
CD = 0.5

- Cálculo del caudal:

Se utiliza la siguiente expresión (ver *Figura 27*):

Según estas condiciones, en la *Tabla 15* se cumplen las condiciones para el ***flujo tipo 5***. La fórmula de caudal en este caso es:

$$Q = C_D * A_0 * \sqrt{2g * y_1}$$

Siendo A_0 el área de la sección del conducto.

Tabla 27: Características de la sección de llegada

Sección 1 (Llegada)	
I_1 [‰]	1.50
$C_{y1\ (R5)}$ [m]	25.26
Y_1 [m]	0.78
Bf_1 [m]	1.80
m_1	4
A_1 [m²]	3.84
P_1 [m]	8.23
Rh_1 [m]	0.47
η_1	0.03
K_1 [m³/s]	76.91
L_w [m]	0.6
Z_1 [m]	0.02
Q_1 [m³/s]	0.138
V_1 [m/s]	0.04
$(V_1)^2/(2g)$ [m]	0.0001

El caudal que descarga el conducto para el tirante correspondiente a la recurrencia de 100 años es el siguiente:

Tabla 28: Caudal del conducto para R = 100

Y_4 [m]	0.24	
C_D"	0.50	
Q [m³/s]	**0.138**	
Diferencia %	0.19	<10%

- Vertedero:

Por el vertedero debe escurrir la diferencia entre el caudal admisible para una recurrencia de 100 años y el caudal que descarga el conducto.

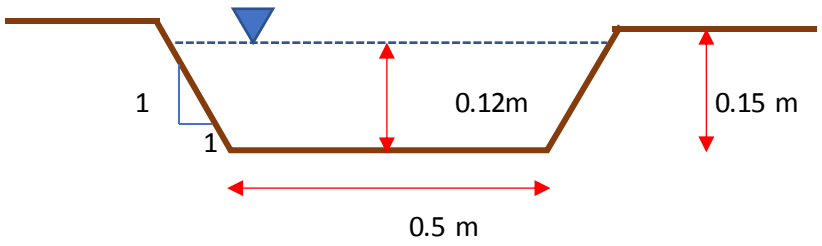
Tabla 29: Caudal del vertedero

Q de salida (R = 100)	
Qtotal [m³/s]	0.196
Qconducto	0.138
Qvertedero	**0.058**

En este caso se asume que el vertedero actúa como un canal abierto, cuya sección es trapezoidal y está revestido de hormigón. A partir de esta hipótesis las dimensiones del mismo se calculan a partir de la ecuación de Chezy-Manning.

Tabla 30: Características del vertedero

Parámetros vertedero	
n	0.012
Bf [m]	0.50
m	1
A [m²]	0.08
P [m]	0.85
Rh [m]	0.09
S [‰]	2
y [m]	0.12
r [m]	0.02
h [m]	0.15
Q [m³/s]	**0.058**
V [m/s]	0.753



3.2. CÁLCULO DE ESTRUCTURA EN EDIFICIOS

Como se mencionó anteriormente, se va a efectuar el cálculo de la estructura resistente para 4 viviendas y un "edificio centro". La estructura resistente de estos edificios está compuesta por:

- Mampostería portante
- Fundaciones superficiales tipo "zapata corrida"
- Estructura de cubierta

3.2.1. Materiales

Se utilizarán los siguientes *materiales*:

-Perfiles conformados en frío. Acero F-22
-Mampostería Portante Ladrillo Cerámico Hueco.
-Mampostería Portante Ladrillo Común.
-Tornillos autorroscantes- autoperforantes
-Chapa lisa para uniones acero F-24
-Hormigón H-20
-Barras de acero ADN420 y ADN420S
-Chapa trapezoidal T101.

3.2.2. Reglamentos

En el proceso de dimensionamiento se utilizaron y consultaron las siguientes reglamentaciones:
-CIRSOC 501: Reglamento argentino de estructuras de mampostería
-CIRSOC 301-2005: Reglamento argentino de estructuras de mampostería.
-CIRSOC 303-2009: Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta Conformados en frío
-CIRSOC 101-2005: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras

-CIRSOC 102-2005: Reglamento de acción del viento sobre las construcciones.
-CIRSOC 201-2005: Reglamento argentino de estructuras de hormigón

3.2.3. Estructura de cubierta: Viviendas

3.2.3.1. Descripción del esquema estructural

Las chapas de cubierta están vinculadas a las correas mediante tornillos autoperforantes - autorroscantes. Esto permite el funcionamiento de las mismas como diafragmas que toman cargas en su plano y permiten el arriostramiento lateral de las correas.

Las correas se vinculan como simplemente apoyadas a los cabios mediante soporte tipo L, también con tornillos autoperforantes, por lo que su longitud será igual a la separación de los mismos, es decir, de 1,33 m. Esta vinculación se logra a través de agujeros holgados en uno de sus extremos de unión.

Los cabios presentan diferentes disposiciones de vínculos, según se detallará más adelante, sin embargo, en su generalidad se realizan con uniones abulonadas con agujeros normales y soldadas. Estos están vinculados a mampostería portante y en el sector del comedor también a una viga cumbrera y vigas en la galería.

La viga cumbrera estará apoyada sobre mampostería portante con la interposición de elementos de hormigón armado para su anclaje y difusión de cargas.

Los esquemas estructurales de cada elemento se detallan a continuación en el procedimiento de dimensionamiento. Para el estudio del comportamiento de las zonas de la cubierta que contienen viga cumbrera se modeló la estructura en un programa de elementos finitos. Este se muestra en la figura a continuación.

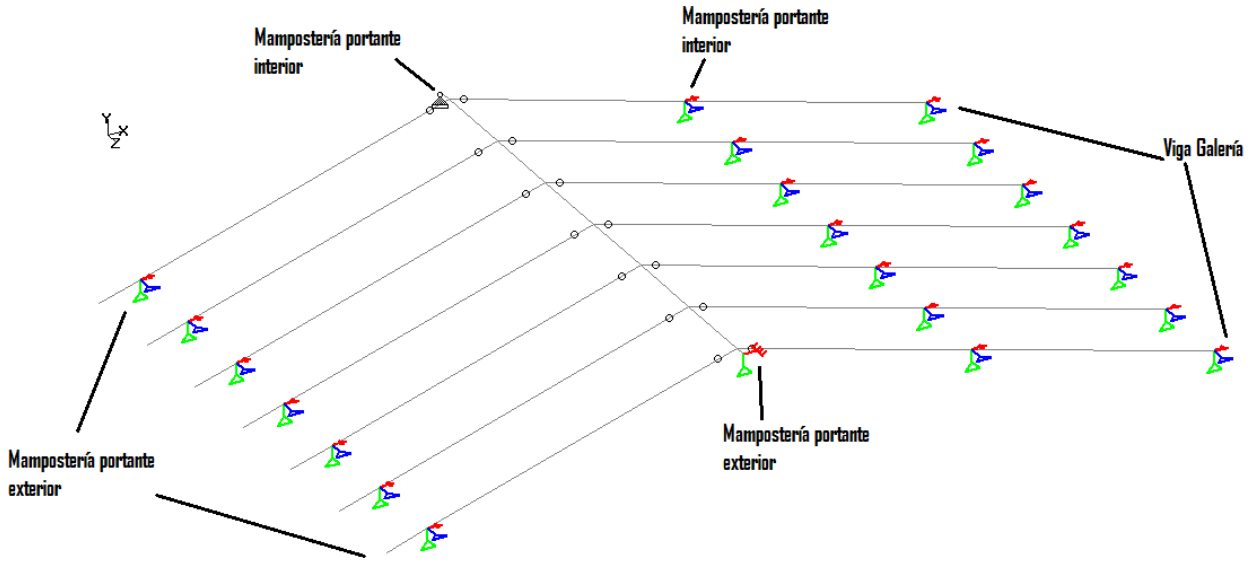


Figura 56. Modelo de elementos finitos de cabios y cumbrera de las viviendas.

Se muestra en la *Figura 56* el modelo realizado donde se demarcan los apoyos. El elemento lineal sobre el eje Z representa la cumbrera, el resto son cabios.

3.2.3.2. Análisis de cargas

Todo el análisis se separó, por cuestiones de organización, en sectores según la vinculación de los cabios. Para los cabios aislados vinculados a mampostería solo se analizaron las presiones y succiones máximas para el dimensionamiento. Cuando los cabios se vinculan a la viga cumbrera es necesario estudiar el comportamiento de la estructura dependiendo de la dirección del viento y la distribución de presiones. Por lo tanto, se modela en un programa de elementos finitos la estructura tridimensional y se asignan las cargas correspondientes.

En este caso el sector 1 hace referencia a la zona de las habitaciones donde los cabios apoyan sobre la mampostería. El sector 2 y 3 refieren a cabios apoyando a cada lado de la viga cumbrera. Esto se representa en la *Figura 57*.

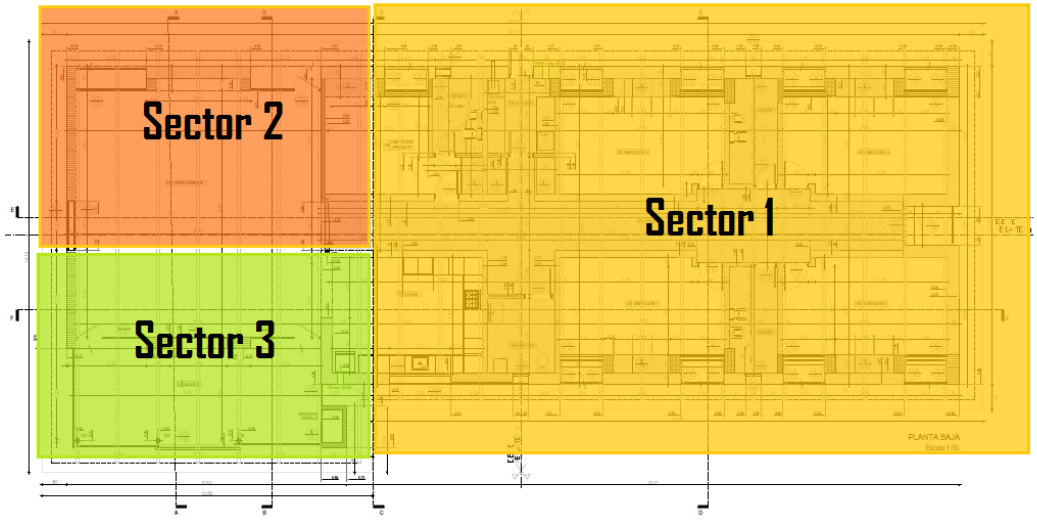


Figura 57. Discretización de las viviendas en sectores para análisis.

3.2.3.2.1. Acciones del viento

Para la obtención de las cargas relativas al viento se hizo uso del reglamento-CIRSOC 102-2005: Reglamento de acción del viento sobre las construcciones. A continuación, se detallan los parámetros adoptados y resultados del procedimiento.

Cálculo de la presión dinámica

Tabla 31.Datos para cálculo de la presión dinámica.

DATOS		
Ubicación	Rosario	
Categoría (2)	II	
Exposición (3)	C	
V (4)	50	[m/s]
K_d	0.85	
I (5)	1.00	
K_{zt} (6)	1.00	
$K_{z\ Componentes\ y\ rev}$ (7)	0.87	
$K_{z\ sistemas\ resistentes}$ (7)	0.87	

(2) Clasificación de la estructura. CIRSOC 102 - Tabla A-1.

(3) CIRSOC 102 - 5.6.1, Pág. 15. (CATEGORÍA C POR QUE LA URBANIZACIÓN NO PREVALECE EN TODAS DIRECCIONES)

(4) ***Velocidad básica del viento*** *en función de la ciudad. CIRSOC 102 - Figura 1B, Pág. 28. (NO SE MODIFICA POR RECURRENCIA PORQUE V>45 m/s)*
Factor de direccionalidad *en función del tipo de estructura. CIRSOC 102 - Tabla 6, Pág. 53. (p/EDIFICIOS)*

(5) ***Factor de importancia*** *en función de la Categoría. CIRSOC 102 - Tabla 1, Pág. 45.*

(6) ***Factor topográfico*** *. CIRSOC 102 - Figura 2, Pág. 29. (SE TOMA 1 PQ NO HAY ACCIDENTES GEOGRÁFICOS)*

(7) Coeficientes de exposicion para la presion dinámica. CIRSOC 102 - Tabla 5, Pág. 52. h < 5m

La presión dinámica qz, evaluada a la altura z sobre el terreno, se determina con la siguiente expresión (CIRSOC 102 - 5.10, Pág. 20):

qz = 0,001. 0,613. Kz. Kzt . Kd . V2 . I [KN/m2]

La altura z se define como la altura media sobre la pared a barlovento. Cuando z=h, qz = qh.

Como z < 5m, kz = cte => qz = qh = q

Tabla 32. Valores obtenidos para la presión dinámica.

CÁLCULO DE LA PRESIÓN DINÁMICA BÁSICA						
Elementos	**K_z**	**K_{zt}**	**K_d**	**V [m/s]**	**I**	**q [kN/m²]**
Componentes y revestimientos	0.870	1.00	0.85	50	1.00	**1.133**
Sistemas Principales Resistentes	0.870	1.00	0.85	50	1.00	**1.133**

Cálculo de la presión de viento de diseño

Tabla 33. Parámetros generales para el cálculo de la presión de diseño.

PARÁMETROS GENERALES	
G (8)	0.85
Cerrramiento	CERRADO
GC_{pi} (9)	0.18 (+ -)

(8) ***Factor de efecto de ráfaga***. *CIRSOC 102 - 5.8.1(2), Pág. 17.*

(9) ***Coeficiente de presión interna*** *en función del Cerramiento. CIRSOC 102 -Tabla 7, Pág. 54.*

Sistema principal resistente

Viento perpendicular a la cumbrera

Tabla 34. Presiones de diseño para vientos perpendiculares a la cumbrera.

		P [KN/m²] (11)		VERIFICACIÓN :ΣP_X [KN/m²]		
C_p (10)	**q [KN/m²]**	**Presión interna**	**Succión interna (-)**	**Presión interna (+)**	**Succión interna (-)**	**Situación**
Pared lateral						
-0.7	1.133	-0.878	-0.470			
Pared a barlovento						
0.8	1.133	0.567	0.975			
Cubierta Barlovento						
0.034	1.133	-0.171	0.237	1.17	1.34	ΣPX (+) ≥ 0,50kN/m2 BC
Cubierta Sotavento						
-0.526	1.133	-0.711	-0.303			
Pared a sotavento						
-0.5	1.133	-0.686	-0.278			

*(10) Para **paredes** en función de la superficie y relación L/B. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
*Para **cubiertas** en función de la dirección del viento (normal a la cumbrera), de la relación h/L y de la distancia desde el borde a barlovento. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
(11) Con presión interna: $p = q[G.C_p - (+GC_{pi})]$
Con succión interna: $p = q[G.C_p - (-GC_{pi})]$

Viento paralelo a la cumbrera

Tabla 35. Presiones de diseño para viento paralelo a la cumbrera.

		P [KN/m²] (11)		VERIFICACIÓN :ΣP$_X$ [KN/m²]		
C_p (10)	q [KN/m²]	Presión interna (+)	Succión interna (-)	Presión interna (+)	Succión interna (-)	Situación
Pared a barlovento						
0.8	1.133	**0.567**	**0.975**			
Pared lateral						
-0.7	1.133	**-0.878**	**-0.470**			
Cubierta (s/distancia a barlovento)						
0 a h/2 = 1.77m						
-0.9	1.133	**-1.071**	**-0.663**			
h/2 a h - 1.77m a 3.54m				**0.87**	**0.87**	ΣPX (+) ≥ 0,50kN/m2 BC
-0.9	1.133	**-1.071**	**-0.663**			
h a 2h - 3.54m a 7.07m						
-0.5	1.133	**-0.686**	**-0.278**			
>2h = 7.07m						
-0.3	1.133	**-0.493**	**-0.085**			
Pared a sotavento						
-0.11	1.133	**-0.308**	**0.100**			

*(10) Para **paredes** en función de la superficie y relación L/B. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
*Para **cubiertas** en función de la dirección del viento (paralelo a la cumbrera), de la relación h/L y de la distancia desde el borde a barlovento. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
(11) Con presión interna: $p = q_h[G.C_p - (+GC_{pi})]$
Con succión interna: $p = q_h[G.C_p - (-GC_{pi})]$

Resumen de cargas para sistemas principales resistentes

Se resumen los valores de cargas utilizados posteriormente en el dimensionamiento de los elementos. Solo se extraen valores referidos a la cubierta, ya que, si bien se obtiene las cargas sobre las paredes exteriores, este análisis se desestima debido a la tipología de la estructura.

Como se mencionó anteriormente, se extrae para el sector 1 (Habitaciones) las cargas máximas y mínimas.

Tabla 36. Cargas de viento utilizadas para el dimensionamiento de cabios en sector 1.

CARGAS DE DISEÑO PARA CABIOS				
Carga		**Dirección del viento**	**Sector**	**Situación**
$q_{MAX\ [kN/m2]}$	**0.237**	Perpendicular a la cumbrera	Cubierta Barlovento	Succión interna (-)
$q_{MIN\ [kN/m2]}$	**-1.071**	Paralela a la cumbrera	0 a h/2 = 1.77m	Presión interna (+)

Para el resto de la cubierta se analiza la distribución de presiones completa y se obtienen cargas lineales sobre los cabios por anchos de influencia. Igualmente se seleccionan finalmente los casos más desfavorables para no redundar en el análisis.

Tabla 37. Cargas de viento utilizadas para el dimensionamiento de cabios en sector 2 y 3.

CARGAS DE DISEÑO PARA VIGA CUMBRERA Y CABIOS S2 Y S3							
Normal a la cumbrera							
Nom.	**Dir. de viento**	**Barlovento**	**Sep Cabios [m]**	**Carga Superficial [kN/m2]**		**Carga Lineal [kN/m]**	
				Barlovento	**Sotavento**	**Barlovento**	**Sotavento**
W X(+) Gcpi (+)	Sur-Norte	Sur	1.325	-0.171	-0.711	**-0.23**	**-0.94**
W X(+) Gcpi (-)	Sur-Norte	Sur		0.237	-0.303	**0.31**	**-0.40**
W X(-) Gcpi (+)	Norte-Sur	Norte		-0.711	-0.171	**-0.94**	**-0.23**
W X(-) Gcpi (-)	Norte-Sur	Norte		-0.303	0.237	**-0.40**	**0.31**

CARGAS DE DISEÑO PARA VIGA CUMBRERA Y CABIOS S2 Y S3					
Paralelo a la cumbrera					
Nom.	**Barlovento**	**Sep Cabios [m]**	**Distancia a barlovento [m]**	**Carga Superficial**	**Carga Lineal [kN/m]**
W Z(+) Gcpi (+)	Norte	1.325	0 a h - 0m a 3.54m	-1.071	-1.42
			h a 2h - 3.54m a 7.07m	-0.686	-0.91
			>2h = 7.07m	-0.493	-0.65
W Z(+) Gcpi (-)			0 a h - 0m a 3.54m	-0.663	-0.88
			h a 2h - 3.54m a 7.07m	-0.278	-0.37
			>2h = 7.07m	-0.085	-0.11

Componentes y revestimientos

Se analizan cargas para el dimensionamiento de chapas y correas. La separación se debe a que su área efectiva es diferente y por ende el reglamento asigna diferentes coeficientes de presión. En ambos casos, al mantener el tipo de chapa y mismas separaciones de correas en toda la estructura no es necesario discretizar el análisis por sectores ya que las cargas serán las mismas. Se resumen los resultados a continuación.

Correas

Tabla 38. Presiones de diseños para correas.

PRESIÓN DE DISEÑO - CORREAS					
Zona	GC_p (11)		q [KN/m²]	P^+ (12) [KN/m²]	P^- (13) [KN/m²]
	+	-			
1	0.458	-0.879	1.133	0.723	-1.200
2	0.458	-1.954		0.723	-2.418
3	0.458	-1.954		0.723	-2.418
Alero 2	-	-2.200		-	-2.697
Alero 3	-	-3.450		-	-4.113

Chapas

Tabla 39. Presiones de diseño para chapas.

PRESIÓN DE DISEÑO - CHAPAS					
Zona	GC_p (11)		q [KN/m²]	P^+ (12) [KN/m²]	P^- (13) [KN/m²]
	+	-			
1	0.3	-0.9	1.133	0.544	-1.224
2	0.3	-2.1		0.544	-2.584
3	0.3	-2.1		0.544	-2.584
Alero 2	-	-2.20		-	-2.697
Alero 3	-	-3.70		-	-4.304

3.2.3.2.2. Sobrecargas de cubierta

Se obtienen las sobrecargas de cubierta a partir del reglamento CIRSOC 101. Se obtienen diferentes cargas para cada tipo de elemento ya que según el reglamento estas dependen de su área tributaria, la cual es diferente para cada uno. A continuación, se muestran los resultados:

Tabla 40. Sobrecargas de cubierta para cada elemento.

SPR - CABIOS		
L (1)	10.440	[m]
S_p (2)	1.325	[m]
A_t (3)	13.833	[m2]
Pte (4)	29.264	[%]
F (5)	3.512	
R_1 (6)	1	
R_2 (7)	1	
L_r (8)	0.960	[kN/m^2]

*(1) **L** luz del pórtico = ancho del edificio*
(2) S_p separación entre pórticos
(3) $A_t = L.S_p$
*(4) Pendiente de la cubierta. **Pte = 100 .TAN (θ)***
*(5) **F = 0,12.Pte** . CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.*
(6) Factor de reducción en función de A_t. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
*(7) Factor de reducción en función de **F**. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.*
(8) $L_r = 0,96 R_1 R_2$ con $0,58\ KN/m^2 \leq L_r \leq 0,96\ KN/m^2$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.

CORREAS		
L (1)	1.325	[m]
S_c (2)	1.220	[m]
A_t (3)	1.617	[m2]
Pte (4)	29.264	[%]
F (5)	3.512	
R_1 (6)	1	
R_2 (7)	1	
L_r (8)	0.960	[kN/m^2]

*(1) **L** luz de la correa = separación entre cabios*
(2) S_c separación entre correas 8
(3) $A_t = L.S_c$
(4) Pendiente de la correa.
*(5) **F = 0,12.Pte***
(6) Factor de reducción en función de A_t. Para $A_t \leq 19m^2$, R_1=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
*(7) Factor de reducción en función de **F**. Para F ≤ 4, R_2=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.*
(8) $L_r = 0,96 R_1 R_2$ con $0,58\ KN/m^2 \leq L_r \leq 0,96\ KN/m^2$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.

CHAPAS		
L (1)	1.220	[m]
S_c (2)	0.253	[m]
A_t (3)	0.309	[m2]
Pte (4)	29.264	[%]
F (5)	3.512	
R_1 (6)	1	
R_2 (7)	1	
L_r (8)	0.960	[kN/m^2]

*(1) **L** luz de la chapa = separación entre correas*
(2) S_c Paso de las chapas
(3) $A_t = L.S_c$
(4) Pendiente de la correa.
*(5) **F = 0,12.Pte***
(6) Factor de reducción en función de A_t. Para $A_t \leq 19m^2$, R_1=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
*(7) Factor de reducción en función de **F**. Para F ≤ 4, R_2=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.*
(8) $L_r = 0,96 R_1 R_2$ con $0,58\ KN/m^2 \leq L_r \leq 0,96\ KN/m^2$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.

Dimensionamiento de chapas

A modo general, el dimensionamiento es iterativo y consiste en proponer separaciones de correas y dimensionar el espesor de chapa a través de tablas del fabricante, las cuales otorgan valores de cargas resistibles por el elemento según su luz y espesor. Luego se dimensionan las secciones de las correas y por último se evalúa la el peso total de acero del conjunto. Esto se repite hasta obtener la solución más conveniente.

Características geométricas y mecánicas

Se seleccionó la chapa T101 de espesor de 0,41 mm.

Tabla 41. Características de chapa seleccionada.

CHAPA TRAPEZOIDAL T101					
Espesor	0.41	[mm]	***Flexión directa***		
Ancho total	1100	[mm]	I_X	4.72	[cm^4]
			W	1.89	[cm^3]
Ancho útil	1010	[mm]	M_{ADM}	3168.86	[Kgcm]
			Flexión inversa		
Paso	253	[mm]	I_X	5.89	[cm^4]
Altura cresta	28.5	[mm]	**W**	2.57	[cm^3]
			M_{ADM}	4308.98	[Kgcm]
Sección	4.92	[m^2]			
Peso	4.11	[Kg/m^2]			

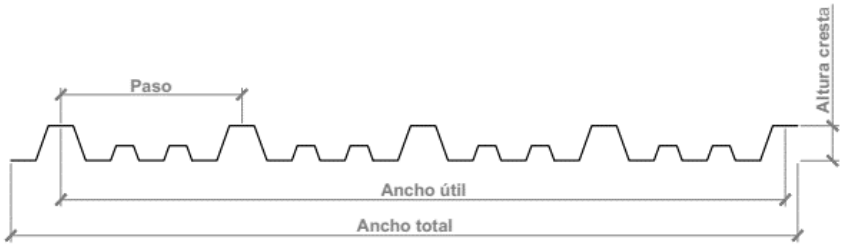


Figura 58. Sección de chapa.

Cargas admisibles

Tabla 42. Cargas admisibles de la chapa.

	CARGAS ADMISIBLES EN SERVICIO q_{ADM} [KN/m^2]					
	L=1.20m (1)		**L=1.40m (1)**		**L=1.22m (2)**	
Esquema de apoyo	**Sobrecarga grav. o viento en presión**		**Sobrecarga grav. o viento en presión**		**Sobrecarga grav. o viento en presión**	
	Flexión	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*
	2.63	3.74	1.92	2.34	**2.56**	**3.60**
	Viento en succión		**Viento en succión**		**Viento en succión**	
	Flexión	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*
	2.04	4.76	1.51	3.01	**1.99**	**4.59**

(1) Extraído de las Tablas de chapa SIDERAR.

(2) Valores interpolados linealmente de los correspondientes a L=1,20m y L=1,40m.

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

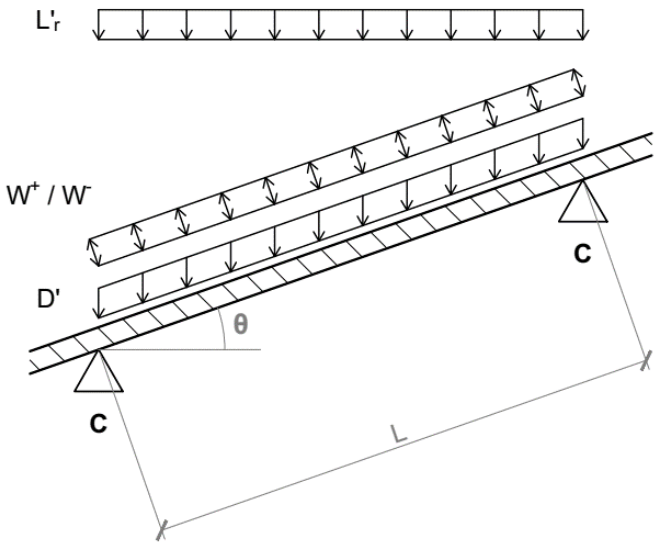


Figura 59. Diagrama de cuerpo libre chapas.

Las cargas a considerar son las componentes normales al elemento.

Estados Nominales

Tabla 43. Estados nominales para el dimensionamiento de chapas.

ESTADOS NOMINALES [KN/m^2]						
D'	0.0411	**L_{r2}'(4)**	0.0411	**Zona**	W^+	W^-
D (3)	0.0394	**L_{r2}(5)**	0.0394	**1**	0.458	-0.879
L_{r1}'(4)	0.96	**L_{r3}'(4)**	0.96	**2**	0.458	-1.954
L_{r1}(5)	0.884	**L_{r3}(5)**	0.884	**3**	0.458	-1.954

(3) ***D = D'.cos ϑ***

(4) ***Lri i corresponde al sector de la cubierta discretizado según el tipo de apoyo de los cabios***

(5) ***$L_r = L_r'.\cos^2 \vartheta$***

Estados Límite de Servicio

Los estados a analizar según reglamento *CIRSOC 301 – Sección A-L.1. BASES DEL PROYECTO* son los especificados a continuación. De ellos solo se evalúan las combinaciones más desfavorables.

$$(D + F) + (\Sigma L_i \text{ ó } W \text{ ó } T)$$

$$(D + F) + 0{,}7\ [(\Sigma L_i + W) \text{ ó } (W + T) \text{ ó } (\Sigma L_i + T)]$$

$$(D + F) + 0{,}6\ \Sigma L_i + 0{,}6\ W + 0{,}6\ T$$

donde:

$$\Sigma L_i = (L + L_r + S + R + H)$$

Verificaciones

Tabla 44: Verificación de deformaciones en las chapas de cubierta de las viviendas.

Con succión interna [6]			***Con presión interna*** [7]			
Zonas 1, 2 y 3			**Zona**	q_4 [KN/m²]	q_{ADM} [KN/m²]	**Situación**
q_1	0.924	[KN/m²]	**1**	-0.840	1.99	qmáx ≤ qadm - BC
q_2	0.498	[KN/m²]	**2**	-1.915		qmáx ≤ qadm - BC
q_3	0.979	[KN/m²]	**3**	-1.915		qmáx ≤ qadm - BC
$q_{MÁX}$	0.979	[KN/m²]	**Alero 2**	-2.200		qmáx > qadm - MC
q_{ADM}	2.56	[KN/m²]	**Alero 3**	-3.700		qmáx > qadm - MC
Situación	**qmáx ≤ qadm - BC**		**Situación**	***Colocación correa intermedia en Zonas 2 y 3***		

VERIFICACIÓN CON CORREAS INTERMEDIAS					
Cargas admisibles para Zona 2 [KN/m²] (1)			**Cargas admisibles para Zona 3 [KN/m²] (1)**		
L=1,00m			**L=1,00m**		
Sobrecarga grav. o viento en presión			**Sobrecarga grav. o viento en presión**		
Flexión	*Flecha*	q_{ADM}	*Flexión*	*Flecha*	q_{ADM}
3.80	6.50	3.80	3.80	6.50	3.80
Condición			**Condición**		
qmáx ≤ qadm - BC			qmáx ≤ qadm - BC		
Viento en succión			**Viento en succión**		
Flexión	*Flecha*	q_{ADM}	*Flexión*	*Flecha*	q_{ADM}
-2.92	-8.19	-2.92	-2.92	-8.19	-2.92
Condición			**Condición**		
qmáx ≤ qadm - BC			qmáx > qadm - MC		

(6) $q_1 = D+L_r$
$q_2 = D+W^+$
$q_3 = D+0{,}7(L_r+W^+)$
$q_{MÁX} = máx(q_1, q_2, q_3)$

(7) $q_4 = D+W^-$

(1) Extraído de las Tablas de chapa SIDERAR.

Como se observa, el espesor de chapa es insuficiente para las zonas de alero 2 y 3 (zonas especificadas según reglamento) por lo tanto se proponen disminuir la separación de correas a la mitad en esos sectores. No hay datos de resistencia para luces de chapas menores a 1 metro, pero se estima por la función de incremento carga - luz otorgada por el fabricante esta será suficiente.

3.2.3.3. Dimensionamiento de correas

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

Las correas presentarán un esquema de vinculación simplemente apoyada sobre los cabios según las consideraciones hechas al principio de la sección. Recibirán acciones provenientes de la chapa y su peso propio, como se muestra en el diagrama de cuerpo libre.

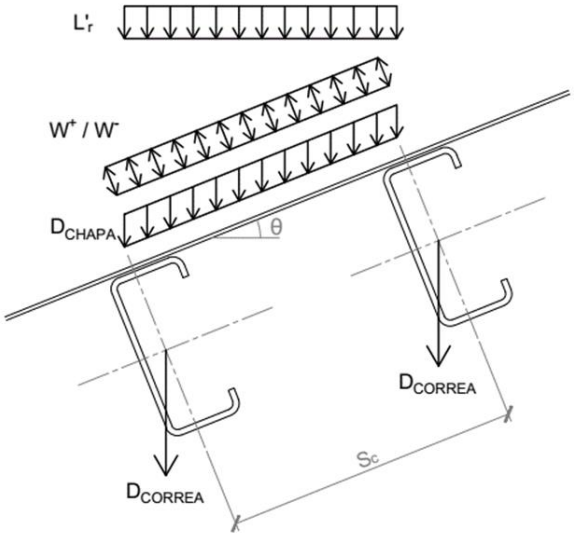


Figura 60. Diagrama de cuerpo libre correas.

Debido al trabajo de la chapa como diafragma rígido se depreciarán las acciones transversales a las correas evitando la consideración de flexión oblicua y corte en dirección de la menor inercia. Por lo tanto, el esquema de dimensionamiento será el siguiente.

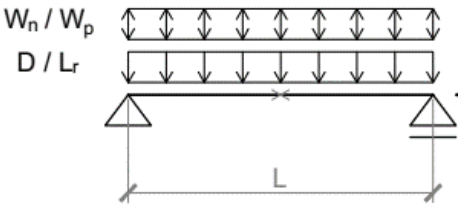


Figura 61. DCL de correas con cargas normales a su eje.

Otra consideración realizada tiene que ver con la reducción de la separación de las correas en las zonas especificadas antes. Las cargas de viento deberían ser recalculadas ya que disminuye el área efectiva. Como el incremento es de alrededor del 10% se verifica con las cargas ya calculadas y se tiene en cuenta en el nivel de exigencia del elemento.

Predimensionamiento – Sección mínima

Según los requerimientos de servicio y estados de carga impuesto por el reglamento se obtiene la inercia mínima requerida para satisfacerlos. Se utiliza el criterio para cargas variables ya que la sección no está definida.

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301* y las deformaciones admisibles del *CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224*. De este resultan los estados más desfavorables:

1)- W(+) - Máxima Carga de Presión.
2)- W(-) - Máxima Carga de Succión.
3)- Lr - Sobrecarga de cubierta
4)- 0,7 (Lr + W(+))

Tabla 45. Análisis de cargas en servicio. Momento de inercia mínimo.

ANÁLISIS DE CARGAS EN SERVICIO		
Cargas Superficiales (3)		
W' (+)	0.72	[kN/m^2]
W' (-)	-4.11	[kN/m^2]
Lr '	0.96	[kN/m^2]
Cargas Lineales s/correa (4)		
L_r	1.079	[kN/m]
$W_{MÁX}$ +	0.882	[kN/m]
$W_{MÁX}$ -	-5.018	[kN/m]
Combinaciones de Servicio		
q1	0.882	[kN/m]
q2	-5.018	[kN/m]
q3	1.079	[kN/m]
q4	1.373	[kN/m]

(3) W (+ o -) son iguales a las más desfavorables obtenidas para cualquier zona (1,2 ó 3)
(4) q = máx (L_r , $W_{MÁX}$)
$L_r = L_r'.S_c.\cos^2\theta$

MOMENTO DE INERCIA MÍNIMO		
q max	0.050	[kN/cm]
L	132.50	[cm]
E	20000	[kN/cm^2]
f_{ADM} (5) [cm]	0.530	[cm]
J_{Xmin} (6)[cm^4]	19.00	[cm^4]
Perfil mínimo	***Todos verifican***	

q max es la mayor en valor absoluto de las combinaciones en servicio

(5) ***$f_{ADM} = L/250$*** *Valor admisible para sobrecarga útil (****flecha por carga variable****).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
(6) ***$J_X = 5.q.L^4/(384.E.f_{ADM})$ (Simplemente apoyada)***

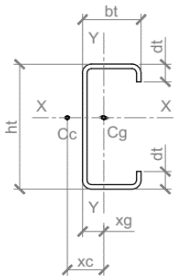
Dimensionamiento

Características geométricas y mecánicas

Tabla 46. Características de la sección.

C 120x50x15x1,60										
ht	120	[mm]	**A**	3.83	[cm^2]	**J_Y**	13.21	[cm^4]	**xg**	1.59
bt	50	[mm]	**J_X**	86.50	[cm^4]	**S_{Y1}**	8.31	[cm^3]	**xc**	3.84
dt	15	[mm]	**S_X**	14.42	[cm^3]	**S_{Y2}**	3.87	[cm^3]	**J_t**	0.03
t=r=ri	1.60	[mm]	**r_X**	4.75	[cm]	**r_Y**	1.86	[cm]	**C_w**	411

Acero F-24		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Estados básicos

Tabla 47. Estados nominales.

ESTADOS NOMINALES - Cargas transversales					
D_{CHAPA}	0.0403	[KN/m^2]	**Zona**	W_p (10)	W_n (11)
D_{CORREA} (7)	0.0301	[KN/m]		[KN/m]	[KN/m]
D (8)	0.076	[KN/m]	**1**	0.882	-1.464
L_r'	0.96	[KN/m^2]	**2**	0.882	-3.291
L_r (9)	1.079	[KN/m]	**3**	0.882	-5.018

(7) $D_{CORREA} = A \cdot \gamma$

(8) $D = (D_{CHAPA}.S_c + D_{CORREA})\cos\theta$

(9) $L_r = L_r'.S_c.\cos^2\theta$

(10) $W_p = P^+.S_c$

(11) $W_n = P^-.S_c$

En zona 2 y 3 para succión el mínimo entre los valores para alero

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan los siguientes estados:

Cargas Variables	***Cargas Totales***
1)- W(+)	***5)- D + W(+)***
2)- W(-)	***6)- D + W(-)***
3)- Lr	***7)- D + Lr***
4)- 0,7 (Lr + W(+))	***8)- D + 0,7 (Lr + W(+))***

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles:

Tabla 48. Flechas admisibles para cubiertas.

FLECHAS ADMISIBLES	
Caso	**f_{ADM} (12) [cm]**
Cargas Variables	0.530
Cargas Totales	0.663

(12) $f_{ADM} = L/250$ *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*

$f_{ADM} = L/200$ *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

Tabla 49: Verificación en ELS

	VERIFICACIONES EN ELS					
	Zona 1					
	Estado	**q_S (13) [KN/m]**	**f (14) [cm]**	**f_{ADM} [cm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables	q_{S1}	0.882	0.020	0.530	f ≤ fadm - BC	3.86%
	q_{S2}	-1.464	0.034		f ≤ fadm - BC	6.41%
	q_{S3}	1.079	0.025		f ≤ fadm - BC	3.78%
	q_{S4}	1.373	0.032		f ≤ fadm - BC	4.81%
Cargas Totales	q_{S5}	0.959	0.022	0.663	f ≤ fadm - BC	3.36%
	q_{S6}	-1.388	0.032		f ≤ fadm - BC	4.86%
	q_{S7}	1.155	0.027		f ≤ fadm - BC	4.04%
	q_{S8}	1.449	0.034		f ≤ fadm - BC	5.07%
	Zona 2					
	Estado	**q_S (13) [KN/m]**	**f (14) [cm]**	**f_{ADM} [cm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables	q_{S1}	0.882	0.020	0.530	f ≤ fadm - BC	3.86%
	q_{S2}	-3.291	0.076		f ≤ fadm - BC	14.40%
	q_{S3}	1.079	0.025		f ≤ fadm - BC	3.78%
	q_{S4}	1.373	0.032		f ≤ fadm - BC	4.81%
Cargas Totales	q_{S5}	0.959	0.022	0.663	f ≤ fadm - BC	3.36%
	q_{S6}	-3.215	0.075		f ≤ fadm - BC	11.26%
	q_{S7}	1.155	0.027		f ≤ fadm - BC	4.04%
	q_{S8}	1.449	0.034		f ≤ fadm - BC	5.07%
	Zona 3					
	Estado	**q_S (13) [KN/m]**	**f (14) [cm]**	**f_{ADM} [cm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables	q_{S1}	0.882	0.020	0.530	f ≤ fadm - BC	3.86%
	q_{S2}	-5.018	0.116		f ≤ fadm - BC	21.97%
	q_{S3}	1.079	0.025		f ≤ fadm - BC	3.78%
	q_{S4}	1.373	0.032		f ≤ fadm - BC	4.81%
Cargas Totales	q_{S5}	0.959	0.022	0.663	f ≤ fadm - BC	3.36%
	q_{S6}	-4.942	0.115		f ≤ fadm - BC	17.31%
	q_{S7}	1.155	0.027		f ≤ fadm - BC	4.04%
	q_{S8}	1.449	0.034		f ≤ fadm - BC	5.07%

(13) $q_{S1} = W+$ $q_{S5} = D + W+$
$q_{S2} = W-$ $q_{S6} = D + W-$
$q_{S3} = L_r$ $q_{S7} = D+L_r$
$q_{S4} = 0,7\ (Lr + Wp)$ $q_{S8} = D + 0,7\ (Lr + Wp)$

(14) $f = |5.q_S.L^4/(384.E.J_X)|$

Estados límites últimos

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PARA LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan los siguientes estados:

1)- 1,4 D

2)- 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp

3)- 1,2 D + f1 Lr + 1,5 Wp

4)- 0,9 D + 1,5 Wn

f1 = 0,50

Tabla 50. Cargas para verificaciones en ELU.

ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS - Cargas transversales					
Zona 1		**Zona 2**		**Zona 3**	
Estado	**q_U (15) [KN/m]**	**Estado**	**q_U (15) [KN/m]**	**Estado**	**q_U (15) [KN/m]**
q_{U1}	0.106	q_{U1}	0.106	q_{U1}	0.106
q_{U2}	2.523	q_{U2}	2.523	q_{U2}	2.523
q_{U3}	1.954	q_{U3}	1.954	q_{U3}	1.954
q_{U4}	-2.128	q_{U4}	-4.867	q_{U4}	-7.459
q_{MAX}	**2.523**	**q_{MAX}**	**2.523**	**q_{MAX}**	**2.523**
q_{MIN}	**-2.128**	**q_{MIN}**	**-4.867**	**q_{MIN}**	**-7.459**

(15) ***q_{U1} = 1,4D***
q_{U2} =1,2D+1,6Lr+0,8Wp
q_{U3} = 1,2D+0,5Lr+1,5Wp
q_{U4} = 0,9D+1,5Wn
$q_{MÁX}$ = máx (q_{Ui})
q_{MIN} = min (q_{Ui}) (interesa en caso de succión)

Análisis estructural y dimensionamiento a flexión

Se dimensiona siguiendo los lineamientos del CIRSOC 301 utilizando el método propuesto en el trabajo "Dimensionamiento directo de perfiles conformados en Frío" (Del Río, Busnelli. FCEIA, UNR).

Tabla 51. Análisis estructural en ELU.

SOLICITACIONES								
Zona 1			Zona 2			Zona 3		
Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]	Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]	Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]
$q_{PRESIÓN}$	2.523	0.554	$q_{PRESIÓN}$	2.523	0.554	$q_{PRESIÓN}$	2.523	0.554
$q_{SUCCIÓN}$	-2.128	-0.467	$q_{SUCCIÓN}$	-4.867	-1.068	$q_{SUCCIÓN}$	-7.459	-1.637

(16) $M_U = q_U L^2/8$

(17) $q_{U3} = 0{,}9D+1{,}5W_n$

Tabla 52. Parámetros de cálculo.

PARÁMETROS DE CÁLCULO		
Arr. en el chapeado c/presión		
S_X	14.42	[cm^3]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
Arr. en el chapeado c/succión		
ht	12	[cm]
R (22)	0.7	
Arr. en forma discontinua con tillas		
Cant. Tillas	1	[un/luz]
L luz	132.50	[cm]
L_b (19)	66.25	[cm]
C_b (18)	1.29	
E	20000	[KN/cm^2]
J_{Yc}	6.61	[cm^4]
F_e (20)	319	[KN/cm^2]
F_c (21)	21.50	[KN/cm^2]

(18) Correspondiente a una viga simplemente apoyada con carga uniformemente repartida y arriostrada al medio.

(19) $L_b = L/2$ *cuando está arriostrado al medio. Sino,* $L_b = L$

(20) $F_e = C_b.\pi^2.E.ht.(J_Y/2) / (S_X L_b^2)$

(21) $F_c = (10/9).F_y.[1- 10F_y / (36F_e)]$ *para* $2{,}78F_y > F_e > 0{,}56F_y$. *Cuando* $F_e \leq 0{,}56F_y$, $F_c = F_e$

(22) $R=0{,}65$ *para* $165mm < ht \leq 216mm$

Tabla 53. Verificaciones a flexión.

VERIFICACIONES				
Zona 1				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	2.790	0.554	Md ≥ Mu - BC	**19.85%**
Arr. en el chapeado c/succión	1.953	-0.467	Md ≥ Mu - BC	**23.91%**
Arr. en forma discontinua con tillas	2.790	0.467	No hacen falta tillas	**16.74%**
Zona 2				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	2.790	0.554	Md ≥ Mu - BC	**19.85%**
Arr. en el chapeado c/succión	1.953	-1.068	Md ≥ Mu - BC	**54.69%**
Arr. en forma discontinua con tillas	2.790	1.068	No hacen falta tillas	**38.28%**
Zona 3				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	2.790	0.554	Md ≥ Mu - BC	**19.85%**
Arr. en el chapeado c/succión	1.953	-1.637	Md ≥ Mu - BC	**83.81%**
Arr. en forma discontinua con tillas	2.790	1.637	No hacen falta tillas	**58.67%**

(23) $M_D^+ = \emptyset_b M_n^+ = 0{,}9 S_X F_y$ *para el caso* ***arriostrado en el chapeado***

$M_D^- = \emptyset_b RM_n^+ = RM_D^+ = 0{,}9 RS_X F_y$ *para el caso* ***chapeado con carga de succión***

$M_D^- = \emptyset_b M_n^- = 0{,}9 S_X F_c$ *para el caso* ***arriostrado al medio con tillas*** *y* ***arriostrado en los extremos***

Análisis estructural y dimensionamiento a corte

Tabla 54. Cálculo de solicitaciones de corte.

SOLICITACIONES								
Zona 1			**Zona 2**			**Zona 3**		
Estado	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**	**Estado**	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**	**Estado**	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**
q_{MAX}	2.523	1.672	**q_{MAX}**	4.867	3.225	**q_{MAX}**	7.459	4.942

(16) q_{MAX} ***= Carga máxima en valor absoluto***

(17) V_U ***= Qu . L /2***

Tabla 55. Verificación a Corte

VERIFICACIÓN - CORTE		
h (21)	11.36	[cm]
t	0.16	[cm]
h/t	71	
A_w (22)	1.82	[cm^2]
k_v (23)	5.34	
μ (24)	0.30	
F_y	21.5	[KN/cm^2]
E	20000	[KN/cm^2]
$\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	70.48	
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	106.42	
Situación	$\sqrt{(E.kv/Fy)} < h/t \leq 1{,}51\sqrt{(E.kv/Fy)}$	
F_v (25)	12.806	[KN/cm^2]
V_n (26)	23.275	[KN]
$Ø_v$	0.95	
V_D (27)	22.112	[KN]
$V_{U\,MÁX}$ (28)	4.942	[KN]
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC	
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**22.35%**	

(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***

(22) $\boldsymbol{A_w = h.t}$

(23) Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas

(24) Coeficiente de Poisson en período elástico

(25) $\boldsymbol{F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)}$

(26) $\boldsymbol{V_n = A_w . F_v}$

(27) $\boldsymbol{V_D = Ø_v . V_n}$

(28) $\boldsymbol{V_{U\,MÁX} = máx\,|V_{Ui}|}$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.

Dimensionamiento de cabios

Se dimensionan estos elementos en concordancia con los supuestos del reglamento CIRSOC 303. Se realizan verificaciones a flexión, corte, compresión, y esfuerzos combinados (flexo-compresión y corte-flexión).

3.2.3.3.1. Sector 1 – Dormitorios

En este apartado se realiza el análisis estructural de los cabios del sector 1, remarcados en rojo en el esquema de la *Figura 62*.

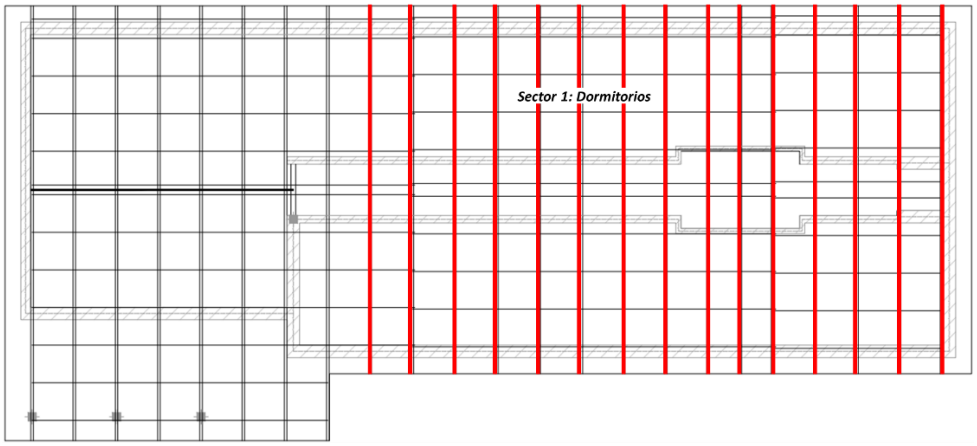


Figura 62: Ubicación de los cabios del Sector 1 (Dormitorios).

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

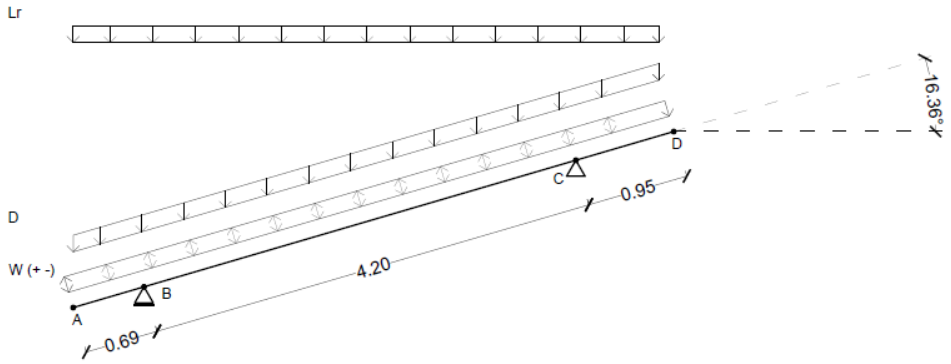


Figura 63: DCL de cabios en sector 1.

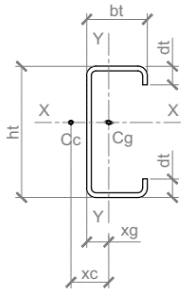
En el diagrama anterior ambos apoyos (A y B) se corresponden con mampostería portante.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 56: Características del perfil para los cabios del sector 1 de las viviendas.

C 180x70x25x2.50											
ht	180	[mm]	**A**	8.84	[cm^2]	**J_Y**	61.37	[cm^4]	**xg**	2.26	[cm]
bt	70	[mm]	**J_X**	440.31	[cm^4]	**S_{Y1}**	27.17	[cm^3]	**xc**	5.47	[cm]
dt	25	[mm]	**S_X**	48.92	[cm^3]	**S_{Y2}**	12.95	[cm^3]	**J_t**	0.18	[cm^4]
t=r=ri	2.50	[mm]	**r_X**	7.06	[cm]	**r_Y**	2.64	[cm]	**C_w**	4486	[cm^6]

Acero F-22		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	31	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Se analizan las cargas que actúan sobre los cabios. Para simplificar el análisis, dado que las diferencias tienen poca significación, se estudian directamente como cargas repartidas en vez de las reacciones transmitidas por las correas. W(+/-) indican las cargas de succión máximas y mínimas actuantes.

Estados básicos

Tabla 57: Estados básicos para los cabios del sector 1 de las viviendas.

ESTADOS BÁSICOS			
Sector 1			
Cargas Superficiales (4)			*(4) W (+ o -) son iguales a las más desfavorables obtenidas para el SPRFV*
W' (+)	0.237	[kN/m^2]	
W' (-)	-1.071	[kN/m^2]	
Lr '	0.960	[kN/m^2]	
D'$_{CHAPA}$	0.041	[kN/m^2]	
Cargas Lineales s/cabio (5)			*(5)* $q = máx\,(L_r\,,\,W_{MÁX})$
L_r	1.221	[kN/m]	$L_r = L_r'.S_c.cos\vartheta$
$W_{MÁX}$ +	0.314	[kN/m]	$W = W'.S_{cab}$
$W_{MÁX}$ -	-1.419	[kN/m]	
D_{CHAPA}	0.054	[kN/m]	$D_{CHAPA} = D'_{chapa}.\ S_{cab}$
$D_{CORREAS}$	0.031	[kN/m]	$D_{CORREA} = A.\gamma.S_{cab}.2/2 / S_{correa}$ **(CORREA S.A.)**
D_{CABIOS}	0.069	[kN/m]	$D_{CABIOS} = A.\gamma$
DTOTAL	0.155	[kN/m]	D_{TOTAL} = suma de D
Temperatura			

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan los siguientes estados:

VARIABLES	
Nom STAAD	*Estado*
6	***ES1 = W(+)***
7	***ES2 = W(-)***
8	***ES3 = Lr***
9	***ES4 = T***
10	***ES5 = 0,7 (Lr + W(+))***
11	***ES6 = 0,7 (W(+) + T)***
12	***ES7 = 0,7 (Lr + T)***

TOTALES	
Nom STAAD	*Estado*
13	***ES8 = D + W(+)***
14	***ES9 = D + W(-)***
15	***ES10 = D + Lr***
16	***ES11 = D + T***
17	***ES12 = D + 0,7 (Lr + W(+))***
18	***ES13 = D + 0,7 (W(+) + T)***
19	***ES14 = D + 0,7 (Lr + T)***

Estado límite último - análisis de cargas

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PAR LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan los siguientes estados:

Nom STAAD	Estado	
20	***ELU1 = 1,4 D***	***f1 = 0,50***
21	***ELU2 = 1,2 (D + T) + f1 Lr***	
22	***ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8***	
23	***ELU4 = 1,2 D + f1 Lr + 1,5 ***	
24	***ELU5 = 0,9 D + 1,5 Wn***	

Estado límite último - análisis de cargas

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PAR LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS" del reglamento CIRSOC 301. Resultan los siguientes estados:

Nom STAAD	Estado	
20	***ELU1 = 1,4 D***	***f1 = 0,50***
21	***ELU2 = 1,2 (D + T) + f1 Lr***	
22	***ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W(+)***	
23	***ELU4 = 1,2 D + f1 Lr + 1,5 W(+)***	
24	***ELU5 = 0,9 D + 1,5 W(-)***	

Análisis estructural

Se presentan solicitaciones y resumen de resultados:

Estado límite de servicio - Deformaciones máximas

Tabla 58: Deformaciones máximas para los cabios del sector 1 de las viviendas.

DEFORMACIONES MÁXIMAS - Sector 1				
Cargas Variables				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	*-2.93*	*7*	*ES2 = W(-)*	*A*
BC	*7.00*	*7*	*ES2 = W(-)*	*Tramo*
CD	*-3.68*	*7*	*ES2 = W(-)*	*D*
Cargas Totales				
Tramo	*Flecha*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	*2.73*	*15*	*ES10 = D + Lr*	*A*
BC	*15.00*	*15*	*ES10 = D + Lr*	*Tramo*
CD	*3.42*	*15*	*ES10 = D + Lr*	*D*

Estado límite último - solicitaciones máximas

Tabla 59: Solicitaciones máximas para los cabios del sector 1 de las viviendas.

SOLICITACIONES MÁXIMAS - Sector 1									
Solicitación	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***	***Elemento***	**N [kN]**	**VY [kN]**	**VX [kN]**	**Torsión [kNm]**	**MY [kNm]**	**MX [kNm]**
Mmax (+) [kNm]	*22*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp*	*8*	0.171	0.117	0	0	0	4.287
Mmin (-) [kNm]	*24*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp*	*8*	-1.708	0.101	0	0	0	-3.71
Cmax [kN]	*22*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp*	*8*	1.261	4.723	0	0	0	-0.548
Vmax [kN]	*22*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp*	*8*	-1.261	4.957	0	0	0	-1.041

Dimensionamiento

Estado límite de servicio

Tabla 60: Flechas admisibles y verificación en ELS para los cabios del sector 1 de las viviendas.

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 1		
Cargas Variables		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.38*	**5.520**
BC	*4.20*	**16.800**
CD	*0.95*	**3.800**
Cargas Totales		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.38*	**6.900**
BC	*4.20*	**21.000**
CD	*0.95*	**4.750**

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*

CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*

CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

L es la longitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

VERIFICACIONES EN ELS - Sector 1				
Tramo	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Condición**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
AB	-2.9	5.5	f ≤ fadm - BC	53.13%
BC	7.0	16.8	f ≤ fadm - BC	41.67%
CD	-3.7	3.8	f ≤ fadm - BC	96.74%
Cargas Totales				
AB	2.7	6.9	f ≤ fadm - BC	39.57%
BC	15.0	21.0	f ≤ fadm - BC	71.43%
CD	3.4	4.8	f ≤ fadm - BC	72.02%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión

Tabla 61: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. Comp. de los cabios del sector 1 de las viviendas.

VERIFICACIONES - Sector 1				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	9.466	4.287	Md ≥ Mu - BC	**45.29%**
Pandeo lateral torsional	6.157	-3.710	Md ≥ Mu - BC	**60.26%**

(23) $M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$ *para el caso* ***de fluencia***
$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***de pandeo lateral torsional***

Dimensionamiento a corte

Tabla 62: Verificación al corte de los cabios del sector 1 de las viviendas.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
h (21)	8	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***
t	0.25	[cm]	
h/t	32		
A_w (22)	2.00	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.5	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	70.48		
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	106.42		
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)		
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	25.800	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	24.510	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	4.957	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	20.22%		

Compresión

Tabla 63: Verificación de la resistencia a la compresión de los cabios del sector 1 de las viviendas.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Resistencia de diseño		
P_D (34)	51.4	[KN]
P_U	1.3	[KN]
Situación	Cd ≥ Cu máx - BC	
$C_{U\,MÁX}/C_D$	**2.45%**	

Combinación de compresión y flexión

Tabla 64: Verificación de la resistencia a la flexocompresión de los cabios del sector 1 de las viviendas.

VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN		
Solicitaciones		
Estado		22
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W(+)		
Solicitaciones		
P_U	0.171	[kN]
M_U	4.287	[kNm]
Resistencias de diseño		
P_D (34)	51.39	[kN]
M_{Dx} (23)	9.466	[kNm]
Verificación		
$P_U/P_D + M_{Ux}/M_{Dx}$	**45.62%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 65: Verificación al corte y flexión combinados de los cabios del sector 1 de las viviendas.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		22
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W(+)		
Solicitaciones		
V_{yU}	4.957	[KN]
M_{xU}	-1.041	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	24.510	[KN]
M_{xD}	6.157	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**6.95%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.3.3.2. Sector 2 y 3 – Comedor/Galería

Se utilizan los mismos perfiles tanto en el sector 2 como en el sector 3, por lo tanto, se muestran los resultados para el sector más solicitado, que en este caso es el sector 2. En la *Figura 64* se muestra esquemáticamente la ubicación de los mismos.

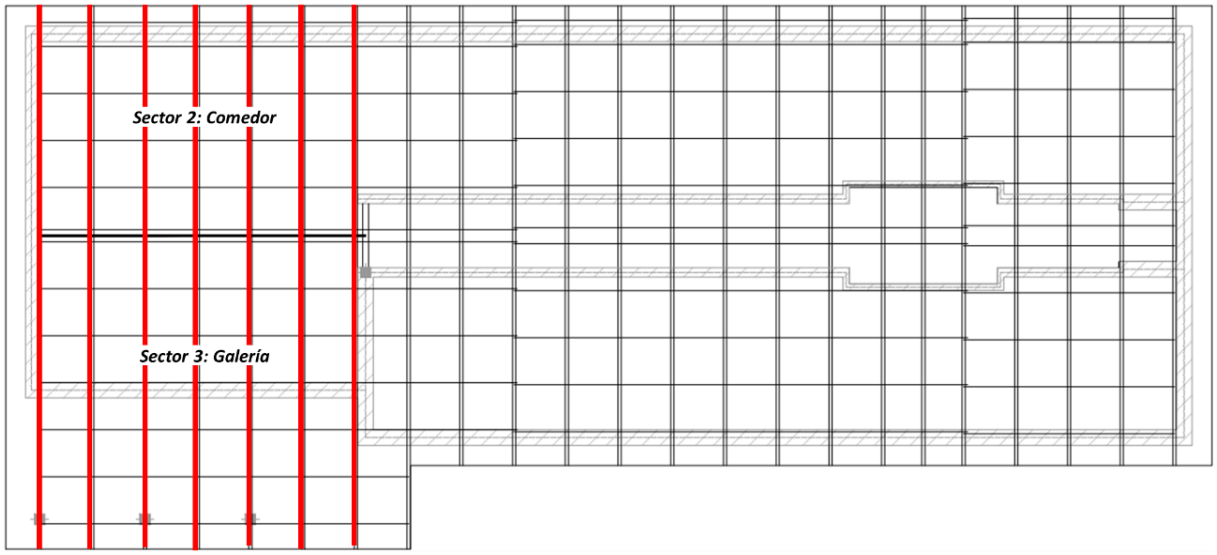


Figura 64: Ubicación de los cabios del Sector 2 y 3 (Comedor/Galería).

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

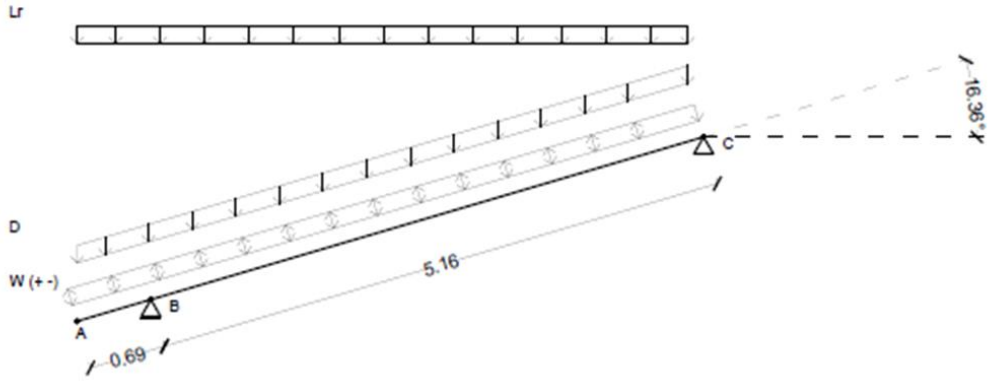


Figura 65: DCL de cabios en el sector 2.

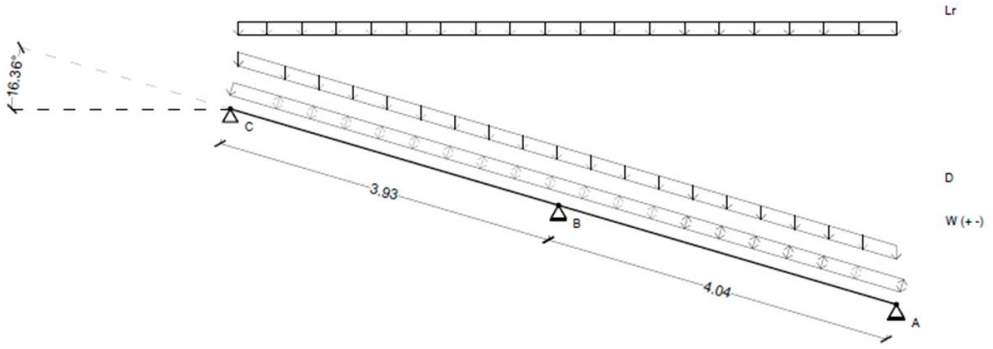


Figura 66: DCL de cabios en el sector 3.

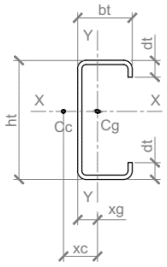
El apoyo C corresponde en ambos casos a la viga cumbrera.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 66: Características del perfil para los cabios del sector 2 de las viviendas.

C 180x80x30x3.20											
ht	180	[mm]	**A**	12.13	[cm^2]	**J_Y**	112.40	[cm^4]	**xg**	2.78	[cm]
bt	80	[mm]	**J_X**	611.90	[cm^4]	**S_{Y1}**	40.37	[cm^3]	**xc**	6.62	[cm]
dt	30	[mm]	**S_X**	67.99	[cm^3]	**S_{Y2}**	21.55	[cm^3]	**J_t**	0.41	[cm^4]
t=r=ri	3.20	[mm]	**r_X**	7.10	[cm]	**r_Y**	3.04	[cm]	**C_w**	8807	[cm^6]

Acero F-22		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Estados básicos

Tabla 67: Estados básicos para los cabios del sector 2 de las viviendas.

ESTADOS BÁSICOS – Sector 2		
Cargas Superficiales (4)		
Lr '	0.960	[kN/m^2]
D'CHAPA	0.041	[kN/m^2]
Cargas Lineales s/cabio (5)		
L_r	1.221	[kN/m]
D_{CHAPA}	0.054	[kN/m]
$D_{CORREAS}$	0.033	[kN/m]
D_{CABIOS}	0.095	[kN/m]
DTOTAL	0.182	[kN/m]
Temperatura		
Δ T°	0	[°C]

Cargas Lineales s/cabio (5) – Viento [kN/m] Normal a cumbrera		
Nom.	**X(+)**	**X(-)**
W X(+) Gcpi (+)	-0.23	-0.94
W X(+) Gcpi (-)	0.31	-0.40
W X(-) Gcpi (+)	-0.94	-0.23
W X(-) Gcpi (-)	-0.40	0.31

Viento [kN/m] Paralelo a cumbrera		
Nom.	**Distancia**	**Valor**
W Z(+) Gcpi (+)	0 a h - 0m a 3.54m	-1.42
	h a 2h - 3.54m a 7.07m	-0.91
	>2h = 7.07m	-0.65

(4) W (+ o -) son iguales a las más desfavorables obtenidas para el SPRFV

(5) $q = máx\ (L_r\ ,\ W_{MÁX})$

$L_r = L_r'.S_c.\cos\vartheta$

$W = W'.S_{cab}$

$D_{CHAPA} = D'_{chapa}.\ S_{cab}$

$D_{CORREA} = A.\gamma.S_{cab}.2/2/S_{correa}$ **(CORREA S.A.)**

$D_{CABIOS} = A.\gamma$

$D_{TOTAL} =$ **suma de D**

Estos son las cargas aplicadas sobre los elementos lineales que representan a los cabios en el modelo de elementos finitos.

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan más desfavorables los siguientes estados:

VARIABLES	
Nom STAAD	*Estado*
2	***ES1 = W X(+) Gcpi (+)***
3	***ES2 = W X(+) Gcpi (-)***
4	***ES3 = W X(-) Gcpi (+)***
5	***ES4 = W X(-) Gcpi (-)***
6	***ES5 = W Z(+) Gcpi (+)***
7	***ES6 = Lr***
8	***ES7 = T***
9	***ES8 = 0,7 (Lr + W X(+) Gcpi (-))***
10	***ES9 = 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))***
11	***ES10 = 0,7 (W X(+) Gcpi (+)) + T***
12	***ES11 = 0,7 (W X(-) Gcpi (+)) + T)***
13	***ES12 = 0,7 (W Z(+) Gcpi (+)) + T***
14	***ES13 = 0,7 (Lr + T)***

TOTALES	
Nom STAAD	*Estado*
15	***ES14 = D + W X(+) Gcpi (+)***
16	***ES15 = D + W X(+) Gcpi (-)***
17	***ES16 = D + W X(-) Gcpi (+)***
18	***ES17 = D + W X(-) Gcpi (-)***
19	***ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)***
20	***ES19 = D + Lr***
21	***ES20 = D + T***
22	***ES21 = D + 0,7 (Lr + W X(+) Gcpi (-))***
23	***ES22 = D + 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))***
24	***ES23 = D + 0,7 (W X(+) Gcpi (+)) + T)***
25	***ES24 = D + 0,7 (W X(-) Gcpi (+) + T)***
26	***ES25 = D + 0,7 (W Z(+) Gcpi (+) + T)***
27	***ES26 = D + 0,7 (Lr + T)***

Estado límite último

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PARA LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan más desfavorables los siguientes estados:

Nom STAAD	*Estado*	
28	***ELU1 = 1,4 D***	***f1 = 0,50***
29	***ELU2 = 1,2 (D + T) + f1 Lr***	
30	***ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)***	
31	***ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)***	
32	***ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)***	
33	***ELU6 = 0,9 D + 1,5 W X(-) Gcpi (+)***	
34	***ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)***	

Análisis estructural

Estado límite de servicio - deformaciones máximas

Tabla 68: Deformaciones máximas para los cabios del sector 2 de las viviendas.

DEFORMACIONES MÁXIMAS - Sector 2				
Cargas Variables				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	*-3.96*	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*A*
BC	*9.57*	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
Cargas Totales				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	*3.76*	*20*	*ES19 = D + Lr*	*A*
BC	*-9.13*	*20*	*ES19 = D + Lr*	*Tramo*

Estado límite último - Solicitaciones máximas

Tabla 69: Solicitaciones máximas para los cabios del sector 1 de las viviendas.

SOLICITACIONES MÁXIMAS - Sector 2									
Situación	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***	***Elemento***	**N [kN]**	**VY [kN]**	**VX [kN]**	**Torsion [kNm]**	**MY [kNm]**	**MX [kNm]**
Mmax (+) [kNm]	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	*22*	17.151	0.107	0	0	0	7.486
Mmin (-) [kNm]	*34*	*ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)*	*6*	-13.558	0.09	0	0	0	-6.336
Cmax [kN]	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	*22*	18.736	6.122	0	0	0	-0.551
Vmax [kN]	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	*6*	18.527	6.122	0	0	0	-0.551

Dimensionamiento

Estado límite de servicio

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles:

Tabla 70: Flechas admisibles y verificación en ELS para los cabios del sector 2 de las viviendas.

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 2		
Cargas Variables		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.38*	**5.520**
BC	*5.16*	**20.640**
Cargas Totales		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.38*	**6.900**
BC	*5.16*	**25.800**

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*

CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*

CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

L es la lnongitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

VERIFICACIONES EN ELS - Sector 2				
Tramo	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Condición**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
AB	-3.964	5.520	f ≤ fadm - BC	71.81%
BC	9.570	20.640	f ≤ fadm - BC	46.37%
Cargas Totales				
AB	3.759	6.900	f ≤ fadm - BC	54.48%
BC	-9.134	25.800	f ≤ fadm - BC	35.40%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión

Tabla 71: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. Comp. de los cabios del sector 1 de las viviendas.

VERIFICACIONES - Sector 2				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	13.156	7.486	Md ≥ Mu - BC	**56.90%**
Pandeo lateral torsional	7.675	-6.336	Md ≥ Mu - BC	**82.55%**

(23) $M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_X F_y$ *para el caso* ***de fluencia***
$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_X F_c$ *para el caso* ***de pandeo lateral torsional***

Dimensionamiento a corte

Tabla 72: Verificación al corte de los cabios del sector 2 de las viviendas.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE		
h (21)	16.72	[cm]
t	0.32	[cm]
h/t	52.25	
A_w (22)	5.35	[cm²]
k_v (23)	5.34	
μ (24)	0.30	
F_y	21.5	[KN/cm²]
E	20000	[KN/cm²]
$\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	70.48	
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	106.42	
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)	
F_v (25)	12.900	[KN/cm²]
V_n (26)	69.020	[KN]
$Ø_v$	0.95	
V_D (27)	65.569	[KN]
$V_{U\,MÁX}$ (28)	6.122	[KN]
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC	
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**9.34%**	

(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***

(22) $A_w = h.t$

(23) Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas

(24) Coeficiente de Poisson en período elástico

(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$

(26) $V_n = A_w . F_v$

(27) $V_D = Ø_v . V_n$

(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,|V_{Ui}|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.

Estado límite último – compresión

Tabla 73: Verificación de la resistencia a la compresión de los cabios del sector 2 de las viviendas

VERIFICACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Resistencia de diseño		
P_D (34)	61.952	[KN]
P_U	18.736	[KN]
Situación	Cd ≥ Cu máx - BC	
$C_{U\ MÁX}/C_D$	**30.24%**	

Combinación de compresión y flexión

Tabla 74: Verificación de la resistencia a la flexocompresión de los cabios del sector 2 de las viviendas.

VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN		
Solicitaciones		
Estado		30
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
P_U	17.151	[kN]
M_U	7.486	[kNm]
Resistencias de diseño		
P_D (34)	61.952	[kN]
M_{Dx} (23)	13.156	[kNm]
Verificación		
$P_U/P_D + M_{Ux}/M_{Dx}$	**84.59%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 75: Verificación al corte y flexión combinados de los cabios del sector 2 de las viviendas.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		30
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
V_{yU}	6.122	[KN]
M_{xU}	-0.551	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	65.569	[KN]
M_{xD}	7.675	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_{D)}^2 + (M_{Ux}/M_{Dx)}^2$		**1.39%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.3.3.3. Viga Cumbrera

En este apartado se realiza el análisis estructural de la viga cumbrera indicada en la *Figura 67.*

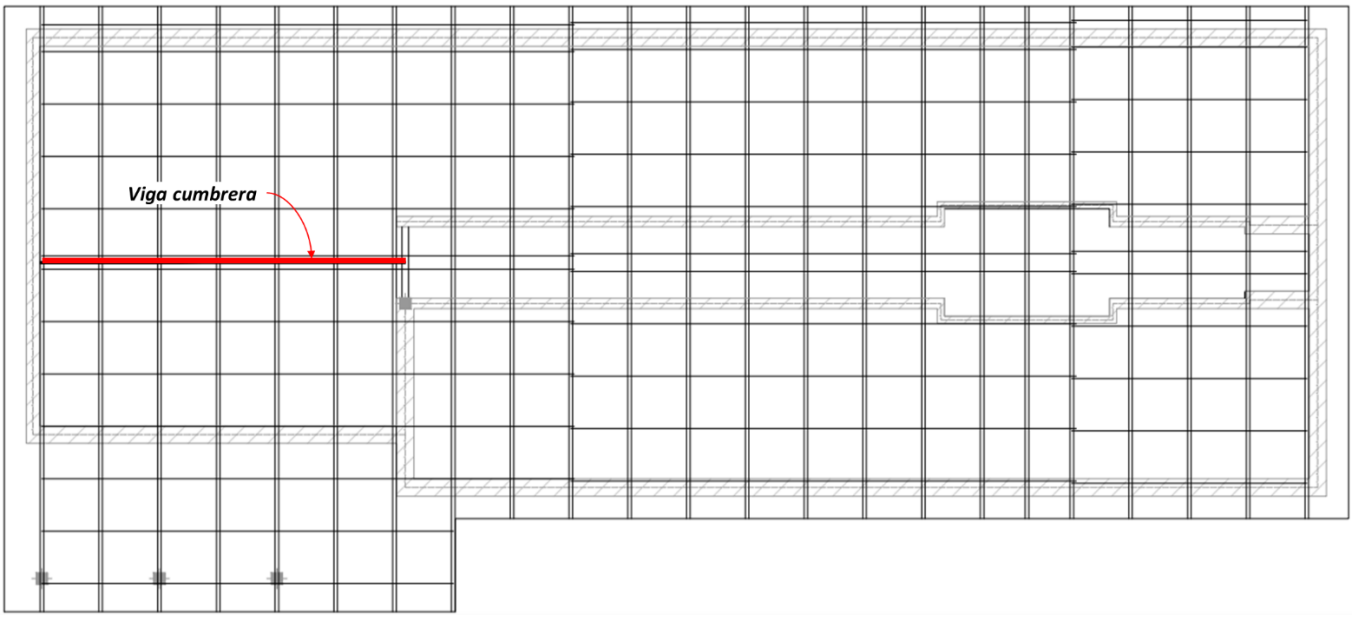


Figura 67: Ubicación de la viga cumbrera de las viviendas.

Diagrama de cuerpo libre

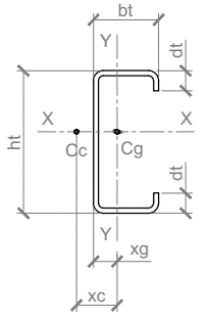
Figura 68: DCL de la viga cumbrera de las viviendas.

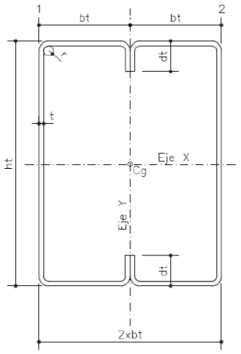
Características geométricas y mecánicas

Tabla 76: Características geométricas y mecánicas de la viga cumbrera de las viviendas.

C 180x80x30x3.20											
ht	180	[mm]	**A**	12.13	[cm^2]	**J_Y**	112.40	[cm^4]	**xg**	2.78	[cm]
bt	80	[mm]	**J_X**	611.90	[cm^4]	**S_{Y1}**	40.37	[cm^3]	**xc**	6.62	[cm]
dt	30	[mm]	**S_X**	67.99	[cm^3]	**S_{Y2}**	21.55	[cm^3]	**J_t**	0.41	[cm^4]
t=r=ri	3.20	[mm]	**r_X**	7.10	[cm]	**r_Y**	3.04	[cm]	**C_w**	8807	[cm^6]

Acero F-22		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	31	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]





PERFIL CAJÓN DOBLE C 180x80x30x3.20								
ht	180	[mm]	**A**	24.26	[cm^2]	**J_Y**	885.85	[cm^4]
bt	160	[mm]	**J_X**	1223.80	[cm^4]	**S_Y**	110.731	[cm^3]
dt	30	[mm]	**S_X**	135.98	[cm^3]	**S_{ye}**	100.1	[cm^3]
t=r=ri	3.20	[mm]	**r_X**	7.10	[cm]	**r_Y**	6.043	[cm]

Análisis de cargas

Las cargas y estados son los mismos que para el caso de los cabios en sectores 2 y 3 ya que estos son quienes las trasmiten a la cumbrera. Por eso se omite ese análisis en esta sección. Se adiciona únicamente el peso propio.

Análisis estructural

Estado límite de servicio - deformaciones máximas

Tabla 77: Deformaciones máximas de la viga cumbrera de las viviendas.

DEFORMACIONES MÁXIMAS			
Cargas Variables			
Eje del perfil	***Flecha [mm]***	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***
Y	*-0.135*	*7*	*ES6 = Lr*
X	*-0.001*	*10*	*ES9 = 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))*
Cargas Totales			
Eje del perfil	***Flecha [mm]***	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***
Y	*-0.161*	*20*	*ES19 = D + Lr*
X	*-0.001*	*23*	*ES22 = D + 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))*

Estado límite último - Solicitaciones máximas

Tabla 78: Deformaciones máximas de la viga cumbrera de las viviendas.

SOLICITACIONES MÁXIMAS								
Situación	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***	**N [kN]**	**VY [kN]**	**VX [kN]**	**Torsion[kNm]**	**MY [kNm]**	**MX [kNm]**
Mxmax (+) [kNm]	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	0	0.66	-0.012	0	-0.012	1.16
Mxmin (-) [kNm]	*34*	*ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)*	0	0.685	-0.018	0	0.018	-0.909
Mymax [kNm]	*33*	*ELU6 = 0,9 D + 1,5 W X(-) Gcpi (+)*	0	0.106	-0.018	0	0.02	-0.014
Vymax [kN]	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	0	5.489	-0.077	0	0	0
Vxmax [kN]	*33*	*ELU6 = 0,9 D + 1,5 W X(-) Gcpi (+)*	0	-0.089	0.098	0	0.02	-0.014

Estado límite de servicio

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles:

Tabla 79: Flechas admisibles y verificación en ELS de la viga cumbrera de las viviendas.

FLECHAS ADMISIBLES		
Tipo de Cargas	**L(*) [m]**	**f_{ADM} (12) [mm]**
Variables	*8.40*	**33.6**
Totales	*8.40*	**42.0**

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
L es la lnongitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

VERIFICACIONES EN ELS				
Eje	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
X	-0.135	33.60	f ≤ fadm - BC	0.40%
Y	-0.001		f ≤ fadm - BC	0.00%
Cargas totales				
X	-0.161	42.0	f ≤ fadm - BC	0.38%
Y	-0.001		f ≤ fadm - BC	0.00%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión s/eje x

Tabla 80: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. comp. (según eje X) de la viga cumbrera de las viviendas.

VERIFICACIONES				
Resistencia	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	26.312	1.160	Md ≥ Mu - BC	**4.41%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	19.898	-0.909	Md ≥ Mu - BC	**4.57%**

(23) ***$M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$*** *para el caso* ***de fluencia***
$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***de pandeo lateral torsional***

Dimensionamiento a flexión s/eje y

Tabla 81: Verificación de fluencia (según eje Y) de la viga cumbrera de las viviendas.

VERIFICACIONES				
Caso	**M_D (23)**	**M_U**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	19.369	0.020	Md ≥ Mu - BC	**0.10%**

(23) $M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_{Ye} F_y$ *para el caso* ***arriostrado en el chapeado***

Flexión disimétrica y compresión

Tabla 82

VERIFICACIÓN COMPRESIÓN Y FLEXIÓN		
Estado	30	
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
M_{vU}	-0.012	[KNm]
M_{xU}	1.160	[KNm]
P_U	-	[KN]
Resistencias de diseño		
M_{vD}	19.369	[KNm]
M_{xD}	26.312	[KNm]
P_{xD}	0.000	[KN]
Verificación		
$P_U/PV_D + M_{Ux}/M_{Dx} + M_{Uy}/M_{Dy}$	**4.47%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte

Tabla 83: Verificación al corte s/ eje Y de la viga cumbrera de las viviendas.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
Eje Y-Y			
h (21)	16.72	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***
t	0.32	[cm]	
h/t	52.25		
A_w (22)	10.70	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.5	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	70.48		
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	106.42		
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)		
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	138.04	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	131.138	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	5.489	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**4.19%**		

Tabla 84: Verificación al corte s/ eje X de la viga cumbrera de las viviendas.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
Eje X-X			
h (21)	6.72	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del ala.* ***h=bt -4t***
t	0.32	[cm]	
h/t	21.000		
A_w (22)	8.60	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.5	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	70.48		
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	106.42		
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)		
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	110.96	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	105.413	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	0.098	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**0.09%**		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 85: Verificación a corte y flexión combinados s/ eje Y y eje X en la viga cumbrera de las viviendas.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		30
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
V_{yU}	0.660	[KN]
M_{xU}	1.160	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	131.138	[KN]
M_{xD}	26.312	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**0.20%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje X-X		
Estado		33
ELU6 = 0,9 D + 1,5 W X(-) Gcpi (+)		
Solicitaciones		
V_{xU}	0.098	[KN]
M_{yU}	0.020	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{xD}	105.413	[KN]
M_{yD}	19.369	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**0.00%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.3.3.4. Viga Galería

En este apartado se realiza el análisis estructural de la viga ubicada en la galería de las viviendas indicada en la *Figura 69.*

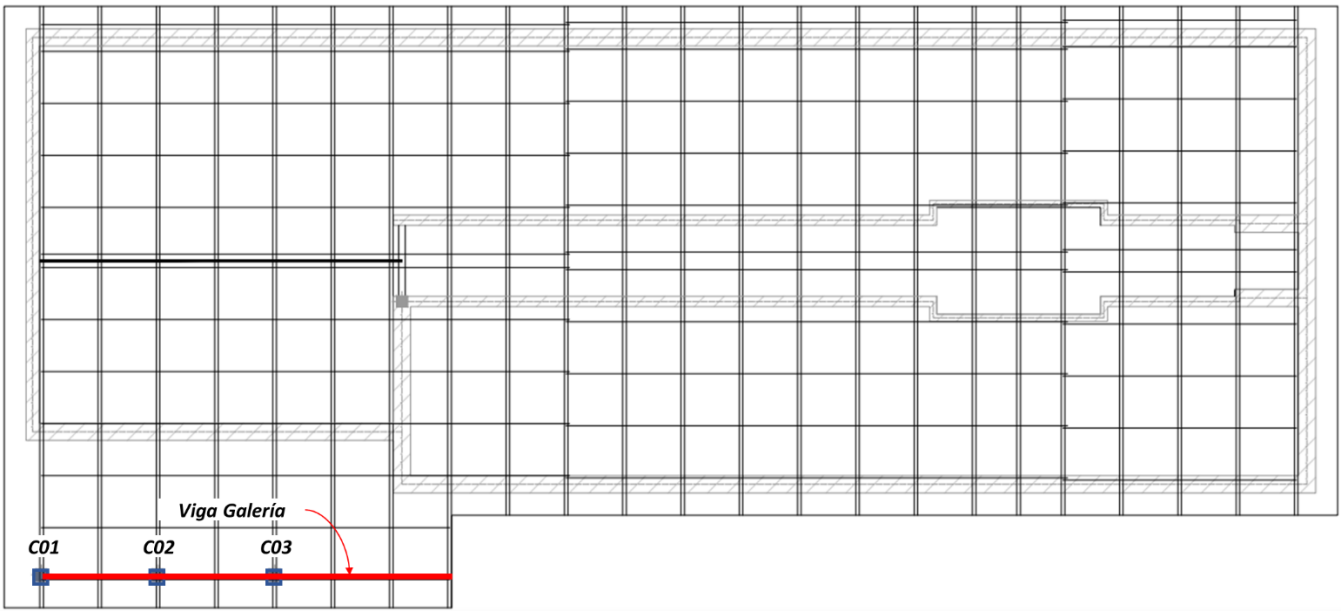


Figura 69: Ubicación de la viga proyectada en la galería de las viviendas.

Diagrama de cuerpo libre

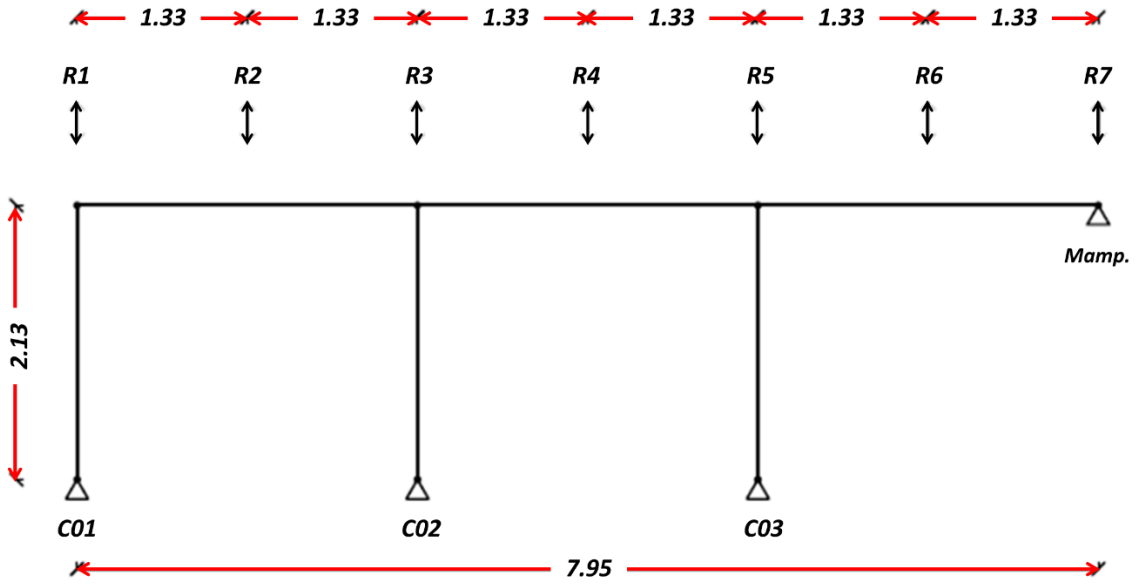


Figura 70: DCL de la viga de la galería de las viviendas.

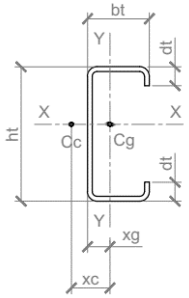
La viga a dimensionar se representa como el elemento horizontal en el diagrama, apoyada sin transmisión de momento en las columnas y mampostería.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 86: Características geométricas y mecánicas de la viga de la galería de las viviendas.

C 120x50x15x1.6											
ht	120	[mm]	**A**	3.83	[cm^2]	J_Y	13.21	[cm^4]	**xg**	1.59	[cm]
bt	50	[mm]	J_X	86.50	[cm^4]	S_{Y1}	8.31	[cm^3]	**xc**	3.84	[cm]
dt	15	[mm]	S_X	14.42	[cm^3]	S_{Y2}	3.87	[cm^3]	J_t	0.03	[cm^4]
t=r=ri	1.60	[mm]	r_X	4.75	[cm]	r_Y	1.86	[cm]	C_w	411	[cm^6]

Acero F-22		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	23.5	[KN/cm^2]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Las cargas y estados son los mismos que para el caso de los cabios en sector 3 ya que estos son quienes las trasmiten a la galería. Por eso se omite ese análisis en esta sección. Se adiciona únicamente el peso propio.

Estado límite de servicio - Reacciones sobre viga

Tabla 87: Reacciones en ELS actuando sobre la viga.

RESUMEN DE ESTADOS EN SERVICIO A ANALIZAR								
Nom. STAAD	**Estado de Carga**	**R1 [kN]**	**R2 [kN]**	**R3 [kN]**	**R4 [kN]**	**R5 [kN]**	**R6 [kN]**	**R7 [kN]**
20	*ES19 = D + Lr*	2.162	2.160	2.160	2.160	2.160	2.160	2.162
6	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	-2.084	-2.082	-2.082	-1.334	-1.335	-1.334	-0.954
2	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	-1.38	-1.379	-1.379	-1.379	-1.379	-1.379	-1.38

Estado límite último – Reacciones sobre la viga

Tabla 88: Reacciones en ELU actuando sobre la viga.

RESUMEN DE ELU A ANALIZAR								
Nom. STAAD	**Estado de Carga**	**R1 [kN]**	**R2 [kN]**	**R3 [kN]**	**R4 [kN]**	**R5 [kN]**	**R6 [kN]**	**R7 [kN]**
31	*ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)*	3.725	3.722	3.722	3.722	3.722	3.722	3.725
32	*ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)*	-1.849	-1.848	-1.848	-1.848	-1.848	-1.848	-1.848
34	*ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)*	-2.905	-2.902	-2.902	-1.78	-1.78	-1.78	-1.209

Análisis estructural

Estado límite de servicio - Deformaciones máximas

Tabla 89: Deformaciones máximas de la viga (ELS)

DEFORMACIONES MÁXIMAS			
Cargas Variables			
Eje del perfil	**Flecha [mm]**	**Nom. STAAD**	**Estado de Carga**
Y	*1.507*	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*
Cargas Totales			
Eje del perfil	**Flecha [mm]**	**Nom. STAAD**	**Estado de Carga**
Y	*-1.512*	*20*	*ES19 = D + Lr*

Estado límite último - solicitaciones máximas

Tabla 90: Solicitaciones máximas de la viga (ELU)

SOLICITACIONES MÁXIMAS								
Situación	Nom. STAAD	Estado de Carga	N [kN]	VY [kN]	VX [kN]	Torsión [kNm]	MY [kNm]	MX [kNm]
Mxmax (+)	31	ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)	0	1.141	0	0	0	1.555
Mxmin (-)	34	ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)	0	-1.109	0	0	0	-1.447
Vymax	31	ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)	0	-2.118	0	0	0	-1.224

Verificaciones

Estado límite de servicio

Tabla 91: Flechas admisibles y verificación en ELS de la viga.

FLECHAS ADMISIBLES		
Tipo de Cargas	L(*) [m]	f_{ADM} (12) [mm]
Variables	2.33	9.3
Totales	2.33	11.7

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**). CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.*

f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).* CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

L es la longitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

VERIFICACIONES EN ELS				
Eje	f (14) [mm]	f_{ADM} [mm]	Situación	f/f_{ADM}
Cargas Variables				
X	1.507	9.32	f ≤ fadm - BC	16.17%
Cargas totales				
X	-1.512	11.7	f ≤ fadm - BC	12.98%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión s/eje x

Tabla 92: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. comp. (según eje X) de la viga.

VERIFICACIONES				
Resistencia	M_D (23) [KNm]	M_U [KNm]	Situación	M_U/M_D
Fluencia	2.790	1.555	Md ≥ Mu - BC	**55.73%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	2.546	-1.447	Md ≥ Mu - BC	**56.84%**

(23) ***$M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$*** *para el caso* ***de fluencia***

$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***de pandeo lateral torsional***

Dimensionamiento a corte

Tabla 93: Verificación de la resistencia al corte de la viga

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
Eje Y-Y			
h (21)	11.936	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***
t	0.16	[cm]	
h/t	74.6		
A_w (22)	3.82	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.5	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	70.48		
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	106.42		
Situación	$\sqrt{(E.kv/Fy)} < h/t \leq 1{,}51\sqrt{(E.kv/Fy)}$		
F_v (25)	12.188	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	46.55	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	44.223	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	2.118	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**4.79%**		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 94: Verificación de la resistencia al corte y flexión combinados de la viga.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		31
ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
V_{yU}	-2.118	[KN]
M_{xU}	-1.224	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	44.223	[KN]
M_{xD}	2.546	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**23.35%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.4. Estructura de cubierta: Edificio centro

3.2.4.1. Descripción del esquema estructural

Las chapas de cubierta están vinculadas a las correas mediante tornillos autoperforantes - autorroscantes. Esto permite el funcionamiento de las mismas como diafragmas que toman cargas en su plano y permiten el arriostramiento lateral de las correas.

Las correas se vinculan como simplemente apoyadas a los cabios mediante soporte tipo L, también con tornillos autoperforantes, por lo que su longitud será igual a la separación de los mismos, es decir, de 2,66 m. Esta vinculación se logra a través de agujeros holgados en uno de sus extremos de unión.

Los cabios presentan diferentes disposiciones de vínculos, según se detallará más adelante, sin embargo, en su generalidad se realizan con uniones abulonadas con agujeros normales en un extremo y holgados en el resto para permitir la libre dilatación. Estos están vinculados a mampostería portante y en el sector del *SUM* y el *Hall* a una viga cumbrera.

La viga cumbrera estará apoyada sobre mampostería portante con la interposición de elementos de hormigón armado para su anclaje y difusión de cargas.

Los esquemas estructurales de cada elemento se detallan a continuación en el procedimiento de dimensionamiento. Para el estudio del comportamiento de las zonas de la cubierta que contienen viga cumbrera se modeló la estructura en un programa de elementos finitos.

En la *Figura 71* se muestra el modelo planteado en el software, indicando donde se ubican los sectores mencionados anteriormente.

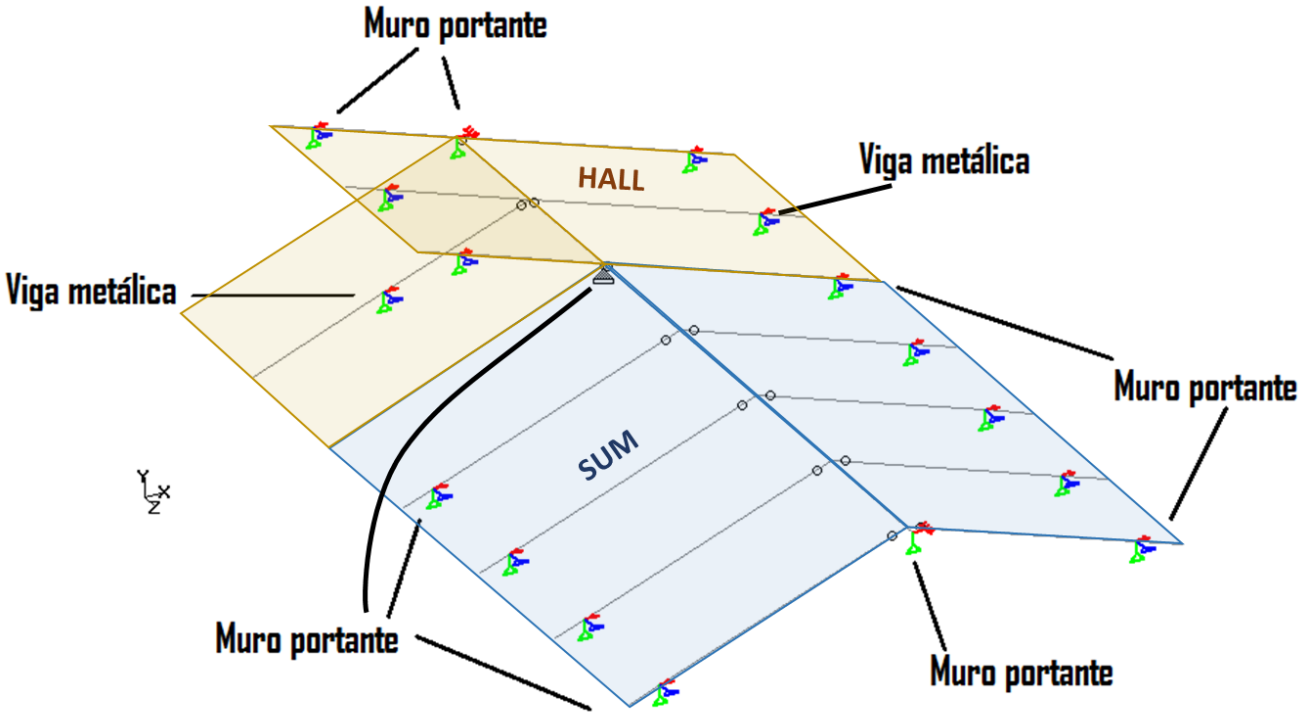


Figura 71. Modelo de elementos finitos de cabios y cumbrera.

Se muestra en la imagen el modelo realizado donde se demarcan los apoyos. El elemento lineal sobre el eje Z representa la cumbrera, el resto son los cabios.

3.2.4.2. Análisis de cargas

Todo el análisis se separó, por cuestiones de organización, en sectores según la vinculación de los cabios. Para los cabios aislados vinculados a mampostería solo se analizaron las presiones y succiones máximas para el dimensionamiento. Cuando los cabios se vinculan a la viga cumbrera es necesario estudiar el comportamiento de la estructura dependiendo de la dirección del viento y la distribución de presiones. Por lo tanto, se modela en un programa de elementos finitos la estructura tridimensional y se asignan las cargas correspondientes.

En este caso el sector 1 hace referencia a la zona de los consultorios donde los cabios apoyan sobre la mampostería. El sector 2 y 3 refieren a cabios apoyando a cada lado de la viga cumbrera. Esto se representa en la imagen a continuación.

Figura 72. Discretización en sectores para análisis.

3.2.4.2.1. Acciones del viento

Para la obtención de las cargas relativas al viento se hizo uso del reglamento-*CIRSOC 102-2005: Reglamento de acción del viento sobre las construcciones*. A continuación, se detallan los parámetros adoptados y resultados del procedimiento.

Cálculo de la presión dinámica

Tabla 95.Datos para cálculo de la presión dinámica.

DATOS		
Ubicación	Rosario	
Categoría (2)	II	
Exposición (3)	C	
V (4)	50	[m/s]
K_d	0.85	
I (5)	1.00	
K_{zt} (6)	1.00	
$K_{z\ Componentes\ y\ rev}$ (7)	0.87	
$K_{z\ sistemas\ resistentes}$ (7)	0.87	

La presión dinámica qz, evaluada a la altura z sobre el terreno, se determina con la siguiente expresión (CIRSOC 102 - 5.10, Pág. 20):

$$qz = 0{,}001 \cdot 0{,}613 \cdot Kz \cdot Kzt \cdot Kd \cdot V2 \cdot I \ [KN/m2]$$

La altura z se define como la altura media sobre la pared a barlovento. Cuando z=h, qz = qh.

$$Como\ z < 5m,\ kz = cte \Rightarrow\ qz = qh = q$$

Tabla 96. Valores obtenidos para la presión dinámica.

CÁLCULO DE LA PRESIÓN DINÁMICA BÁSICA						
Elementos	**K_z**	**K_{zt}**	**K_d**	**V [m/s]**	**I**	**q [kN/m²]**
Componentes y revestimientos	0.870	1.00	0.85	50	1.00	**1.133**
Sistemas Principales Resistentes	0.870	1.00	0.85	50	1.00	**1.133**

Cálculo de la presión de viento de diseño

Tabla 97. Parámetros generales para el cálculo de la presión de diseño.

PARÁMETROS GENERALES	
G (8)	0.85
Cerrramiento	CERRADO
GC_{pi} (9)	0.18 (+ -)

(8) ***Factor de efecto de ráfaga***. *CIRSOC 102 - 5.8.1(2), Pág. 17.*

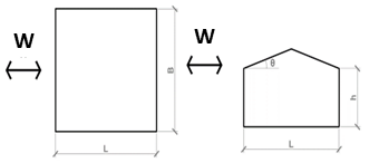
(9) ***Coeficiente de presión interna*** *en función del Cerramiento. CIRSOC 102 -Tabla 7, Pág. 54.*

Sistema principal resistente

Viento perpendicular a la cumbrera

Tabla 98. Presiones de diseño para vientos perpendiculares a la cumbrera.

		P [KN/m²] (11)		VERIFICACIÓN :ΣP$_X$ [KN/m²]		
C_p (10)	**q [KN/m²]**	**Presión interna (+)**	**Succión interna (-)**	**Presión interna (+)**	**Succión interna (-)**	**Situación**
Pared lateral						
-0.7	1.133	-0.878	-0.470			
Pared a barlovento						
0.8	1.133	0.567	0.975			
Cubierta Barlovento				1.20	1.40	ΣPX (+) ≥ 0,50kN/m2 BC
0.122	1.133	-0.087	0.321			
Cubierta Sotavento						
-0.590	1.133	-0.772	-0.364			
Pared a sotavento						
-0.5	1.133	-0.686	-0.278			



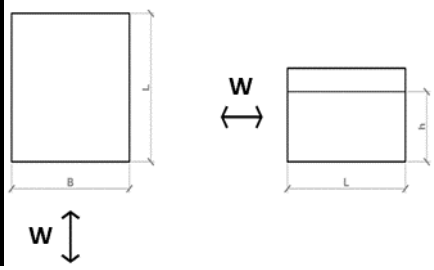
(10) Para ***paredes*** *en función de la superficie y relación L/B. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
Para ***cubiertas*** *en función de la dirección del viento (normal a la cumbrera), de la relación h/L y de la distancia desde el borde a barlovento. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*

(11) *Con presión interna:* $p = q[G.C_p - (+GC_{pi})]$
Con succión interna: $p = q[G.C_p - (-GC_{pi})]$

Viento paralelo a la cumbrera

Tabla 99. Presiones de diseño para viento paralelo a la cumbrera.

		P [KN/m²] (11)		VERIFICACIÓN :ΣPX [KN/m²]		
C_p (10)	q [KN/m²]	Presión interna (+)	Succión interna (-)	Presión interna (+)	Succión interna (-)	Situación
Pared a barlovento						
0.8	1.133	**0.567**	**0.975**			
Pared lateral						
-0.7	1.133	**-0.878**	**-0.470**			
Cubierta (s/distancia a barlovento)						
0 a h/2 = 1.67m						
-0.9	1.133	**-1.071**	**-0.663**			
h/2 a h - 1.67m a 3.34m						
-0.9	1.133	**-1.071**	**-0.663**	**0.87**	**0.87**	ΣPX (+) ≥ 0,50kN/m2 BC
h a 2h - 3.34m a 6.67m						
-0.5	1.133	**-0.686**	**-0.278**			
>2h = 6.67m						
-0.3	1.133	**-0.493**	**-0.085**			
Pared a sotavento						
-0.10	1.133	**-0.300**	**0.108**			



*(10) Para **paredes** en función de la superficie y relación L/B. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
*Para **cubiertas** en función de la dirección del viento (paralelo a la cumbrera), de la relación h/L y de la distancia desde el borde a barlovento. CIRSOC 102 - Figura 3, Pág. 32.*
(11) Con presión interna: $p = q_h[G.C_p - (+GC_{pi})]$
Con succión interna: $p = q_h[G.C_p - (-GC_{pi})]$

Resumen de cargas para sistemas principales resistentes

Se resumen los valores de cargas utilizados posteriormente en el dimensionamiento de los elementos. Solo se extraen valores referidos a la cubierta, ya que, si bien se obtiene las cargas sobre las paredes exteriores, este análisis se desestima debido a la tipología de la estructura.

Como se mencionó anteriormente se extrae para el sector 1 (Consultorios, ver *Figura 72*) las cargas máximas y mínimas.

Tabla 100. Cargas de viento utilizadas para el dimensionamiento de cabios en sector 1.

CARGAS DE DISEÑO PARA CABIOS SECTOR 1				
Carga		**Dirección del viento**	**Sector**	**Situación**
$q_{MAX\ [kN/m2]}$	**0.321**	Perpendicular a la cumbrera	Cubierta Barlovento	Succión interna (-)
$q_{MIN\ [kN/m2]}$	**-1.071**	Paralela a la cumbrera	0 a h/2 = 1.67m	Presión interna (+)

Para el resto de la cubierta (Sector 2 y Sector 3 según la *Figura 72*) se analiza la distribución de presiones completa y se obtienen cargas lineales sobre los cabios por anchos de influencia. Igualmente se seleccionan finalmente los casos más desfavorables para no redundar en el análisis.

Tabla 101. Cargas de viento utilizadas para el dimensionamiento de cabios en sector 2 y 3.

CARGAS DE DISEÑO PARA VIGA CUMBRERA Y CABIOS S2 Y S3							
Normal a la cumbrera							
Nom.	Dir. de viento	Barlovento	Sep Cabios [m]	Carga Superficial [kN/m2]		Carga Lineal [kN/m]	
				Barlovento	Sotavento	Barlovento	Sotavento
W X(+) Gcpi (+)	Este-Oeste	Este	2.65	-0.087	-0.772	**-0.23**	**-2.05**
W X(+) Gcpi (-)	Este-Oeste	Este		0.321	-0.364	**0.85**	**-0.96**
W X(-) Gcpi (+)	Oeste-Este	Oeste		-0.772	-0.087	**-2.05**	**-0.23**
W X(-) Gcpi (-)	Oeste-Este	Oeste		-0.364	0.321	**-0.96**	**0.85**

CARGAS DE DISEÑO PARA VIGA CUMBRERA Y CABIOS S2 Y S3					
Paralelo a la cumbrera					
Nom.	Barlovento	Sep Cabios [m]	Distancia a barlovento [m]	Carga Superficial	Carga Lineal [kN/m]
W Z(+) Gcpi (+)	Norte	2.65	0 a h - 0m a 3.34m	-1.071	-2.84
			h a 2h - 3.34m a 6.67m	-0.686	-1.82
			>2h = 6.67m	-0.493	-1.31
W Z(+) Gcpi (-)			0 a h - 0m a 3.34m	-0.663	-1.76
			h a 2h - 3.34m a 6.67m	-0.278	-0.74
			>2h = 6.67m	-0.085	-0.23

Componentes y revestimientos

Se analizan cargas para el dimensionamiento de chapas y correas. La separación se debe a que su área efectiva es diferente y por ende el reglamento asigna diferentes coeficientes de presión. En este caso en el sector 2 existe una cubierta predominantemente a un agua por los que se asignan diferentes coeficientes según reglamento. Se resumen los resultados a continuación.

Correas

Tabla 102. Presiones de diseños para correas.

PRESIÓN DE DISEÑO - CORREAS					
Zona	GC_p (11)		q [KN/m²]	P^+ (12) [KN/m²]	P^- (13) [KN/m²]
	+	-			
1	0.331	-0.86	1.133	0.579	-1.176
2	0.331	-1.80		0.579	-2.248
3	0.331	-1.80		0.579	-2.248
Alero 2	-	-2.20		-	-2.697
Alero 3	-	-3.19		-	-3.822

PRESIÓN DE DISEÑO - CORREAS Sector 2					
Zona	GC_p (11)		q [KN/m²]	P^+ (12) [KN/m²]	P^- (13) [KN/m²]
	+	-			
1	0.358	-1.22	1.133	0.609	-1.581
2	0.358	-1.43		0.609	-1.825
3	0.358	-2.52		0.609	-3.059

Chapas

Tabla 103. Presiones de diseño para chapas.

PRESIÓN DE DISEÑO - CHAPAS					
Zona	GC_p (11)		q [KN/m²]	P^+ (12) [KN/m²]	P^- (13) [KN/m²]
	+	-			
1	0.3	-0.9	1.133	0.544	-1.224
2	0.3	-2.1		0.544	-2.584
3	0.3	-2.1		0.544	-2.584
Alero 2	-	-2.20		-	-2.697
Alero 3	-	-3.70		-	-4.397

PRESIÓN DE DISEÑO - CHAPAS - Sector 2					
Zona	GC_p (11)		q [KN/m²]	P^+ (12) [KN/m²]	P^- (13) [KN/m²]
	+	-			
1	0.4	-1.1	1.133	0.657	-1.451
2	0.4	-1.6		0.657	-2.017
3	0.4	-2.9		0.657	-3.491

3.2.4.2.2. Sobrecargas de cubierta

Se obtienen las sobrecargas de cubierta a partir del reglamento *CIRSOC 101*. Se obtienen diferentes cargas para cada tipo de elemento ya que según el reglamento estas dependen de su área tributaria, la cual es diferente para cada uno. A continuación, se muestran los resultados.

Tabla 104. Sobrecargas de cubierta para cada elemento.

SPR			
L (1)	10.860	[m]	(1) L luz del pórtico = ancho del edificio
S_p (2)	2.650	[m]	(2) S_p separación entre cabios
A_t (3)	28.779	[m2]	(3) $A_t = L.S_p$
Pte (4)	35.368	[%]	(4) Pendiente de la cubierta. $Pte = 100.TAN(\theta)$
F (5)	4.244		(5) $F = 0{,}12.Pte$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
R_1 (6)	0.890		(6) Factor de reducción en función de A_t. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
R_2 (7)	0.988		(7) Factor de reducción en función de F. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
L_r (8)	0.844	[kN/m^2]	(8) $L_r = 0{,}96 R_1 R_2$ con $0{,}58\ KN/m^2 \leq L_r \leq 0{,}96\ KN/m^2$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
CORREAS			
L (1)	2.650	[m]	(1) L luz de la correa = separación entre cabios
S_c (2)	1.000	[m]	(2) S_c separación entre correas
A_t (3)	2.650	[m2]	(3) $A_t = L.S_c$
Pte (4)	35.368	[%]	(4) Pendiente de la correa.
F (5)	4.244		(5) $F = 0{,}12.Pte$
R_1 (6)	1		(6) Factor de reducción en función de A_t. Para $A_t \leq 19m^2$, R_1=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
R_2 (7)	0.987791741		(7) Factor de reducción en función de F. Para $F \leq 4$, R_2=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
L_r (8)	0.948	[kN/m^2]	(8) $L_r = 0{,}96 R_1 R_2$ con $0{,}58\ KN/m^2 \leq L_r \leq 0{,}96\ KN/m^2$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
CHAPAS			
L (1)	1.000	[m]	(1) L luz de la chapa = separación entre correas
S_c (2)	0.253	[m]	(2) S_c Paso de las chapas
A_t (3)	0.253	[m2]	(3) $A_t = L.S_c$
Pte (4)	35.368	[%]	(4) Pendiente de la correa.
F (5)	4.244		(5) $F = 0{,}12.Pte$
R_1 (6)	1		(6) Factor de reducción en función de A_t. Para $A_t \leq 19m^2$, R_1=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
R_2 (7)	0.987791741		(7) Factor de reducción en función de F. Para $F \leq 4$, R_2=1. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.
L_r (8)	0.948	[kN/m^2]	(8) $L_r = 0{,}96 R_1 R_2$ con $0{,}58\ KN/m^2 \leq L_r \leq 0{,}96\ KN/m^2$. CIRSOC 101 - 4.9.1, Pág. 30.

Dimensionamiento de chapas

A modo general, el dimensionamiento es iterativo y consiste en proponer separaciones de correas y dimensionar el espesor de chapa a través de tablas del fabricante, las cuales otorgan valores de cargas resistibles por el elemento según su luz y espesor. Luego se dimensionan las secciones de las correas y por último se evalúa la el peso total de acero del conjunto. Esto se repite hasta obtener la solución más conveniente.

Características geométricas y mecánicas

Se seleccionó la ***chapa T101 de espesor de 0,41 mm***.

Tabla 105. Características de chapa seleccionada.

CHAPA TRAPEZOIDAL T101					
Espesor	0.41	[mm]	***Flexión directa***		
Ancho total	1100	[mm]	I_X	9.74	[cm^4]
			W	4.05	[cm^3]
Ancho útil	1010	[mm]	M_{ADM}	6790.42	[Kgcm]
			Flexión inversa		
Paso	253	[mm]	I_X	10.67	[cm^4]
Altura cresta	28.5	[mm]	**W**	4.54	[cm^3]
			M_{ADM}	5.67	[Kgcm]
Sección	4.92	[m^2]			
Peso	4.11	[Kg/m^2]			

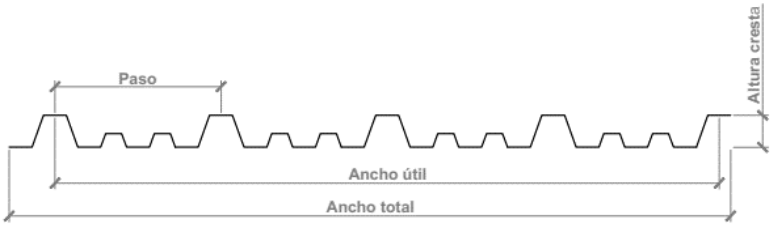


Figura 73. Sección de chapa.

Cargas admisibles para las chapas

Tabla 106. Cargas admisibles de la chapa.

	CARGAS ADMISIBLES EN SERVICIO q_{ADM} [KN/m^2]					
	L=1m (1)		**L=1m (1)**		**L=1m (2)**	
Esquema de apoyo	**Sobrecarga grav. o viento en presión**		**Sobrecarga grav. o viento en presión**		**Sobrecarga grav. o viento en presión**	
	Flexión	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*
	3.8	6.5	3.8	6.5	**3.80**	**6.50**
	Viento en succión		**Viento en succión**		**Viento en succión**	
	Flexión	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*	*Flexión*	*Flecha*
	2.92	8.19	2.92	8.19	**2.92**	**8.19**

(1) Extraído de las Tablas de chapa SIDERAR.

(2) Valores interpolados linealmente de los correspondientes a L=1,20m y L=1,40m.

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre de las chapas

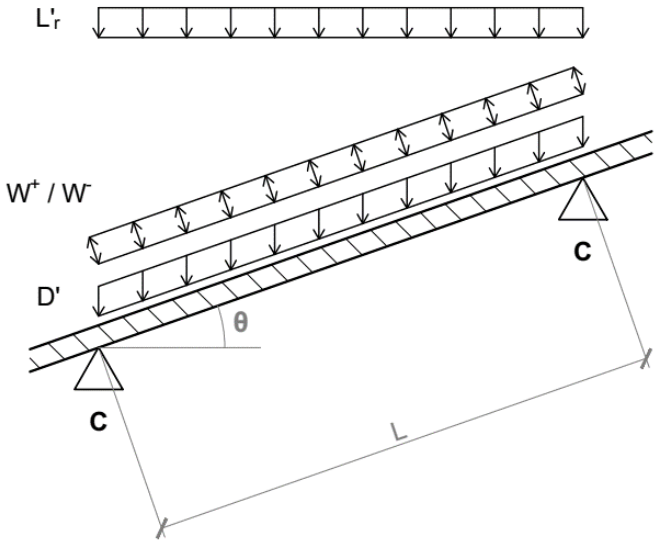


Figura 74. Diagrama de cuerpo libre chapas.

Las cargas a considerar son las componentes normales al elemento.

Estados Nominales

Tabla 107. Estados nominales para el dimensionamiento de chapas del Edificio Centro.

ESTADOS NOMINALES [KN/m^2]										
D'	0.0411	**L_{r2}'(4)**	0.95	**Zona**	W^+_1	W^-_1	W^+_2	W^-_2	W^+_3	W^-_3
D (3)	0.0387	**L_{r2}(5)**	0.894	**1**	0.544	-1.224	0.657	-1.451	0.544	-1.224
L_{r1}'(4)	0.95	**L_{r3}'(4)**	0.95	**2**	0.544	-2.584	0.657	-2.017	0.544	-2.584
L_{r1}(5)	0.843	**L_{r3}(5)**	0.843	**3**	0.544	-2.584	0.657	-3.491	0.544	-2.584
				Alero 2	-	-2.697	-	-	-	-2.697
				Alero 3	-	-4.397	-	-	-	-4.397

(3) ***$D = D'.\cos\vartheta$***

(4) ***Lri i corresponde al sector de la cubierta discretizado según el tipo de apoyo de los cabios***

(5) ***$L_r = L_r'.\cos^2\vartheta$***

Estados Límite de Servicio

Los estados a analizar según reglamento *CIRSOC 301 – Sección A-L.1. BASES DEL PROYECTO* son los especificados a continuación. De ellos solo se evalúan las combinaciones más desfavorables.

$$(D + F) + (\Sigma L_i \text{ ó } W \text{ ó } T)$$

$$(D + F) + 0{,}7\ [(\Sigma L_i + W) \text{ ó } (W + T) \text{ ó } (\Sigma L_i + T)]$$

$$(D + F) + 0{,}6\ \Sigma L_i + 0{,}6\ W + 0{,}6\ T$$

donde:

$$\Sigma L_i = (L + L_r + S + R + H)$$

Verificaciones

Tabla 108: Verificación de las deformaciones en las chapas del sector 1 y 3 del Edificio Centro.

SECTOR 1 y 3						
Con succión interna (6)			*Con presión interna* (7)			
Zonas 1, 2 y 3			Zona	q_4 [KN/m^2]	q_{ADM} [KN/m^2]	Situación
q_1	0.882	[KN/m^2]	1	-1.185	2.92	qmáx ≤ qadm - BC
q_2	0.583	[KN/m^2]	2	-2.545		qmáx ≤ qadm - BC
q_3	1.010	[KN/m^2]	3	-2.545		qmáx ≤ qadm - BC
$q_{MÁX}$	1.010	[KN/m^2]	Alero 2	-2.658		qmáx ≤ qadm - BC
q_{ADM}	3.80	[KN/m^2]	Alero 3	-4.358		qmáx > qadm - MC
Situación	qmáx ≤ qadm - BC		Situación	*Colocación correa intermedia en Zona 3 alero*		

VERIFICACIÓN CON CORREAS INTERMEDIAS					
Cargas admisibles para Zona 2 [KN/m^2] (1)			Cargas admisibles para Zona 3 [KN/m^2] (1)		
L=1,00m			L=1,00m		
Sobrecarga grav. o viento en presión			Sobrecarga grav. o viento en presión		
Flexión	*Flecha*	q_{ADM}	*Flexión*	*Flecha*	q_{ADM}
3.80	6.50	3.80	3.80	6.50	3.80
Condición			Condición		
qmáx ≤ qadm - BC			qmáx ≤ qadm - BC		
Viento en succión			Viento en succión		
Flexión	*Flecha*	q_{ADM}	*Flexión*	*Flecha*	q_{ADM}
-2.92	-8.19	-2.92	-2.92	-8.19	-2.92
Condición			Condición		
qmáx ≤ qadm - BC			qmáx > qadm - MC		

(6) $q_1 = D+L_r$
$q_2 = D+W^+$
$q_3 = D+0{,}7(L_r+W^+)$
$q_{MÁX} = máx(q_1, q_2, q_3)$

(7) $q_4 = D+W^-$

(1) Extraído de las Tablas de chapa SIDERAR.

Tabla 109: Verificación de las deformaciones en las chapas del sector 2 del Edificio Centro.

SECTOR 2						
Con succión interna (6)			*Con presión interna (7)*			
Zonas 1, 2 y 3			Zona	q_4 [KN/m²]	q_{ADM} [KN/m²]	Situación
q_1	0.933	[KN/m²]	1	-1.412	2.92	qmáx ≤ qadm - BC
q_2	0.583	[KN/m²]	2	-1.978		qmáx ≤ qadm - BC
q_3	1.045	[KN/m²]	3	-3.452		qmáx > qadm - MC
$q_{MÁX}$	1.045	[KN/m²]	Alero 2	-		-
q_{ADM}	3.80	[KN/m²]	Alero 3	-		-
Situación	qmáx ≤ qadm - BC		Situación	*Colocación correa intermedia en Zona 3*		

VERIFICACIÓN CON CORREAS INTERMEDIAS					
Cargas admisibles para Zona 2 [KN/m²] (1)			Cargas admisibles para Zona 3 [KN/m²] (1)		
L=1,00m			L=1,00m		
Sobrecarga grav. o viento en presión			Sobrecarga grav. o viento en presión		
Flexión	*Flecha*	q_{ADM}	*Flexión*	*Flecha*	q_{ADM}
3.80	6.50	3.80	3.80	6.50	3.80
Condición			Condición		
qmáx ≤ qadm - BC			qmáx ≤ qadm - BC		
Viento en succión			Viento en succión		
Flexión	*Flecha*	q_{ADM}	*Flexión*	*Flecha*	q_{ADM}
-2.92	-8.19	-2.92	-2.92	-8.19	-2.92
Condición			Condición		
qmáx ≤ qadm - BC			qmáx > qadm - MC		

(6) $q_1 = D+L_r$
$q_2 = D+W^+$
$q_3 = D+0,7(L_r+W^+)$
$q_{MÁX} = máx(q_1, q_2, q_3)$

(7) $q_4 = D+W^-$

(1) Extraído de las Tablas de chapa SIDERAR.

Como se observa, el espesor de chapa es insuficiente para las zonas 3 (zonas especificadas según reglamento), por lo tanto, se propone disminuir la separación de correas a la mitad en esos sectores. No hay datos de resistencia para luces de chapas menores a 1 metro, pero se estima por la función de incremento carga - luz otorgada por el fabricante que ésta será suficiente.

3.2.4.3. Dimensionamiento de correas

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

Las correas presentarán un esquema de vinculación simplemente apoyada sobre los cabios según las consideraciones hechas al principio de la sección. Recibirán acciones provenientes de la chapa y su peso propio, como se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la *Figura 75*.

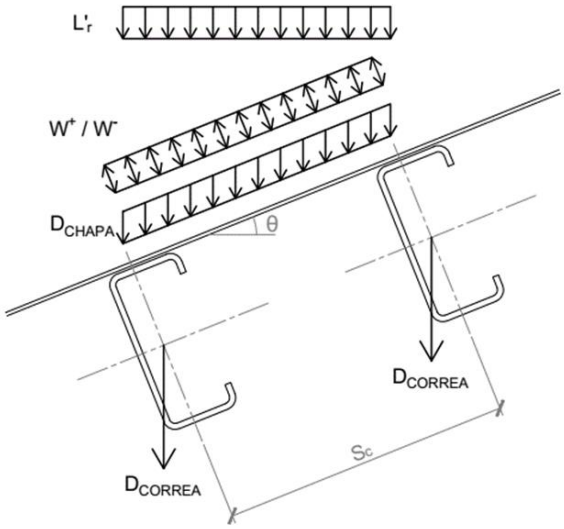


Figura 75. Diagrama de cuerpo libre correas.

Debido al trabajo de la chapa como diafragma rígido se depreciarán las acciones transversales a las correas evitando la consideración de flexión oblicua y corte en dirección de la menor inercia. Por lo tanto, el esquema de dimensionamiento es el de la *Figura 76*.

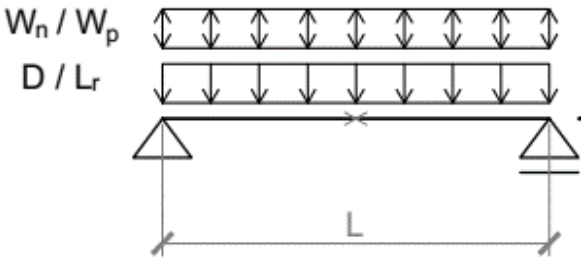


Figura 76. DCL de correas con cargas normales a su eje.

Otra consideración realizada tiene que ver con la reducción de la separación de las correas en las zonas especificadas anteriormente. Las cargas de viento deberían ser recalculadas ya que disminuye el área efectiva. Como el incremento es de alrededor del 10%, se verifica con las cargas ya calculadas y se tiene en cuenta en el nivel de exigencia del elemento.

Predimensionamiento – Sección mínima

Según los requerimientos de servicio y estados de carga impuesto por el reglamento se obtiene la inercia mínima requerida para satisfacerlos. Se utiliza el criterio para cargas variables ya que la sección no está definida.

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301* y las deformaciones admisibles del *CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224*. De éste resultan *los estados más desfavorables:*

1)- W(+) - Máxima Carga de Presión.
2)- W(-) - Máxima Carga de Succión.
3)- Lr - Sobrecarga de cubierta
4)- 0,7 (Lr + W(+))

Tabla 110. Análisis de cargas en servicio. Momento de inercia mínimo.

ANÁLISIS DE CARGAS EN SERVICIO		
Cargas Superficiales (3)		
W' (+)	0.58	[kN/m^2]
W' (-)	-2.70	[kN/m^2]
Lr '	0.95	[kN/m^2]
Cargas Lineales s/correa (4)		
L_r	0.843	[kN/m]
$W_{MÁX}$ +	0.579	[kN/m]
$W_{MÁX}$ -	-2.697	[kN/m]
Combinaciones de Servicio		
q1	0.579	[kN/m]
q2	-2.697	[kN/m]
q3	0.843	[kN/m]
q4	0.995	[kN/m]

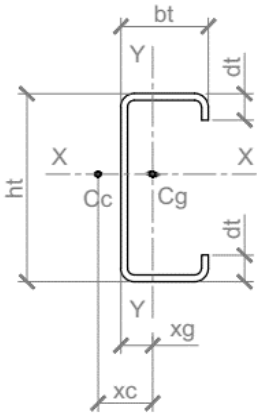
MOMENTO DE INERCIA MÍNIMO		
q max	0.027	[kN/cm]
L	265.00	[cm]
E	20000	[kN/cm^2]
f_{ADM} (5) [cm]	1.060	[cm]
J_{Xmin} (6)[cm^4]	81.70	[cm^4]
Perfil mínimo	***C 120x50x15x1.60***	

Dimensionamiento de las correas

Características geométricas y mecánicas

Tabla 111. Características de la sección.

C 140x50x20x2.5								
ht	140	[mm]	**A**	6.59	[cm^2]	**J_Y**	22.84	[cm^4]
bt	50	[mm]	**J_X**	192.03	[cm^4]	**S_{Y1}**	14.28	[cm^3]
dt	20	[mm]	**S_X**	27.43	[cm^3]	**S_{Y2}**	6.71	[cm^3]
t=r=ri	2.50	[mm]	**r_X**	5.40	[cm]	**r_Y**	1.86	[cm]



Acero F-24		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	23.5	[KN/cm^2]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]

Estados básicos

Tabla 112. Estados nominales.

ESTADOS NOMINALES - Cargas transversales					
Sector 1					
D_{CHAPA}	0.0403	[KN/m²]	Zona	W_p (10) [KN/m]	W_n (11) [KN/m]
D_{CORREA} (7)	0.0517	[KN/m]			
D (8)	0.087	[KN/m]	1	0.579	-1.176
L_r'	0.95	[KN/m²]	2	0.579	-2.248
L_r (9)	0.843	[KN/m]	3	0.579	-2.248
			Alero 2	-	-2.697
			Alero 3	-	-1.911

ESTADOS NOMINALES - Cargas transversales					
Sector 2					
D_{CHAPA}	0.0403	[KN/m²]	Zona	W_p (10) [KN/m]	W_n (11) [KN/m]
D_{CORREA} (7)	0.0517	[KN/m]			
D (8)	0.087	[KN/m]	1	0.609	-1.581
L_r'	0.95	[KN/m²]	2	0.609	-1.825
L_r (9)	0.843	[KN/m]	3	0.305	-1.529

(7) $D_{CORREA} = A \cdot \gamma$

(8) $D = (D_{CHAPA} \cdot S_c + D_{CORREA}) \cos\theta$

(9) $L_r = L_r' \cdot S_c \cdot \cos^2\theta$ En zona 2 y 3 para succión el mínimo entre los valores para alero

(10) $W_p = P^+ \cdot S_c$

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "A-L.1 BASES DEL PROYECTO" del reglamento CIRSOC 301. Resultan los siguientes estados:

Cargas Variables	Cargas Totales
1)- W(+)	5)- D + W(+)
2)- W(-)	6)- D + W(-)
3)- Lr	7)- D + Lr
4)- 0,7 (Lr + W(+))	8)- D + 0,7 (Lr + W(+))

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles indicadas en la *Tabla 113*:

Tabla 113. Flechas admisibles para las correas.

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 1	
Caso	f_{ADM} (12) **[cm]**
Cargas Variables	1.060
Cargas Totales	1.325

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 2	
Caso	f_{ADM} (12) **[cm]**
Cargas Variables	1.060
Cargas Totales	1.325

Tabla 114. Verificaciones en ELS de las correas.

	VERIFICACIONES EN ELS					
	Zona 1					
	Estado	**q_S (13) [KN/m]**	**f (14) [cm]**	**f_{ADM} [cm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables	q_{S1}	0.579	0.097	1.060	f ≤ fadm - BC	9.13%
	q_{S2}	-1.176	0.197		f ≤ fadm - BC	18.55%
	q_{S3}	0.843	0.141		f ≤ fadm - BC	10.64%
	q_{S4}	0.995	0.166		f ≤ fadm - BC	12.56%
Cargas Totales	q_{S5}	0.666	0.111	1.325	f ≤ fadm - BC	8.40%
	q_{S6}	-1.089	0.182		f ≤ fadm - BC	13.74%
	q_{S7}	0.930	0.155		f ≤ fadm - BC	11.73%
	q_{S8}	1.082	0.181		f ≤ fadm - BC	13.65%
	Zona 2					
	Estado	**q_S (13) [KN/m]**	**f (14) [cm]**	**f_{ADM} [cm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables	q_{S1}	0.579	0.097	1.060	f ≤ fadm - BC	9.13%
	q_{S2}	-2.697	0.451		f ≤ fadm - BC	42.54%
	q_{S3}	0.843	0.141		f ≤ fadm - BC	10.64%
	q_{S4}	0.995	0.166		f ≤ fadm - BC	12.56%
Cargas Totales	q_{S5}	0.666	0.111	1.325	f ≤ fadm - BC	8.40%
	q_{S6}	-2.610	0.436		f ≤ fadm - BC	32.94%
	q_{S7}	0.930	0.155		f ≤ fadm - BC	11.73%
	q_{S8}	1.082	0.181		f ≤ fadm - BC	13.65%
	Zona 3					
	Estado	**q_S (13) [KN/m]**	**f (14) [cm]**	**f_{ADM} [cm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables	q_{S1}	0.579	0.097	1.060	f ≤ fadm - BC	9.13%
	q_{S2}	-2.248	0.376		f ≤ fadm - BC	35.46%
	q_{S3}	0.843	0.141		f ≤ fadm - BC	10.64%
	q_{S4}	0.995	0.166		f ≤ fadm - BC	12.56%
Cargas Totales	q_{S5}	0.666	0.111	1.325	f ≤ fadm - BC	8.40%
	q_{S6}	-2.161	0.361		f ≤ fadm - BC	27.27%
	q_{S7}	0.930	0.155		f ≤ fadm - BC	11.73%
	q_{S8}	1.082	0.181		f ≤ fadm - BC	13.65%

Estados límites últimos

Las **combinaciones** de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PAR LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan los

siguientes estados:

1)- 1,4 D

2)- 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp

3)- 1,2 D + f1 Lr + 1,5 Wp

4)- 0,9 D + 1,5 Wn

f1 = 0,50

Tabla 115. Cargas para verificaciones en ELU de las correas.

ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS - Cargas transversales					
Zona 1		Zona 2		Zona 3	
Estado	q_U (15) [KN/m]	Estado	q_U (15) [KN/m]	Estado	q_U (15) [KN/m]
q_{U1}	0.121	q_{U1}	0.121	q_{U1}	0.121
q_{U2}	1.916	q_{U2}	1.916	q_{U2}	1.916
q_{U3}	1.394	q_{U3}	1.394	q_{U3}	1.394
q_{U4}	-1.686	q_{U4}	-3.968	q_{U4}	-3.294
q_{MAX}	**1.916**	**q_{MAX}**	**1.916**	**q_{MAX}**	**1.916**
q_{MIN}	**-1.686**	**q_{MIN}**	**-3.968**	**q_{MIN}**	**-3.294**

(15) ***q_{U1} = 1,4D***
q_{U2} =1,2D+1,6Lr+0,8Wp
q_{U3} = 1,2D+0,5Lr+1,5Wp
q_{U4} = 0,9D+1,5Wn
$q_{MÁX}$ = máx (q_{Ui})
q_{MIN} = min (q_{Ui}) (interesa en caso de succión)

Análisis estructural y dimensionamiento a flexión

Se dimensiona siguiendo los lineamientos del *CIRSOC 301* utilizando el método propuesto en el trabajo "Dimensionamiento directo de perfiles conformados en Frío" (Del Río, Busnelli. FCEIA, UNR)".

Tabla 116. Análisis estructural en ELU de las correas.

SOLICITACIONES - Sector 1								
Zona 1			Zona 2			Zona 3		
Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]	Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]	Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]
$q_{PRESIÓN}$	1.916	1.682	**$q_{PRESIÓN}$**	1.916	1.682	**$q_{PRESIÓN}$**	1.916	1.682
$q_{SUCCIÓN}$	-1.686	-1.480	**$q_{SUCCIÓN}$**	-3.968	-3.483	**$q_{SUCCIÓN}$**	-3.294	-2.892

SOLICITACIONES - Sector 2								
Zona 1			Zona 2			Zona 3		
Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]	Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]	Estado	q_U (16) [KN/m]	M_U (17) [KNm]
$q_{PRESIÓN}$	1.940	1.703	**$q_{PRESIÓN}$**	1.940	1.703	**$q_{PRESIÓN}$**	1.696	1.489
$q_{SUCCIÓN}$	-2.294	-2.014	**$q_{SUCCIÓN}$**	-2.660	-2.335	**$q_{SUCCIÓN}$**	-2.216	-1.945

$$(16)\ M_U = q_U L^2/8$$

$$(17)\ q_{U3} = 0{,}9D+1{,}5W_n$$

Tabla 117. Parámetros de cálculo para las correas.

PARÁMETROS DE CÁLCULO		
Arr. en el chapeado c/presión		
S_X	27.43	[cm^3]
F_y	23.5	[KN/cm^2]
Arr. en el chapeado c/succión		
ht	14	[cm]
R (22)	0.7	
Arr. en forma discontinua con tillas		
Cant. Tillas	1	[un/luz]
L luz	265.00	[cm]
L_b (19)	132.50	[cm]
C_b (18)	1.29	
E	20000	[KN/cm^2]
J_{Yc}	11.42	[cm^4]
F_e (20)	85	[KN/cm^2]
F_c (21)	23.50	[KN/cm^2]

(18) Correspondiente a una viga simplemente apoyada con carga uniformemente repartida y arriostrada al medio.
(19) $L_b = L/2$ *cuando está arriostrado al medio. Sino,* $L_b = L$
(20) $F_e = C_b.\pi^2.E.ht.(J_Y/2) / (S_X L_b^2)$
(21) $F_c = (10/9).F_y.[1- 10F_y / (36F_e)]$ *para* $2{,}78F_y > F_e > 0{,}56F_y$. *Cuando* $F_e \leq 0{,}56F_y$, $F_c = F_e$
(22) $R=0{,}65$ *para* $165mm < ht \leq 216mm$

Tabla 118. Verificaciones a flexión de las correas del sector 1 y sector 2.

VERIFICACIONES - Sector 1				
Zona 1				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	5.801	1.682	Md ≥ Mu - BC	**28.99%**
Arr. en el chapeado c/succión	4.061	-1.480	Md ≥ Mu - BC	**36.44%**
Arr. en forma discontinua con tillas	5.801	1.480	No hacen falta tillas	**25.51%**
Zona 2				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	5.801	1.682	Md ≥ Mu - BC	**28.99%**
Arr. en el chapeado c/succión	4.061	-3.483	Md ≥ Mu - BC	**85.76%**
Arr. en forma discontinua con tillas	5.801	3.483	No hacen falta tillas	**60.04%**
Zona 3				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	5.801	1.682	Md ≥ Mu - BC	**28.99%**
Arr. en el chapeado c/succión	4.061	-2.892	Md ≥ Mu - BC	**71.20%**
Arr. en forma discontinua con tillas	5.801	2.892	No hacen falta tillas	**49.84%**

VERIFICACIONES - Sector 2				
Zona 1				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	5.801	1.703	Md ≥ Mu - BC	**29.36%**
Arr. en el chapeado c/succión	4.061	-2.014	Md ≥ Mu - BC	**49.58%**
Arr. en forma discontinua con tillas	5.801	2.014	No hacen falta tillas	**34.71%**
Zona 2				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	5.801	1.703	Md ≥ Mu - BC	**29.36%**
Arr. en el chapeado c/succión	4.061	-2.335	Md ≥ Mu - BC	**57.50%**
Arr. en forma discontinua con tillas	5.801	2.335	No hacen falta tillas	**40.25%**
Zona 3				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Arr. en el chapeado c/presión	5.801	1.489	Md ≥ Mu - BC	**25.67%**
Arr. en el chapeado c/succión	4.061	-1.945	Md ≥ Mu - BC	**47.90%**
Arr. en forma discontinua con tillas	5.801	1.945	No hacen falta tillas	**33.53%**

(23) $M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$ *para el caso* ***arriostrado en el chapeado***
$M_D^- = Ø_b R M_n^+ = R M_D^+ = 0{,}9 R S_x F_y$ *para el caso* ***chapeado con carga de succión***

$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***arriostrado al medio con tillas*** *y* ***arriostrado en los extremos***

Análisis estructural y dimensionamiento a corte

Tabla 119. Cálculo de solicitaciones de corte del sector 1 y sector 2.

SOLICITACIONES - Sector 1								
Zona 1			**Zona 2**			**Zona 3**		
Estado	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**	**Estado**	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**	**Estado**	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**
q_{MAX}	1.916	2.538	**q_{MAX}**	3.968	5.257	**q_{MAX}**	3.294	4.365

SOLICITACIONES - Sector 2								
Zona 1			**Zona 2**			**Zona 3**		
Estado	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**	**Estado**	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**	**Estado**	**q_U (16) [KN/m]**	**V_U (17) [KNm]**
q_{MAX}	2.294	3.039	**q_{MAX}**	2.660	3.524	**q_{MAX}**	2.216	2.936

(16) q_{MAX} ***= Carga máxima en valor absoluto***
(17) V_U ***= Qu . L /2***

Tabla 120. Verificación a Corte

VERIFICACIÓN - ALMA		
h (21)	13	[cm]
t	0.25	[cm]
h/t	52	
A_w (22)	3.25	[cm^2]
k_v (23)	5.34	
μ (24)	0.30	
F_y	23.5	[KN/cm^2]
E	20000	[KN/cm^2]
$\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	67.41	
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	101.80	
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)	
F_v (25)	14.100	[KN/cm^2]
V_n (26)	45.825	[KN]
$Ø_v$	0.95	
V_D (27)	43.534	[KN]
$V_{U\,MÁX}$ (28)	5.257	[KN]
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC	
$V_{U\,MÁX}/V_D$	0.121	

(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***

(22) $\boldsymbol{A_w = h.t}$

(23) Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas

(24) Coeficiente de Poisson en período elástico

(25) $\boldsymbol{F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)}$

(26) $\boldsymbol{V_n = A_w . F_v}$

(27) $\boldsymbol{V_D = Ø_v . V_n}$

(28) $\boldsymbol{V_{U\,MÁX} = máx\,|V_{Ui}|}$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.

3.2.4.4. Dimensionamiento de cabios

Se dimensionan estos elementos en concordancia con los supuestos del reglamento *CIRSOC 303*. Se realizan verificaciones a flexión, corte, compresión, y esfuerzos combinados (flexo-compresión y corte-flexión).

3.2.4.4.1. Sector 1 – Consultorios

En este apartado se realiza el análisis estructural de los cabios del sector 1, remarcados en rojo en el esquema de la *Figura 77*.

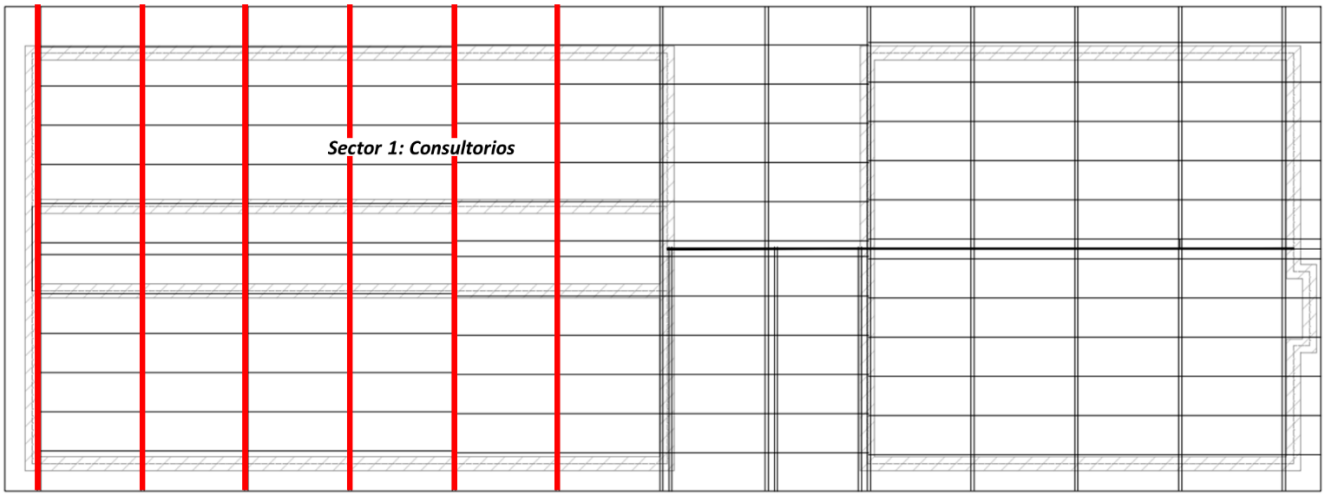


Figura 77: Ubicación de los cabios del Sector 1 (Consultorios).

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

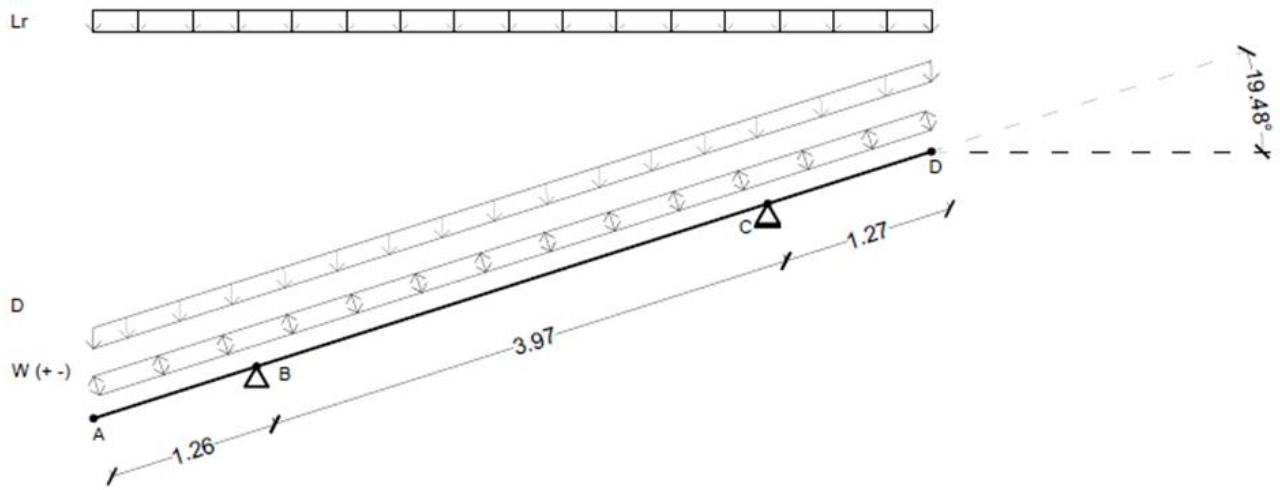


Figura 78: DCL de cabios en sector 1 en el Edificio Centro

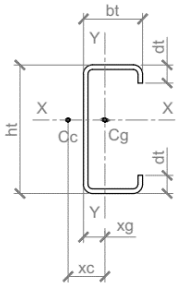
En el diagrama anterior ambos apoyos (A y B) se corresponden con mampostería portante, y son considerados apoyos fijos.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 121: Características del perfil del Sector 1 para el Edificio Centro.

C 180x70x25x2											
ht	180	[mm]	**A**	7.14	[cm^2]	**J_Y**	50.56	[cm^4]	**xg**	2.26	[cm]
bt	70	[mm]	**J_X**	358.65	[cm^4]	**S_{Y1}**	22.36	[cm^3]	**xc**	5.53	[cm]
dt	25	[mm]	**S_X**	39.85	[cm^3]	**S_{Y2}**	10.67	[cm^3]	**J_t**	0.1	[cm^4]
t=r=ri	2.00	[mm]	**r_X**	7.09	[cm]	**r_Y**	2.66	[cm]	**C_w**	3698	[cm^6]

Acero F-24		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	31	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Se analizan las cargas que actúan sobre los cabios. Para simplificar el análisis, dado que las diferencias tienen poca significación, se estudian directamente como cargas repartidas en vez de las reacciones transmitidas por las correas. W(+/-) indican las cargas de succión máximas y mínimas actuantes.

Estados básicos

Tabla 122. Estados básicos.

ESTADOS BÁSICOS			
Sector 1			
Cargas Superficiales (4)			*(4) W (+ o -) son iguales a las más desfavorables obtenidas para el SPRFV*
W' (+)	0.579	[kN/m^2]	
W' (-)	-1.071	[kN/m^2]	
Lr '	0.844	[kN/m^2]	
D'_{CHAPA}	0.041	[kN/m^2]	
Cargas Lineales s/cabio (5)			*(5)* $q = máx\ (L_r\ ,\ W_{MÁX})$
L_r	2.109	[kN/m]	$L_r = L_r'.S_c.\cos\vartheta$
$W_{MÁX}$ +	1.534	[kN/m]	$W = W'\ .\ S_{cab}$
$W_{MÁX}$ -	-2.838	[kN/m]	
D_{CHAPA}	0.109	[kN/m]	$D_{CHAPA} = D'_{chapa}\ .\ S_{cab}$
$D_{CORREAS}$	0.129	[kN/m]	$D_{CORREA} = A\ .\ \gamma\ .\ S_{cab}\ .\ 2/2\ /\ S_{correa}$ **(CORREA S.A.)**
D_{CABIOS}	0.056	[kN/m]	$D_{CABIOS} = A\ .\ \gamma$
DTOTAL	0.294	[kN/m]	D_{TOTAL} = suma de D

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "A-L.1 BASES DEL PROYECTO" del reglamento CIRSOC 301. Resultan los siguientes estados:

VARIABLES		***TOTALES***	
Nom STAAD	*Estado*	*Nom STAAD*	*Estado*
6	***ES1 = W(+)***	13	***ES8 = D + W(+)***
7	***ES2 = W(-)***	14	***ES9 = D + W(-)***
8	***ES3 = Lr***	15	***ES10 = D + Lr***
9	***ES4 = T***	16	***ES11 = D + T***
10	***ES5 = 0,7 (Lr + W(+))***	17	***ES12 = D + 0,7 (Lr + W(+))***
11	***ES6 = 0,7 (W(+) + T)***	18	***ES13 = D + 0,7 (W(+) + T)***
12	***ES7 = 0,7 (Lr + T)***	19	***ES14 = D + 0,7 (Lr + T)***

Estado límite último - análisis de cargas

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PAR LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento CIRSOC 301. Resultan los siguientes estados:

Nom STAAD	*Estado*	
20	***ELU1 = 1,4 D***	***f1 = 0,50***
21	***ELU2 = 1,2 (D + T) + f1 Lr***	
22	***ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W(+)***	
23	***ELU4 = 1,2 D + f1 Lr + 1,5 W(+)***	
24	***ELU5 = 0,9 D + 1,5 W(-)***	

Análisis estructural

Se presentan solicitaciones y resumen de resultados.

Estado límite de servicio - Deformaciones máximas

Tabla 123. Deformaciones máximas de los cabios del sector 1 en el Edificio Centro.

DEFORMACIONES MÁXIMAS - Sector 1				
Cargas Variables				
Tramo	Flecha [mm]	Nom.STAAD	Estado de Carga	Sección/ Nodo
AB	**-3.54**	7	ES2 = W(-)	A
BC	**5.97**	7	ES2 = W(-)	Tramo
CD	**-3.50**	7	ES2 = W(-)	D
Cargas Totales				
Tramo	Flecha [mm]	Nom.STAAD	Estado de Carga	Sección/ Nodo
AB	**3.42**	17	ES12 = D + 0,7 (Lr + W(+))	A
BC	**-5.77**	17	ES12 = D + 0,7 (Lr + W(+))	Tramo
CD	**3.39**	17	ES12 = D + 0,7 (Lr + W(+))	D

Estado límite último - solicitaciones máximas

Tabla 124. Solicitaciones máximas.

SOLICITACIONES MÁXIMAS - Sector 1									
Solicitación	om. STAA	Estado de Carga	Elemento	N [kN]	VY [kN]	VX [kN]	orsion kNr	MY [kNm]	MX [kNm]
Mmax (+)	22	ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp	2	-1.417	0.014	0	0	0	5.568
Mmin (-)	24	ELU5 = 0,9 D + 1,5 Wn	2	4.904	0.012	0	0	0	-4.677
Cmax	24	ELU5 = 0,9 D + 1,5 Wn	2	5.087	7.92	0	0	0	3.172
Vmax	22	ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp	2	-3.896	9.457	0	0	0	-3.834

Dimensionamiento

Estado límite de servicio

Tabla 125: Flechas admisibles y verificación en ELS para los cabios del sector 1 del Edificio Centro.

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 1		
Cargas Variables		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	2.52	**10.080**
BC	3.97	**15.880**
CD	2.54	**10.160**
Cargas Totales		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (13) [mm]**
AB	2.52	**12.600**
BC	3.97	**19.850**
CD	2.54	**12.700**

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

(13) ***f_{ADM} = L/200*** *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
L es la lnongitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

VERIFICACIONES EN ELS - Sector 1				
Tramo	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Condición**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
AB	-3.540	10.080	f ≤ fadm - BC	**35.12%**
BC	5.973	15.880	f ≤ fadm - BC	**37.61%**
CD	-3.504	10.160	f ≤ fadm - BC	**34.49%**
Cargas Totales				
AB	3.421	12.600	f ≤ fadm - BC	**27.15%**
BC	-5.772	19.850	f ≤ fadm - BC	**29.08%**
CD	3.385	12.700	f ≤ fadm - BC	**26.65%**

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión

Tabla 126: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. Comp. de los cabios del sector 1 del Ed. Centro.

VERIFICACIONES - Sector 1				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	7.711	5.549	Md ≥ Mu - BC	**71.96%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	7.711	-4.691	Md ≥ Mu - BC	**60.84%**

(23) $M_D^+ = \emptyset_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$ *para el caso fluencia*
$M_D^- = \emptyset_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***pandeo lateral***

Dimensionamiento a corte

Tabla 127: Verificación al corte de los cabios del sector 1 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE		
V_D (27)	19.608	[KN]
$V_{U\,MÁX}$ (28)	9.397	[KN]
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC	
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**47.92%**	

(27) $V_D = \emptyset_v . V_n$
(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,|V_{Ui}|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.

Compresión

Tabla 128: Verificación de la resistencia a la compresión de los cabios del sector 1 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
P_D (34)	45.399	[KN]
P_U	2.467	[KN]
Situación	Cd ≥ Cu máx - BC	
$C_{U\,MÁX}/C_D$	**5.43%**	

Combinación de compresión y flexión

Tabla 129: Verificación de la resistencia a la flexocompresión de los cabios del sector 1 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN		
Solicitaciones		
Estado		22
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp		
P_U	2.467	[kN]
M_U	5.549	[kNm]
Resistencias de diseño		
P_D (34)	45.399	[kN]
M_{Dx} (23)	7.711	[kNm]
Verificación		
$P_U/P_D + M_{Ux}/M_{Dx}$	**77.40%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 130: Verificación de la resistencia al corte y flexión de los cabios del sector 1 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		22
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 Wp		
Solicitaciones		
V_{yU}	9.397	[KN]
M_{xU}	-3.764	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	19.608	[KN]
M_{xD}	7.711	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$	**46.80%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.4.4.2. Sector 2 – Hall

En este apartado se realiza el análisis estructural de los cabios del sector 1, remarcados en rojo en el esquema de la *Figura 79*.

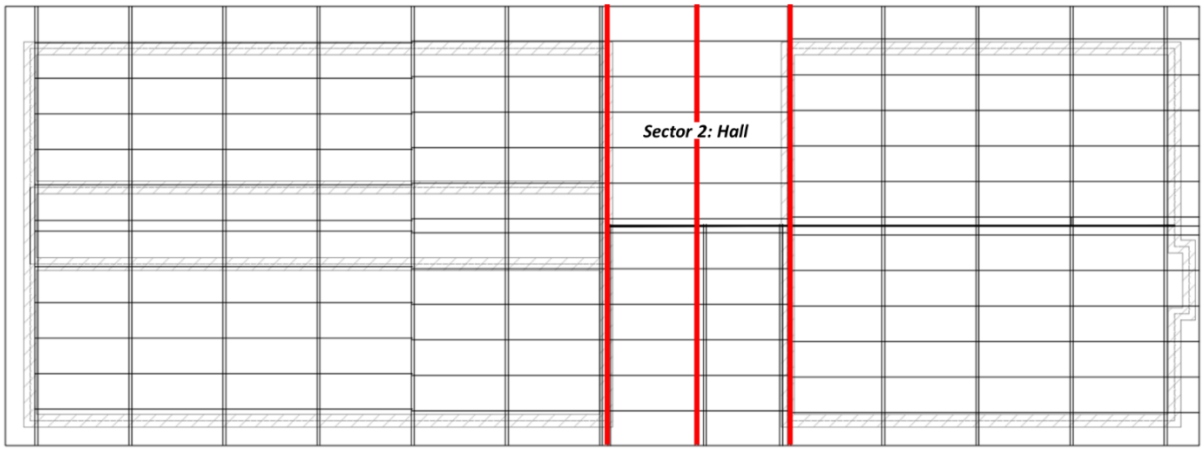


Figura 79: Ubicación de los cabios del Sector 2 (Hall)

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

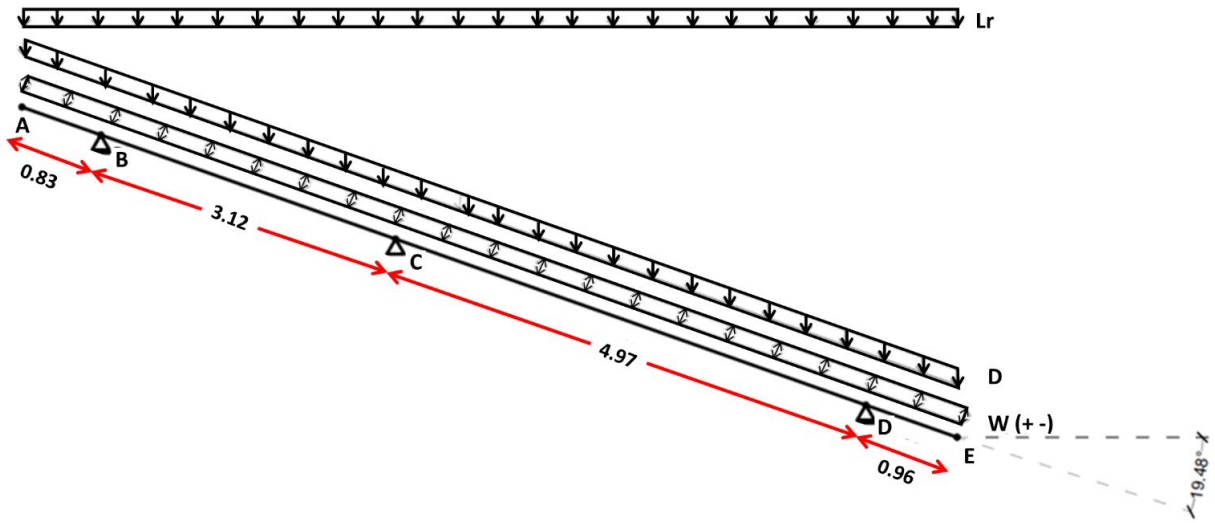


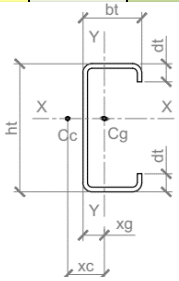
Figura 80. DCL sector 2.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 131: Características geométricas y mecánicas de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

C 180x70x25x3.2											
ht	180	[mm]	**A**	11.17	[cm^2]	**J_Y**	75.35	[cm^4]	**xg**	2.26	[cm]
bt	70	[mm]	**J_X**	549.38	[cm^4]	**S_{Y1}**	33.4	[cm^3]	**xc**	5.39	[cm]
dt	25	[mm]	**S_X**	61.04	[cm^3]	**S_{Y2}**	15.88	[cm^3]	**J_t**	0.38	[cm^4]
t=r=ri	3.20	[mm]	**r_X**	7.01	[cm]	**r_Y**	2.6	[cm]	**C_w**	5502	[cm^6]

Acero F-24		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	31	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Estados básicos

Tabla 132: Estados básicos de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

ESTADOS BÁSICOS		
Sector 2		
Cargas Superficiales (4)		
Lr '	0.844	[kN/m^2]
D'$_{CHAPA}$	0.041	[kN/m^2]
Cargas Lineales s/cabio (5)		
L$_r$	2.109	[kN/m]
D$_{CHAPA}$	0.109	[kN/m]
D$_{CORREAS}$	0.129	[kN/m]
D$_{CABIOS}$	0.088	[kN/m]
DTOTAL	0.326	[kN/m]

Cargas Lineales s/cabio (5)		
Viento [kN/m] Normal a cumbrera		
Nom.	**Barlovento**	**Sotavento**
W X(+) Gcpi (+)	-0.23	-2.05
W X(+) Gcpi (-)	0.85	-0.96
W X(-) Gcpi (+)	-2.05	-0.23
W X(-) Gcpi (-)	-0.96	0.85
Viento [kN/m] Paralelo a cumbrera		
Nom.	**Distancia**	**Valor**
W Z(+) Gcpi (+)	0 a h - 0m a 3.34m	-2.84
	h a 2h - 3.34m a 6.67m	-1.82
	>2h = 6.67m	-1.31

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan más desfavorables los siguientes estados:

VARIABLES

Nom STAAD	*Estado*
2	***ES1 = W X(+) Gcpi (+)***
3	***ES2 = W X(+) Gcpi (-)***
4	***ES3 = W X(-) Gcpi (+)***
5	***ES4 = W X(-) Gcpi (-)***
6	***ES5 = W Z(+) Gcpi (+)***
7	***ES6 = Lr***
8	***ES7 = T***
9	***ES8 = 0,7 (Lr + W X(+) Gcpi (-))***
10	***ES9 = 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))***
11	***ES10 = 0,7 (W X(+) Gcpi (+)) + T***
12	***ES11 = 0,7 (W X(-) Gcpi (+)) + T)***
13	***ES12 = 0,7 (W Z(+) Gcpi (+)) + T***
14	***ES13 = 0,7 (Lr + T)***

TOTALES

Nom STAAD	*Estado*
15	***ES14 = D + W X(+) Gcpi (+)***
16	***ES15 = D + W X(+) Gcpi (-)***
17	***ES16 = D + W X(-) Gcpi (+)***
18	***ES17 = D + W X(-) Gcpi (-)***
19	***ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)***
20	***ES19 = D + Lr***
21	***ES20 = D + T***
22	***ES21 = D + 0,7 (Lr + W X(+) Gcpi (-))***
23	***ES22 = D + 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))***
24	***ES23 = D + 0,7 (W X(+) Gcpi (+)) + T)***
25	***ES24 = D + 0,7 (W X(-) Gcpi (+) + T)***
26	***ES25 = D + 0,7 (W Z(+) Gcpi (+) + T)***
27	***ES26 = D + 0,7 (Lr + T)***

Estado límite último

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PAR LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan más desfavorables los siguientes estados:

Nom STAAD Estado

28 ***ELU1 = 1,4 D*** ***f1 = 0,50***
29 ***ELU2 = 1,2 (D + T) + f1 Lr***
30 ***ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)***
31 ***ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)***
32 ***ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)***
33 ***ELU6 = 0,9 D + 1,5 W X(-) Gcpi (+)***
34 ***ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)***

Análisis estructural

Estado límite de servicio - deformaciones máximas

Tabla 133: Deformaciones máximas en los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

DEFORMACIONES MÁXIMAS - Sector 2				
Cargas Variables				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	***0.46***	*2*	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	*A*
BC	***-0.74***	*2*	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
CD	***6.75***	*2*	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
DE	***-4.10***	*2*	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	*E*
Cargas Totales				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	***-0.51***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*A*
BC	***0.84***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*Tramo*
CD	***-7.54***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*Tramo*
DE	***4.60***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*E*

Estado límite último - Solicitaciones máximas

Tabla 134: Solicitaciones máximas en los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

SOLICITACIONES MÁXIMAS - Sector 2									
Solicitación	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***	***Elemento***	**N [kN]**	**VY [kN]**	**VX [kN]**	**Torsión [kNm]**	**MY [kNm]**	**MX [kNm]**
Mmax (+) [kNm]	*31*	*ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)*	*37*	-13.035	0.324	0	0	0	7.719
Mmin (-) [kNm]	*31*	*ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)*	*43*	-2.312	8.933	0.002	0	0.006	-9.033
Cmax [kN]	*31*	*ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)*	*39*	-33.811	0	0	0	0	0
Vmax [kN]	*31*	*ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)*	*34*	3.668	11.848	0.001	0	0.004	-9.025
MmaxTramo (-)	*32*	*ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)*	*37*	5.877	0.215	0	0	0	-5.148

Dimensionamiento

Estado límite de servicio

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles, según la *Tabla 135*:

Tabla 135: Flechas admisibles y verificación en ELS de los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 2		
Cargas Variables		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.66*	**6.640**
BC	*3.12*	**12.480**
CD	*4.97*	**19.880**
DE	*1.92*	**7.680**
Cargas Totales		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.66*	**8.300**
BC	*3.12*	**15.600**
CD	*4.97*	**19.880**
DE	*1.92*	**7.680**

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**). CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.*
L es la longitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**). CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.*

VERIFICACIONES EN ELS - Sector 2				
Tramo	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Condición**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
AB	0.455	6.640	f ≤ fadm - BC	6.85%
BC	-0.744	12.480	f ≤ fadm - BC	5.96%
CD	6.747	19.880	f ≤ fadm - BC	33.94%
DE	-4.098	7.680	f ≤ fadm - BC	53.36%
Cargas Totales				
AB	-0.512	8.300	f ≤ fadm - BC	6.17%
BC	0.843	15.600	f ≤ fadm - BC	5.40%
CD	-7.541	19.880	f ≤ fadm - BC	37.93%
DE	4.597	7.680	f ≤ fadm - BC	59.86%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión

Tabla 136: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. comp. de los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

VERIFICACIONES - Sector 2				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	11.811	7.719	Md ≥ Mu - BC	**65.35%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	10.072	-5.148	Md ≥ Mu - BC	**51.11%**

(23) ***$M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$*** *para el caso* ***arriostrado en el chapeado***
$M_D^- = Ø_b R M_n^+ = R M_D^+ = 0{,}9 R S_x F_y$ *para el caso* ***chapeado con carga de succión***
$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***arriostrado al medio con tillas*** *y* ***arriostrado en los extremos***

Dimensionamiento a corte

Tabla 137: Verificación al corte de los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
h (21)	8	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***
t	0.32	[cm]	
h/t	25		
A_w (22)	2.56	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.5	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	70.48		
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	106.42		
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)		
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	33.024	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	31.373	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	11.848	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**37.77%**		

Estado límite último – compresión

Tabla 138: Verificación a la compresión de los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Resistencia de diseño		
P_D (34)	105.878	[KN]
P_U	33.811	[KN]
Situación	Cd ≥ Cu máx - BC	
$C_{U\,MÁX}/C_D$	**31.93%**	

Combinación de compresión y flexión

Tabla 139: Verificación de la resistencia a la flexocompresión de los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN		
Estado	31	
ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
P_U	-13.035	[kN]
M_U	7.719	[kNm]
Resistencias de diseño		
P_D (34)	105.878	[kN]
M_{Dx} (23)	10.072	[kNm]
Verificación		
$P_U/P_D + M_{Ux}/M_{Dx}$	**88.95%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 140: Verificación al corte y flexión combinados de los cabios del sector 2 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado	31	
ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
V_{yU}	11.848	[KN]
M_{xU}	9.025	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	31.373	[KN]
M_{xD}	10.072	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$	**94.56%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.4.4.3. Sector 3 – SUM

En este apartado se realiza el análisis estructural de los cabios del sector 3, remarcados en rojo en el esquema de la *Figura 81*.

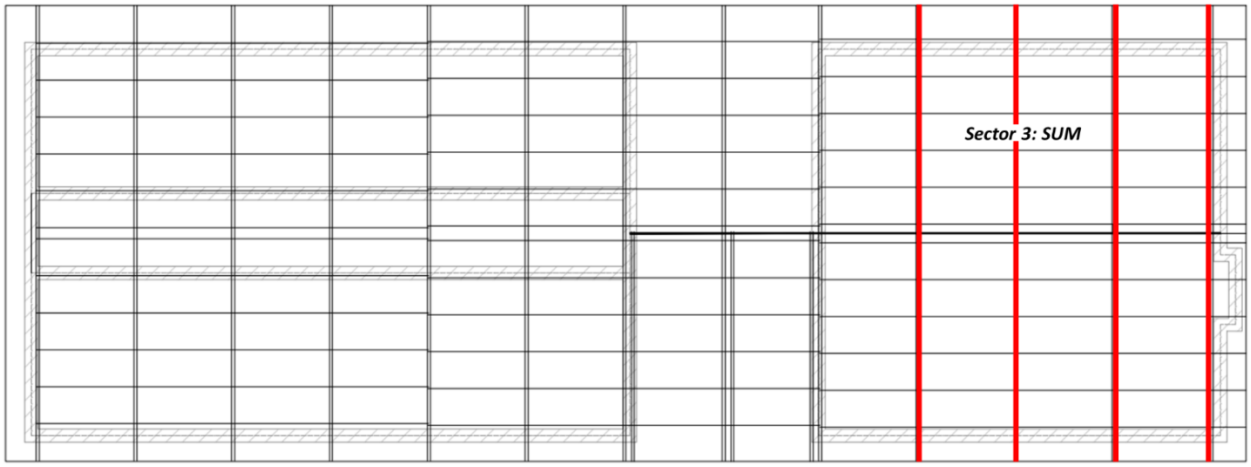


Figura 81: Ubicación de los cabios del Sector 3 (SUM).

Cargas actuantes – Diagrama de cuerpo libre

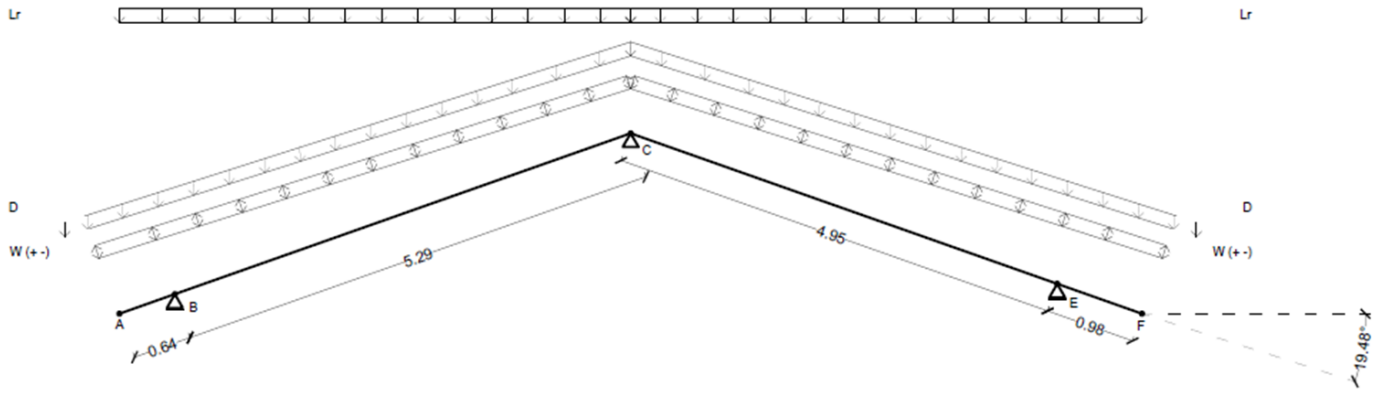


Figura 82. DCL sector 3

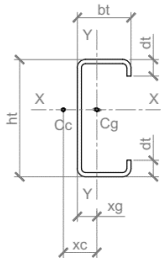
El apoyo C corresponde en ambos casos a la viga cumbrera.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 141: Características geométricas y mecánicas de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

C 220x100x30x3.2											
ht	220	[mm]	**A**	14.69	[cm^2]	**J_Y**	205.27	[cm^4]	**xg**	3.31	[cm]
bt	100	[mm]	**J_X**	1130.97	[cm^4]	**S_{Y1}**	61.96	[cm^3]	**xc**	7.92	[cm]
dt	30	[mm]	**S_X**	102.82	[cm^3]	**S_{Y2}**	30.7	[cm^3]	**J_t**	0.5	[cm^4]
t=r=ri	3.20	[mm]	**r_X**	8.78	[cm]	**r_Y**	3.74	[cm]	**C_w**	22010	[cm^6]

Acero F-24		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Estados básicos

Las cargas de la *Tabla 142* aplicadas sobre los elementos lineales que representan a los cabios en el modelo de elementos finitos.

Tabla 142: Estados básicos para los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

ESTADOS BÁSICOS – Sector 3		
Cargas Superficiales (4)		
Lr '	0.844	[kN/m^2]
D'$_{CHAPA}$	0.041	[kN/m^2]
Cargas Lineales s/cabio (5)		
L_r	2.109	[kN/m]
D_{CHAPA}	0.109	[kN/m]
$D_{CORREAS}$	0.129	[kN/m]
D_{CABIOS}	0.115	[kN/m]
DTOTAL	0.353	[kN/m]

Cargas Lineales s/cabio (5)		
Viento [kN/m] Normal a cumbrera		
Nom.	**Barlovento**	**Sotavento**
W X(+) Gcpi (+)	-0.23	-2.05
W X(+) Gcpi (-)	0.85	-0.96
W X(-) Gcpi (+)	-2.05	-0.23
W X(-) Gcpi (-)	-0.96	0.85
Viento [kN/m] Paralelo a cumbrera		
Nom.	**Distancia**	**Valor**
W Z(+) Gcpi (+)	0 a h - 0m a 3.34m	-2.84
	h a 2h - 3.34m a 6.67m	-1.82
	>2h = 6.67m	-1.31

Estado límite de servicio

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A-L.1 BASES DEL PROYECTO*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan más desfavorables los siguientes estados:

VARIABLES	
Nom STAAD	*Estado*
2	***ES1 = W X(+) Gcpi (+)***
3	***ES2 = W X(+) Gcpi (-)***
4	***ES3 = W X(-) Gcpi (+)***
5	***ES4 = W X(-) Gcpi (-)***
6	***ES5 = W Z(+) Gcpi (+)***
7	***ES6 = Lr***
8	***ES7 = T***
9	***ES8 = 0,7 (Lr + W X(+) Gcpi (-))***
10	***ES9 = 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))***
11	***ES10 = 0,7 (W X(+) Gcpi (+)) + T***
12	***ES11 = 0,7 (W X(-) Gcpi (+)) + T)***
13	***ES12 = 0,7 (W Z(+) Gcpi (+)) + T***
14	***ES13 = 0,7 (Lr + T)***

TOTALES	
Nom STAAD	*Estado*
15	***ES14 = D + W X(+) Gcpi (+)***
16	***ES15 = D + W X(+) Gcpi (-)***
17	***ES16 = D + W X(-) Gcpi (+)***
18	***ES17 = D + W X(-) Gcpi (-)***
19	***ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)***
20	***ES19 = D + Lr***
21	***ES20 = D + T***
22	***ES21 = D + 0,7 (Lr + W X(+) Gcpi (-))***
23	***ES22 = D + 0,7 (Lr + W X(-) Gcpi (-))***
24	***ES23 = D + 0,7 (W X(+) Gcpi (+)) + T)***
25	***ES24 = D + 0,7 (W X(-) Gcpi (+) + T)***
26	***ES25 = D + 0,7 (W Z(+) Gcpi (+) + T)***
27	***ES26 = D + 0,7 (Lr + T)***

Estado límite último

Las combinaciones de carga a utilizar son acordes al inciso "*A.4.2 COMBINACIONES DE ACCIONES PAR LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS*" del reglamento *CIRSOC 301*. Resultan más desfavorables los siguientes estados:

Nom STAAD	*Estado*	
28	***ELU1 = 1,4 D***	***f1 = 0,50***
29	***ELU2 = 1,2 (D + T) + f1 Lr***	
30	***ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)***	
31	***ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)***	
32	***ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)***	
33	***ELU6 = 0,9 D + 1,5 W X(-) Gcpi (+)***	
34	***ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)***	

Análisis estructural

Estado límite de servicio - deformaciones máximas

Tabla 143: Deformaciones máximas en los cabios del sector 3 del Ed. Centro

DEFORMACIONES MÁXIMAS - Sector 3				
Cargas Variables				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	***-4.334***	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*A*
BC	***11.460***	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
CD	***8.186***	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
DE	***-4.738***	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*E*
Cargas Totales				
Tramo	*Flecha [mm]*	*Nomenclatura STAAD*	*Estado de Carga*	*Sección/ Nodo*
AB	***-3.825***	*19*	*ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)*	*A*
BC	***10.071***	*19*	*ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
CD	***7.293***	*19*	*ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)*	*Tramo*
DE	***-4.180***	*19*	*ES18 = D + W Z(+) Gcpi (+)*	*E*

Estado límite último - Solicitaciones máximas

Tabla 144: Solicitaciones máximas en los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

SOLICITACIONES MÁXIMAS - Sector 3									
Solicitación	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***	***Elemento***	**N [kN]**	**VY [kN]**	**VX [kN]**	**Torsión [kNm]**	**MY [kNm]**	**MX [kNm]**
Mmax (+)	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	*30*	-28.811	0.168	0	0	0	14.47
Mmin (-)	*34*	*ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)*	*22*	28.229	0.156	0	0	0	-13.448
Cmax	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	*23*	-35.278	7.244	0	0	0	-1.369
Vmax	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	*22*	-34.171	11.443	0	0	0	-0.889

Dimensionamiento

Estado límite de servicio

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles, según la *Tabla 145*:

Tabla 145: Flechas admisibles y verificación en ELS de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

FLECHAS ADMISIBLES - Sector 3		
Cargas Variables		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.28*	5.120
BC	*5.29*	21.160
CD	*4.95*	19.800
DE	*1.96*	7.840
Cargas Totales		
Tramo	**L(*)**	**f_{ADM} (12) [mm]**
AB	*1.28*	6.400
BC	*5.29*	26.450
CD	*4.95*	24.750
DE	*1.96*	9.800

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.

f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
L es la lnongitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L.

VERIFICACIONES EN ELS - Sector 3				
Tramo	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Condición**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
AB	-4.334	5.120	f ≤ fadm - BC	84.65%
BC	11.460	21.160	f ≤ fadm - BC	54.16%
CD	8.186	19.800	f ≤ fadm - BC	41.34%
DE	-4.738	7.840	f ≤ fadm - BC	60.43%
Cargas Totales				
AB	-3.825	6.400	f ≤ fadm - BC	59.77%
BC	10.071	26.450	f ≤ fadm - BC	38.08%
CD	7.293	24.750	f ≤ fadm - BC	29.47%
DE	-4.180	9.800	f ≤ fadm - BC	42.65%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión

Tabla 146: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. comp. de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIONES - Sector 3				
Caso	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	19.896	14.470	Md ≥ Mu - BC	**72.73%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	14.630	-13.448	Md ≥ Mu - BC	**91.92%**

(23) ***$M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$*** *para el caso* ***arriostrado en el chapeado***
$M_D^- = Ø_b RM_n^+ = RM_D^+ = 0{,}9 RS_x F_y$ *para el caso* ***chapeado con carga de succión***
$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***arriostrado al medio con tillas*** *y* ***arriostrado en los extremos***

Dimensionamiento a corte

Tabla 147: Verificación al corte de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
h (21)	10	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***
t	0.32	[cm]	
h/t	31.25		
A_w (22)	3.20	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.5	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	70.48		
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_y)}$	106.42		
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)		
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	41.280	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	39.216	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	7.244	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**18.47%**		

Estado límite último – compresión

Tabla 148: Verificación a la compresión de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Resistencia de diseño		
P_D (34)	268.424	[KN]
P_U	35.278	[KN]
Situación	Cd ≥ Cu máx - BC	
$C_{U\,MÁX}/C_D$	**13.14%**	

Combinación de compresión y flexión

Tabla 149: Verificación de la resistencia a la flexocompresión de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN		
Estado	30	
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
P_U	28.811	[kN]
M_U	14.470	[kNm]
Resistencias de diseño		
P_D (34)	268.424	[kN]
M_{Dx} (23)	19.896	[kNm]
Verificación		
$P_U/P_D + M_{Ux}/M_{Dx}$	**83.46%**	
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 150: Verificación de la resistencia al corte y flexión de los cabios del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		30
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
V_{yU}	0.168	[KN]
M_{xU}	14.470	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yD}	39.216	[KN]
M_{xD}	19.896	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_D)^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**53%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.4.4.4. Viga cumbrera

En este apartado se realiza el análisis estructural de la viga cumbrera indicada en la *Figura 83.*

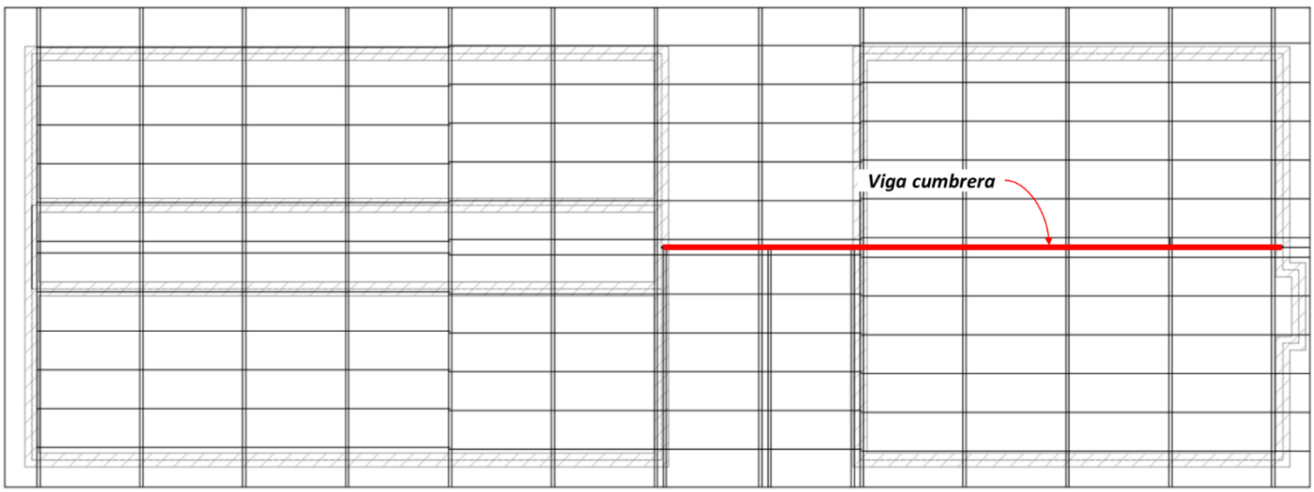


Figura 83: Ubicación de la viga cumbrera del Ed. Centro.

Diagrama de cuerpo libre

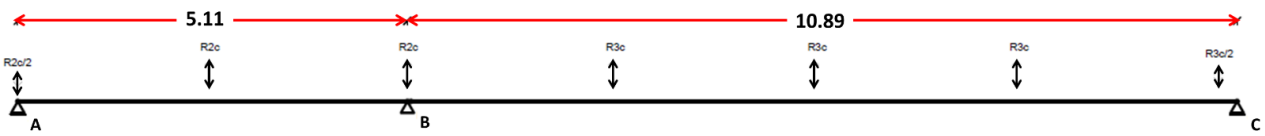


Figura 84: Diagrama de cuerpo libre de la viga cumbrera del Edificio Centro

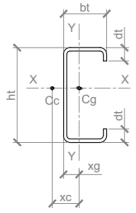
Los apoyos A, B y C representan la mampostería.

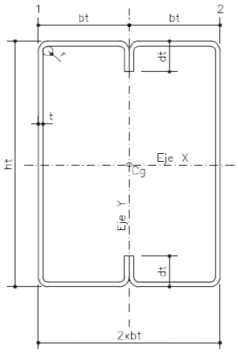
Características geométricas y mecánicas

Tabla 151: Características geométricas y mecánicas de la viga cumbrera del Edificio Centro

C 220x100x30x3.2											
ht	220	[mm]	**A**	14.69	[cm^2]	**J_Y**	205.27	[cm^4]	**xg**	3.31	[cm]
bt	100	[mm]	**J_X**	1130.97	[cm^4]	**S_{Y1}**	91.96	[cm^3]	**xc**	7.92	[cm]
dt	30	[mm]	**S_X**	102.82	[cm^3]	**S_{Y2}**	30.7	[cm^3]	**J_t**	0.5	[cm^4]
t=r=ri	3.20	[mm]	**r_X**	8.78	[cm]	**r_Y**	3.74	[cm]	**C_w**	22010	[cm^6]

Acero F-24		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	21.5	[MPa]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]





PERFIL CAJÓN DOBLE C 220x100x30x3.2								
ht	220	[mm]	**A**	29.38	[cm^2]	**J_Y**	1725.47	[cm^4]
bt	200	[mm]	**J_X**	2261.94	[cm^4]	**S_Y**	172.547	[cm^3]
dt	30	[mm]	**S_X**	205.63	[cm^3]	**S_{ye}**	143.60	[cm^3]
t=r=ri	3.2	[mm]	**r_X**	8.77	[cm]	**r_Y**	7.664	[cm]

Análisis de cargas

Las cargas y estados son los mismos que para el caso de los cabios en sectores 2 y 3 ya que estos son quienes las trasmiten a la cumbrera. Por eso se omite ese análisis en esta sección. Se adiciona únicamente el peso propio.

Análisis estructural

Estado límite de servicio - deformaciones máximas

Tabla 152: Flechas máximas de la viga cumbrera del Ed. Centro

DEFORMACIONES MÁXIMAS				
Tramo AB				
Cargas Variables				
Eje del perfil	**Flecha [mm]**	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Elemento**
Y	***-0.113***	*7*	*ES6 = Lr*	*Nodo 12*
X	***0.014***	*2*	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	*Nodo 12*
Cargas Totales				
Eje del perfil	**Flecha [mm]**	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Elemento**
Y	***-0.139***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*Nodo 12*
X	***-0.013***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*Nodo 12*
Tramo BC				
Cargas Variables				
Eje del perfil	**Flecha [mm]**	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Elemento**
Y	***0.298***	*6*	*ES5 = W Z(+) Gcpi (+)*	*Barra 15*
X	***0.004***	*2*	*ES1 = W X(+) Gcpi (+)*	*Nodo 16*
Cargas Totales				
Eje del perfil	**Flecha [mm]**	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Elemento**
Y	***0.298***	*20*	*ES19 = D + Lr*	*Barra 15*
X	***0.003***	*15*	*ES14 = D + W X(+) Gcpi (+)*	*Nodo 16*

Estado límite último - Solicitaciones máximas

Tabla 153: Solicitaciones máximas en viga cumbrera del Ed. Centro

SOLICITACIONES MÁXIMAS								
Situación	***Nom. STAAD***	***Estado de Carga***	**N [kN]**	**VY [kN]**	**VX [kN]**	**Torsion kNm**	**MY [kNm]**	**MX [kNm]**
Mxmax (+)	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	0	0.712	0.007	0	0.013	2.28
Mxmin (-)	*34*	*ELU7 = 0,9 D + 1,5 W Z(+) Gcpi (+)*	0	9.182	-0.025	0	0.006	-2.243
Mymax	*32*	*ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)*	0	-0.558	0.025	0	0.052	0.767
Vymax	*30*	*ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)*	0	9.34	-0.055	0	0	0
Vxmax	*32*	*ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)*	0	3.106	-0.214	0	0	0

Estado límite de servicio

Los estados límites de servicio están dados por las flechas admisibles:

Tabla 154: Flechas admisibles y verificación en ELS de la viga cumbrera.

FLECHAS ADMISIBLES		
Tipo de Cargas	**L(*) [m]**	**f_{ADM} (12) [mm]**
Tramo AB		
Variables	*5.11*	20.4
Totales	*5.11*	25.6
Tramo BC		
Variables	*10.89*	43.6
Totales	*10.89*	54.5

(12) ***f_{ADM} = L/250*** *para sobrecarga útil (**flecha por carga variable**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
f_{ADM} = L/200 *para barras soportando cubiertas flexibles (**flecha total**).*
CIRSOC 301 - Tabla A-L.4.1, Pág. 224.
L es la lnongitud entre apoyos. Dos veces la longitud del voladizo según tabla A-L

VERIFICACIONES EN ELS				
Eje	**f (14) [mm]**	**f_{ADM} [mm]**	**Situación**	**f/f_{ADM}**
Cargas Variables				
X	-0.11	20.44	f ≤ fadm - BC	0.55%
Y	0.01		f ≤ fadm - BC	0.07%
Cargas totales				
X	-0.14	25.6	f ≤ fadm - BC	0.54%
Y	-0.01		f ≤ fadm - BC	0.05%

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión s/eje x

Tabla 155: Verificación de fluencia y pandeo lateral-torsional del ala inferior. comp. (según eje X) de la viga cumbrera del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIONES				
Resistencia	**M_D (23) [KNm]**	**M_U [KNm]**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	39.790	2.280	Md ≥ Mu - BC	**5.73%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	39.790	-2.243	Md ≥ Mu - BC	**5.64%**

(23) $M_D^+ = \emptyset_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$ *para el caso fluencia*
$M_D^- = \emptyset_b M_n^- = 0{,}9 S_x F_c$ *para el caso* ***pandeo lateral***

Dimensionamiento a flexión s/eje y

Tabla 156: Verificación de fluencia (según eje Y) de la viga cumbrera del sector 3 del Ed. Centro.

VERIFICACIONES				
Caso	**M_D (23)**	**M_U**	**Situación**	**M_U/M_D**
Fluencia	27.787	0.052	Md ≥ Mu - BC	**0.19%**

(23) $M_D^+ = \emptyset_b M_n^+ = 0{,}9 S_x F_y$ *para el caso fluencia*

Flexión disimétrica y compresión

Tabla 157: Verificación a compresión y flexión de la viga cumbrera del Ed. Centro

VERIFICACIÓN COMPRESIÓN Y FLEXIÓN		
Estado		30
ELU3 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(+) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
M_{yD}	27.787	[KNm]
M_{xD}	39.790	[KNm]
P_{xD}	-	[KN]
Resistencias de diseño		
M_{yU}	0.013	[KNm]
M_{xU}	2.280	[KNm]
P_U	0.000	[KN]
Verificación		
$P_U/PV_D + M_{Ux}/M_{Dx} + M_{Uy}/M_{Dy}$		**5.78%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

Dimensionamiento a corte

Tabla 158: Verificación al corte s/ eje Y de la viga cumbrera del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE		
Eje Y-Y		
h (21)	20.72	[cm]
t	0.32	[cm]
h/t	64.75	
A_w (22)	13.26	[cm^2]
k_v (23)	5.34	
μ (24)	0.30	
F_y	21.5	[KN/cm^2]
E	20000	[KN/cm^2]
$\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	70.48	
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	106.42	
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)	
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]
V_n (26)	171.06	[KN]
$Ø_v$	0.95	
V_D (27)	162.511	[KN]
$V_{U\,MÁX}$ (28)	9.340	[KN]
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC	
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**5.75%**	

(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***

(22) $A_w = h.t$

(23) Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas

(24) Coeficiente de Poisson en período elástico

(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$

(26) $V_n = A_w . F_v$

(27) $V_D = Ø_v . V_n$

(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,|V_{Ui}|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***

Tabla 159: Verificación al corte s/ eje X de la viga cumbrera del Ed. Centro

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE			
Eje X-X			
h (21)	8.72	[cm]	(21) ***h*** *altura plana del ala.* ***h=bt -4t***
t	0.32	[cm]	
h/t	27.250		
A_w (22)	11.16	[cm^2]	(22) $A_w = h.t$
k_v (23)	5.34		(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*
μ (24)	0.30		(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*
F_y	21.500	[KN/cm^2]	
E	20000	[KN/cm^2]	
$\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	70.48		
$1,51\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	106.42		
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)		
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]	(25) $F_v = [0,60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$
V_n (26)	143.98	[KN]	(26) $V_n = A_w . F_v$
$Ø_v$	0.95		
V_D (27)	136.785	[KN]	(27) $V_D = Ø_v . V_n$
$V_{U\,MÁX}$ (28)	0.214	[KN]	(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,\|V_{Ui}\|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC		
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**0.16%**		

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 160: Verificación a corte y flexión combinados s/ eje Y y eje X en la viga cumbrera del Ed. Centro.

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		32
ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)		
Solicitaciones		
V_{yD}	136.785	[KN]
M_{xD}	27.787	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{yU}	3.106	[KN]
M_{xU}	0.000	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_{D)}^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**0.05%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje X-X		
Estado		32
ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)		
Solicitaciones		
V_{xD}	162.511	[KN]
M_{yD}	39.790	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{xU}	-0.214	[KN]
M_{yU}	0.000	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_{D)}^2 + (M_{Ux}/M_{Dx})^2$		**0.00%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.4.4.5. Vigas Hall

En este ítem se indican los cálculos estructurales correspondientes a la viga metálica ubicada en el hall del edificio centro.

Diagrama de cuerpo libre

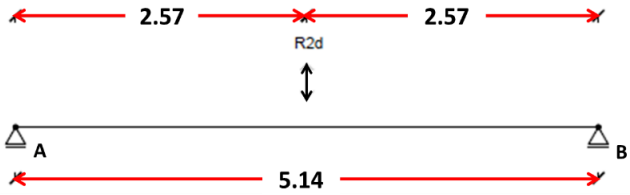


Figura 85: DCL de la viga del hall del Ed. Centro

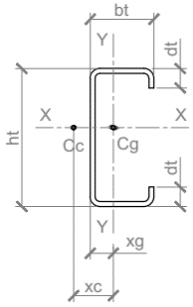
Ambos apoyos se dan sobre mampostería portante.

Características geométricas y mecánicas

Tabla 161: Características geométricas y mecánicas de la viga en el hall del Ed. Centro.

C 220x80x30x4.75											
ht	220	[mm]	**A**	19.42	[cm^2]	**J_Y**	164.79	[cm^4]	**xg**	2.53	[cm]
bt	80	[mm]	**J_X**	1386.97	[cm^4]	**S_{Y1}**	65.2	[cm^3]	**xc**	5.97	[cm]
dt	30	[mm]	**S_X**	126.09	[cm^3]	**S_{Y2}**	30.11	[cm^3]	**J_t**	1.46	[cm^4]
t=r=ri	4.75	[mm]	**r_X**	8.45	[cm]	**r_Y**	2.91	[cm]	**C_w**	17953	[cm^6]

Acero F-22		
E	20000	[KN/cm^2]
G	7720	[KN/cm^2]
F_y	23.5	[KN/cm^2]
F_u	37	[KN/cm^2]
γ	78.50	[KN/m^3]



Análisis de cargas

Las cargas y estados son los mismos que para el caso de los cabios en sector 2, ya que estos son quienes las trasmiten a la galería. Por eso se omite ese análisis en esta sección. Se adiciona únicamente el peso propio.

Estado límite de servicio - Reacciones sobre viga y predimensionamiento

En la *Tabla 162* se determina cuál es el perfil mínimo requerido para el estado límite en servicio.

Tabla 162: Reacciones y deformaciones máximas en ELS sobre la viga

REACCIONES MÁXIMAS SOBRE LA VIGA EN SERVICIO			
Cargas variables			
Situación	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Rs [kN]**
R2dmax Presión	7	ES6 = Lr	**8.522**
R2dmax Succión	2	ES1 = W X(+) Gcpi (+)	**-7.587**
Cargas totales			
Situación	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Rs [kN]**
R2dmax Presión	20	ES19 = D + Lr	**9.978**
R2dmax Succión	15	ES14 = D + W X(+) Gcpi (+)	**-6.131**

DEFORMACIONES MÁXIMAS					
Cargas Variables					
Eje del perfil	**f_{ADM} (12) [cm]**	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga Limitante**	**Inercia Mínima s/eje X [cm4]**	**Perfil Mínimo**
Y	2.052	2	ES1 = W X(+) Gcpi (+)	584.043	**C 180x80x30x3.20**
Cargas Totales					
Eje del perfil	**f_{ADM} (12) [cm]**	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga Limitante**	**Inercia Mínima s/eje X [cm4]**	**Perfil Mínimo**
Y	2.565	20	ES19 = D + Lr	547.063	**C 180x70x25x3.20**

Estado límite último – Reacciones sobre la viga

Tabla 163: Reacciones máximas en ELU sobre la viga

REACCIONES MÁXIMAS SOBRE LA VIGA EN ELU			
Cargas variables			
Situación	**Nom.STAAD**	**Estado de Carga**	**Ru [kN]**
R2dmax Presión	31	ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)	**18.13**
R2dmax Succión	32	ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)	**-10.07**

Análisis estructural

Estado límite último - solicitaciones máximas

Tabla 164: Solicitaciones máximas en la viga del hall

SOLICITACIONES MÁXIMAS				
Situación	**Nom. STAAD**	**Estado de Carga**	**MX [kNm]**	**VY [kN]**
Mxmax (+) [kNm]	31	ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)	23.85	9.534
Mxmin (-) [kNm]	32	ELU5 = 0,9 D + 1,5 W X(+) Gcpi (+)	-12.46	-4.6831
Vymax [kN]	31	ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)	23.85	9.534

Verificaciones

Estado límite último

Dimensionamiento a flexión s/eje x

PARÁMETROS DE CÁLCULO		
Fluencia		
S_X	126.09	[cm^3]
F_y	21.5	[KN/cm^2]
Resistencia al pandeo lateral-torsional		
Cant. Arrios	0	[un/luz]
ht	22	[cm]
L luz	513.00	[cm]
L_b (19)	513.00	[cm]
C_b (18)	1.14	
E	20000	[KN/cm^2]
J_{Yc}	82.40	[cm^4]
F_e (20)	12	[KN/cm^2]
F_c (21)	12.28	[KN/cm^2]

VERIFICACIONES				
Resistencia	M_D (23) [KNm]	M_U [KNm]	Situación	M_U/M_D
Fluencia	24.398	23.854	Md ≥ Mu - BC	**97.77%**
Pandeo lateral-torsional (ala inferior comp)	13.939	-12.463	Md ≥ Mu - BC	**89.42%**

(23) $M_D^+ = Ø_b M_n^+ = 0{,}9 S_X F_y$ *para el caso* ***arriostrado en el chapeado***
$M_D^- = Ø_b R M_n^+ = R M_D^+ = 0{,}9 R S_X F_y$ *para el caso* ***chapeado con carga de succión***
$M_D^- = Ø_b M_n^- = 0{,}9 S_X F_c$ *para el caso* ***arriostrado al medio con tillas*** *y* ***arriostrado en los extremos***

Dimensionamiento a corte

Tabla 165: Verificación al corte de la viga del hall

VERIFICACIÓN RESISTENCIA AL CORTE		
Eje Y-Y		
h (21)	21.81	[cm]
t	0.48	[cm]
h/t	45.91578947	
A_w (22)	20.72	[cm^2]
k_v (23)	5.34	
μ (24)	0.30	
F_y	21.5	[KN/cm^2]
E	20000	[KN/cm^2]
$\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	70.48	
$1{,}51\sqrt{(E.k_v/F_v)}$	106.42	
Situación	h/t ≤ √(E.kv/Fy)	
F_v (25)	12.900	[KN/cm^2]
V_n (26)	267.28	[KN]
$Ø_v$	0.95	
V_D (27)	253.917	[KN]
$V_{U\,MÁX}$ (28)	9.534	[KN]
Situación	Vd ≥ Vu máx - BC	
$V_{U\,MÁX}/V_D$	**3.75%**	

(21) ***h*** *altura plana del alma.* ***h=ht -4t***

(22) $A_w = h.t$

(23) *Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas*

(24) *Coeficiente de Poisson en período elástico*

(25) $F_v = [0{,}60.\sqrt{(E.k_v.F_y)}] / (h/t)$

(26) $V_n = A_w . F_v$

(27) $V_D = Ø_v . V_n$

(28) $V_{U\,MÁX} = máx\,|V_{Ui}|$ *donde* ***i*** *corresponde a cada* ***estado*** *y en cada* ***Zona***.

Dimensionamiento a corte y flexión combinados

Tabla 166: Verificación al corte y flexión combinados de la viga del hall

VERIFICACIÓN CORTE Y FLEXIÓN		
Eje Y-Y		
Estado		31
ELU4 = 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W X(-) Gcpi (-)		
Solicitaciones		
V_{vU}	9.534	[KN]
M_{xU}	23.854	[KNm]
Resistencias de diseño		
V_{vD}	253.917	[KN]
M_{xD}	24.398	[KNm]
Verificación		
$(V_U/V_{D)}^2 + (M_{Ux}/M_{Dx)}^2$		**95.72%**
Pu/Pd + Mux/Mdx <= 1,0 máx - BC		

3.2.5. Uniones

Se debieron proyectar las uniones de los elementos de cubierta metálica entre sí como de la misma a la mampostería estructural, estas se resumen en:

• Uniones de perfiles C entre sí (correas a cabios, cabios a vigas de apoyo).
• Uniones de perfiles C a viga sección cajón (cabios a cumbrera).
• Uniones de perfiles C a elementos de Hormigón Armado (cabios a encadenados).
• Uniones de vigas cajón a elementos de Hormigón Armado (cumbrera a dados y vigas de hormigón)

Éstas se detallan a continuación:

3.2.5.1. Viviendas

3.2.5.1.1. Unión de Cabios y Cumbrera

En la siguiente Figura se presenta el esquema de una unión entre un perfil C (cabio) y perfil armado cajón doble C (cumbrera) los cuales se encuentran transversalmente. Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A307 y soldadura de electrodo E60XX.

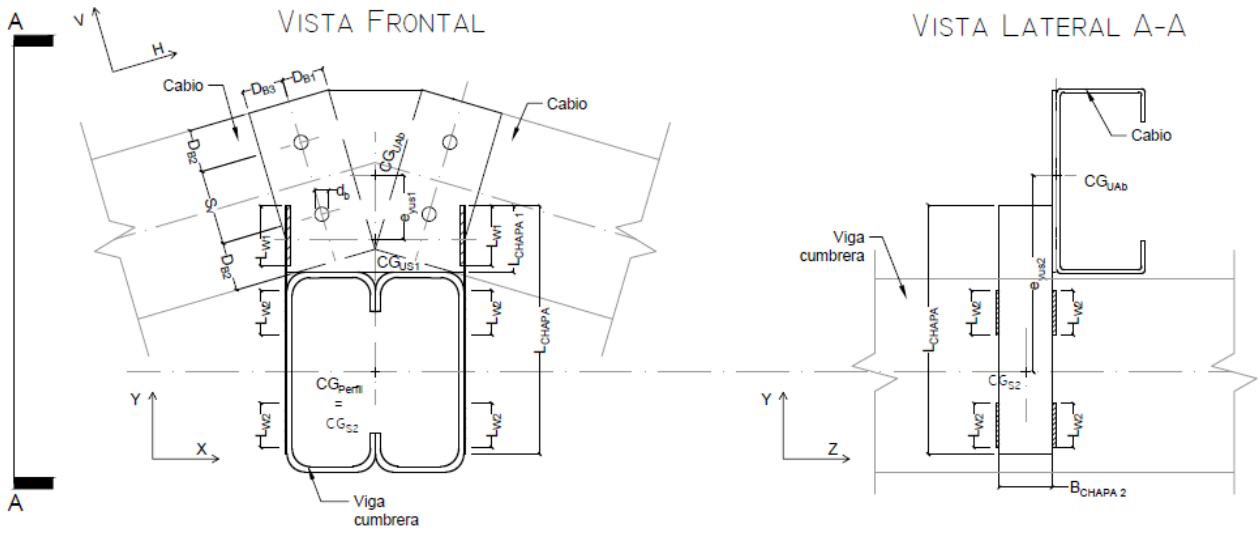


Figura 86: Esquema de unión con características geométricas.

El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos

En este caso, hay tres tipos de perfiles involucrados en la unión. Estos son los mostrados en la *Tabla 167*.

Tabla 167: Características geométricas útiles de los perfiles

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*	*Cumbrera*
PERFIL			
Denominación	C 180x80x30x3.20	C 180x70x25x2.50	C 180x80x30x3.20
ht [mm]	180	180	180
bt [mm]	80	70	80
t [mm]	3.20	2.50	3.2
A_g [cm^2]	12.13	8.84	24.26

Tabla 168: Características geométricas y mecánicas de los elementos de unión.

CHAPA SOPORTE PARA UNIÓN ABULONADA (1)		
e_{CHAPA} = r [mm]	2	
BULONES - Calidad A307 (2)		
F_t [KN/cm^2]	26	
F_v [KN/cm^2]	14	
Cantidad n	2	2
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	12.7	12.7
A_B [cm^2]	1.27	1.27
Tipo Agujero	Normal	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	14.7	14.7
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	14.7	14.7
$S_{MÍN}$ [cm]	3.81	3.81
S_H [cm]	0.00	0.00
S_V [cm]	3.81	3.81
	4.00	4.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	1.91	1.91
D_{B1} [cm]	3.00	3.00
D_{B2} [cm]	2.00	2.00
D_{B3} [cm]	2.30	2.30

(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)
***F_t** extraído de Tabla E.3-4 CIRSOC 303*
***F_v** extraído de Tabla E.3-4 CIRSOC 303*
n = {1,2} , Cantidad de bulones por perfil
$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2/4$
$Ø_{MÁXAGUJERO}$ Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303
$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$
S_H = Separación Horizontal
S_V = Separación Vertical
***$D_{B\ MÍN}$** función del diámetro Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303*
***$D_{B\ MÍN}$** = 1,5 $Ø_{NOMINAL}$*

Solicitaciones en la unión

Para la unión abulonada se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán esfuerzos axiales y corte. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen tracción máxima, corte máximo y compresión máxima, y se extraen los esfuerzos axiales y de corte máximos concomitantes.

Los esfuerzos que se transmiten a través de la soldadura a la cumbrera se determinan como la diferencia de esfuerzos de corte en la sección unida.

Tabla 169: Solicitaciones en el perfil en la sección unida.

Perfil/Soporte (Esfuerzos y recciones en la sección unida) (3)		
Perfil	*Cabios S2*	
Situación/Esfuerzo	N_U [KN]	V_{UY} [KN]
T_{Umax}	-13.678	5.001
V_{uymax}	18.736	6.122
C_{Umax}	15.355	-5.909
Perfil	*Cabios S3*	
Situación/Esfuerzo	N_U [KN]	V_{UY} [KN]
T_{Umax}	-14.32	-2.906
V_{uymax}	17.499	-5.695
C_{Umax}	16.373	2.526
Perfil	*Cumbrera*	
Situación/Esfuerzo	ΔV_U [KN]	
ΔV_{uymax}	5.66	
ΔV_{uxmax}	0.116	

(3) T_U = Esfuerzo de Tracción
V_{UY} = Esfuerzo de Corte en Y
C_U = Esfuerzo de Compresión
N_U = Esfuerzo de Axial

Reacciones verticales y horizontales determinadas como la variación del corte
ΔV_{UYMAX} = Variación del corte máxima en Y -> Esfuerzo de corte transmitid
ΔV_{UXMAX} = Variación del corte máxima en X -> Esfuerzo de corte transmitid

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulos y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema anterior. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 170: Esfuerzos de tracción y corte en los bulones y agujeros.

Unión del	Cabios S2			Cabios S3		
Bulón (CORTE) (4)						
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00			0.00		
I_p [cm^2]	32.00			32.00		
Cálculo Corte / Situación	T_{Umax}	V_{umax}	C_{Umax}	T_{Umax}	V_{umax}	C_{Umax}
M [KNcm]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$R_{U\ VERTICAL}$ [KN]	2.50	3.06	-2.95	-1.45	-2.85	1.26
$R_{U\ HORIZONTAL}$ [KN]	-6.84	9.37	7.68	-7.16	8.75	8.19
R_U [KN]	7.28	9.86	8.23	7.31	9.20	8.28
Bulón (TRACCIÓN) (4)						
T_{UB} [KN]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(4) ***Agujeros centrados con el eje del perfil***
$e_{UNIÓN} = 0$
Cuando $n=1 \rightarrow I_P = 0$ *; Cuando* $n=2 \rightarrow I_P = S_V^2/2$

$M = N_U\ e_{unión}$
$R_{U\ VERTICAL} = V_{UV}/n$
$R_{U\ HORIZONTAL} = N_U/n + M/I_P\ S_V/2$
$R_U = \sqrt{(R_{U\ VERTICAL}^2 + R_{U\ HORIZONTAL}^2)}$

$T_U = 0$ **(No hay tracción en los bulones)**

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del Reglamento *CIRSOC 303*:

- Resistencia a la tracción del perfil
- Rotura por corte y tracción en los bulones
- Aplastamiento del perfil y de la chapa
- Resistencia al corte de los bordes de los agujeros

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 171: Verificaciones a tracción sobre los cabios.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*
SECCIÓN		
Área bruta y neta [5]		
A_g [cm^2]	12.13	8.84
A_n [cm^2]	11.19	8.11
Resistencia de diseño		
Fluencia [6]		
T_N [KN]	260.80	190.06
$\emptyset_F$	0.90	
T_D [KN]	**234.72**	**171.05**
T_U [KN]	**13.678**	**14.32**
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	5.83%	8.37%
Rotura en la Sección Neta [7]		
Chapas planas con uniones no dispuestas en tresbolillo (sin arandelas)		
s [mm]	*1.6*	*1.25*
f_t [KN/cm]	31.0	31.0
T_N [KN]	346.87	251.26
$\emptyset_R$	0.65	
T_D [KN]	225.46	163.32
T_U [KN]	13.68	14.32
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	6.07%	8.77%

(5) $A_g = A_{g\ PERFIL}$

$A_n = A_g - n\,\emptyset_{CÁLCULO}\,t$

(6) $T_N = F_y A_g$

$T_D = \emptyset_F T_N$

(7) $s = t/n$

$F_t = (2{,}5\,d/s)\,F_U <= F_U$

$T_N = F_u A_e$

$T_D = \emptyset_R T_N$

Tabla 172: Verificaciones a corte y tracción en los bulones.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*
VERIFICACIONES EN UNIÓN		
Rotura por corte en el bulón [8]		
Planos de corte p_C	1	1
P_N [KN]	17.73	17.73
Ø	0.75	
P_D [KN]	13.30	13.30
R_U [KN]	9.86	9.20
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/P_D	74.09%	69.18%
Rotura por tracción en el bulón [9]		
P_N [KN]	32.94	32.94
Ø	0.75	
P_D [KN]	24.70	24.70
R_U [KN]	0.00	0.00
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/P_D	0.00%	0.00%

(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$

$P_D = \emptyset R_N$

(9) $P_N = F_{et} A_B$

$P_D = \emptyset R_N$

Tabla 173: Verificación del aplastamiento.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*
VERIFICACIONES EN UNIÓN		
Aplastamiento del perfil (10)		
m_f [-]	0.60	0.60
d [cm]	1.27	1.27
t [cm]	0.32	0.25
d/t	3.969	5.080
C [-]	3	3
R_N [KN]	22.68	17.72
Ø	0.75	
R_D [KN]	17.01	13.29
R_U [KN]	9.86	9.20
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	57.9%	69.25%
Aplastamiento de la chapa (11)		
m_f [-]	0.60	0.60
d [cm]	1.27	1.27
t [cm]	0.2	
d/t	6.35	6.35
C [-]	3	3
R_N [KN]	16.92	16.92
Ø	0.75	
R_D [KN]	12.69	12.69
R_U [KN]	9.86	9.20
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	77.7%	72.52%

(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{PERFIL}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f C d t F_U$

$R_D = ØR_N$

(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{SOPORTE}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f C d t F_U$

$R_D = ØR_N$

Tabla 174: Verificaciones de resistencia al corte en el borde de los agujeros.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
VERIFICACIONES EN UNIÓN			
Resistencia a Corte de los bordes de los agujeros			
PERFIL			
Corte en dirección axial (12)			
e [cm]	3.00	3.00	(12) $e = D_{B1}$
P_N [KN]	18.60	18.60	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65		$t = t_{PERFIL}$
F_u / F_{sy}	1.574	1.574	
P_D [KN]	12.09	12.09	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	9.37	8.75	$R_{UH} = N_U$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	77.5%	72.4%	
Corte en dirección vertical (13)			
e [cm]	4.00	4.00	(13) $e = h_t/2 - S_V/2, S_V$
P_N [KN]	39.68	24.80	$P_N = e.t.F_U$
P_D [KN]	25.79	16.12	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	-2.95	-2.85	$t = t_{PERFIL}$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	11.5%	17.7%	
CHAPA			
Corte en dirección axial (14)			
e [cm]	2.30	2.30	(14) $e = D_{B3}$
P_N [KN]	17.02	14.26	$P_N = e.t.F_{UCHAPA}$
Ø	0.65		$t = t_{SOPORTE}$
F_u / F_{sy}	1.574	1.574	
P_D [KN]	11.06	9.27	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	-6.84	-7.16	$R_{UH} = T_U$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	61.8%	77.2%	
Corte en dirección vertical (15)			
e [cm]	2.00	2.00	(15) $e = min(D_{B2}, S_V)$
P_N [KN]	14.80	14.80	$P_N = e.t.F_U$
P_D [KN]	9.62	9.62	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	3.06	2.85	$t = t_{PERFIL}$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	31.8%	29.6%	

Verificación de la unión soldada entre chapas de soporte (Soldadura 1)

Se verifica la resistencia de la soldadura que une chapas transversales en la unión. Dado que son chapas de acero F-24 laminadas se utiliza el *Reglamento CIRSOC 301* para ello. Se establecen, en primera instancia, las ***características geométricas y mecánicas***, tanto de la soldadura como de la chapa paralela al alma de la cumbrera.

Tabla 175: Características geométricas y mecánicas de la chapa y soldadura.

CARAC. GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS		
CHAPA: Transversal al cabio (1)		
e_{CHAPA2} [mm]	**3.25**	(1) $L_{CHAPA\ REQ} = L_w + 2t_w$
$L_{CHAPA\ REQ1}$ [mm]	**46**	$L_{CHAPA\ REQ}$ => Longitud Requerida para soldar
L_{CHAPA} [mm]	**50**	
B_{CHAPA2} [mm]	**20**	
SOLDADURA - Electrodo E60XX (2)		
F_{EXX} [KN/cm^2]	42	
Características Geométricas Soldadura		
$t_{W\ MÍN}$ [mm]	3	(2) $t_{W\ MIN}$ extraído de Tabla J.2.4. CIRSOC 301
$t_{W\ MÁX}$ [mm]	3.25	Si $t < 6mm \rightarrow t_{W1\ MÁX} = t$; Sino ($t \geq 6mm$) $\rightarrow t_{W1\ MÁX} = t - 2mm$
t_W [mm]	3	
a [mm]	2.1	$a = 0{,}707 t_W$
$L_{MÍN}$ [cm]	4	$L_{MÍN} = 2bt$ (Filetes longitudinales separados y traccionados)
L [cm]	4.0	
$L_{W\ MÁX}$ [cm]	4	Si $L_1 \leq 100b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = L_1$; Si $100b < L_1 \leq 300b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = mín(1{,}2 - 0{,}002 L_1/b\ ,\ 1) L_1$; Sino ($L_1 > 300b$) $\rightarrow L_{W1}$
L_W [cm]	4	
A_W [cm^2]	0.84	$A_W = aL_W$
n [un]	4.0	**n =** Número de cordones

Las ***solicitaciones*** de corte que se transmiten a través de la misma son las mostradas anteriormente; se calculan las tensiones en la soldadura teniendo en cuenta que existe una excentricidad con el centro de la unión abulonada.

Tabla 176: Solicitaciones en la unión soldada entre chapas de unión.

SOLICITACIONES	
Perfil	
ΔV_{uymax} [kN]	5.66
ΔV_{uxmax} [kN]	0.116
Soldadura (3)	
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	0.00
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	1.77
$\tau_{U\,N}$ [KN/cm^2]	1.719
I_P [cm^4]	15.68
M [KNcm]	0.206
$\tau_{U\,M}$ [KN/cm^2]	0.106
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	1.825
Metal base (4)	
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	1.291

ΔV_{UYMAX} = Variación del corte máxima en Y -> Esfuerzo de corte transmitido

ΔV_{UXMAX} = Variación del corte máxima en X -> Esfuerzo de corte transmitido

(3) $e_{X\,UNIÓN} = 0$ (Unión Soldada centrada con eje de unión)

$e_{Y\,UNIÓN} = |(b_t \, sen\ \theta + (D_{B3} + S_V/2) \cos\theta) - (L_W + 2w)|$

$\tau_{U\,N} = (\Delta Vuymax + \Delta Vuxmax) / n\, A_W$

$I_P = 2[a.L_W{}^3/12 + a.L_{W.}\, b_t]$

$M = \Delta V_{uxmax}\, e_{UNIÓN}$

$\tau_{U\,M} = M(b_t + 0{,}5a) / I_P$

$\tau_{U\,W} = \tau_{U\,N} + \tau_{U\,M}$

(4) $\tau_{U\,BM} = 0{,}707\tau_{U\,W}$

Se realizan ***verificaciones*** a tracción de la chapa a soldar y de tensiones en el material de aporte y material base.

Tabla 177: Verificaciones del elemento auxiliar de unión.

ELELMENTO AUXILIAR A LA UNIÓN : CHAPA	
Área bruta y área neta efectiva (5)	
A_g [cm^2]	0.65
A_n [cm^2]	0.553
Resistencia de diseño	
Fluencia (6)	
T_N [KN]	15.275
$Ø_F$	0.90
T_D [KN]	13.7475
T_U [KN]	5.66
Situación	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	41.17%
Rotura (7)	
T_N [KN]	20.4425
$Ø_R$	0.75
T_D [KN]	15.332
T_U [KN]	5.66
Situación	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	36.92%

(5) $A_g = B_{CHAPA} \cdot e_{CHAPA}$

$A_n = 0.85\, A_g$

(6) **CIRSOC 301. Art. J.5.2.**

$T_N = F_y A_g$

$T_D = Ø_F T_N$

(7) **CIRSOC 301. Art. J.5.2.**

$T_N = F_u A_n$

$T_D = Ø_R T_N$

Tabla 178: Verificaciones de la unión soldada.

UNIÓN SOLDADA		
Material del electrodo (17)		
F_W [KN/cm^2]	25.20	(17) $F_W = 0{,}6F_{EXX}$
Ø	0.60	
τ_D [KN/cm^2]	15.12	$\tau_D = ØF_W$
τ_{UW} [KN/cm^2]	1.825	
Situación	td ≥ tu w - BC	
τ_{UW}/τ_D	12.1%	
Metal base (18)		
F_{BM} [KN/cm^2]	14.10	(18) $F_{BM} = 0{,}6F_y$
Ø	0.90	
τ_D [KN/cm^2]	12.69	$\tau_D = ØF_{BM}$
τ_{UBM} [KN/cm^2]	1.825	
Situación	td ≥ tu bm - BC	
τ_{UBM}/τ_D	14.38%	

Verificación de la unión soldada entre chapas de soporte y viga cumbrera (Soldadura 2)

Se verifica la resistencia de la soldadura que une chapas a la viga cumbrera. Dado que se trata de perfiles conformados de acero F-22, se utiliza el *Reglamento CIRSOC 301* para ello. El procedimiento y consideraciones son los mismos que para el caso anterior.

Tabla 179: Solicitaciones en la unión soldadura entre la viga cumbrera y la chapa de unión.

SOLICITACIONES		
Perfil		
ΔV_{uymax} [kN]	5.66	ΔV_{UYMAX} = Variación del corte máxima en Y -> Esfuerzo de corte transmitido
ΔV_{uxmax} [kN]	0.116	ΔV_{UXMAX} = Variación del corte máxima en X -> Esfuerzo de corte transmitido
Soldadura (3)		
$e_{X\,UNIÓN2}$ [cm]	0.00	(3) $e_{X\,UNIÓN} = 0$ (Unión Soldada centrada con eje de unión)
$e_{Y\,UNIÓN2}$ [cm]	13.13	$e_{Y\,UNIÓN} = h_{tCUMBRERA}/2 + b_{tCUMBRERA}\ sen\ \theta + (D_{B3} + S_V/2)\cos\theta$
P_{UV} [KN]	0.573	$\tau_{UN} = (\Delta V_{uymax} + \Delta V_{uxmax}) / n\,A_W$
I_P [cm^2]	128.00	$I_P = 2.b_t^2$
M [KNcm]	1.52	$M = \Delta V_{uxmax}\ e_{YUNIÓN}$
P_{UM} [KN]	0.10	$P_{UM} = M(b_t + 0{,}5a) / I_P$
P_{UW} [KN/cm^2]	0.67	$P_{UW} = P_{UV} + P_{UM}$

Tabla 180: Verificaciones de unión soldada chapa-viga cumbrera

Verificaciones de unión soldada chapa-perfil	
Características Geométricas (16)	
T [cm]	0.325
w_{MIN} [cm]	0.3
w_{ELEG} [cm]	0.3
a [cm]	0.2
L_{MIN} [cm]	4
Carga Longitudinal	
L_{FILETE} [cm]	4
$n_{FILETES}$ [un]	8
L_{TOTAL} [cm]	32
t [cm]	0.32
L/t [-]	100
P_N [KN]	238.08
Ø	0.50
P_{DMAX} [KN]	12.83
P_D [KN]	12.83
P_{UY} [KN]	5.76
Situación	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	44.9%
Carga Transversal	
P_N [KN]	317.44
Ø	0.55
P_D [KN]	12.83
P_{UX} [KN]	0.12
Situación	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	0.9%

(16) CIRSOC 304

w_{MIN} *-> Tabla 2.1. CIRSOC 304*

$L_{MÍN}$ ***= 2bCHAPA (Filetes longitudinales separados y traccionados)***

L_{TOTAL} ***=-> Longitud total de la soldadura de filete***

$n_{FILETES}$ ***-> Número de filetes de soldadura***

$L_{FILETE} = L_{TOTAL} . n_{FILETES}$

$t = min (t_{PERFIL} , t_{CUMBRERA})$

$P_N = t.L.F_{UPERFIL}$

$P_{DMAX} = 0,60.0,60.tw.L.FEXX$

$P_D = ØP_N$

$P_U = P_{UVW}$

$P_N = t.L.F_{UPERFIL}$

$P_D = ØP_N$

$P_U = V_{UX}$

3.2.5.1.2. Unión de Cumbrera y elementos de hormigón armado.

En la Figura se presenta el esquema de una unión entre un perfil armado cajón doble C (cumbrera) y un elemento lineal de hormigón armado. Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A325 y soldadura de electrodo E70XX.

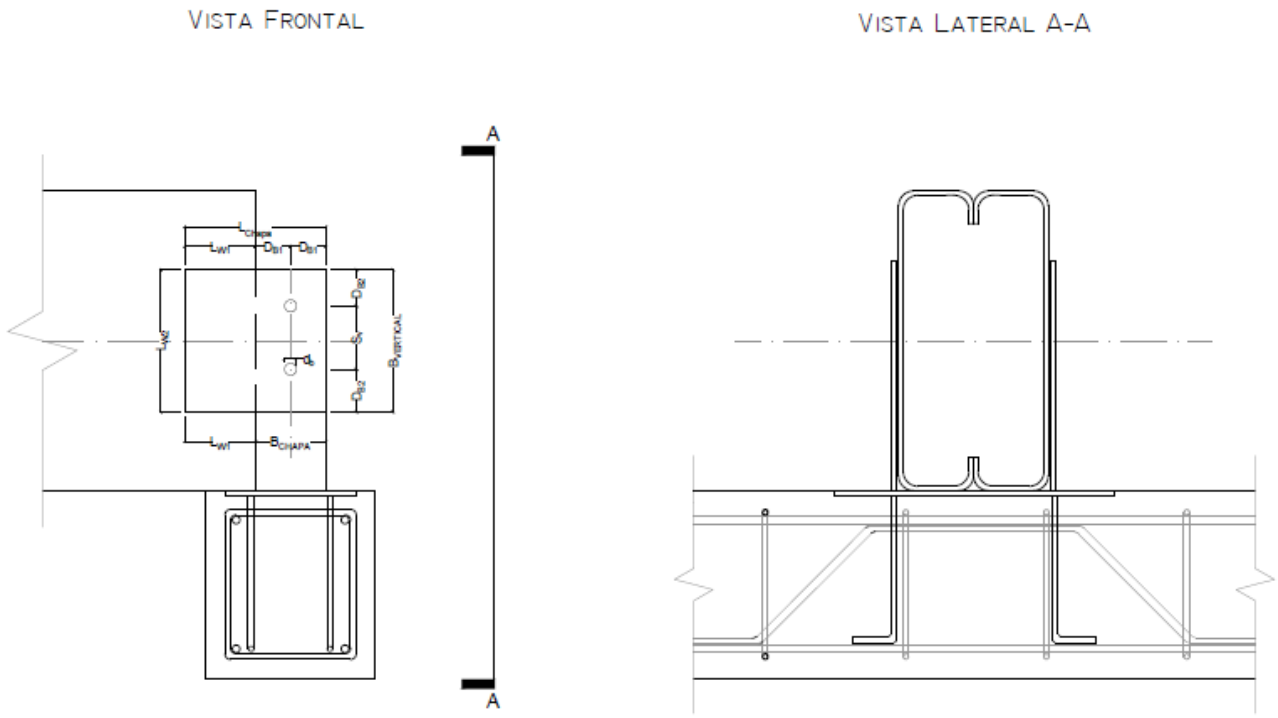


Figura 87: Esquema de unión cumbrera- elemento de hormigón.

El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos de la unión abulonada

Las chapas y bulones presentan las siguientes características geométricas coincidentes con las demarcadas en los esquemas anteriores.

Tabla 181: Características geométricas y mecánicas de los elementos de unión.

Unión del	*Viga*	*Dado*
CHAPAS(1)		
e_{CHAPA} = r [mm]	3.25	3.25
B_{CHAPA} [mm]	20	20
BULONES - Calidad A325 (2)		
F_t [KN/cm²]	**62**	
F_v [KN/cm²]	**33**	
Cantidad n	2	2
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	6.35	6.35
A_B [cm²]	0.32	0.32
Tipo Agujero	Normal	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	8	8
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	8.35	8.35
$S_{MÍN}$ [cm]	1.91	1.91
S_{MAX} [cm]	7.68	7.68
S_H [cm]	0.00	0.00
S_V [cm]	UN BULÓN POR LADO	UN BULÓN POR LADO
	0.00	0.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	1.00	1.00
D_{B1} [cm]	1.00	1.00
D_{B2} [cm]	1.00	1.00

(1) e_{CHAPA} = *Espesor de chapa*
$B_{CHAPA} = 2\,D_{B1}$

(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)

n = {2,4}, Cantidad de bulones por perfil (Uno de cada lado del cajón)

$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2 / 4$

$Ø_{MÁXAGUJERO}$ ***Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303***
$Ø_{CÁLCULO} = Ø_{AGUJERO} + 2mm$
$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$
$S_{MÁX} = mín[\,24mín(t, e_{CHAPA}), 300mm]$
S_H ***= Separación Horizontal***
S_V ***= Separación Vertical***

$D_{B\ MÍN}$ *función del diámetro Según Tabla J-3.4 CIRSOC 301*

Solicitaciones en la unión

Se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán las reacciones en el apoyo y las solicitaciones de tracción en el perfil en la sección de la unión, que en este caso será nula. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen reacción máxima vertical positiva y negativa, y horizontal máxima.

Tabla 182: Reacciones y esfuerzos en la unión.

Reacciones y esfuerzos en la unión		
Perfil	***Viga***	
T_{Umax}	***0***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\ (presión)}$	4.67	0
$R_{UVmin\ (succión)}$	-1.433	0
R_{UHmax}	0	0
Perfil	***Dado***	
T_{Umax}	***0***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\ (presión)}$	5.489	0
$R_{UVmin\ (succión)}$	-4.53	0
R_{UHmax}	0	0

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulos y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 183: Esfuerzos de tracción y corte en los bulones y agujeros.

Unión del	*Viga*			*Dado*		
Bulón (CORTE) [3]						
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00			0.00		
I_P [cm^2]	0.000			0.000		
Situación	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}
M [KNcm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$R_{U\,VERTICAL}$ [KN]	2.335	-0.717	0.000	2.745	-2.265	0.000
$R_{U\,HORIZONTAL}$ [KN]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R_U [KN]	2.335	0.717	0.000	2.745	2.265	0.000
Bulón (TRACCIÓN) [4]						
T_{UB} [KN]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(3) $e_{UNIÓN} = 0$ **(Agujeros centrados con el eje del perfil)**
Cuando $n=1 \rightarrow I_P = 0$ *; Cuando* $n=2 \rightarrow I_P = S_V^2/2$

$M = R_{UX}\, e_{unión} = 0$
$R_{U\,VERTICAL} = R_{YU}/n$
$R_{U\,HORIZONTAL} = R_{UX}/n + M/I_P\, S_V/2$
$R_U = \sqrt{(R_{U\,LONG}^2 + R_{U\,TRANS}^2)}$

$T_U = 0$ **(No hay tracción en los bulones)**

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del Reglamento *CIRSOC 301 tanto los elementos de unión como bulones, se evalúa:*

- Resistencia a la tracción y compresión de las chapas de unión.
- Rotura por corte y tracción en los bulones.
- Aplastamiento del perfil y de la chapa.
- Resistencia a la rotura del bloque de corte.

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 184: Verificación de las chapas de unión.

Unión del	*Viga*	*Dado*
ELEMENTOS AUXILIARES A LA UNIÓN: Chapa unida a placa		
Área bruta y neta (5)		
A_g [cm^2]	0.65	0.65
A_n [cm^2]	0.55	0.55
Resistencia de diseño		
Fluencia (6)		
T_N [KN]	15.28	15.28
$Ø_F$	**0.90**	
T_D [KN]	13.75	13.7475
T_U [KN]	1.433	4.53
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	10.42%	32.95%
Rotura (7)		
T_N [KN]	20.44	20.44
$Ø_R$	**0.65**	
T_D [KN]	13.288	13.288
T_U [KN]	1.43	4.53
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	10.78%	34.09%
Compresión (8)		
t [mm]	3.25	3.25
b [mm]	20	20
k	1.28	1.28
F_{CR} [kN/cm^2]	611.10	611.10
F_N [kN/cm^2]	23.50	23.50
P_N [kN]	15.275	15.275
$Ø_R$	0.85	
P_D [kN]	12.98	12.98
P_U [kN]	4.67	5.489
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/P_D	35.97%	42.28%

(5) $A_g = B_{CHAPA} \cdot e_{CHAPA}$
$A_n = 0.85\, A_g$

(6) ***CIRSOC 301. Art. J.5.2.***
$T_N = F_y A_g$
$T_D = Ø_F T_N$
$T_U = R_{UVMIN}$

(7) ***CIRSOC 301. Art. J.5.2.***
$T_N = F_u A_n$
$T_D = Ø_R T_N$

(7) ***ki = empotrado con carga uniforme***
$Fki = 1{,}808 \times 10^4\ k\ (t/b)^3$

Tabla 185: Verificaciones de rotura del bulón, aplastamiento y rotura del bloque de corte de las chapas.

Unión del	*Viga*	*Dado*	
UNIÓN			
Rotura por corte en el bulón (8)			
Planos de corte p_C	1	1	
P_N [KN]	10.45	10.45	(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$
Ø	**0.75**		
P_D [KN]	7.84	7.84	$P_D = ØR_N$
R_U [KN]	2.34	2.74	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	29.79%	35.01%	
Aplastamiento de la chapa (11)			
L_c [cm]	1.00	1.00	(11) $L_c = min(D_{B2}, S_V)$
d [cm]	0.64	0.635	$d = Ø_{NOMINAL}$
t [cm]	0.325	0.325	$t = e_{CHAPA}$
R_N [KN]	14.43	14.43	$R_N = mín\ (1{,}2.L_C.t.F_U\ ,\ 2{,}4.d.t.F_U)$
Ø	**0.75**		
R_D [KN]	10.823	10.823	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	2.335	2.745	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	21.6%	25.36%	
Resistencia a la Rotura de Bloque de Corte (17)			
A_{GV} [cm^2]	0.325	0.325	(17) $Anv = [D_{B2} + S_V].e_{CHAPA}$
A_{GT} [cm^2]	0.33	0.33	$A_{GT} = D_{B1}\,t$
A_{NV} [cm^2]	0.33	0.33	$A_{NV} = A_{GV} - 2(S\text{-}0{,}5)Ø_{CÁLCULO}\,t$
A_{NT} [cm^2]	0.33	0.33	$A_{NT} = A_{GT} - Ø_{CÁLCULO}\,t$
F_u x A_{NT} [KN]	12.03	12.03	
$0{,}6F_u$ x A_{NV} [KN]	7.22	7.22	
Caso	Fu.Ant ≥ 0,6Fu.Anv	Fu.Ant ≥ 0,6Fu.Anv	
R_N [KN]	16.61	16.61	*Si* $F_u A_{NT} \geq 0{,}6F_u A_{NV} \rightarrow R_N =$
Ø	0.75		$0{,}6F_y A_{GV} + F_u A_{NT}$ *; Sino,* $R_N =$
R_D [KN]	10.546	10.546	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	4.670	5.489	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	44.28%	52.05%	

Unión soldada chapas soporte a cumbrera

Las ***características geométricas y mecánicas*** de tanto de la soldadura como de los perfiles y chapas se muestran a continuación.

Tabla 186: Características geométricas y mecánicas cumbrera, chapas y soldadura.

Unión del	*Viga*	*Dado*
CARAC. GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS		
PERFIL - 2C CAJÓN		
Denominación	**C 180x80x30x3.20**	**C 180x80x30x3.20**
ht [mm]	180	180
bt [mm]	80	80
t [mm]	3.2	3.2
A_g [cm^2]	24.26	24.26
CHAPA(1)		
e_{CHAPA} [mm]	**3.25**	**3.25**
$L_{CHAPA\ REQ}$ [mm]	**41**	**41**
B_{CHAPA} [mm]	**20**	**20**
SOLDADURA - Electrodo E70XX (2)		
F_{EXX} [KN/cm^2]	49	
Características Geométricas Soldadura 1		
$t_{W\ MÍN}$ [mm]	3	3
$t_{W\ MÁX}$ [mm]	3.25	3.25
t_{W1} [mm]	3	3
a_1 [mm]	2.1	2.1
$L_{MÍN}$ [cm]	1.2	1.2
L_1 [cm]	3.5	3.5
$L_{W\ MÁX}$ [cm]	3.5	3.5
L_{W1} [cm]	3.5	3.5
A_{W1} [cm^2]	0.74	0.74
n_1 [un]	4.00	4.00
Características Geométricas Soldadura 2		
t_{W2} [mm]	3.5	3.5
a_2 [mm]	2.5	2.5
L_{W2} [cm]	3.0	3.5
A_{W2} [cm^2]	0.75	0.88
n_2 [un]	2.00	2.00

(1) $L_{CHAPA\ REQ} = L_{w1} + 2w$

(2) $t_{W\ MIN}$ ***extraído de Tabla J.2.4. CIRSOC 301***

Si $t < 6mm \rightarrow t_{W1\ MÁX} = t$ *; Sino (*$t \geq 6mm$*)* $\rightarrow$ $t_{W1\ MÁX} = t - 2mm$

$a = 0{,}707 t_W$

$L_{MÍN} = 4w$

Si $L_1 \leq 100b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = L_1$ *; Si* $100b < L_1 \leq 300b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = mín(1{,}2 - 0{,}002 L_1/w\ ,\ 1) L_1$ *; Sino (*$L_1 >$

$A_W = a L_W$

n = Número de cordones

$L_{W2} = 2 D_{B2} + S_V$

Las ***solicitaciones*** de corte que se transmiten a través de la misma son las reacciones mostradas anteriormente; se calculan las tensiones en la soldadura teniendo en cuenta que existe una excentricidad con el centro de la unión abulonada. Se obtienen las tensiones en la sección de la sección efectiva de soldadura más solicitada. Los valores se muestran a continuación.

Tabla 187: Solicitaciones en la soldadura.

SOLICITACIONES			
Perfil			
R_{UV} [KN]	4.67	5.49	
R_{UH} [KN]	0	0	
Soldadura (3)			
$X_{CG\,UNIÓN}$ [cm]	1.16	1.10	(3) $X_{CG\,UNIÓN} = A_{W1}\,L_{W1}/(2A_{W1}+A_{W2})$
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	3.34	3.40	$e_{X\,UNIÓN} = D_{B1} + L_{W1} - X_{CG\,UNIÓN}$
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	0.00	1.00	$e_{Y\,UNIÓN} = 0$
$\tau_{U\,NY}$ [KN/cm^2]	3.11	3.14	$\tau_{U\,NY} = Ruv\ /\ (n_2\,A_{W2})$
$\tau_{U\,NX}$ [KN/cm^2]	0.00	0.00	$\tau_{U\,NX} = Ruh\ /\ (n_1\,A_{W1})$
I_P [cm^4]	6.90	6.90	$I_P = 2A_{W1}.(L_{W2}/2)^2 + a_2\,L_{W1}^3/12 + 2L_{W1}^3 a_1/12$
M [KNcm]	15.60	18.68	$M = R_{uv}\,e_{UUNIÓN}$
$\tau_{U\,MX}$ [KN/cm^2]	3.39	4.74	$\tau_{U\,MX} = M_U/I_P\,L_{W2}/2$
$\tau_{U\,MY}$ [KN/cm^2]	5.30	6.51	$\tau_{U\,MY} = M_U/I_P\,(L_{W1}-X_{CG\,UNIÓN})$
$\tau_{U\,X}$ [KN/cm^2]	3.39	4.74	$\tau_{U\,X} = \tau_{U\,NX} + \tau_{U\,MX}$
$\tau_{U\,Y}$ [KN/cm^2]	8.41	9.65	$\tau_{U\,Y} = \tau_{U\,NY} + \tau_{U\,MY}$
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	9.07	10.75	$\tau_{U\,W} = \sqrt{(\tau_{U\,Y}^2 + \tau_{U\,X}^2)}$
Metal base (4)			
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	6.41	7.60	(4) $\tau_{U\,BM} = 0{,}707\tau_{U\,W}$

Se realizan ***verificaciones*** de falla del material de aporte, material base de la chapa y del perfil.

Tabla 188: Verificaciones de unión soldada.

UNIÓN SOLDADA			
Material del electrodo (17)			
F_W [KN/cm^2]	29.40	29.40	(17) $F_W = 0{,}6F_{EXX}$
Ø	0.60		
τ_D [KN/cm^2]	17.64	17.64	$\tau_D = ØF_W$
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	9.07	10.75	
Situación	td ≥ tu w - BC	td ≥ tu w - BC	
$\tau_{U\,W}/\tau_D$	51.4%	60.9%	
Metal base (Chapa) (18)			
F_{BM} [KN/cm^2]	14.10	14.10	(18) $F_{BM} = 0{,}6F_{y\,CHAPA}$
Ø	0.90		
τ_D [KN/cm^2]	12.69	12.69	$\tau_D = ØF_{BM}$
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	9.07	10.75	
Situación	td ≥ tu bm - BC	td ≥ tu bm - BC	
$\tau_{U\,BM}/\tau_D$	71.47%	84.69%	
Metal base (Perfil Conformado) (19)			
Carga Longitudinal			
L_{W1} [cm]	3.5	3.5	
t [cm]	0.32	0.32	$t = min\,(t_{PERFIL}\,,\,t_{CHAPA})$
L/t [-]	11	11	
F_W [KN/cm^2]	27.61	27.61	$F_w = t.L.F_{UPERFIL}$
Ø	0.55	0.55	
τ_D [KN/cm^2]	15.19	15.19	$\tau_D = ØF_W$
$\tau_{UX\,BM}$ [KN/cm^2]	3.39	4.74	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	22.4%	31.2%	
Carga Transversal			$P_N = t.L.F_{UPERFIL}$
F_W [KN/cm^2]	31.00	31.00	
Ø	0.55	1.55	$\tau_D = ØF_W$
τ_D [KN/cm^2]	17.05	48.05	
$\tau_{UY\,BM}$ [KN/cm^2]	8.41	9.65	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	49.3%	20.1%	

3.2.5.1.3. Unión de Cabios y elementos de hormigón armado.

En la Figura se presenta el esquema de una unión entre un perfil C (cabio) y un elemento lineal de hormigón armado. Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A325 y soldadura de electrodo E70XX.

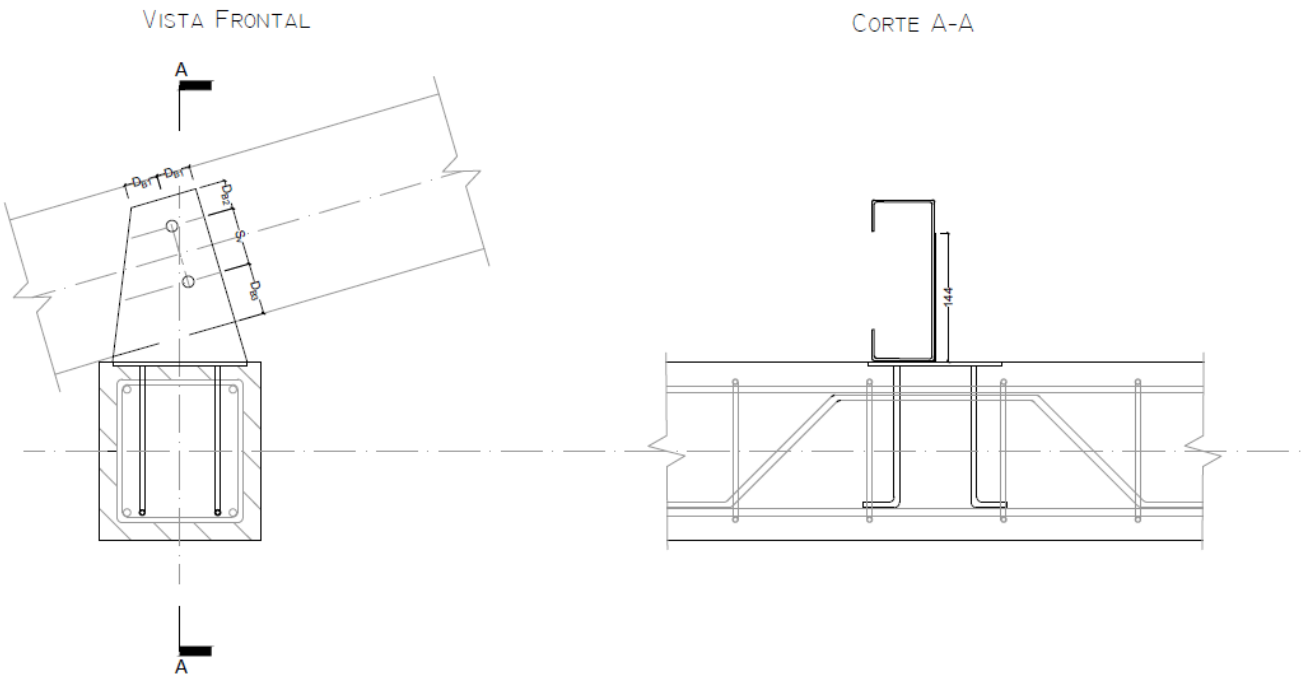


Figura 88: Esquema de unión cabio-encadenados.

El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos de la unión abulonada

Las chapas y bulones presentan las siguientes características geométricas coincidentes con las demarcadas en los esquemas anteriores.

Tabla 189: Características geométricas y mecánicas de los elementos de unión.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*
PERFIL			
Denominación	**C 180x70x25x2.50**	**C 180x80x30x3.20**	**C 180x70x25x2.50**
ht [mm]	180	180	180
bt [mm]	70	80	70
t [mm]	2.50	3.20	2.50
A_g [cm^2]	8.84	12.13	8.84
SOPORTE (1)			
e_{CHAPA} = r [mm]	**1.59**	**2.59**	**3.59**
BULONES - Calidad A307 (2)			
F_t [KN/cm^2]	**26**		
F_v [KN/cm^2]	**14**		
Cantidad n	1	2	2
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	9.525	12.7	12.7
A_B [cm^2]	0.71	1.27	1.27
Tipo Agujero	Normal	Normal	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	10.525	14.7	14.7
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	10.525	14.7	14.7
$S_{MÍN}$ [cm]	2.86	3.81	3.81
S_H [cm]	0.00	0.00	0.00
S_V [cm]	ÚNICO BULÓN	3.81	3.81
	0.00	4.00	4.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	1.43	1.91	1.91
D_{B1} [cm]	1.50	2.10	2.10
D_{B2} [cm]	2.00	2.00	2.00
D_{B3} [cm]	9.00	7.00	7.00

(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)

n = {1,2} , Cantidad de bulones por perfil

$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2/4$

$Ø_{MÁXAGUJERO}$ Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303

$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$
S_H = Separación Horizontal

S_V = Separación Vertical
$D_{B\ MÍN}$ *función del diámetro Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303*
$D_{B\ MÍN} = 1{,}5\ Ø_{NOMINAL}$
D_{B3} *= Se calcula*
D_{B3} *= ht/2 - Sv/2 (Centradoc/respecto al eje del cabio)*

Solicitaciones en la unión

Se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán las reacciones en el apoyo y las solicitaciones de tracción en el perfil en la sección de la unión. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen reacción máxima vertical positiva y negativa, horizontal máximo y tracción máxima.

Tabla 190: Reacciones y esfuerzos en la unión.

Reacciones y esfuerzos en la unión		
Perfil	***Cabios S1***	
T_{Umax}	***-1.261***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\,(presión)}$	7.37	-0.25
$R_{UVmin\,(succión)}$	-5.90	1.85
R_{UHmax}	-5.90	1.85
Perfil	***Cabios S2***	
T_{Umax}	***-13.439***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\,(presión)}$	12.828	16.192
$R_{UVmin\,(succión)}$	-10.065	-11.019
R_{UHmax}	12.828	16.192
Perfil	***Cabios S3***	
T_{Umax}	***-14.163***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\,(presión)}$	16.308	-14.716
$R_{UVmin\,(succión)}$	-13.522	10.701
R_{UHmax}	14.005	-16.913

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulos y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 191: Esfuerzos de tracción y corte en los bulones y agujeros.

Unión del	***Cabios S1***			***Cabios S2***			***Cabios S3***		
Bulón (CORTE) [3]									
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00			0.00			0.00		
I_p [cm^2]	0.000			32.000			32.000		
Situación	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}
M [KNcm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$R_{U\,VERTICAL}$ [KN]	7.374	-5.903	-5.903	6.414	-5.033	6.414	8.154	-6.761	7.003
$R_{U\,HORIZONTAL}$ [KN]	-0.248	1.852	1.852	8.096	-5.510	8.096	-7.358	5.351	-8.457
R_U [KN]	7.378	6.187	6.187	10.329	7.462	10.329	10.983	8.622	10.979

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del *Reglamento CIRSOC 303:*

- Resistencia a la tracción del perfil
- Rotura por corte y tracción en los bulones
- Aplastamiento del perfil y de la chapa
- Resistencia al corte de los bordes de los agujeros

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 192: Verificación a tracción del perfil.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
SECCIÓN				
Área bruta y neta [5]				
A_g [cm^2]	8.84	12.13	8.84	(5) $A_g = A_{g\ PERFIL}$
A_n [cm^2]	8.58	11.19	8.11	$A_n = A_g - n \varnothing_{CÁLCULO} t$
Resistencia de diseño				
Fluencia [6]				
T_N [KN]	190.06	190.06	190.06	(6) $T_N = F_y A_g$
$\varnothing_F$	0.90			
T_D [KN]	171.05	171.054	171.054	$T_D = \varnothing_F T_N$
T_U [KN]	1.261	13.439	14.163	
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	0.74%	7.86%	8.28%	
Rotura en la Sección Neta [7]				
Chapas planas con uniones no dispuestas en tresbolillo (sin arandelas)				
s [mm]	*2.5*	*1.6*	*1.25*	(7) $s = t/n$
f_t [KN/cm]	31.0	31.0	31.0	$F_t = (2{,}5\ d/s)\ F_U <= F_U$
T_N [KN]	265.883	346.865	251.255	$T_N = F_u A_e$
$\varnothing_R$	0.65			
T_D [KN]	172.824	225.462	163.316	$T_D = \varnothing_R T_N$
T_U [KN]	1.26	13.439	14.163	
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	0.73%	5.96%	8.67%	

Tabla 193. Verificación a rotura por corte del bulón.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*
UNIÓN			
Rotura por corte en el bulón (8)			
Planos de corte p_C	1	1	1
P_N [KN]	9.98	17.73	17.73
Ø	0.75		
P_D [KN]	7.48	13.30	13.30
R_U [KN]	7.38	10.33	10.98
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/P_D	98.61%	77.65%	82.57%

(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$

$P_D = ØR_N$

Tabla 194: Verificación del aplastamiento.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*
UNIÓN			
Aplastamiento del perfil (10)			
m_f [-]	0.6	0.6	0.6
d [cm]	0.9525	1.27	1.27
t [cm]	0.25	0.32	0.25
d/t	3.810	3.969	5.080
C [-]	3	3	3
R_N [KN]	13.29	22.68	17.72
Ø	0.75		
R_D [KN]	9.97	17.01	13.29
R_U [KN]	7.38	10.329	10.983
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	74.0%	60.73%	82.66%
Aplastamiento de la chapa (11)			
m_f [-]	0.6	0.6	0.6
d [cm]	0.9525	1.27	1.27
t [cm]	0.159	0.259	0.359
d/t	5.991	7.987	7.987
C [-]	3	3	3
R_N [KN]	10.086	21.907	30.365
Ø	0.75		
R_D [KN]	7.565	16.430	22.774
R_U [KN]	7.38	10.329	10.983
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	97.5%	62.87%	48.23%

(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{PERFIL}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f C d t F_U$

$R_D = ØR_N$

(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{SOPORTE}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f C d t F_U$

$R_D = ØR_N$

Tabla 195: Verificación al corte en agujeros.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
UNIÓN				
Aplastamiento del perfil (10)				*(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida*
m_f [-]	0.6	0.6	0.6	m_f *extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303*
d [cm]	0.9525	1.27	1.27	$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$
t [cm]	0.25	0.32	0.25	$t = t_{PERFIL}$
d/t	3.810	3.969	5.080	
C [-]	3	3	3	*C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303*
R_N [KN]	13.29	22.68	17.72	$R_N = m_f\ C\ d\ t\ F_U$
Ø	0.75			
R_D [KN]	9.97	17.01	13.29	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	7.38	10.329	10.983	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	74.0%	60.73%	82.66%	
Aplastamiento de la chapa (11)				*(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida*
m_f [-]	0.6	0.6	0.6	m_f *extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303*
d [cm]	0.9525	1.27	1.27	$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$
t [cm]	0.159	0.259	0.359	$t = t_{SOPORTE}$
d/t	5.991	7.987	7.987	
C [-]	3	3	3	*C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303*
R_N [KN]	10.086	21.907	30.365	$R_N = m_f\ C\ d\ t\ F_U$
Ø	0.75			
R_D [KN]	7.565	16.430	22.774	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	7.38	10.329	10.983	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	97.5%	62.87%	48.23%	
Resistencia a Corte de los bordes de agujeros				
PERFIL				
Corte en dirección vertical (12)				
e [cm]	9.00	4.00	4.00	*(12)* $e = min(S_V, D_{B3})$
P_N [KN]	69.75	39.68	31.00	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65			$P_D = ØP_N$
P_D [KN]	45.34	25.79	20.15	$t = min\ (t_{PERFIL}, t_{SOPORTE})$
R_{UV} [KN]	7.37	6.41	8.15	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	16.3%	24.9%	40.5%	
SOPORTE				
Corte en dirección axial (14)				
e [cm]	1.50	2.10	2.10	*(14)* $e = D_{B1}$
P_N [KN]	8.82	20.12	27.89	$P_N = e.t.F_{UCHAPA}$
Ø	0.65			$t = t_{SOPORTE}$
F_u / F_{sy}	1.574	1.574	1.574	
P_D [KN]	5.74	13.08	18.13	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	1.85	8.10	8.46	$R_{UH} = N_U$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	32.3%	61.9%	46.6%	
Corte en dirección vertical (15)				
e [cm]	2.00	2.00	2.00	*(15)* $e = min(D_{B2}, S_V)$
P_N [KN]	11.77	19.17	26.57	$P_N = e.t.F_{UCHAPA}$
P_D [KN]	7.65	12.46	17.27	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	7.37	6.41	8.15	$t = t_{PERFIL}$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	96.4%	51.5%	47.2%	

3.2.5.1.4. Unión de Cabios con viga de galería

En la siguiente Figura se presenta el esquema de una unión dos perfiles C (cabio y viga de galería). Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A307 y soldadura de electrodo E60XX.

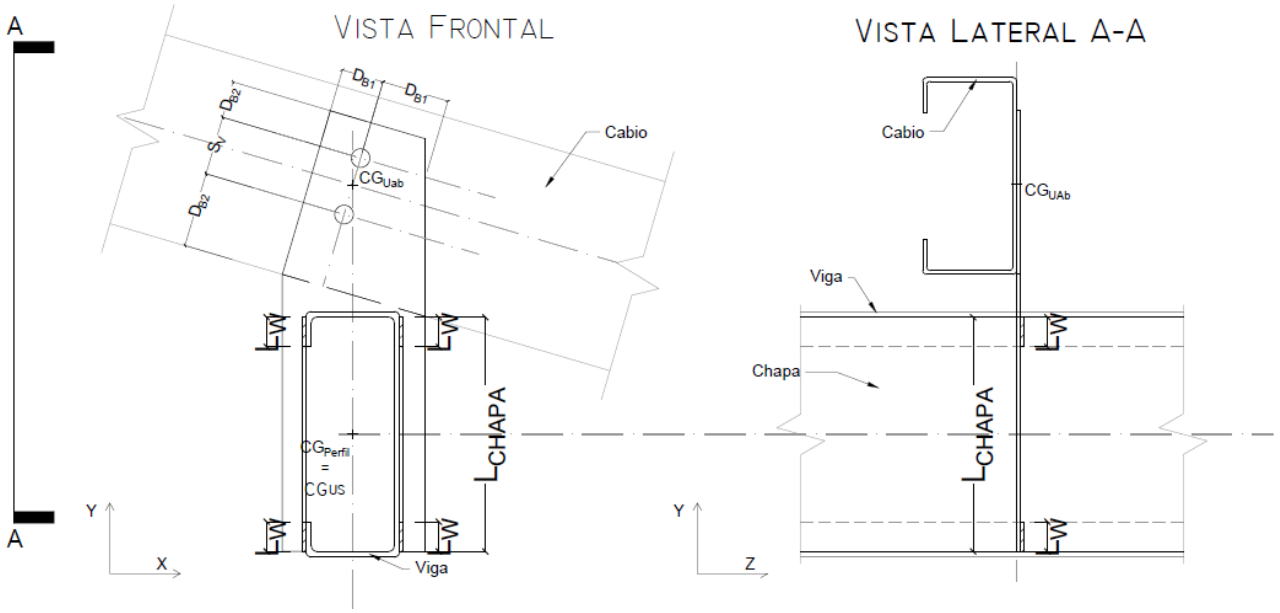


Figura 89: Esquema de unión entre cabio y viga de galería.

El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos

Las características geométricas de los perfiles involucrados en la unión son las mostradas en la *Tabla 196.*

Tabla 196: Características geométricas de cabios unidos a galería.

Unión del	*Cabios S3*
PERFIL	
Denominación	C 180x70x25x2.50
ht [mm]	180
bt [mm]	70
t [mm]	2.50
A_g [cm^2]	8.84

Tabla 197: Características geométricas y mecánicas de chapas y bulones.

Unión del	*Cabios S3*
SOPORTE (1)	
$e_{CHAPA} = r$ [mm]	**1.59**
$L_{CHAPAREQ}$ [mm]	12
L_{CHAPA} [mm]	**12**
B_{REQ} [mm]	20
B_{CHAPA} [mm]	20
BULONES - Calidad A307 (2)	
F_t [KN/cm^2]	**26**
F_v [KN/cm^2]	**14**
Cantidad n	2
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	6.35
A_B [cm^2]	0.32
Tipo Agujero	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	7.35
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	7.35
$S_{MÍN}$ [cm]	1.91
S_H [cm]	0.00
S_V [cm]	1.91
	2.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	0.95
D_{B1} [cm]	1.00
D_{B2} [cm]	1.00
D_{B3} [cm]	9.00

(1) $B_{CHAPA} = 2\,D_{B2}$

(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)

n = {1,2,4(cumbrera)}, Cantidad de bulones por perfil

$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2 / 4$

$Ø_{MÁXAGUJERO}$ ***Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303***

$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$

$S_{HS3} = S_{HS2}$

$D_{B\ MÍN}$ *función del diámetro Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303*

$D_{B\ MÍN} = 1{,}5\,Ø_{NOMINAL}$

$D_{B3} = h_t/2 - S_V/2$

Solicitaciones en la unión

Se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán esfuerzos axiales y corte. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen tracción máxima, corte máximo y compresión máxima, y se extraen los esfuerzos axiales y de corte máximos concomitantes.

Los esfuerzos que se transmiten a través de la soldadura a la cumbrera se determinan las reacciones en el apoyo del modelo

.

Tabla 198: Solicitaciones en el perfil en la sección unida.

Reacciones y esfuerzos en la unión				
Situación/Esfuerzo	**N_U [KN]**	**V_{UY} [KN]**	**R_{UY} [KN]**	**R_{UX} [KN]**
T_{Umax}	0	0	0	0
V_{uymax}	1.221	-3.524	3.725	-0.182
C_{Umax}	1.221	-3.524	3.725	-0.182
V_{uymax} (+)	0.081	3.051	-2.905	-0.935

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulones y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema anterior. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 199: Esfuerzos de corte y tracción en bulones y agujeros.

Unión del	***Cabios S3***		
Bulón (CORTE) [4]			
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00		
I_P [cm^2]	8.00		
Cálculo Corte / Situación	**T_{Umax}**	**V_{umax}**	**C_{Umax}**
M [KNcm]	0.00	0.00	0.00
$R_{U\,TRANSVERSAL}$ [KN]	0.00	-1.76	-1.76
$R_{U\,AXIAL}$ [KN]	0.00	0.61	0.61
R_U [KN]	0.00	1.86	1.86
Bulón (TRACCIÓN) [4]			
T_{UB} [KN]	0.00	0.00	0.00

(4) $e_{UNIÓN} = 0$ **(Agujeros centrados con el eje del perfil)**
Cuando $n=1 \rightarrow I_P = 0$; Cuando $n=2 \rightarrow I_P = S_V^2/2$

$M = N_U\ e_{unión}$ **-> CABIOS**
$R_{U\,VERTICAL} = V_U/n$ **-> CABIOS**
$R_{U\,HORIZONTAL} = N_U/n + M/I_P\ S_V/2$ **-> CABIOS**
$R_U = \sqrt{(R_{U\,LONG}^2 + R_{U\,TRANS}^2)}$

$T_U = 0$

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del Reglamento *CIRSOC 303*:

- Rotura por corte en los bulones
- Aplastamiento del perfil y de la chapa
- Resistencia al corte de los bordes de los agujeros

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 200: Verificaciones de rotura por corte en el bulón y aplastamiento.

UNIÓN		
Rotura por corte en el bulón [8]		
Planos de corte p_C	1	(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$
P_N [KN]	4.43	
Ø	**0.75**	$P_D = ØR_N$
P_D [KN]	**3.33**	
R_U [KN]	**1.86**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	56.08%	
Aplastamiento del perfil [10]		(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida
m_f [-]	0.6	m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303
d [cm]	0.64	$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$
t [cm]	0.25	$t = t_{PERFIL}$
d/t	2.54	
C [-]	3	C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303
R_N [KN]	8.86	$R_N = m_f C d t F_U$
Ø	**0.75**	
R_D [KN]	**6.64**	
R_U [KN]	**1.86**	$R_D = ØR_N$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	28.1%	
Aplastamiento de la chapa [11]		(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida
m_f [-]	0.6	m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303
d [cm]	0.635	$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$
t [cm]	0.159	$t = t_{SOPORTE}$
d/t	3.994	
C [-]	3	C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 304
R_N [KN]	6.724	$R_N = m_f C d t F_U$
Ø	**0.75**	
R_D [KN]	**5.04**	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	**1.86**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	37.0%	

Tabla 201: Resistencia al corte en los agujeros.

Resistencia a Corte de los bordes de agujeros		
CHAPA		
Corte en dirección horizontal (12)		
e [cm]	1.00	(12) $e = min(D_{B1}, S_H/2)$
P_N [KN]	5.88	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65	$t = t_{CHAPA}$
F_u / F_{sy}	1.574	
P_D [KN]	3.82	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	0.61	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	16.0%	
Corte en dirección vertical (13)		
e [cm]	1.00	(13) $e = min(D_{B2}, S_V)$
P_N [KN]	5.88	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65	
F_u / F_{sy}	1.574	$t = min(t_{PERFIL}, t_{SOPORTE})$
P_D [KN]	**3.82**	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	**-1.76**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	46.1%	
PERFIL		
Corte en dirección vertical (14)		
e [cm]	9.00	(14) $e = D_{B3}$
P_N [KN]	44.36	$P_N = e.t.F_{U\ PERFIL}$
Ø	0.65	$P_D = ØP_N$
F_u / F_{sy}	1.574	$t = min(t_{PERFIL}, t_{SOPORTE})$
P_D [KN]	**28.83**	
R_{UV} [KN]	**3.05**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	10.6%	

Verificación de la unión soldada entre chapas de soporte y viga de galería

Las chapas sobre las que se abulonan los cabios se vinculan a la viga en la galería mediante soldadura de filete como se indica en los esquema anterior. Las características geométricas y mecánicas de los elementos involucrados en la soldadura se especifican en la tabla subsiguiente.

Tabla 202: Características geométrica y mecánicas de los elementos de la unión.

CARAC. GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS	
PERFIL: Viga Galería	
Denominación	**C 120x50x15x1.6**
ht [mm]	**120**
bt [mm]	**50**
t [mm]	**1.6**
A_g [cm^2]	**3.83**
X_c [cm]	**3.84**
X_g [cm]	**1.59**
CHAPA(1)	
e_{CHAPA} [mm]	**1.59**
$L_{CHAPA\ REQ}$ [mm]	**26**
SOLDADURA - Electrodo E70XX (2)	
F_{EXX} [KN/cm^2]	49
Características Geométricas Soldadura	
$t_{W\ MÍN}$ [mm]	3
$t_{W\ MÁX}$ [mm]	1.59
t_W [mm]	3
a [mm]	2.1
$L_{MÍN}$ [cm]	1.2
L [cm]	2
$L_{W\ MÁX}$ [cm]	2
L_W [cm]	2
A_W [cm^2]	0.42
n [un]	4.00

(1) ***Chapa paralela a Viga***

$L_{CHAPA\ REQ} = L_w + 2w$

(2) $t_{W\ MIN}$ ***extraído de Tabla J.2.4. CIRSOC 301***

Si $t < 6mm \rightarrow t_{W1\ MÁX} = t$ *; Sino (*$t \geq 6mm$*)* $\rightarrow t_{W1\ MÁX} = t - 2mm$

$a = 0{,}707 t_W$

$L_{MÍN} = 4w$

Si $L_1 \leq 100b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = L_1$ *; Si* $100b < L_1 \leq 300b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = mín(1{,}2 - 0{,}002 L_1/b\ ,\ 1) L_1$ *; Sino (*$L_1 > 300b$*)* $\rightarrow L_{W1}$

$A_W = aL_W$

n = Número de cordones

Las ***solicitaciones*** a transmitir a través de la soldadura son las reacciones en el apoyo que genera la viga sobre el cabio y se obtienen del modelo de elementos finitos. Sobre la soldadura se obtienen las fuerzas totales actuantes teniendo en cuenta la excentricidad entre la unión abulonada.

Tabla 203: Solicitaciones en la unión soldada.

SOLICITACIONES	
Perfil	
R_{uy} [kN]	3.725
R_{ux} [kN]	0.182
Soldadura (3)	
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	0.00
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	15.38
M [KNcm]	2.80
$P_{U\,MX}$ [KN]	0.00
$P_{U\,MY}$ [KN]	0.56
$P_{U\,X}$ [KN]	0.18
$P_{U\,Y}$ [KN]	4.29

(3) $e_{X\,UNIÓN} = 0$ ***(Unión Soldada centrada con eje de unión)***

$e_{Y\,UNIÓN} = h_{t\,viga}/2 + h_{t\,cab}/(2\cos\theta)$

$M = R_{uy}\, e_{X\,UNIÓN} + R_{ux}\, e_{Y\,UNIÓN}$

$P_{UYM} = M/b_t$

$\tau_{U\,MY} = 0$

$\tau_{U\,X} = \tau_{U\,NX} + \tau_{U\,MX}$

$\tau_{U\,Y} = \tau_{U\,NY} + \tau_{U\,MY}$

Se verifica la ***resistencia*** de la soldadura según las indicaciones del Reglamento CIRSOC 303.

Tabla 204: Verificaciones de resistencia de la unión soldada cabio-viga de galería.

Verficaciones de unión soldada chapa-perfil	
Carga Longitudinal	
L_{FILETE} [cm]	2
$n_{FILETES}$ [un]	4
L_{TOTAL} [cm]	8
t [cm]	0.159
L/t [-]	50.3
P_N [KN]	29.6
Ø	0.50
P_{DMAX} [KN]	N/A
P_D [KN]	14.79
P_{UY} [KN]	4.29
Situación	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	29.0%
Carga Transversal	
P_N [KN]	39.43
Ø	0.55
P_D [KN]	21.69
P_{UX} [KN]	0.18
Situación	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	0.8%

L_{FILETE} => *Longitud de la soldadura de filete*

$n_{FILETES}$ -> *Número de filetes de soldadura*

$L_{TOTAL} = L_{FILETE} . n_{FILETES}$

$t = min (t_{PERFIL} , t_{PERFIL})$

$P_{DMAX} = 0,60.0,60.tw.L.FEXX$

$P_D = ØP_N$

$P_N = t.L.F_{UPERFIL}$

$P_D = ØP_N$

$P_D = V_{UX}$

3.2.5.2. Edificio Centro

3.2.5.2.1. Unión de Cabios con Cumbrera

En la siguiente Figura se presenta el esquema de una unión entre un perfil C (cabio) y perfil armado cajón doble C (cumbrera) los cuales se encuentran transversalmente. Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A307 y soldadura de electrodo E70XX.

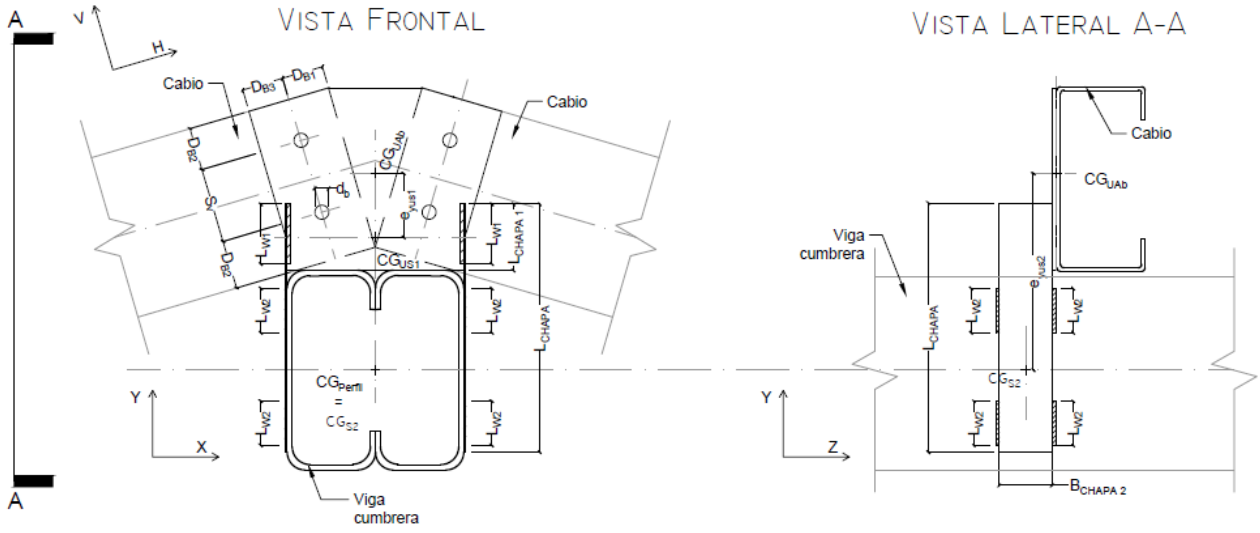


Figura 90: Esquema de unión con características geométricas.

Características geométricas y mecánicas de los elementos

En este caso, hay tres tipos de perfiles involucrados en la unión. Estos son los mostrados en la *Tabla 205*.

Tabla 205: Características geométricas útiles de los perfiles.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*	*Cumbrera*
PERFIL			
Denominación	**C 180x70x25x3.2**	**C 220x100x30x3.2**	**C 220x100x30x3.2**
ht [mm]	180	220	220
bt [mm]	70	100	100
t [mm]	3.20	3.20	3.20
A_g [cm^2]	11.17	14.69	29.38

Tabla 206: Características geométricas y mecánicas de los elementos de unión.

CHAPA SOPORTE (1)			*(1)* e_{CHAPA} *= Espesor de chapa*
$e_{CHAPA} = r$ [mm]	**2**	**2**	
BULONES - Calidad A307 (2)			*(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((*
F_t [KN/cm^2]	**26**		F_t *extraído de Tabla E.3-4 CIRSOC 303*
F_V [KN/cm^2]	**14**		F_v *extraído de Tabla E.3-4 CIRSOC 303*
Cantidad n	2	2	***n = {1,2} , Cantidad de bulones por perfil***
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	12.7	15.9	
A_B [cm^2]	1.27	1.99	$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2/4$
Tipo Agujero	Normal	Normal	
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	14.7	17.9	$Ø_{MÁXAGUJERO}$ ***Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303***
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	14.7	17.9	
$S_{MÍN}$ [cm]	3.81	4.77	$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$
S_H [cm]	0.00	0.00	S_H ***= Separación Horizontal***
S_V [cm]	3.81	4.77	
	4.00	5.00	S_V ***= Separación Vertical***
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	1.91	2.39	$D_{B\ MÍN}$ *función del diámetro Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303*
D_{B1} [cm]	3.00	5.00	$D_{B\ MÍN} = 1{,}5\ Ø_{NOMINAL}$
D_{B2} [cm]	2.00	3.00	
D_{B3} [cm]	3.00	5.00	

Solicitaciones en la unión

Para la unión abulonada se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán esfuerzos axiales y corte. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen tracción máxima, corte máximo y compresión máxima, y se extraen los esfuerzos axiales y de corte máximos concomitantes.

Los esfuerzos que se transmiten a través de la soldadura a la cumbrera se determinan como la diferencia de esfuerzos de corte en la sección unida.

Tabla 207: Solicitaciones en el perfil en la sección unida.

Perfil/Soporte (Esfuerzos y recciones en la sección unida) (3)		
Perfil	*Cabios S2*	
Situación/Esfuerzo	N_U [KN]	V_{UY} [KN]
T_{Umax}	-17.778	8.911
V_{uymax}	8.756	-11.838
C_{Umax}	9.742	-5.953
Perfil	*Cabios S3*	
Situación/Esfuerzo	N_U [KN]	V_{UY} [KN]
T_{Umax}	-28.827	-9.411
V_{uymax}	-28.509	10.322
C_{Umax}	29.049	6.691
Perfil	*Cumbrera*	
Situación/Esfuerzo	ΔV_U [KN]	
ΔV_{uymax}	9.982	
ΔV_{uxmax}	0.062	

(3) T_U = ***Esfuerzo de Tracción***
V_{UY} = ***Esfuerzo de Corte***
C_U = ***Esfuerzo de Compresión***

Reacciones verticales y horizontales determinadas como la variación del corte

ΔV_{UYMAX} = ***Variación del corte máxima en Y -> Esfuerzo de corte transmitido***

ΔV_{UXMAX} = ***Variación del corte máxima en X -> Esfuerzo de corte transmitido***

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulones y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema anterior. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 208: Esfuerzos de tracción y corte en los bulones y agujeros.

Unión del	*Cabios S2*			*Cabios S3*		
Bulón (CORTE) (4)						
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00			0.00		
I_P [cm^2]	32.00			50.00		
Cálculo Corte / Situación	T_{Umax}	V_{umax}	C_{Umax}	T_{Umax}	V_{umax}	C_{Umax}
M [KNcm]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$R_{U\,VERTICAL}$ [KN]	4.46	-5.92	-2.98	-4.71	5.16	3.35
$R_{U\,HORIZONTAL}$ [KN]	-8.89	4.38	4.87	-14.41	-14.25	14.52
R_U [KN]	9.94	7.36	5.71	15.16	15.16	14.90
Bulón (TRACCIÓN) (4)						
T_{UB} [KN]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(4) ***Agujeros se ejecutan centrados con el eje del perfil***
$e_{UNIÓN} = 0$
Cuando $n=1 \rightarrow I_P = 0$ *; Cuando* $n=2 \rightarrow I_P = S_V^2/2$
$M = N_U\ e_{unión}$ ***-> CABIOS***
$M = \Delta V_{uxmax}\ e_{unión}$ ***-> CUMBRERA***
$R_{U\,VERTICAL} = E_U/n$ ***-> CABIOS***
$R_{U\,HORIZONTAL} = E_U/n + M/I_P\ S_V/2$ ***-> CABIOS***
$R_U = \sqrt{(R_{U\,LONG}^2 + R_{U\,TRANS}^2)}$
$T_U = 0$

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del Reglamento *CIRSOC 303*:

- Resistencia a la tracción del perfil
- Rotura por corte y tracción en los bulones
- Aplastamiento del perfil y de la chapa
- Resistencia al corte de los bordes de los agujeros

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 209: Verificaciones a tracción sobre los cabios.

Unión del	***Cabios S2***	***Cabios S3***	
SECCIÓN			
Área bruta y neta [5]			
A_g [cm^2]	11.17	14.69	(5) $A_g = A_{g\ PERFIL}$
A_n [cm^2]	10.23	13.54	$A_n = A_g - n\,Ø_{CÁLCULO}\,t$
Resistencia de diseño			
Fluencia [6]			
T_N [KN]	240.16	315.835	(6) $T_N = F_y A_g$
$Ø_F$	0.90		
T_D [KN]	**216.14**	**284.25**	$T_D = Ø_F T_N$
T_U [KN]	**17.778**	**28.827**	
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	8.23%	10.14%	
Rotura en la Sección Neta [7]			
Chapas planas con uniones no dispuestas en tresbolillo (sin arandelas)			
s [mm]	*1.6*	*1.6*	(7) $s = t/n$
f_t [KN/cm]	31.0	31.0	$F_t = (2{,}5\ d/s)\ F_U <= F_U$
T_N [KN]	317.11	419.88	$T_N = F_u A_e$
$Ø_R$	0.65		
T_D [KN]	206.12	272.92	$T_D = Ø_R T_N$
T_U [KN]	17.78	28.83	
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	8.63%	10.56%	

Tabla 210: Verificaciones a corte y tracción en los bulones.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
VERIFICACIONES EN UNIÓN			
Rotura por corte en el bulón [8]			
Planos de corte p_C	1	1	
P_N [KN]	17.73	27.80	(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$
Ø	0.75		
P_D [KN]	13.30	20.85	$P_D = ØR_N$
R_U [KN]	9.94	15.16	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	74.75%	72.73%	
Rotura por tracción en el bulón [9]			
P_N [KN]	32.94	51.62	(9) $P_N = F_{et} A_B$
Ø	0.75		
P_D [KN]	24.70	38.72	
R_U [KN]	0.00	0.00	$P_D = ØR_N$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	0.00%	0.00%	

Tabla 211: Verificación del aplastamiento.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*
VERIFICACIONES EN UNIÓN		
Aplastamiento del perfil (10)		
m_f [-]	0.60	0.60
d [cm]	1.27	1.59
t [cm]	0.32	0.32
d/t	3.969	4.969
C [-]	3	3
R_N [KN]	22.68	28.39
Ø	0.75	
R_D [KN]	17.01	21.29
R_U [KN]	9.94	15.16
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	58.5%	71.21%
Aplastamiento de la chapa (11)		
m_f [-]	0.6	0.6
d [cm]	1.27	1.59
t [cm]	0.2	0.2
d/t	6.35	7.95
C [-]	3	3
R_N [KN]	16.92	21.18
Ø	0.75	
R_D [KN]	12.69	15.88
R_U [KN]	9.94	15.16
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	78.4%	95.45%

(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{PERFIL}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f\ C\ d\ t\ F_U$

$R_D = ØR_N$

(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{SOPORTE}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f\ C\ d\ t\ F_U$

$R_D = ØR_N$

Tabla 212: Verificaciones de resistencia al corte en el borde de los agujeros.

Unión del	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
VERIFICACIONES EN UNIÓN			
Resistencia a Corte de los bordes de agujeros			
PERFIL			
Corte en dirección axial (12)			
e [cm]	3.00	5.00	(12) $e = D_{B1}$
P_N [KN]	18.60	31.00	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65		$t = t_{PERFIL}$
F_u / F_{sy}	1.574	1.574	
P_D [KN]	12.09	20.15	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	-8.89	14.52	$R_{UH} = N_U$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	73.5%	72.1%	
Corte en dirección vertical (13)			
e [cm]	4.00	8.50	(13) $e = h_t/2 - S_V/2 , S_V$
P_N [KN]	39.68	52.70	$P_N = e.t.F_U$
P_D [KN]	25.79	34.26	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	-2.98	5.16	$t = t_{PERFIL}$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	11.5%	15.1%	
CHAPA			
Corte en dirección axial (14)			
e [cm]	3.00	5.00	(14) $e = D_{B3}$
P_N [KN]	22.20	31.00	$P_N = e.t.F_{UCHAPA}$
Ø	0.65		$t = t_{CHAPA}$
F_u / F_{sy}	1.574	1.574	
P_D [KN]	14.43	20.15	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	-8.89	-14.41	$R_{UH} = T_U$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	61.6%	71.5%	
Corte en dirección vertical (15)			
e [cm]	2.00	3.00	(15) $e = min(D_{B2}, S_V)$
P_N [KN]	14.80	22.20	$P_N = e.t.F_U$
P_D [KN]	9.62	14.43	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	5.92	5.16	$t = t_{PERFIL}$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	61.5%	35.8%	

Verificación de la unión soldada entre chapas de soporte (Soldadura 1)

Se verifica la resistencia de la soldadura que une chapas transversales en la unión. Dado que son chapas de acero F-24 laminadas se utiliza el *Reglamento CIRSOC 301* para ello. Se establecen, en primera instancia, las ***características geométricas y mecánicas***, tanto de la soldadura como de la chapa paralela al alma de la cumbrera.

Tabla 213: Características geométricas y mecánicas de la chapa y soldadura.

CARAC. GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS	
PERFIL - 2C CAJÓN	
Denominación	**C 220x100x30x3.2**
ht [mm]	220
bt [mm]	100
t [mm]	3.2
A_g [cm^2]	29.38
CHAPA(1)	
e_{CHAPA} [mm]	**2**
$L_{CHAPA\ REQ}$ [mm]	**72**
B_{CHAPA} [mm]	**30**
SOLDADURA - Electrodo E70XX (2)	
F_{EXX} [KN/cm^2]	49
Características Geométricas Soldadura	
$t_{W\ MÍN}$ [mm]	3
$t_{W\ MÁX}$ [mm]	2
t_W [mm]	3
a [mm]	2.1
$L_{MÍN}$ [cm]	6
L [cm]	6.0
$L_{W\ MÁX}$ [cm]	6
L_W [cm]	6
A_W [cm^2]	1.26
n [un]	2.00

(1) $L_{CHAPA\ REQ} = L_w + 2w$

(2) $t_{W\ MIN}$ ***extraído de Tabla J.2.4. CIRSOC 301***

Si $t < 6mm \rightarrow t_{W1\ MÁX} = t$ *; Sino (*$t \geq 6mm$*)* $\rightarrow t_{W1\ MÁX} = t - 2mm$

$a = 0{,}707 t_W$

$L_{MÍN} = 2bt$ ***(Filetes lonfitudinales separados y traccionados)***

Si $L_1 \leq 100b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = L_1$ *; Si* $100b < L_1 \leq 300b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = mín(1{,}2 - 0{,}002 L_1/b\ ,\ 1) L_1$ *; Sino (*$L_1 > 300b$*)* $\rightarrow L_{W1}$

$A_W = a L_W$

n = Número de cordones

Las ***solicitaciones*** de corte que se transmiten a través de la misma son las mostradas anteriormente; se calculan las tensiones en la soldadura teniendo en cuenta que existe una excentricidad con el centro de la unión abulonada.

Tabla 214: Solicitaciones en la unión soldada entre chapas de unión.

SOLICITACIONES	
Perfil	
ΔV_{uymax} [kN]	9.982
ΔV_{uxmax} [kN]	0.062
Soldadura (3)	
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	0.00
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	1.65
$\tau_{U\,N}$ [KN/cm^2]	5.979
I_P [cm^4]	21.84
M [KNcm]	0.102
$\tau_{U\,M}$ [KN/cm^2]	0.047
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	6.026
Metal base (4)	
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	4.260

ΔV_{UYMAX} = ***Variación del corte máxima en Y -> Esfuerzo de corte transmitido***

ΔV_{UXMAX} = ***Variación del corte máxima en X -> Esfuerzo de corte transmitido***

(3) $e_{X\,UNIÓN} = 0$ ***(Unión Soldada centrada con eje de unión)***

$e_{Y\,UNIÓN} = |(b_t\ sen\ \theta + (D_{B3} + S_V/2)\cos\theta) - (L_W + 2w)|$

$\tau_{U\,N} = (\Delta Vuymax + \Delta Vuxmax) / n\,A_W$

$I_P = 2[a.L_W^3/12 + a.L_{W.}\,b_t]$

$M = \Delta V_{uxmax}\ e_{UNIÓN}$

$\tau_{U\,M} = M(b_t + 0{,}5a) / I_P$

$\tau_{U\,W} = \tau_{U\,N} + \tau_{U\,M}$

(4) $\tau_{U\,BM} = 0{,}707\tau_{U\,W}$

Se realizan ***verificaciones*** a tracción de la chapa a soldar y de tensiones en el material de aporte y material base.

Tabla 215: Verificaciones del elemento auxiliar de unión.

ELELMENTO AUXILIAR A LA UNIÓN : CHAPA	
Área bruta y área neta efectiva (5)	
A_g [cm^2]	0.60
A_n [cm^2]	0.510
Resistencia de diseño	
Fluencia (6)	
T_N [KN]	14.10
$Ø_F$	0.90
T_D [KN]	12.69
T_U [KN]	9.98
Situación	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	78.66%
Rotura (7)	
T_N [KN]	18.87
$Ø_R$	0.75
T_D [KN]	14.153
T_U [KN]	9.982
Situación	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	70.53%

(5) $A_g = B_{CHAPA} \cdot e_{CHAPA}$

$A_n = 0.85\,A_g$

(6) ***CIRSOC 301. Art. J.5.2.***

$T_N = F_y A_g$

$T_D = Ø_F T_N$

(7) ***CIRSOC 301. Art. J.5.2.***

$T_N = F_u A_n$

$T_D = Ø_R T_N$

Tabla 216: Verificaciones de la unión soldada.

UNIÓN SOLDADA		
Material del electrodo (17)		
F_W [KN/cm^2]	29.40	(17) $F_W = 0{,}6F_{EXX}$
Ø	0.60	
τ_D [KN/cm^2]	17.64	$\tau_D = ØF_W$
τ_{UW} [KN/cm^2]	6.026	
Situación	td ≥ tu w - BC	
τ_{UW}/τ_D	34.2%	
Metal base (18)		
F_{BM} [KN/cm^2]	14.10	(18) $F_{BM} = 0{,}6F_y$
Ø	0.90	
τ_D [KN/cm^2]	12.69	$\tau_D = ØF_{BM}$
τ_{UBM} [KN/cm^2]	6.026	
Situación	td ≥ tu bm - BC	
τ_{UBM}/τ_D	47.48%	

Verificación de la unión soldada entre chapas de soporte y viga cumbrera (Soldadura 2)

Se verifica la resistencia de la soldadura que une chapas a la viga cumbrera. Dado que se trata de perfiles conformados de acero F-22, se utiliza el *Reglamento CIRSOC 301* para ello. El procedimiento y consideraciones son los mismos que para el caso anterior.

Tabla 217: Solicitaciones en la unión soldadura entre la viga cumbrera y la chapa de unión.

SOLICITACIONES		
Perfil		
ΔV_{uymax} [kN]	9.982	ΔV_{UYMAX} = Variación del corte máxima en Y -> Esfuerzo de corte transmitido
ΔV_{uxmax} [kN]	0.062	ΔV_{UXMAX} = Variación del corte máxima en X -> Esfuerzo de corte transmitido
Soldadura (3)		
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	0.00	(3) $e_{X\,UNIÓN} = 0$ (Unión Soldada centrada con eje de unión)
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	1.65	$e_{Y\,UNIÓN} = \lvert(b_t\ sen\ \theta + (D_{B3} + S_V/2)\cos\theta) - (L_W + 2w)\rvert$
τ_{UN} [KN/cm^2]	5.979	$\tau_{UN} = (\Delta Vuymax + \Delta Vuxmax) / n\,A_W$
I_P [cm^4]	21.84	$I_P = 2[a.L_W{}^3/12 + a.L_W.b_t]$
M [KNcm]	0.102	$M = \Delta V_{uxmax}\ e_{UNIÓN}$
τ_{UM} [KN/cm^2]	0.047	$\tau_{UM} = M(b_t + 0{,}5a) / I_P$
τ_{UW} [KN/cm^2]	6.026	$\tau_{UW} = \tau_{UN} + \tau_{UM}$
Metal base (4)		
τ_{UBM} [KN/cm^2]	4.260	(4) $\tau_{UBM} = 0{,}707\tau_{UW}$

Tabla 218: Verificaciones de unión soldada chapa-viga cumbrera

ELELMENTO AUXILIAR A LA UNIÓN : CHAPA		
Área bruta y área neta efectiva (5)		
A_g [cm^2]	0.60	(5) $A_g = B_{CHAPA} \cdot e_{CHAPA}$
A_n [cm^2]	0.510	$A_n = 0.85\, A_g$
Resistencia de diseño		
Fluencia (6)		
T_N [KN]	14.10	(6) **CIRSOC 301. Art. J.5.2.**
$Ø_F$	0.90	$T_N = F_y A_g$
T_D [KN]	12.69	$T_D = Ø_F T_N$
T_U [KN]	9.98	
Situación	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	78.66%	
Rotura (7)		(7) **CIRSOC 301. Art. J.5.2.**
T_N [KN]	18.87	$T_N = F_u A_n$
$Ø_R$	0.75	
T_D [KN]	14.153	$T_D = Ø_R T_N$
T_U [KN]	9.982	
Situación	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	70.53%	
UNIÓN SOLDADA		
Material del electrodo (17)		
F_W [KN/cm^2]	29.40	(17) $F_W = 0{,}6F_{EXX}$
Ø	0.60	
τ_D [KN/cm^2]	17.64	$\tau_D = ØF_W$
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	6.026	
Situación	td ≥ tu w - BC	
$\tau_{U\,W}/\tau_D$	34.2%	
Metal base (18)		
F_{BM} [KN/cm^2]	14.10	(18) $F_{BM} = 0{,}6F_y$
Ø	0.90	
τ_D [KN/cm^2]	12.69	$\tau_D = ØF_{BM}$
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	6.026	
Situación	td ≥ tu bm - BC	
$\tau_{U\,BM}/\tau_D$	47.48%	

3.2.5.2.2. Unión de Cumbrera y elementos de hormigón armado

En la Figura se presenta el esquema de una unión entre un perfil armado cajón doble C (cumbrera) y un elemento lineal de hormigón armado. Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A325 y soldadura de electrodo E70XX.

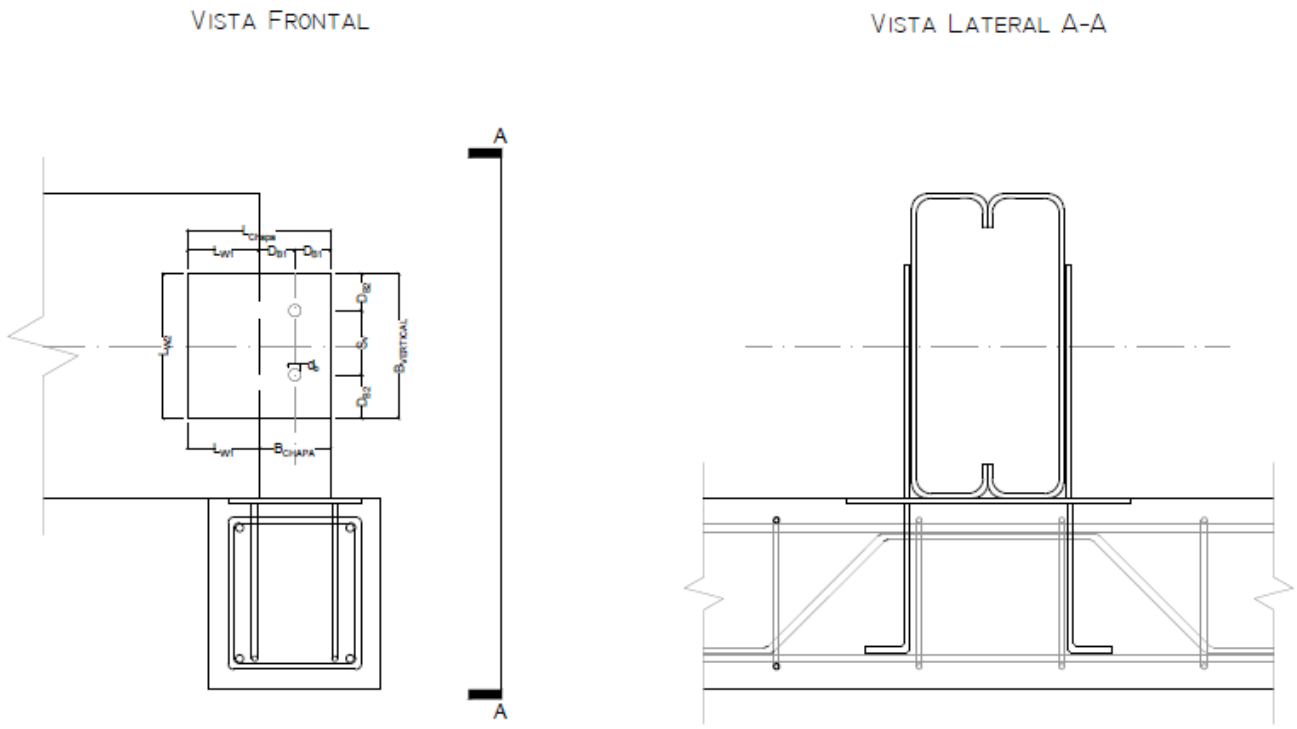


Figura 91: Esquema de unión cumbrera- elemento de hormigón.

Los esfuerzos a transmitir en la unión son de corte y son iguales a las reacciones en los vínculos. El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos de la unión abulonada

Las chapas y bulones presentan las siguientes características geométricas coincidentes con las demarcadas en los esquemas anteriores.

Tabla 219: Características geométricas y mecánicas de los elementos de unión.

Unión en	*Hall*	*SUM*	*Hall-SUM*
PERFIL			
Denominación	C 220x100x30x3.2	C 220x100x30x3.2	C 220x100x30x3.2
ht [mm]	220	220	220
bt [mm]	100	100	100
t [mm]	3.20	3.2	3.2
A_g [cm^2]	29.38	29.38	29.38
SOPORTE			
e_{CHAPA} = r [mm]	3.25	3.25	3.25
B_{CHAPA} [mm]	40	40	40
BULONES - Calidad A325 (2)			
F_t [KN/cm^2]	**62**		
F_v [KN/cm^2]	**33**		
Cantidad n	4	2	4
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	6.35	6.35	6.35
A_B [cm^2]	0.32	0.32	0.32
Tipo Agujero	Normal	Normal	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	8	8	8
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	8.35	8.35	8.35
$S_{MÍN}$ [cm]	1.91	1.91	1.91
S_{MAX} [cm]	7.68	7.68	7.68
S_H [cm]	0.00	0.00	2.00
S_V [cm]	1.91	UN BULÓN POR LADO	UNICA LÍNEA DE UNIÓN
	2.00	0.00	0.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	1.00	1.00	1.00
D_{B1} [cm]	2.00	2.00	1.00
D_{B2} [cm]	2.00	2.00	2.00

(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)

n = {2,4} , Cantidad de bulones por perfil (Uno de cada lado del cajón)

$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2 / 4$

$Ø_{MÁXAGUJERO}$ ***Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303***

$Ø_{CÁLCULO} = Ø_{AGUJERO} + 2mm$

$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$

$S_{MÁX} = mín[\ 24mín(t\ ,\ e_{CHAPA})\ ,\ 300mm]$

S_H ***= Separación Horizontal***

S_V ***= Separación Vertical***

$D_{B\ MÍN}$ *función del diámetro Según Tabla J-3.4 CIRSOC 301*

Solicitaciones en la unión

Se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán las reacciones en el apoyo y las solicitaciones de tracción en el perfil en la sección de la unión, que en este caso será nula. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen reacción máxima vertical positiva y negativa, y horizontal máxima.

Tabla 220: Reacciones y esfuerzos en la unión.

Reacciones y esfuerzos en la unión		
Perfil	***Hall***	
T_{Umax}	***0***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\,(presión)}$	22.054	0
$R_{UVmin\,(succión)}$	-12.874	0
R_{UHmax}	-12.874	0
Perfil	***SUM***	
T_{Umax}	***0***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\,(presión)}$	9.34	0
$R_{UVmin\,(succión)}$	-9.132	0
R_{UHmax}	-3.106	0
Perfil	***Hall-SUM***	
T_{Umax}	***0***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\,(presión)}$	22.458	0
$R_{UVmin\,(succión)}$	-12.663	0
R_{UHmax}	-12.663	0

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulos y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 221: Esfuerzos de tracción y corte en los bulones y agujeros.

Unión del	*Hall*			*SUM*			*Hall-SUM*		
Bulón (CORTE) [3]									
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00			0.00			0.00		
I_p [cm^2]	4.000			0.000			0.000		
Situación	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}
M [KNcm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$R_{U\,VERTICAL}$ [KN]	5.514	-3.219	-3.219	4.670	-4.566	-1.553	5.615	-3.166	-3.166
$R_{U\,HORIZONTAL}$ [KN]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R_U [KN]	5.514	3.219	3.219	4.670	4.566	1.553	5.615	3.166	3.166
Bulón (TRACCIÓN) [4]									
T_{UB} [KN]	1.29	-5.00	-5.00	-0.06	-0.03	-0.21	1.29	-5.00	-5.00

(3) $e_{UNIÓN} = 0$ -> **CABIOS (Agujeros centrados con el eje del perfil)**

Cuando $n=2 \rightarrow I_P = 0$; Cuando $n=4 \rightarrow I_P = S_V^2/2$; Cuando $n=8 \rightarrow I_P = S_V^2 + S_H^2$

$M = R_{UX}\ e_{unión} = 0$

$R_{U\ VERTICAL} = R_{YU}/n$

$R_{U\ HORIZONTAL} = R_{UX}/n + M/I_P\ S_V/2$

$R_U = \sqrt{(R_{U\ LONG}^2 + R_{U\ TRANS}^2)}$

$T_U = 0$

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del Reglamento *CIRSOC 301 tanto los elementos de unión como bulones, se evalúa:*

- Resistencia a la tracción y compresión de las chapas de unión.
- Rotura por corte y tracción en los bulones.
- Aplastamiento del perfil y de la chapa.
- Resistencia a la rotura del bloque de corte.
-

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 222: Verificación de las chapas de unión.

Unión en	*Hall*	*SUM*	*Hall-SUM*
ELEMENTOS AUXILIARES A LA UNIÓN: Chapa unida a placa			
Área bruta y neta [5]			
A_g [cm^2]	1.3	1.3	1.3
A_n [cm^2]	1.11	1.11	1.11
Resistencia de diseño			
Fluencia [6]			
T_N [KN]	30.55	30.55	30.55
$Ø_F$	**0.90**		
T_D [KN]	27.50	27.495	27.495
T_U [KN]	12.874	9.132	12.663
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	46.82%	33.21%	46.06%
Rotura [7]			
T_N [KN]	40.89	40.89	40.89
$Ø_R$	**0.65**		
T_D [KN]	26.575	26.575	26.575
T_U [KN]	12.87	9.132	12.663
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC
T_U/T_D	48.44%	34.36%	47.65%
Compresión [7]			
t [mm]	3.25	3.25	3.25
b [mm]	40	40	40
k	1.28	1.28	1.28
F_{CR} [kN/cm^2]	152.78	152.78	152.78
F_N [kN/cm^2]	23.50	23.50	23.50
P_N [kN]	30.550	30.550	30.550
$Ø_R$	0.85		
P_D [kN]	25.97	25.97	25.97
P_U [kN]	22.054	9.34	22.458
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/P_D	84.93%	35.97%	86.49%

(5) $A_g = B_{CHAPA} \cdot e_{CHAPA}$
$A_n = 0.85\, A_g$

(6) ***CIRSOC 301. Art. J.5.2.***
$T_N = F_y A_g$
$T_D = Ø_F T_N$
$T_U = R_{UVMIN}$

(7) ***CIRSOC 301. Art. J.5.2.***
$T_N = F_u A_n$

$T_D = Ø_R T_N$

Tabla 223: Verificaciones de rotura del bulón, aplastamiento y rotura del bloque de corte de las chapas.

Unión en	*Hall*	*SUM*	*Hall-SUM*	
UNIÓN				
Rotura por corte en el bulón (8)				
Planos de corte p_C	1	1	1	
P_N [KN]	10.45	10.45	10.45	(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$
Ø		**0.75**		
P_D [KN]	7.84	7.84	7.84	$P_D = ØR_N$
R_U [KN]	5.51	4.67	5.61	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	70.34%	59.58%	71.63%	
Rotura por tracción en el bulón (9)				
P_N [KN]	19.63	19.63	19.63	(9) $P_N = F_{et} A_B$
Ø		0.75		
P_D [KN]	38.96	38.96	38.96	
R_U [KN]	5.000	0.214	5.000	$P_D = ØR_N$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	12.83%	0.55%	12.83%	
Aplastamiento de la chapa (11)				
L_c [cm]	2.00	2.00	2.00	(11) $L_c = min(D_{B2}, S_V)$
d [cm]	0.64	0.635	0.635	$d = Ø_{NOMINAL}$
t [cm]	0.325	0.325	0.325	$t = e_{CHAPA}$
R_N [KN]	18.33	18.33	18.33	$R_N = mín\ (1{,}2.L_C.t.F_U\ ,\ 2{,}4.d.t.F_U)$
Ø		**0.75**		
R_D [KN]	13.745	13.745	13.745	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	5.514	4.670	5.615	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	40.1%	33.98%	40.85%	
Resistencia a la Rotura de Bloque de Corte (17)				
A_{GV} [cm^2]	1.3	0.65	0.65	(17) $Anv = [D_{B2} + S_V].e_{CHAPA}$
A_{GT} [cm^2]	0.65	0.65	0.65	$A_{GT} = D_{B1}\, t$
A_{NV} [cm^2]	1.03	0.65	1.03	$A_{NV} = A_{GV} - 2(S-0{,}5)Ø_{CÁLCULO}\, t$
A_{NT} [cm^2]	0.51	0.65	0.44	$A_{NT} = A_{GT} - Ø_{CÁLCULO}\, t$
F_u x A_{NT} [KN]	19.03	24.05	16.41	
$0{,}6F_u$ x A_{NV} [KN]	22.84	14.43	22.84	
Caso	Fu.Ant < Fu.Anv	Fu.Ant ≥ 0,6Fu.Anv	Fu.Ant < Fu.Anv	
R_N [KN]	38.11	33.22	38.11	Si $F_u A_{NT} \geq 0{,}6F_u A_{NV}$ →
Ø		0.75		→ $R_N = 0{,}6F_y A_{GV} + F_u A_{NT}$; Sino, $R_N = 0{,}6F_u A_{NV} + F_y A_{GT}$
R_D [KN]	24.200	21.092	24.200	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	22.054	9.340	22.458	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	91.13%	44.28%	92.80%	

Unión soldada chapas soporte a cumbrera

Las ***características geométricas y mecánicas*** de tanto de la soldadura como de los perfiles y chapas se muestran a continuación.

Tabla 224: Características geométricas y mecánicas cumbrera, chapas y soldadura.

Unión del	*Hall*	*SUM*	*Hall-SUM*
CARAC. GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS			
PERFIL - 2C CAJÓN			
Denominación	**C 220x100x30x3.2**	**C 220x100x30x3.2**	**C 220x100x30x3.2**
ht [mm]	220	220	220
bt [mm]	100	100	100
t [mm]	3.2	3.2	3.2
A_g [cm^2]	29.38	29.38	29.38
CHAPA(1)			
e_{CHAPA} [mm]	**3.25**	**3.25**	**3.25**
$L_{CHAPA\ REQ}$ [mm]	**136**	**66**	**126**
SOLDADURA - Electrodo E70XX (2)			
F_{EXX} [KN/cm^2]	49		
Características Geométricas Soldadura 1			
$t_{W\ MÍN}$ [mm]	3	3	3
$t_{W\ MÁX}$ [mm]	3.25	3.25	3.25
t_{W1} [mm]	3	3	3
a_1 [mm]	2.1	2.1	2.1
$L_{MÍN}$ [cm]	1.2	1.2	1.2
L_1 [cm]	13.0	6.0	12.0
$L_{W\ MÁX}$ [cm]	13	6	12
L_{W1} [cm]	13	6	12
A_{W1} [cm^2]	2.73	1.26	2.52
n_1 [un]	4.00	4.00	8.00
Características Geométricas Soldadura 2			
t_{W2} [mm]	3	3	3
a_2 [mm]	2.1	2.1	2.1
L_{W2} [cm]	10.0	6.0	4.0
A_{W2} [cm^2]	2.10	1.26	0.84
n_2 [un]	2.00	2.00	4.00

(1) $L_{CHAPA\ REQ} = L_{w1} + 2w$

(2) $t_{W\ MIN}$ ***extraído de Tabla J.2.4. CIRSOC 301***

Si $t < 6mm \rightarrow t_{W1\ MÁX} = t$ *; Sino (*$t \geq 6mm$*)* $\rightarrow$ $t_{W1\ MÁX} = t - 2mm$

$a = 0{,}707 t_W$

$L_{MÍN} = 4w$

Si $L_1 \leq 100b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = L_1$ *; Si* $100b < L_1 \leq 300b$ $\rightarrow$ $L_{W1\ MÁX} = mín(1{,}2 - 0{,}002 L_1 / w\ ,\ 1) L_1$ *; Sino (*$L_1 >$

$A_W = a L_W$

n = Número de cordones

$L_{W2} = 2 D_{B2} + S_V$

Las ***solicitaciones*** de corte que se transmiten a través de la misma son las reacciones mostradas anteriormente; se calculan las tensiones en la soldadura teniendo en cuenta que existe una excentricidad con el centro de la unión abulonada. Se obtienen las tensiones en la sección de la sección efectiva de soldadura más solicitada. Los valores se muestran a continuación.

Tabla 225: Solicitaciones en la soldadura.

SOLICITACIONES				
Perfil				
R_{UV} [KN]	22.05	9.34	22.458	
R_{UH} [KN]	0	0	0	
Soldadura (3)				
$X_{CG\,UNIÓN}$ [cm]	4.69	2.00	5.14	(3) $X_{CG\,UNIÓN} = A_{W1}\,L_{W1}/(2A_{W1}+A_{W2})$
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	10.31	6.00	7.86	$e_{X\,UNIÓN} = D_{B1} + L_{W1} - X_{CG\,UNIÓN}$
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	0.00	0.00	0.00	$e_{Y\,UNIÓN} = 0$
$\tau_{U\,NY}$ [KN/cm^2]	5.25	3.71	6.68	$\tau_{U\,NY} = Ruv\ /\ (n_2\,A_{W2})$
$\tau_{U\,NX}$ [KN/cm^2]	0.00	0.00	0.00	$\tau_{U\,NX} = Ruh\ /\ (n_1\,A_{W1})$
I_P [cm^4]	346.03	34.02	272.16	$I_P = 2\,A_{W1}.(L_{W2}/2)^2 + a_2\,L_{W1}^3/12 + 2\,L_{W1}^3\,a_1/12$
M [KNcm]	227.28	56.04	176.46	$M = R_{uv}\,e_{UUNIÓN}$
$\tau_{U\,MX}$ [KN/cm^2]	3.28	4.94	1.30	$\tau_{U\,MX} = M_U/I_P\,L_{W2}/2$
$\tau_{U\,MY}$ [KN/cm^2]	5.46	6.59	4.45	$\tau_{U\,MY} = M_U/I_P\,(L_{W1}-X_{CG\,UNIÓN})$
$\tau_{U\,X}$ [KN/cm^2]	3.28	4.94	1.30	$\tau_{U\,X} = \tau_{U\,NX} + \tau_{U\,MX}$
$\tau_{U\,Y}$ [KN/cm^2]	10.71	10.30	11.13	$\tau_{U\,Y} = \tau_{U\,NY} + \tau_{U\,MY}$
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	11.20	11.42	11.21	$\tau_{U\,W} = \sqrt{(\tau_{U\,Y}^2 + \tau_{U\,X}^2)}$
Metal base (4)				
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	7.92	8.07	7.92	(4) $\tau_{U\,BM} = 0{,}707\,\tau_{U\,W}$

Se realizan ***verificaciones*** de falla del material de aporte, material base de la chapa y del perfil.

Tabla 226: Verificaciones de unión soldada.

UNIÓN SOLDADA				
Material del electrodo (17)				
F_W [KN/cm^2]	29.40	29.40	29.40	(17) $F_W = 0{,}6F_{EXX}$
Ø	0.60			
τ_D [KN/cm^2]	17.64	17.64	17.64	$\tau_D = ØF_W$
$\tau_{U\,W}$ [KN/cm^2]	11.20	11.42	11.21	
Situación	td ≥ tu w - BC	td ≥ tu w - BC	td ≥ tu w - BC	
$\tau_{U\,W}/\tau_D$	63.5%	64.7%	63.5%	
Metal base (18)				
Carga Longitudinal				
t [cm]	***0.32***	***0.32***	***0.32***	$t = min\,(t_{PERFIL}\,,\,t_{CHAPA})$
L [cm]	***13.0***	***6.0***	***12.0***	
L/t [-]	***40.6***	***18.8***	***37.5***	
F_{BM} [KN/cm^2]	23.25	25.19	23.25	
Ø	0.50			$\tau_D = ØF_{BM}$
τ_D [KN/cm^2]	11.625	12.59375	11.625	
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	11.20	11.42	11.21	
Situación	td ≥ tu bm - BC	td ≥ tu bm - BC	td ≥ tu bm - BC	
$\tau_{U\,BM}/\tau_D$	96.33%	90.68%	96.39%	
Carga Transversal				
F_{BM} [KN/cm^2]	31.00	31.00	31.00	
Ø	0.55			
τ_D [KN/cm^2]	17.05	17.05	17.05	
$\tau_{U\,BM}$ [KN/cm^2]	11.20	11.42	11.21	
Situación	td ≥ tu bm - BC	td ≥ tu bm - BC	td ≥ tu bm - BC	
$\tau_{U\,BM}/\tau_D$	65.68%	66.98%	65.72%	

3.2.5.2.3. Unión de cabios y elementos de hormigón armado

En la Figura se presenta el esquema de una unión entre un perfil C (cabio) y un elemento lineal de hormigón armado. Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A325 y soldadura de electrodo E70XX.

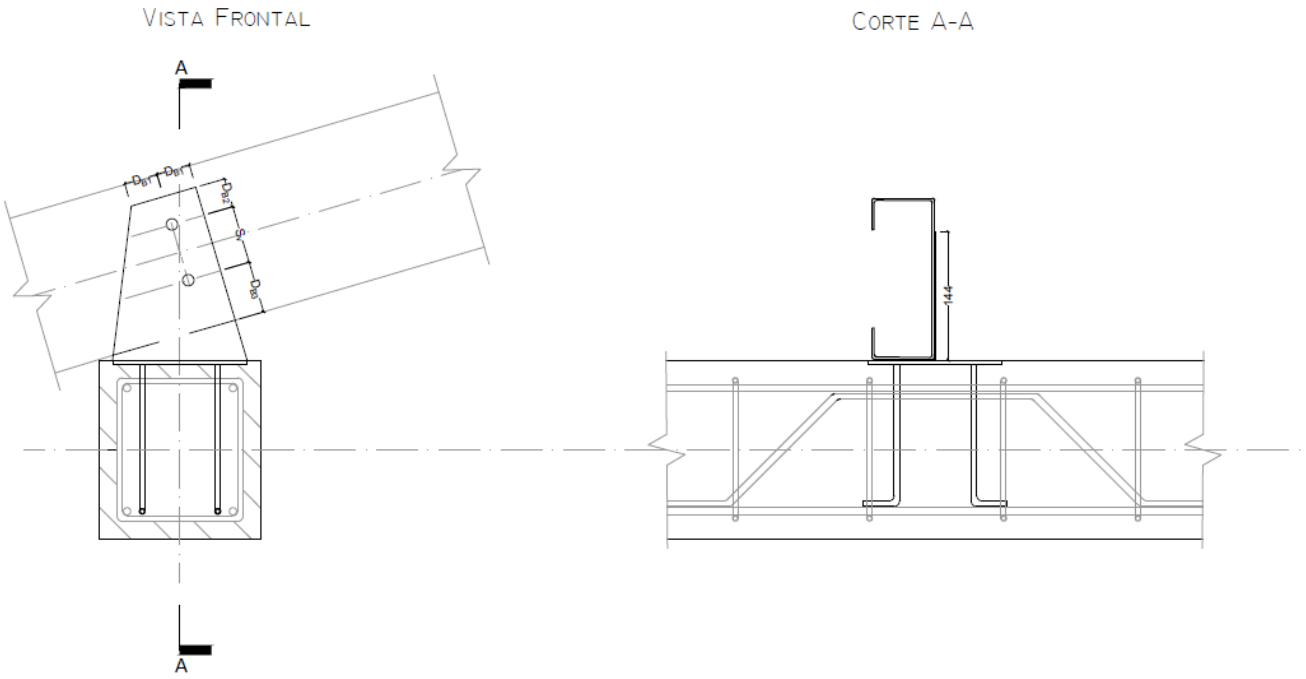


Figura 92: Esquema de unión cabio-encadenados.

El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos de la unión abulonada

Las chapas y bulones presentan las siguientes características geométricas coincidentes con las demarcadas en los esquemas anteriores.

Tabla 227: Características geométricas y mecánicas de los elementos de unión.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*
PERFIL			
Denominación	**C 180x70x25x2**	**C 180x70x25x3.2**	**C 220x100x30x3.2**
ht [mm]	180	180	220
bt [mm]	70	70	100
t [mm]	2.00	3.20	3.20
A_g [cm^2]	7.14	11.17	14.69
SOPORTE (1)			
e_{CHAPA} [mm]	**1.59**	**2**	**3.25**
BULONES - Calidad A307 (2)			
F_t [KN/cm^2]	**26**		
F_v [KN/cm^2]	**14**		
Cantidad n	2	2	2
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	12.7	12.7	15.9
A_B [cm^2]	1.27	1.27	1.99
Tipo Agujero	Normal	Normal	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	14.7	14.7	17.9
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	14.7	14.7	17.9
$S_{MÍN}$ [cm]	3.81	3.81	4.77
S_H [cm]	0.00	0.00	0.00
S_V [cm]	3.81	3.81	4.77
	4.00	4.00	5.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	1.91	1.91	2.39
D_{B1} [cm]	2.00	2.50	2.50
D_{B2} [cm]	2.50	2.00	2.50
D_{B3} [cm]	7.00	7.00	8.50

(2) Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)

n = {1,2} , Cantidad de bulones por perfil

$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^2/4$

$Ø_{MÁXAGUJERO}$ Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303

$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$
S_H = Separación Horizontal

S_V = Separación Vertical
$D_{B\ MÍN}$ *Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303*
$D_{B\ MÍN}$ *= 1,5 $Ø_{NOMINAL}$*
D_{B3} *= Se calcula*
D_{B3} *= ht/2 - Sv/2 (Centradoc/respecto al eje del cabio)*

Solicitaciones en la unión

Se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán las reacciones en el apoyo y las solicitaciones de tracción en el perfil en la sección de la unión. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen reacción máxima vertical positiva y negativa, horizontal máximo y tracción máxima.

Tabla 228: Reacciones y esfuerzos en la unión.

Reacciones y esfuerzos en la unión		
Perfil	***Cabios S1***	
T_{Umax}	***-2.467***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\ (presión)}$	15.91	-1.336
$R_{UVmin\ (succión)}$	-12.213	4.623
R_{UHmax}	-12.213	4.623
Perfil	***Cabios S2***	
T_{Umax}	***-22.401***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\ (presión)}$	18.13	-12.189
$R_{UVmin\ (succión)}$	-10.07	2.375
R_{UHmax}	15.139	-19.734
Perfil	***Cabios S3***	
T_{Umax}	***-28.306***	
Situación/Reacción	**R_{UV} [KN]**	**R_{UH} [KN]**
$R_{UVmax\ (presión)}$	26.168	-29.12
$R_{UVmin\ (succión)}$	-22.642	21.925
R_{UHmax}	20.888	-29.230

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulos y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema anterior. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 229: Esfuerzos de tracción y corte en los bulones y agujeros.

Unión del	Cabios S1			Cabios S2			Cabios S3	
Bulón (CORTE) (3)								
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00			0.00			0.00	
I_P [cm^2]	32.000			32.000			50.000	
Situación	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmax(presión)}$	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}	$R_{UVmin(succión)}$	R_{UHmax}
M [KNcm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$R_{U\ VERTICAL}$ [KN]	7.955	-6.107	-6.107	9.065	-5.035	7.570	-11.321	10.444
$R_{U\ HORIZONTAL}$ [KN]	-0.668	2.312	2.312	-6.095	1.188	-9.867	10.963	-14.615
R_U [KN]	7.983	6.529	6.529	10.923	5.173	12.436	15.759	17.963

(3) $e_{UNIÓN} = 0$ -> **CABIOS (Siempre los agujeros se ejecutan centrados con el eje del perfil)**

Cuando $n=1 \rightarrow I_P = 0$; Cuando $n=2 \rightarrow I_P = S_V^2/2$

$M = R_{UX}\ e_{unión} = 0$

$R_{U\ VERTICAL} = R_{YU}/n$

$R_{U\ HORIZONTAL} = R_{UX}/n + M/I_P\ S_V/2$

$R_U = \sqrt{(R_{U\ LONG}^2 + R_{U\ TRANS}^2)}$

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del *Reglamento CIRSOC 303:*

- Resistencia a la tracción del perfil
- Rotura por corte y tracción en los bulones
- Aplastamiento del perfil y de la chapa
- Resistencia al corte de los bordes de los agujeros

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 230: Verificación a tracción del perfil.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
SECCIÓN				
Área bruta y neta *(5)*				
A_g [cm^2]	7.14	11.17	14.69	(5) $A_g = A_{g\ PERFIL}$
A_n [cm^2]	6.55	10.23	13.54	$A_n = A_g - n\,Ø_{CÁLCULO}\,t$
Resistencia de diseño				
Fluencia *(6)*				
T_N [KN]	153.51	315.835	315.835	(6) $T_N = F_y A_g$
$Ø_F$	0.90			
T_D [KN]	138.16	284.2515	284.2515	$T_D = Ø_F T_N$
T_U [KN]	2.467	22.401	28.306	
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	1.79%	7.88%	9.96%	
Rotura en la Sección Neta *(7)*				
Chapas planas con uniones no dispuestas en tresbolillo (sin arandelas)				
s [mm]	*1*	*1.6*	*1.6*	(7) $s = t/n$
f_t [KN/cm]	31.0	31.0	31.0	$F_t = (2{,}5\,d/s)\,F_U <= F_U$
T_N [KN]	203.112	317.105	419.876	$T_N = F_u A_e$
$Ø_R$	0.65			
T_D [KN]	132.023	206.118	272.920	$T_D = Ø_R T_N$
T_U [KN]	2.47	22.401	28.306	
Situación	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	Td ≥ Tu - BC	
T_U/T_D	1.87%	10.87%	10.37%	

Tabla 231: Verificación a rotura por corte del bulón y aplastamiento del perfil y la chapa.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*
UNIÓN			
Rotura por corte en el bulón [8]			
lanos de corte p	1	1	1
P_N [KN]	17.73	17.73	27.80
Ø	0.75		
P_D [KN]	13.30	13.30	20.85
R_U [KN]	7.98	12.44	19.58
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/P_D	60.02%	93.50%	93.89%
Aplastamiento del perfil [10]			
m_f [-]	0.6	0.6	0.6
d [cm]	1.27	1.27	1.59
t [cm]	0.2	0.32	0.32
d/t	6.350	3.969	4.969
C [-]	3	3	3
R_N [KN]	14.17	22.68	28.39
Ø	0.75		
R_D [KN]	10.63	17.01	21.29
R_U [KN]	7.98	12.436	19.575
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	75.1%	73.12%	91.93%
Aplastamiento de la chapa [11]			
m_f [-]	0.6	0.6	0.6
d [cm]	1.27	1.27	1.59
t [cm]	0.159	0.2	0.325
d/t	7.987	7.987	10.000
C [-]	3	3	3
R_N [KN]	13.449	16.916	34.416
Ø	0.75		
R_D [KN]	10.086	12.687	25.812
R_U [KN]	7.98	12.436	19.575
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	79.1%	98.02%	75.84%

(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$

$P_D = ØR_N$

(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f ***extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303***

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{PERFIL}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f C d t F_U$

$R_D = ØR_N$

(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida

m_f ***extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303***

$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$

$t = t_{SOPORTE}$

C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303

$R_N = m_f C d t F_U$

$R_D = ØR_N$

Tabla 232: Verificación al corte en agujeros.

Unión del	*Cabios S1*	*Cabios S2*	*Cabios S3*	
UNIÓN				
Resistencia a Corte de los bordes de agujeros				
PERFIL				
Corte en dirección vertical (12)				
e [cm]	4.00	4.00	5.00	(12) $e = min(S_V, D_{B3})$
P_N [KN]	24.80	39.68	49.60	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65			$P_D = ØP_N$
P_D [KN]	16.12	25.79	32.24	$t = min(t_{PERFIL}, t_{SOPORTE})$
R_{UV} [KN]	7.96	9.07	13.08	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	49.3%	35.1%	40.6%	
SOPORTE				
Corte en dirección axial (14)				
e [cm]	2.00	2.50	2.50	(14) $e = D_{B1}$
P_N [KN]	11.77	18.50	30.06	$P_N = e.t.F_{UCHAPA}$
Ø	0.65			$t = t_{SOPORTE}$
F_u / F_{sy}	1.574	1.574	1.574	
P_D [KN]	7.65	12.03	19.54	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	2.31	9.87	14.62	$R_{UH} = N_U$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	30.2%	82.1%	74.8%	
Corte en dirección vertical (15)				
e [cm]	2.50	2.00	2.50	(15) $e = min(D_{B2}, S_V)$
P_N [KN]	14.71	14.80	30.06	$P_N = e.t.F_{UCHAPA}$
P_D [KN]	9.56	9.62	19.54	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	7.96	9.07	13.08	$t = t_{PERFIL}$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	83.2%	94.2%	67.0%	

3.2.5.2.4. Unión de cabios con viga del Hall

En la siguiente Figura se presenta el esquema de una unión dos perfiles C (cabio y viga de galería). Los elementos que conforman la unión son chapas lisas de acero F-24, Bulones A307 y soldadura de electrodo E60XX.

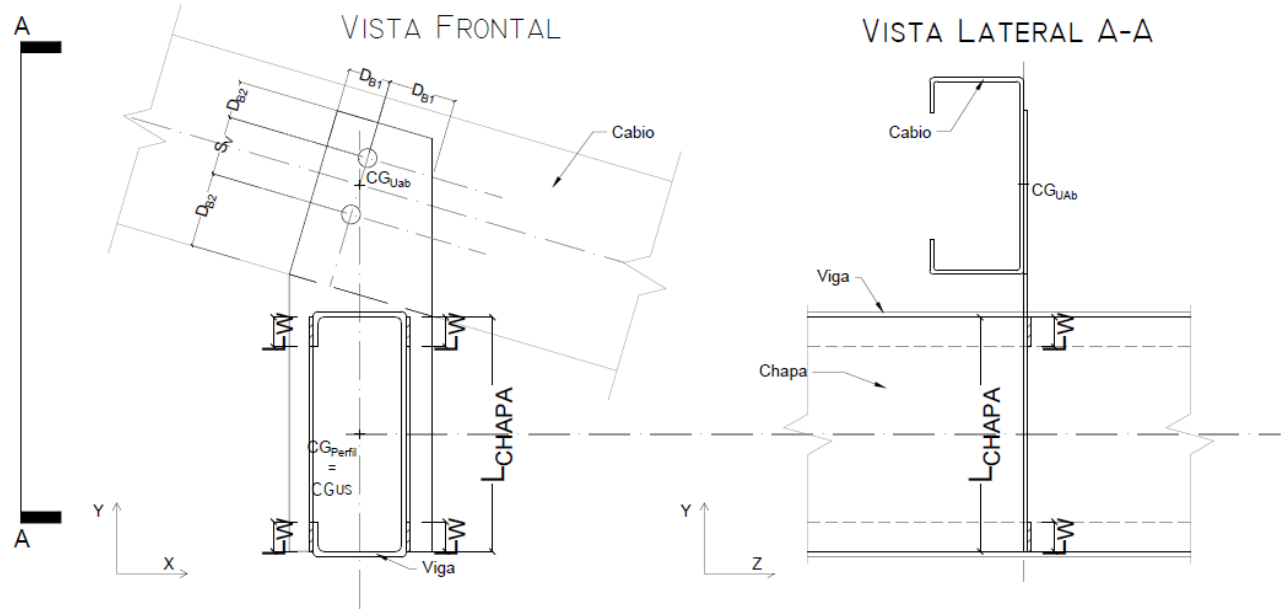


Figura 93: Esquema de unión entre cabio y viga de galería.

El dimensionamiento se realiza según los reglamentos anteriormente mencionados, se omite la descripción detallada de las ecuaciones que provienen de los mismos, sin embargo, se explicitan como anotaciones en las tablas subsiguientes.

Características geométricas y mecánicas de los elementos

Las características geométricas de los perfiles involucrados en la unión son las mostradas en la *Tabla 233.*

Tabla 233: Características geométricas de la viga en el hall del edificio centro.

Unión de	*Viga Hall*
PERFIL	
Denominación	**C 220x80x30x4.75**
ht [mm]	220
bt [mm]	80
t [mm]	4.75
A_g [cm^2]	19.42

Tabla 234: Características geométricas y mecánicas de chapas y bulones.

Unión de	*Viga Hall*
SOPORTE (1)	
e_{CHAPA} [mm]	**3.25**
$L_{CHAPAREQ}$ [mm]	19
L_{CHAPA} [mm]	**20**
B_{REQ} [mm]	60
B_{CHAPA} [mm]	20
BULONES - Calidad A307 (2)	
F_t [KN/cm^2]	**26**
F_v [KN/cm^2]	**14**
Cantidad n	2
$Ø_{NOMINAL}$ [mm]	15.9
A_B [cm^2]	1.99
Tipo Agujero	Normal
$Ø_{MÁX\ AGUJERO}$ [mm]	17.9
$Ø_{AGUJEROCÁLCULO}$ [mm]	17.9
$S_{MÍN}$ [cm]	4.77
S_H [cm]	0.00
S_V [cm]	4.77
	5.00
$D_{B\ MÍN}$ [cm]	2.39
D_{B1} [cm]	3.00
D_{B2} [cm]	3.00
D_{B3} [cm]	11.00

(1) $L_{CHAPAREQ} = D_{B2} + S_V + D_{B3}$

$B_{VERTICALREQ} = 2\,D_{B1}$

(2) *Se permite la rosca en los planos de corte ((b)- Tabla E.3-4 CIRSOC 303)*

n = {1,2,4(cumbrera)}, Cantidad de bulones por perfil

$A_B = \pi Ø_{NOMINAL}^{\ 2}/4$

$Ø_{MÁXAGUJERO}$ ***Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303***

$S_{MÍN} = 3Ø_{NOMINAL}$

$S_{HS3} = S_{HS2}$

$D_{B\ MÍN}$ *función del diámetro Según Tabla E-3.1 CIRSOC 303*

$D_{B\ MÍN} = 1{,}5\,Ø_{NOMINAL}$

$D_{B3} = h_t/2$

Solicitaciones en la unión

Se obtienen del modelo de elementos finitos los esfuerzos a transmitir en la sección unida a los perfiles; estos serán esfuerzos axiales y corte. Para dimensionar, se analizan los estados que signifiquen tracción máxima, corte máximo y compresión máxima, y se extraen los esfuerzos axiales y de corte máximos concomitantes.

Los esfuerzos que se transmiten a través de la soldadura a la cumbrera se determinan las reacciones en el apoyo del modelo

Tabla 235: Solicitaciones en el perfil en la sección unida.

Reacciones y esfuerzos en la unión				
Situación/Esfuerzo	N_U [KN]	V_{UY} [KN]	R_{UY} [KN]	R_{UX} [KN]
T_{Umax}	-20.756	0	-6.92	0
V_{uymax}	16.092	9.012	-3.13	-18.176
C_{Umax}	33.811	0	11.27	-31.876
V_{uymax} (+)	16.092	9.012	-3.131	-18.176

.

Solicitaciones en la unión abulonada

A partir de los esfuerzos en los cabios se calculan las solicitaciones de tracción y corte en los bulones y sobre la chapa en los agujeros, teniendo en cuenta la distribución espacial de los mismos y las excentricidades de la unión con respecto al eje de los perfiles, se obtienen reacciones verticales y horizontales en los bulones y agujeros tomando como referencia los ejes locales de los cabios, como se ve en el esquema anterior. El cálculo de las mismas se detalla en las tablas siguientes.

Tabla 236: Esfuerzos de corte y tracción en bulones y agujeros.

Unión del	*Viga Hall*				
Bulón (CORTE) [4]					
$e_{UNIÓN}$ [cm]	0.00				(4) $e_{UNIÓN} = 0$ (Agujeros centrados con el eje del perfil)
I_P [cm^2]	50.00				Cuando $n=1 \rightarrow I_P = 0$; Cuando $n=2 \rightarrow I_P = S_V^2/2$
Cálculo Corte / Situación	T_{Umax}	V_{umax}	C_{Umax}	V_{umax+}	
M [KNcm]	0.00	0.00	0.00	0.00	$M = N_U\ e_{unión}$ -> CABIOS
$R_{U\ TRANSVERSAL}$ [KN]	0.00	4.51	0.00	4.51	$R_{U\ VERTICAL} = V_U/n$ -> CABIOS
$R_{U\ AXIAL}$ [KN]	-10.38	8.05	16.91	8.05	$R_{U\ HORIZONTAL} = N_U/n + M/I_P\ S_V/2$ -> CABIOS
R_U [KN]	10.38	9.22	16.91	9.22	$R_U = \sqrt{(R_{U\ LONG}^2 + R_{U\ TRANS}^2)}$
Bulón (TRACCIÓN) [4]					
T_{UB} [KN]	0.00	0.00	0.00	0.00	$T_U = 0$

Verificación de la unión abulonada

Se verifica siguiendo los lineamientos del Reglamento *CIRSOC 303*:

- Rotura por corte en los bulones
- Aplastamiento del perfil y de la chapa
- Resistencia al corte de los bordes de los agujeros

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos realizados:

Tabla 237: Verificaciones de rotura por corte en el bulón y aplastamiento.

Unión del	*Viga Hall*	
UNIÓN		
Rotura por corte en el bulón (8)		
Planos de corte p_C	1	(8) $P_N = p_C F_{ev} A_B$
P_N [KN]	27.80	
Ø	**0.75**	$P_D = ØR_N$
P_D [KN]	**20.85**	
R_U [KN]	**16.91**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/P_D	81.09%	
Aplastamiento del perfil (10)		(10) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida
m_f [-]	0.6	m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303
d [cm]	1.59	$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$
t [cm]	0.48	$t = t_{PERFIL}$
d/t	3.35	
C [-]	3	C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 303
R_N [KN]	42.14	$R_N = m_f C d t F_U$
Ø	**0.75**	
R_D [KN]	**31.61**	
R_U [KN]	**16.91**	$R_D = ØR_N$
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	53.5%	
Aplastamiento de la chapa (11)		(11) Resistencia al aplastamiento con deformación permitida
m_f [-]	0.6	m_f extraído de Tabla E.3-3 CIRSOC 303
d [cm]	1.59	$d = Ø_{NOMINALBULÓN}$
t [cm]	0.325	$t = t_{SOPORTE}$
d/t	4.89	
C [-]	3	C extraído de Tabla E.3-2 CIRSOC 304
R_N [KN]	34.416	$R_N = m_f C d t F_U$
Ø	**0.75**	
R_D [KN]	**25.81**	$R_D = ØR_N$
R_U [KN]	**16.91**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	65.5%	

Tabla 238: Resistencia al corte en los agujeros.

Unión del	*Viga Hall*	
UNIÓN		
Resistencia a Corte de los bordes de agujeros		
CHAPA		
Corte en dirección horizontal (12)		
e [cm]	2.50	*(12)* $e = min(D_{B1}, S_H/2)$
P_N [KN]	30.06	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65	$t = t_{CHAPA}$
F_u / F_{sy}	1.574	
P_D [KN]	19.54	$P_D = ØP_N$
R_{UH} [KN]	16.91	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	86.5%	
Corte en dirección vertical (13)		
e [cm]	3.00	*(13)* $e = min(D_{B2}, S_V)$
P_N [KN]	36.08	$P_N = e.t.F_U$
Ø	0.65	
F_u / F_{sy}	1.574	$t = min(t_{PERFIL}, t_{SOPORTE})$
P_D [KN]	**23.45**	$P_D = ØP_N$
R_{UV} [KN]	**0.00**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	0.0%	
PERFIL		
Corte en dirección vertical (14)		
e [cm]	11.00	*(14)* $e = D_{B3}$
P_N [KN]	110.83	$P_N = e.t.F_{U\ PERFIL}$
Ø	0.65	$P_D = ØP_N$
F_u / F_{sy}	1.574	$t = min(t_{PERFIL}, t_{SOPORTE})$
P_D [KN]	**72.04**	
R_{UV} [KN]	**4.51**	
Situación	Rd ≥ Ru - BC	
R_U/R_D	6.3%	

Verificación de la unión soldada entre chapas de soporte y viga de galería

Las chapas sobre las que se abulonan los cabios se vinculan a la viga en la galería mediante soldadura de filete como se indica en el esquema. Las características geométricas y mecánicas de los elementos involucrados en la soldadura se especifican en la tabla subsiguiente.

Tabla 239: Características geométrica y mecánicas de los elementos de la unión.

CARAC. GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS	
PERFIL: Viga Hall	
Denominación	**C 220x80x30x4.75**
ht [mm]	**220**
bt [mm]	**80**
t [mm]	**4.75**
A_g [cm^2]	**19.42**
X_c [cm]	**5.97**
X_g [cm]	**2.53**
CHAPA(1)	
e_{CHAPA} [mm]	**3.25**
$L_{CHAPA\ REQ}$ [mm]	**66**
B_{CHAPA} [mm]	**20**
SOLDADURA - Electrodo E70XX (2)	
F_{EXX} [KN/cm^2]	49
Características Geométricas Soldadura	
$t_{W\ MÍN}$ [mm]	3
$t_{W\ MÁX}$ [mm]	3.25
t_W [mm]	3
a [mm]	2.1
$L_{MÍN}$ [cm]	4
L [cm]	6
$L_{W\ MÁX}$ [cm]	6
L_W [cm]	6
A_W [cm^2]	1.26
n [un]	4.00

(1) ***Chapa paralela a Viga***

$L_{CHAPA\ REQ} = L_w + 2w$

B_{CHAPA} =

(2) $t_{W\ MIN}$ ***extraído de Tabla J.2.4. CIRSOC 301***

Si $t < 6mm \rightarrow t_{W1\ MÁX} = t$ *; Sino (*$t \geq 6mm$*)* $\rightarrow t_{W1\ MÁX} = t - 2mm$

$a = 0{,}707 t_W$

$L_{MÍN} = 2bt$ ***(Filetes lonfitudinales separados y traccionados)***

$L_{MÍN} = 4w$

Si $L_1 \leq 100b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = L_1$ *; Si* $100b < L_1 \leq 300b \rightarrow L_{W1\ MÁX} = mín(1{,}2 - 0{,}002 L_1/b\ ,\ 1) L_1$ *; Sino (*$L_1 > 300b$*)* $\rightarrow L_{W1}$

$A_W = aL_W$

n = Número de cordones

Las ***solicitaciones*** a transmitir a través de la soldadura son las reacciones en el apoyo que genera la viga sobre el cabio y se obtienen del modelo de elementos finitos. Sobre la soldadura se obtienen las fuerzas totales actuantes teniendo en cuenta la excentricidad entre la unión abulonada.

Tabla 240: Solicitaciones en la unión soldada.

SOLICITACIONES	
Perfil	
R_{uy} [kN]	11.274
R_{ux} [kN]	31.876
Soldadura (3)	
$e_{X\,UNIÓN}$ [cm]	0.00
$e_{Y\,UNIÓN}$ [cm]	22.67
M [KNcm]	722.56
$P_{U\,MX}$ [KN]	90.32
$P_{U\,MY}$ [KN]	0.00
$P_{U\,X}$ [KN]	122.20
$P_{U\,Y}$ [KN]	11.27

(3) $e_{X\,UNIÓN} = 0$ ***(Unión Soldada centrada con eje de unión)***

$e_{Y\,UNIÓN} = h_{t\,viga}/2 + h_{t\,cab}/(2\cos\theta)$

$M = R_{uy}\, e_{X\,UNIÓN} + R_{ux}\, e_{Y\,UNIÓN}$

$P_{UYM} = M/b_t$

$P_{U\,MY} = 0$

$P_{U\,X} = P_{U\,NX} + P_{U\,MX}$

$P_{U\,Y} = P_{U\,NY} + P_{U\,MY}$

Se verifica la ***resistencia*** de la soldadura según las indicaciones del Reglamento CIRSOC 303.

Tabla 241: Verificaciones de resistencia de la unión soldada cabio-viga de galería.

Verficaciones de unión soldada chapa-perfil	
Carga Longitudinal	
L_{FILETE} [cm]	6
$n_{FILETES}$ [un]	4
L_{TOTAL} [cm]	24
t [cm]	0.325
L/t [-]	73.85
P_N [KN]	181.4
Ø	0.50
P_{DMAX} [KN]	N/A
P_D [KN]	90.68
P_{UY} [KN]	11.27
Situación	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	12.4%
Carga Transversal	
P_N [KN]	241.80
Ø	0.55
P_D [KN]	132.99
P_{UX} [KN]	122.20
Situación	Rd ≥ Ru - BC
R_U/R_D	91.9%

L_{TOTAL} =-> *Longitud total de la soldadura de filete*

$n_{FILETES}$ -> *Número de filetes de soldadura*

$L_{FILETE} = L_{TOTAL} . n_{FILETES}$

$t = min\ (t_{PERFIL}\ ,\ t_{PERFIL})$

$P_N = t.L.F_{UPERFIL}$

$P_{DMAX} = 0,60.0,60.tw.L.FEXX$

$P_D = ØP_N$

$P_N = t.L.F_{UPERFIL}$

$P_D = ØP_N$

$P_D = V_{UX}$

3.2.5.3. Anclaje de uniones metálicas a elemento de hormigón armado

Para lograr la correcta transmisión de cargas desde la cubierta hacia los elementos de hormigón armado se deben anclas estas uniones metálicas a los mismos. Esto se materializa mediante placas embebidas en el hormigón con pelos de ADN420S soldados inmersos en la viga. Se interpone para cocer las fisuras por tracción una barra ADN 420 con doblado tipo caballete invertido. Para garantizar su eficacia se debe calcular la ***longitud de anclaje*** necesaria.

Para el cálculo de la longitud de anclaje de las armaduras que se encuentran a tracción, se utilizó el Reglamento *CIRSOC 201, articulo 12.2: "Anclaje de las barras y alambres conformados solicitados a tracción"*.

Para la misma, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{ld = \left(\frac{9}{10} x \frac{fy}{\sqrt{f'c}} x \frac{\omega_t x \omega_e x \omega_s x \Delta}{\left(\frac{cb + Ktr}{db} \right)} \right) x\, db}$$

En donde:

- ld: $longitud\ de\ anclaje$
- fy: $tensión\ de\ fluencia\ de\ la\ armadura\ longitudinal$
- $f'c$: $resistencia\ a\ compresión\ del\ hormigón$
- ω_t: $factor\ de\ ubicación\ de\ la\ armadura\ (en\ este\ caso, igual\ a\ 1)$
- ω_e: $factor\ por\ revestimiento\ (en\ este\ caso, igual\ a\ 1)$
- ω_s: $factor\ por\ diámetro\ de\ la\ armadura\ (en\ este\ caso, igual\ a\ 0.8)$
- Δ: $factor\ por\ densidad\ del\ hormigón\ (en\ este\ caso, igual\ a\ 1)$
- cb: $distancia\ del\ eje\ de\ la\ barra\ al\ filo\ de\ hormigón$
- Ktr: $factor\ que\ depende\ de\ la\ armadura\ transversal, se\ toma\ igual\ a\ 0$
- db: $diametro\ de\ la\ barra$

En la *Tabla 242* se resumen los valores de cada uno de los parámetros que nos permiten encontrar la longitud de anclaje para la armadura y el valor buscado de la misma:

Tabla 242: Cálculo de la longitud de anclaje

LONGITUD DE ANCLAJE		
fy	420.00	Mpa
f´c	25.00	Mpa
ωt	1.00	
ωe	1.00	
ωs	0.80	
Δ	1.00	
cb	3.00	cm
Ktr	-	
db	1.00	cm
Ld	**24.19**	**cm**

Como se puede observar, la longitud de anclaje requerida es de 24,19 centímetros. Sin embargo, el reglamento establece que esta longitud nunca puede ser menor a 30 centímetros, por lo tanto, se adopta como longitud de anclaje para la armadura a tracción **30 centímetros.** Se puede observar el detalle en el **PLANO B-17** del *"ANEXO 02: PLANOS"*.

3.2.6. Fundaciones superficiales

Las fundaciones de las 4 viviendas van a ser idénticas y del tipo zapata corrida. Por su parte, el edificio centro va a tener la misma tipología de cimiento corrido.

Para el dimensionamiento de las mismas, se realizó un análisis de cargas de como viajan estas desde la cubierta, pasando por la mampostería hasta llegar al suelo mediante las fundaciones, donde se debe verificar que no se supere la tensión admisible que este posee. Para comprender mejor la resistencia del suelo, se recomienda leer el "ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS" que contiene el estudio de suelos del terreno realizado por el Ingeniero Fernando Guardianelli.

El análisis de cargas para la fundación se realizó con las combinaciones de cargas en servicio, es decir, sin afectarlas por un coeficiente de mayoración. Se tomaron las siguientes combinaciones:

- ES1=W(+)
- ES2=W(-)
- ES3=Lr
- ES4=T
- ES5=0.7(Lr+W(+))
- ES6=0.7(W(+)+T)
- ES7=0.7(Lr+T)
- ES8=D+W(+)
- ES9=D+W(-)
- ES10=D+Lr
- ES11=D+T
- ES12=D+0.7(Lr+W(+))
- ES13=D+0.7(W(+))
- ES14=D+0.7(Lr+T)

En dónde;

- W: es la acción del viento sobre la estructura y el signo positivo indica presión y el signo negativo succión
- D: es la caga permanente de la estructura, en este caso, su peso propio
- Lr: es la sobrecarga reglamentaria
- T: es la acción de la temperatura sobre la estructura

3.2.6.1. Viviendas

Se identifican 3 zonas de las viviendas, las mismas van a tener las mismas fundaciones, pero el análisis va a ser distinto desde el punto de vista estructural debido a las vinculaciones entre la mampostería y la cubierta por cuestiones de diseño.

La zona 1 (zona de habitaciones) presenta los apoyos de la cubierta sobre mampostería portante, con una longitud de 5.85 m la zona 2 (zona de comedor) presenta la misma tipología y longitud que la zona ya mencionada solo que uno de los apoyos se da sobre la viga cumbrera y la zona 3 (zona de galería) posee tres vinculaciones, una sobre la viga cumbrera, una sobre la mampostería portante y la restante sobre las columnas de la galería, con una longitud de 7.97 m. Para un mejor entendimiento se puede observar el *"PLANO B01"*

Análisis de zona 1

Cargas de cubierta

El analisis de esta zona, se puede ver en el dimensionamiento de la cubierta. Se obtuvo entonces, mediante la herramienta **STAAD PRO** los siguientes valores de carga:

- B = 3.66 kN
- C = 4.15 kN

Si bien los cabios apoyan cada 1.30 m sobre la mampostería, para el cálculo de la fundación se consideró como una carga repartida linealmente sobre toda su extensión.
Se toma el valor más grande de las reacciones ya que es el condicionante para el dimensionamiento de la fundación:

- C = 4.15 kN/m

Mampostería

La mampostería portante recibe las cargas calculadas anteriormente de la estructura de cubierta y las va a transmitir, junto con su peso propio, a la fundación.

Se obtiene del "*Reglamento CIRSOC 101: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras*" la densidad del ladrillo hueco portante, material del cual está compuesta la mampostería:

- $\gamma = 9\ kn/m3$

A partir del espesor y la altura, se obtiene la carga por metro lineal que realiza la mampostería sobre la fundación. Esto se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 243: Carga de la mampostería

Mamposteria		
Ladrillo	9,00	kN/m3
Espesor	0,36	m
Altura	3,00	m
Área	1,08	m2
Peso propio	**9,72**	**kN/m**

Dimensionamiento de la fundación

El proceso consistió en realizar un predimensionamiento de la fundación y verificar que no se supere la tensión admisible del suelo en la profundidad en que se va a ejecutar. Este es un proceso iterativo, en donde se van ajustando las dimensiones hasta llegar al resultado satisfactorio de verificación.

Se determinó que la fundación se va a ejecutar a una profundidad de 1 metro para que la excavación a realizar sea la mínima. La resistencia del suelo a esa profundidad es de 0.60kg/m2, esto se puede observar en la siguiente figura extraída del "ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS":

Tabla 244- Tensión admisible del suelo según profundidad

Profundidad Respecto a Boca de Pozo [m]	Cota Respecto al Nivel de Referencia [m]	Tensión Admisible Base Aislada [Kg/cm^2]	Tensión Admisible Zapata Continua [Kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Unitario [Kg/cm^3]
1,00	-1,00	0,70	0,60	0,90
2,00	-2,00	2,50	1,90	7,00
3,00	-3,00	2,50	1,90	7,00
4,00	-4,00	2,40	1,80	6,60
5,00	-5,00	3,80	2,90	9,60
6,00	-6,00	4,00	3,00	10,00

Entre la fundación y la mampostería se optó por efectuar un encadenado de hormigón armado. Tanto el encadenado como la fundación van a ser parte de las cargas que el terreno va a tener que resistir debido al peso propio que poseen, por ello se obtiene haciendo un predimensionamiento de los mismos:

Tabla 245 - Peso propio encadenado y fundación

Fundaciones		
σ adm	0,6	kg/cm2
Encadenado		
Ancho	0,36	m
Largo	1,00	m
Alto	0,30	m
Cimiento		
Ancho	0,60	m
Largo	1,00	m
Alto	0,50	m
Densidad H°	25,00	kn/m3
Peso propio	**10,20**	**kn/m**

De esta forma se tiene que la carga total que debe resistir el suelo está dada por:

Tabla 246- Cargas totales a resistir por el suelo

Carga total		
Cubierta	4,15	kn/m
Mampostería	9,72	kn/m
Hormigón	10,20	kn/m
Carga total	**24,07**	**kn/m**

A partir del predimensionamiento de la base estipulado anteriormente, se determinó la resistencia que va a tener el suelo multiplicando la tensión admisible del suelo a 1 metro de profundidad por el ancho de la base:

- $\sigma\ adm = 0.60 \frac{kg}{cm2}\ x\ 10000 \frac{cm2}{m2} : 100 \frac{kn}{kg} = 60\ kn/m2$
- Dimensión de la base: 0.60 m

Tabla 247- Resistencia del suelo

Resistencia del suelo		
σ adm	60,00	kn/m2
Base fundación	0,60	m
Resistencia	**36,00**	**kn/m**

Finalmente se compararon ambos valores, donde se puede observar que no se supera la resistencia del suelo y por lo tanto el predimensionamiento es óptimo:

Tabla 248- Verificación de resistencia

Verificación		
Resistencia suelo	36,00	kN/m
Carga total	28,71	kN/m
σ trabajo < σ suelo		

Análisis de zona 2

El análisis realizado para la zona 1 es válido para esta zona, la única diferencia radica en la vinculación de la cubierta ya mencionada.

Cargas de cubierta

El analisis de esta zona, se puede ver en el dimensionamiento de la cubierta. Se obtuvo entonces, mediante la herramienta STAAD PRO los siguientes valores de carga:

- B = 4.34 kN
- C = 3.39 kN

Se toma el valor más grande de las reacciones ya que es el condicionante para el dimensionamiento de la fundación, además la viga cumbrera va a transportar la carga hacia otros elementos estructurales cuyo cálculo será realizado posteriormente.

Se tomó la misma consideración de tomar la carga de los cabios sobre la mampostería como una carga lineal sobre la fundación:

- C = 4.34 kN/m

Mampostería

La carga de mampostería sobre la fundación no se va a modificar respecto de lo ya analizado para la zona anterior.

Dimensionamiento de la fundación

Se verifica en este caso que las dimensiones propuestas de la fundación y el encadenado sobre el cual apoya la mampostería para zona 1, cumplan con los requerimientos de resistencia para la zona 2. Esto se realiza respetando la profundidad de la misma de 1 metro, donde como ya se mencionó se tiene una resistencia de 0.60 kg/m2. Las cargas que se tienen en esta zona sobre la fundación son entonces:

Tabla 249 - Cargas totales a resistir por el suelo

Carga total		
Cubierta	4,34	kn/m
Mampostería	9,72	kn/m
Hormigón	10,20	kn/m
Carga total	**24,26**	**kn/m**

La resistencia del suelo no se va a modificar respecto de la zona 1 ya que la profundidad a la cual se realiza la fundación es la misma.
De esta forma tenemos que:

Tabla 250- Verificación de resistencia

Verificación		
Resistencia suelo	36,00	kN/m
Carga total	29,68	kN/m
σ trabajo < σ suelo		

Como se puede observar el dimensionamiento adoptado en zona 1 verifica la zona 2 también, por lo tanto, estamos en condiciones óptimas de resistencia con las dimensiones propuestas para la fundación.

Análisis de zona 3

El análisis realizado para la zona 1 es válido para esta zona, la única diferencia radica en la vinculación de la cubierta.

Cargas de cubierta

El análisis de esta zona, se puede ver en el dimensionamiento de la cubierta. Se obtuvo entonces, mediante la herramienta STAAD PRO los siguientes valores de carga:

- A = 2.04 kN
- B = 6.67 kN
- C = 10.66 kN

La viga cumbrera va a transportar la carga hacia otros elementos estructurales, su análisis se muestra más adelante. Para el dimensionamiento de la fundación se toma la carga "B" ya que la carga "A" se da sobre las columnas C01, C02 y C03, su análisis se puede ver también más adelante en este informe.
Si bien los apoyos de los cabios se dan cada 2.55 m, para el cálculo de la fundación se va a considerar como carga repartida linealmente sobre toda la extensión de la mampostería a estas reacciones.

- B = 6.67 kN/m

Mampostería

La carga de mampostería sobre la fundación no se va a modificar respecto de lo analizado para las zonas anteriores.

Dimensionamiento de la fundación

Se verifica en este caso que las dimensiones propuestas de la fundación y el encadenado sobre el cual apoya la mampostería para zona 1, cumplan con los requerimientos de resistencia para la zona 3. Esto se realiza respetando la profundidad de esta de 1 se tiene una resistencia de 0.60 kg/m2. Las cargas que se tienen en esta zona sobre la fundación son entonces:

Tabla 251 - Cargas totales a resistir por el suelo

Carga total		
Cubierta	6,67	kn/m
Mampostería	9,72	kn/m
Hormigón	10,20	kn/m
Carga total	**26,59**	**kn/m**

La resistencia del suelo no se va a modificar respecto de la zona 1 ni la zona 2.

De esta forma tenemos que:

Tabla 252- Verificación de resistencia

Verificación		
Resistencia suelo	36,00	kN/m
Carga total	26,59	kN/m
σ trabajo < σ suelo		

Como se puede observar el dimensionamiento adoptado en zona 1 verifica esta zona también, por lo tanto, estamos en condiciones óptimas de resistencia con las dimensiones propuestas para la fundación.

Fundación para la cumbrera

Se verificó que las dimensiones calculadas para las fundaciones superficiales tipo zapata corrida ya realizadas, sean óptimas para las cargas actuantes.
Las reacciones obtenidas, son el resultado de las cargas que recibe la viga cumbrera ya desarrollado en el dimensionamiento de la misma en el apartado de elementos de cubierta, en donde se obtuvo que:

- A = 16.32 Kn
- B = 18.64 Kn

El apoyo que recibe la carga B, es una viga dintel que reparte la carga en 2 en sus extremos donde existe una columna (C04) y mampostería portante, ambas encargadas de transmitir los esfuerzos a las fundaciones. Por lo tanto, el valor de la carga para la verificación de la fundación adoptada es:

- C = 9.32 Kn

El apoyo que recibe la carga A, se materializo mediante un bloque de hormigón que es el encargado de transferirlo a la mampostería portante hasta las fundaciones.
Se verificó que la fundación calculada se encuentre en óptimas condiciones de resistencia para estas cargas haciendo un único análisis para la columna C04 justificando esta elección en que es el

elemento que más carga recibe y que presenta menor superficie para transmitir la misma a la fundación.

Análisis de columna C04

La columna C04 se va a realizar de hormigón armado con dimensiones de (25x25) cm con una altura de 3 metros. Se consideró su peso como parte de la carga que debe resistir la fundación.

Tabla 253 - Peso propio de columna

Columna		
Hormigón	25,00	kN/m3
Lado	0,25	m
Altura	3,00	m
Peso propio	**4,69**	**kN**

Se adoptó para esta columna una base centrada de (50x50) centímetros con una altura de 30 centímetros. La misma, se va a fundar a una profundidad mayor que los cimientos de la mampostería para evitar interferencias entre cimientos. Se considera también el peso propio de la base como parte de la carga que se transmite al suelo:

Tabla 254 - Peso propio encadenado y fundación

Base		
Ancho	0,50	m
Largo	0,50	m
Alto	0,30	m
Densidad H°	25,00	kn/m3
Peso propio	**1,88**	**kn**

Las cargas que se van a transmitir al suelo entonces son:

Tabla 255 - Cargas actuantes

Cargas actuantes	
C [kn]	9,32
Peso columna [kn]	7,81
Peso fundación [kn]	1,88
Carga total [kn]	**19,01**

La tensión de trabajo a la que se va a encontrar sometido el suelo se obtiene como esta carga sobre el área de la fundación:

Tabla 256- Área de la fundación

Area base	
A [m]	0,50
B [m]	0,50
Area [m2]	**0,25**

Con estas consideraciones tenemos que:

- $\sigma\ trabajo = \frac{19{,}01}{0{,}25}\frac{kn}{m2} = 76{,}04\frac{kn}{m2}$

La profundidad de la fundación como se mencionó anteriormente se va a realizar a una profundidad mayor que la correspondiente al cimiento corrido de la mampostería portante que se encontraba a 1 metro de profundidad. Para la misma, se va a tomar una profundidad de 2 metros, por lo tanto, la resistencia del suelo se puede ver en la siguiente figura extraída del *"ANEXO 01":*

Tabla 257- Tensión admisible del suelo según profundidad

Profundidad Respecto a Boca de Pozo [m]	Cota Respecto al Nivel de Referencia [m]	Tensión Admisible Base Aislada [Kg/cm^2]	Tensión Admisible Zapata Continua [Kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Unitario [Kg/cm^3]
1,00	-1,00	0,70	0,60	0,90
2,00	-2,00	2,50	1,90	7,00
3,00	-3,00	2,50	1,90	7,00
4,00	-4,00	2,40	1,80	6,60
5,00	-5,00	3,80	2,90	9,60
6,00	-6,00	4,00	3,00	10,00

Si bien se consideró que era una base aislada, se trabajó con la tensión admisible de zapata continua que presenta un menor valor, estado del lado de la seguridad:

Tabla 258 - Resistencia del suelo a 2m de profundidad

Resistencia del suelo		
σ adm	2,50	kg/cm2
Resistencia suelo	**250,00**	**kn/m2**

De esta forma tenemos que:

Tabla 259 - Verificación de resistencia

Verificación		
Resistencia suelo	250,00	kn/m2
Tension trabajo	76,03	kn/m2
σ trabajo < σ suelo		

Las dimensiones propuestas cumplen de manera holgada con los requerimientos de resistencia. La decisión constructiva de llevar la fundación de la base a una profundidad mayor respecto del cimiento corrido de la mampostería portante nos otorga una resistencia del terreno elevada, pero implica un mayor movimiento de suelo.

A continuación, se realizan las verificaciones de resistencia al corte para la base dimensionada, donde el hormigón que la compone debe resistir las cargas actuantes ya que no se debe colocar armadura que colabore a la absorción de este esfuerzo.

Verificación al corte como viga ancha

A partir de la carga de trabajo ya calculada, se determina la longitud "lv" como se muestra en el siguiente esquema:

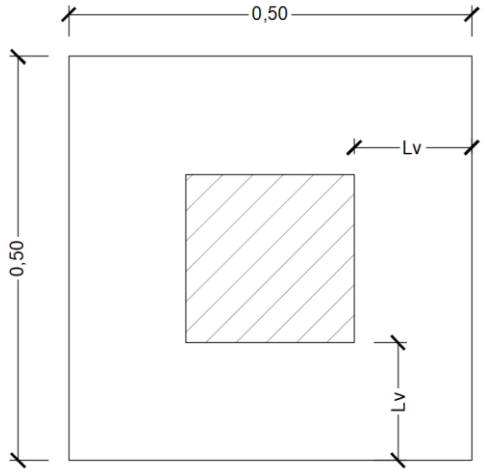


Figura 94: Dimensiones de base y longitud Lv

La sección rayada es la que va a estar sometida al esfuerzo de corte, que se obtiene el valor de este esfuerzo como:

- $V = \sigma\ trabajo\ x\ lv\ x\ long$

Tabla 260: Esfuerzo de corte

CORTE	
Viga ancha	
lv [m]	0,11
Long [m]	0,50
d [m]	0,20
Pu [kn]	15,50
Peso porp [kn]	10,44
σ trabajo [kn/m2]	103,73
V [kn]	**5,83**

La resistencia del hormigón se obtiene de la siguiente manera:

- $\emptyset Vc = 0.75\ x\ \sqrt{f´c}\ x\ Area\ x\ 1/6$

Dónde:

- $\emptyset$: $coeficiente\ de\ minoración\ de\ la\ resistencia\ (para\ corte, 0.75)$
- $f´c$: $resistencia\ caracteristica\ del\ hormigón$

De esta forma obtenemos:

Tabla 261: Resistencia de diseño al corte

Resistencia del hormigón al corte	
øVc [kn]	**55,90**

Como se puede observar, la resistencia del hormigón al corte de la base es mucho mayor al esfuerzo de corte al cual se encuentra sometido. Por ello, las dimensiones adoptadas verifican la resistencia al corte como viga ancha.

Verificación al punzonado

Se determina el área que va a estar implicada en el punzonado y se calcula el esfuerzo al corte:

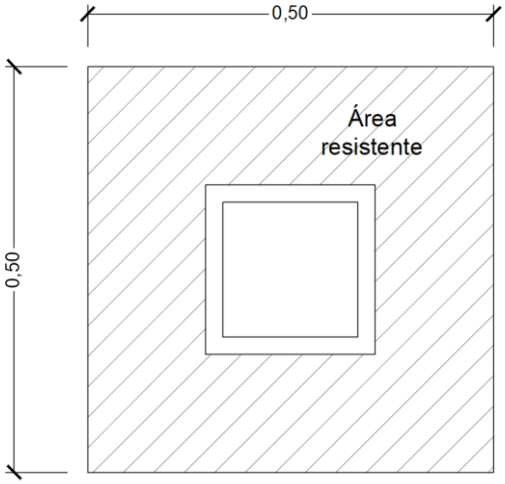


Figura 95: Área de cálculo para verificación.

Tabla 262: Esfuerzo de corte

Punzonado	
σ trabajo [kn/m2]	103,73
Area punz. [m2]	0,50
V [kn]	**51,87**

Se determinan la resistencia del hormigón para este esfuerzo según lo estipulado en el Reglamento CIRSOC 201, Ítem 11.12.2.1:

Tabla 263: Resistencia de diseño al corte

Resistencias del homigón	
b0 [m]	2,00
øVc1 [kn]	670,82
øVc2 [kn]	670,82
øVc3 [kn]	447,21
øVc [kn]	**447,21**

Como se puede observar, se calculan 3 resistencias y la menor de ellas es la que se adopta como la resistencia del hormigón al punzonado. Esta verifica holgadamente, por lo que las dimensiones propuestas para la base son óptimas para resistir el punzonado también.

Armadura para la base

La base de la columna va a presentar armadura en ambas direcciones. Esta se calcula a flexión a partir de la carga que ejerce el suelo sobre la base en la parte inferior de la misma.

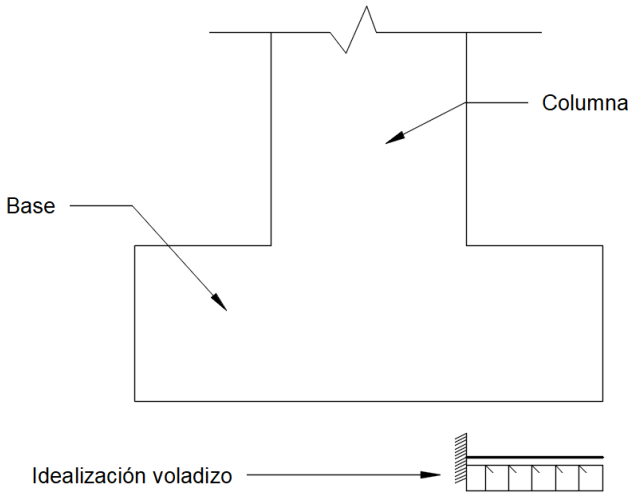


Figura 96: Idealización base para cálculo de armadura.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en donde se determina la armadura a adoptar. Para ello se partió del $\sigma\ trabajo$ y se obtuvo el momento flector máximo al cual se iba a encontrar sometida la base. A partir del mismo, se despejo el área de armadura necesaria para resistir dicho esfuerzo y se adoptó un diámetro de barra y una separación.

Tabla 264: Armadura de la base

ARMADURA FLEXION	
As [cm2/m]	0,01
As min [cm2/m]	5,40
øbarra [cm]	1,00
Area barra [cm2]	0,79
Cant. Barras	7,00
Sep [cm]	15,00
1ø10mmc/15cm	

Todas las verificaciones y el dimensionamiento de la armadura se realizaron en una única dirección ya que, al ser la columna y la base cuadradas, no hay diferencia en los resultados que se obtendrían si se analizara en la dirección restante.

Se puede observar el detalle de las bases en el *PLANO B06*.

Fundaciones de columnas C01, C02 y C03

Estas columnas se encuentran materializadas de hormigón armado con dimensiones de (25x25) cm y revestidas con ladrillo visto para continuar con la materialidad de toda la estructura desde el punto de vista estético. Cada una recibe una carga de:

- A = 2.04 kN

Se consideró para cada una de las columnas, una base aislada de (60x60) centímetros con una altura de 30 centímetros. La misma, se va a fundar a 1 metro de profundidad para minimizar la excavación necesaria para su ejecución. Se considera a continuación el peso propio de la columna y la base como parte de la carga que debe resistir el suelo:

Tabla 265: Peso propio base y columna

Columna		
Hormigón	25,00	kN/m3
Lado	0,25	m
Altura	3,00	m
Peso propio	**4,69**	**kN**
Base		
Ancho	0,50	m
Largo	0,50	m
Alto	0,30	m
Densidad H°	25,00	kn/m3
Peso propio	**1,88**	**kn**
Peso propio total	**6,56**	**kn**

Las cargas que se van a transmitir al suelo entonces son:

Tabla 266: Cargas actuantes

Cargas actuantes	
C [kn]	9,32
Peso columna [kn]	4,69
Peso fundación [kn]	1,88
Carga total [kn]	**15,88**

La tensión de trabajo a la que se va a encontrar sometido el suelo se obtiene como esta carga sobre el área de la base de la fundación:

Tabla 267: Área de la base

Area base	
A [m]	0,50
B [m]	0,50
Area [m2]	**0,25**

Con estas consideraciones se tiene que:

- $\sigma\ trabajo = \frac{15.88}{0.25}\frac{kn}{m2} = 63.53\frac{kn}{m2}$

La profundidad de la fundación se va a realizar a 1 metro de profundidad, como se mencionó anteriormente, priorizando el menor movimiento de suelo. La resistencia del suelo se puede ver en la siguiente figura extraída del *"*ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS*":*

Tabla 268: Tensión admisible del suelo según profundidad.

Profundidad Respecto a Boca de Pozo [m]	Cota Respecto al Nivel de Referencia [m]	Tensión Admisible Base Aislada [Kg/cm^2]	Tensión Admisible Zapata Continua [Kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Unitario [Kg/cm^3]
1,00	-1,00	0,70	0,60	0,90
2,00	-2,00	2,50	1,90	7,00
3,00	-3,00	2,50	1,90	7,00
4,00	-4,00	2,40	1,80	6,60
5,00	-5,00	3,80	2,90	9,60
6,00	-6,00	4,00	3,00	10,00

Se puede observar que la tensión admisible para una base aislada a 1 metros de profundidad es de 0.7kg/cm2. Por lo tanto:

Tabla 269: Resistencia del suelo a 2m. de profundidad

Resistencia del suelo		
σ adm	0,70	kg/cm2
Resistencia suelo	**70,00**	**kn/m2**

De esta forma se tiene que:

Tabla 270: Verificación de resistencia.

Verificación		
Resistencia suelo	70,00	kn/m2
Tension trabajo	63,53	kn/m2
σ trabajo < σ suelo		

Las dimensiones propuestas cumplen con los requerimientos de resistencia.

A continuación, se realizan las verificaciones de resistencia al corte para la base dimensionada, donde el hormigón que la compone debe resistir las cargas actuantes ya que no se debe colocar armadura que colabore a la absorción de este esfuerzo.

Verificación al corte como viga ancha

A partir de la carga de trabajo ya calculada, se determina la longitud "lv" como se muestra en el siguiente esquema:

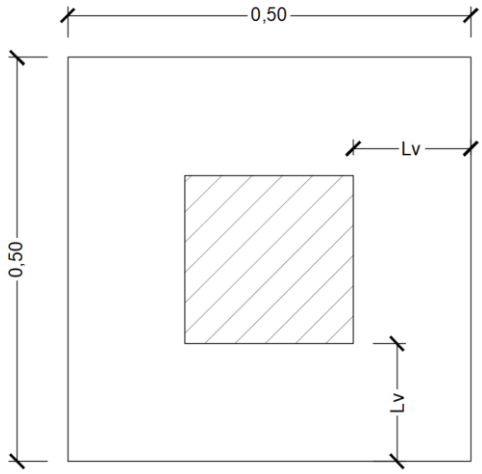


Figura 97: Dimensiones base y longitud Lv.

La sección rayada es la que va a estar sometida al esfuerzo de corte, que se obtiene el valor de este esfuerzo como:

- $V = \sigma\ trabajo\ x\ lv\ x\ long$

Tabla 271: Esfuerzo de corte

CORTE	
Viga ancha	
lv [m]	0,11
Long [m]	0,50
d [m]	0,20
Pu [kn]	6,81
Peso porp [kn]	7,31
σ trabajo [kn/m2]	56,49
V [kn]	**3,18**

La resistencia del hormigón se obtiene de la siguiente manera:

- $\emptyset Vc = 0.75\ x\ \sqrt{f´c}\ x\ Area\ x\ 1/6$

Dónde:

- $\emptyset$: $coeficiente\ de\ minoración\ de\ la\ resistencia\ (para\ corte, 0.75)$
- $f´c$: $resistencia\ caracteristica\ del\ hormigón$

De esta forma obtenemos:

Tabla 272: Resistencia de diseño al corte

Resistencia del hormigón al corte	
øVc [kn]	**55,90**

Como se puede observar, la resistencia del hormigón al corte de la base es mucho mayor al esfuerzo de corte al cual se encuentra sometido. Por ello, las dimensiones adoptadas verifican la resistencia al corte como viga ancha.

Verificación al punzonado

Se determina el área que va a estar implicada en el punzonado y se calcula el esfuerzo al corte:

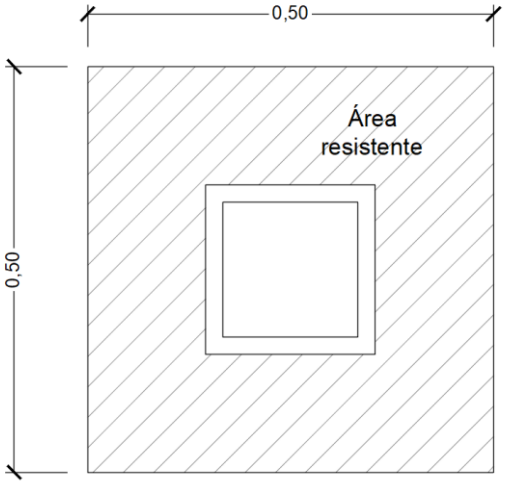


Figura 98: Área de cálculo para verificación.

Tabla 273: Esfuerzo de Corte

Punzonado	
σ trabajo [kn/m2]	56,49
Area punz. [m2]	0,50
V [kn]	**28,25**

Se determinan la resistencia del hormigón para este esfuerzo según lo estipulado en el Reglamento *CIRSOC 201, Ítem 11.12.2.1*:

Tabla 274: Resistencia de diseño al Corte.

Resistencias del homigón	
b0 [m]	2,00
øVc1 [kn]	670,82
øVc2 [kn]	670,82
øVc3 [kn]	447,21
øVc [kn]	**447,21**

Como se puede observar, se calculan 3 resistencias y la menor de ellas es la que se adopta como la resistencia del hormigón al punzonado. Esta, verifica holgadamente, por lo que las dimensiones propuestas para la base son óptimas para resistir el punzonado también.

<u>Armadura para la base</u>

La base de la columna va a presentar armadura en ambas direcciones. Esta se calcula a flexión a partir de la carga que ejerce el suelo sobre la base en la parte inferior de la misma.

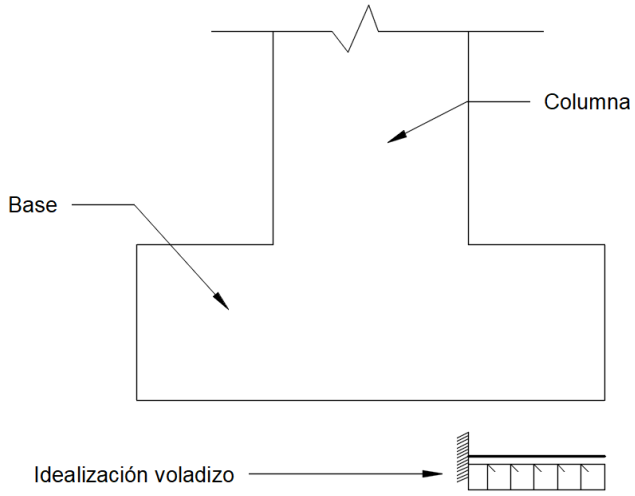


Figura 99: Idealización base para cálculo de armadura.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en donde se determina la armadura a adoptar. Para ello se partió del $\sigma\ trabajo$ y se obtuvo el momento flector máximo al cual se iba a encontrar sometida la base. A partir del mismo, se despejo el área de armadura necesaria para resistir dicho esfuerzo y se adoptó un diámetro de barra y una separación.

Tabla 275: Armadura de la base.

ARMADURA FLEXION	
As [cm2/m]	0,05
As min [cm2/m]	5,40
øbarra [cm]	1,00
Area barra [cm2]	0,79
Cant. Barras	7,00
Sep [cm]	15,00
1ø10mmc/15cm	

Todas las verificaciones y el dimensionamiento de la armadura se realizaron en una única dirección ya que, al ser la columna y la base cuadradas, no hay diferencia en los resultados que se obtendrían si se analizara en la dirección restante.

Se puede observar el detalle de las bases en el *PLANO B06*.

Verificación a la tracción

Debido a la fuerza de succión que produce el viento sobre la estructura, se van a generar sobre las columnas fuerzas de tracción que van a intentar levantar la estructura. Como las columnas son de hormigón, este material no presenta resistencia ante este esfuerzo, por lo que se verifica que el peso del hormigón y el peso del suelo que se encuentra por encima de la base sean mayores que el esfuerzo máximo de tracción que se genera sobre estos elementos estructurales.

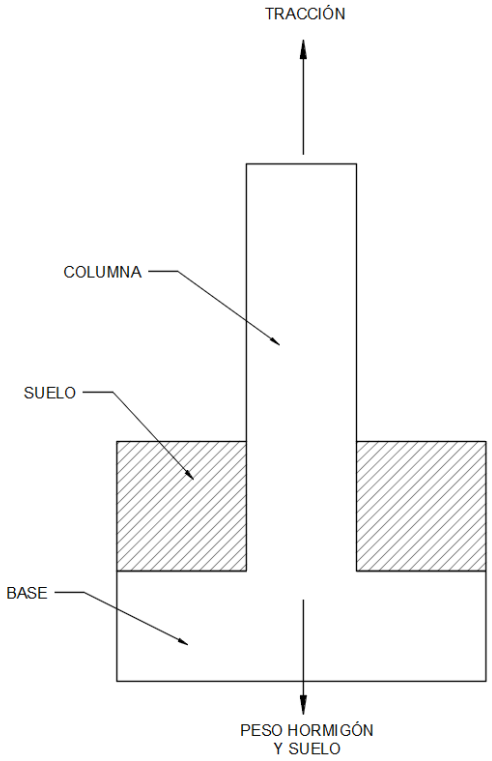


Figura 100: Esquema columna a tracción.

El esfuerzo de tracción máximo sobre las columnas, considerando las combinaciones en estado de servicio, es de:

- $T = 541\ kg \ \rightarrow Considerando\ un\ Factor\ de\ Seguridad\ de\ FS = 1.5 \ \rightarrow Tu = 818\ kg$

La resistencia a esta tracción va a estar dada por el peso de la columna y la base de hormigón y el suelo que se encuentra sobre la misma:

- $Pprop\ H° = Vol.H°\ x\ \gamma_{H°} = 665.25\ kg$
- $Pprop\ suelo = Vol.suelo\ x\ \gamma_{suelo} - Vol.H°\ x\ \gamma_{H°} = 315\ kg$

En donde el $\gamma_{suelo} = 1860\ kg/m3$, se obtuvo del "ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS".
De esta forma, se verifica que:

- $Peso\ total = 980\ kg > Tu = 818\ kg \ \rightarrow \ Buenas\ condiciones$

Armadura de columnas C01. C02. C03 y C04

Dado que todas las columnas presentan las mismas dimensiones, se les va a colocar de manera longitudinal, la armadura correspondiente a la cuantía mínima requerida para estos elementos estructurales:

- $\rho = 0.001$

A partir de esto se obtiene la armadura necesaria como:

- $As = \ \rho\ x\ Area\ columna$

Se determina un diámetro de barra para la armadura y se determina la cantidad necesaria. Se pueden observar los cálculos y la armadura en la siguiente tabla:

Tabla 276: Armadura longitudinal de columnas.

ARMADURA	
Longitudinal	
Cuantia	0,001
Area [cm2]	2.500,00
As [cm2]	2,50
øbarra [cm]	1,00
Area barra [cm2]	0,79
Cant. Barras	4,00
Se adoptan 4 barras ø 10 mm	

Además, se toma la armadura transversal para la columna que depende del diámetro de barra adoptado para la armadura longitudinal y se calcula su separación a partir de 3 valores, siendo adoptado el menor de ellos:

Tabla 277: Armadura transversal de columnas.

ARMADURA	
Estribos	
Øest. [cm]	0,60
Sep1 [cm]	12,00
Sep2 [cm]	28,80
Sep3 [cm]	25,00
Sep [cm]	12,00
1ø6mm c/12 cm	

Se puede observar el detalle en el ***PLANO B06***.

3.2.6.2. Edificio centro

Al igual que en las viviendas, se identifican 3 zonas donde cada una presenta una vinculación diferente desde el punto de vista estructural.

La zona 1 (zona de consultorios) presenta los apoyos de la cubierta sobre mampostería portante, la zona 2 (hall de ingreso) presenta la misma tipología solo que uno de los apoyos se da sobre la viga cumbrera y la zona 3 (zona sum) posee tres vinculaciones, una sobre la viga cumbrera y 2 sobre la mampostería portante. Para una mejor interpretación, se puede observar el *"Plano B-12"* para una mejor interpretación.

El análisis se efectuó en estado de servicio al igual que en las viviendas, solo que en este caso el dimensionamiento se realizó tomando únicamente la mayor reacción de apoyo del análisis de cubierta ya realizado para este edificio y luego sumándole el resto de las cargas correspondientes.

Análisis de cargas para edificio centro

Cargas de cubierta

El analisis de esta zona, se puede ver en el dimensionamiento de la cubierta. Se obtuvo entonces, mediante la herramienta STAAD PRO el siguiente valor de carga como la máxima que debe resistir la fundación:

- R = 8.63 kN

Al igual que en las viviendas, esta carga se va a tomar por metro lineal sobre la mampostería y no únicamente en el apoyo que realiza el cabio sobre la misma.

Mampostería

La mampostería portante recibe las cargas calculadas anteriormente de la estructura de cubierta y las va a transmitir, junto con su peso propio, a la fundación.

Se obtiene del "Reglamento CIRSOC 101: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras" la densidad del ladrillo hueco portante, material del cual está compuesta la mampostería:

- $\gamma = 9\ kn/m3$

A partir del espesor y la altura, se obtiene la carga por metro lineal que realiza la mampostería sobre la fundación. Esto se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 278: Carga de la mampostería

Mamposteria		
Ladrillo	9,00	kN/m3
Espesor	0,36	m
Altura	3,00	m
Área	1,08	m2
Peso propio	**9,72**	**kN/m**

Dimensionamiento de la fundación

El proceso consistió en realizar un predimensionamiento de la fundación y verificar que no se supere la tensión admisible del suelo en la profundidad en que se va a ejecutar. Este es un proceso iterativo, en donde se van ajustando las dimensiones hasta llegar al resultado satisfactorio de verificación.

Se determinó que la fundación se va a ejecutar a una profundidad de 1 metro para que la excavación a realizar sea la mínima. La resistencia del suelo a esa profundidad es de 0.60kg/m2, esto se puede observar en la siguiente figura extraída del *"*ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS*":*

Tabla 279: Tensión admisible del suelo según la profundidad

Profundidad Respecto a Boca de Pozo [m]	Cota Respecto al Nivel de Referencia [m]	Tensión Admisible Base Aislada [Kg/cm^2]	Tensión Admisible Zapata Continua [Kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Unitario [Kg/cm^3]
1,00	-1,00	0,70	0,60	0,90
2,00	-2,00	2,50	1,90	7,00
3,00	-3,00	2,50	1,90	7,00
4,00	-4,00	2,40	1,80	6,60
5,00	-5,00	3,80	2,90	9,60
6,00	-6,00	4,00	3,00	10,00

Entre la fundación y la mampostería se optó por efectuar un encadenado de hormigón armado. Tanto el encadenado como la fundación van a ser parte de las cargas que el terreno va a tener que resistir debido al peso propio que poseen, por ello se obtiene haciendo un predimensionamiento de los mismos:

Tabla 280: Peso propio encadenado y fundación

Fundaciones		
σ adm	0.6	kg/cm2
Encadenado		
Ancho	0.36	m
Largo	1.00	m
Alto	0.30	m
Cimiento		
Ancho	0.60	m
Largo	1.00	m
Alto	0.50	m
Densidad H°	25.00	kn/m3
Peso propio	**10.20**	**kn/m**

De esta forma tenemos que la carga total que debe resistir el suelo está dada por:

Tabla 281: Cargas totales a resistir por el suelo

Carga total		
Cubierta	8.63	kn/m
Mampostería	12.47	kn/m
Hormigón	10.20	kn/m
Carga total	**31.30**	**kn/m**

A partir del predimensionamiento de la base estipulado anteriormente, se determinó la resistencia que va a tener el suelo multiplicando la tensión admisible del suelo a 1 metro de profundidad por el ancho de la base:

- $\sigma\ adm = 0.60 \frac{kg}{cm2}\ x\ 10000 \frac{cm2}{m2} : 100 \frac{kn}{kg} = 60\ kn/m2$
- Dimensión de la base: 0.60 m

Tabla 282: Resistencia del suelo a 1 m. de profundidad

Resistencia del suelo		
σ adm	60.00	kn/m2
Base fundación	0.60	m
Resistencia	**36.00**	**kn/m**

Finalmente se compararon ambos valores, donde se puede observar que no se supera la resistencia del suelo y por lo tanto el predimensionamiento es óptimo:

Tabla 283 - Verificación de resistencia

Verificación		
Resistencia suelo	36.00	kN/m
Carga total	31.30	kN/m
σ trabajo < σ suelo		

4. IMPACTO AMBIENTAL

4.1. INTRODUCCIÓN

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible— aprobada por los dirigentes mundiales en septiembre de 2015 en una cumbre histórica de las Naciones Unidas — entraron en vigor oficialmente el 1 de enero de 2016. Con estos nuevos Objetivos de aplicación universal, en los próximos 15 años los países intensificarán los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático garantizando, al mismo tiempo, que nadie se quede atrás.

Los ODS aprovechan el éxito de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y tratan de ir más allá para poner fin a la pobreza en todas sus formas. Los nuevos objetivos presentan la singularidad de instar a todos los países, ya sean ricos, pobres o de ingresos medianos, a adoptar medidas para promover la prosperidad al tiempo que protegen el planeta. Reconocen que las iniciativas para poner fin a la pobreza deben ir de la mano de estrategias que favorezcan el crecimiento económico y aborden una serie de necesidades sociales, entre las que cabe señalar la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo, a la vez que luchan contra el cambio climático y promueven la protección del medio ambiente.

A pesar de que los ODS no son jurídicamente obligatorios, se espera que los gobiernos los adopten como propios y establezcan marcos nacionales para el logro de los 17 objetivos. Los países tienen la responsabilidad primordial del seguimiento y examen de los progresos conseguidos en el cumplimiento de los objetivos, para lo cual será necesario recopilar datos de calidad, accesibles y oportunos. Las actividades regionales de seguimiento y examen se basarán en análisis llevados a cabo a nivel nacional y contribuirán al seguimiento y examen a nivel mundial.

4.2. APLICACIONES EN EL PROYECTO

Siguiendo con los objetivos planteados para el desarrollo sostenible, este proyecto atiende los aspectos en los cuales puede tener un impacto tanto en las personas como en el planeta. Se destacan a continuación aquellos objetivos en los que se tuvieron consideraciones para el desarrollo del mismo:

Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

1.2 *Para 2030, reducir al menos a la mitad la proporción de hombres, mujeres y niños y niñas de todas las edades que viven en la pobreza en todas sus dimensiones con arreglo a las definiciones nacionales.*

1.a *Garantizar una movilización importante de recursos procedentes de diversas fuentes, incluso mediante la mejora de la cooperación para el desarrollo, a fin de proporcionar medios suficientes y previsibles para los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, para poner en práctica programas y políticas encaminados a poner fin a la pobreza en todas sus dimensiones.*

El desarrollo del proyecto se encuentra sustentado en su totalidad con fondos públicos (provinciales y municipales), al igual que su actual y futuro funcionamiento donde se proveen herramientas, alimentos, muebles, equipos, etc. Por ello, se considera que el mismo atiende las necesidades planteadas por este objetivo para el desarrollo sustentable generando un impacto positivo en la sociedad.

Objetivo 2: Poner fin al hambre

2.1 *Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año*

El proyecto busca dar contención a personas vulnerables que se encuentran en situación de calle con problemas de adicción. Parte de su tratamiento y posterior reinserción es asegurar una correcta alimentación, nutritiva y suficiente durante todo el tiempo que la persona permanezca en el lugar. Por ello, se cuenta con la asistencia de una nutricionista que elabora el plan nutricional del centro por lo que se considera que se está generando un impacto positivo en concordancia con lo planteado en este objetivo.

Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

3.4 *Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar*

3.5 *Fortalecer la prevención y el tratamiento del abuso de sustancias adictivas, incluido el uso indebido de estupefacientes y el consumo nocivo de alcohol*

3.7 *Para 2030, garantizar el acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva, incluidos los de planificación de la familia, información y educación, y la integración de la salud reproductiva en las estrategias y los programas nacionales*

El Centro de Rehabilitación Padre Misericordioso atiende múltiples aspectos de la salud, brindando apoyo para las personas con problemas de adicción a través de los profesionales que se encuentran en el lugar. Además, el edificio centro se encuentra proyectado para permitirles a diferentes profesionales u oradores externos dar charlas sobre diferentes aspectos, entre ellos la salud. Por lo que se considera que el impacto del proyecto sobre este objetivo es significativamente positivo para el cumplimiento de las ODS.

Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

4.6 *De aquí a 2030, asegurar que todos los jóvenes y una proporción considerable de los adultos, tanto hombres como mujeres, estén alfabetizados y tengan nociones elementales de aritmética*

La capacitación que se desarrolla dentro del Centro de Rehabilitación Padre Misericordioso busca alfabetizar a las personas que se encuentren transitando su recuperación en el lugar, además de los aspectos principales de salud que se atienden, por lo que el impacto sobre este objetivo es positivo.

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

6.6 *De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos*

Se planteó la necesidad de ejecutar un reservorio de agua para garantizar que la modificación en el uso de los suelos y el aumento de la superficie impermeable del terreno produzca efectos que afecten el funcionamiento de la cuenca hidráulica. De esta forma, se busca no generar un impacto negativo en el desagüe pluvial del barrio que pueda generar el desbordamiento o inundaciones en algún área de este.

El terreno en el cual se desarrolla el proyecto cuenta con una gran diversidad de árboles de diferentes dimensiones y antigüedad, por lo que se tuvo consideración con la flora del lugar

adaptando el proyecto a la misma. Esta consideración, llevo a la modificación del proyecto en reiteradas oportunidades, siempre buscando conservar la naturaleza existente.

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos

8.3 *Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros*

8.5 *De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor*

Si bien el proyecto no está orientado a generar políticas de ningún tipo, el mismo considera la capacitación de las personas (tanto hombre como mujeres) que van a concurrir al centro de rehabilitación promoviendo la inserción laboral y el trabajo decente. Por ello, se considera que la actuación del Centro de Rehabilitación Padre Misericordioso es indirecta en este objetivo, pero contribuye al desarrollo del mismo a través de la enseñanza de múltiples oficios en los diferentes talleres.

ANEXOS

ANEXO 01: ESTUDIO DE SUELOS

Ing. Fernando Guardianelli
Estudio de Suelos – Consultora Ingeniería

Dorrego 1615 – Piso 1° – Oficina A
2000 Rosario – Santa Fe – Argentina
Tel. 54 341 4498349 – Cel. 3415449804
consultora@fernandoguardianelli.com.ar
www.ingfernandoguardianelli.com.ar

ESTUDIO DE SUELOS

Hogar Padre Misericordioso

UBICACIÓN DE LA OBRA:
Lorenzo Batlle 4201
Ciudad de Rosario
Provincia de Santa Fe.

COMITENTE:
Estudio ABRE
Hogar Padre Misericordioso
Lorenzo Batlle 4201
Ciudad de Rosario
Provincia de Santa Fe.

SUMARIO DE ESTE INFORME:

I. Objetivos del Informe.
II. Simbología – Normas de Referencia.
III. Croquis de Ubicación de los sondeos.
IV. Descripción de los trabajos realizados.
V. Clasificación de los suelos encontrados.
VI. Resultados de los ensayos realizados.
VII. Análisis de Mecánica de Suelos.
VIII. Conclusiones.

I. – OBJETIVOS DEL INFORME

- Efectuar una clasificación de los suelos encontrados.
- Determinar las características físicas y mecánicas de los suelos en sus diferentes estratos.
- Determinar los parámetros del suelo necesarios para el diseño y cálculo de fundaciones.
- Evaluar distintas alternativas de fundación y establecer la conveniencia de su utilización.

II. – SIMBOLOGÍA – NORMAS DE REFERENCIA

A.- REFERENCIAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS:

N:	Número de Golpes del Ensayo de Penetración Estándar (SPT).
ω:	Humedad natural del suelo.
γ:	Densidad natural del suelo.
γ_{sat}:	Densidad del suelo saturado.
LL:	Límite Líquido.
LP:	Límite Plástico.
IP:	Índice de Plasticidad.
Pasa#200:	Porcentaje de partículas que pasan el tamiz 200.
ϕ:	Ángulo de fricción Interna.
C:	Cohesión.
mv:	Módulo de compresibilidad volumétrica o Módulo Edométrico.
E=1/mv	Módulo de Young.
S.U.C.S.:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
H.R.B.:	Highway Research Board
q_u:	Capacidad portante última o de Rotura.
σ_{adm}:	Tensión admisible.
σ_t:	Tensión de trabajo.
ν:	Coeficiente de Seguridad
Nc, Nq, Nf:	Factores de capacidad de carga de Terzaghi.
ΔH:	Asentamiento de bases directas.
K:	Coeficiente de variación de tensión.

B.- NORMAS DE REFERENCIA:

Para la realización de los trabajos de campaña se tuvieron en cuenta las siguientes normas:

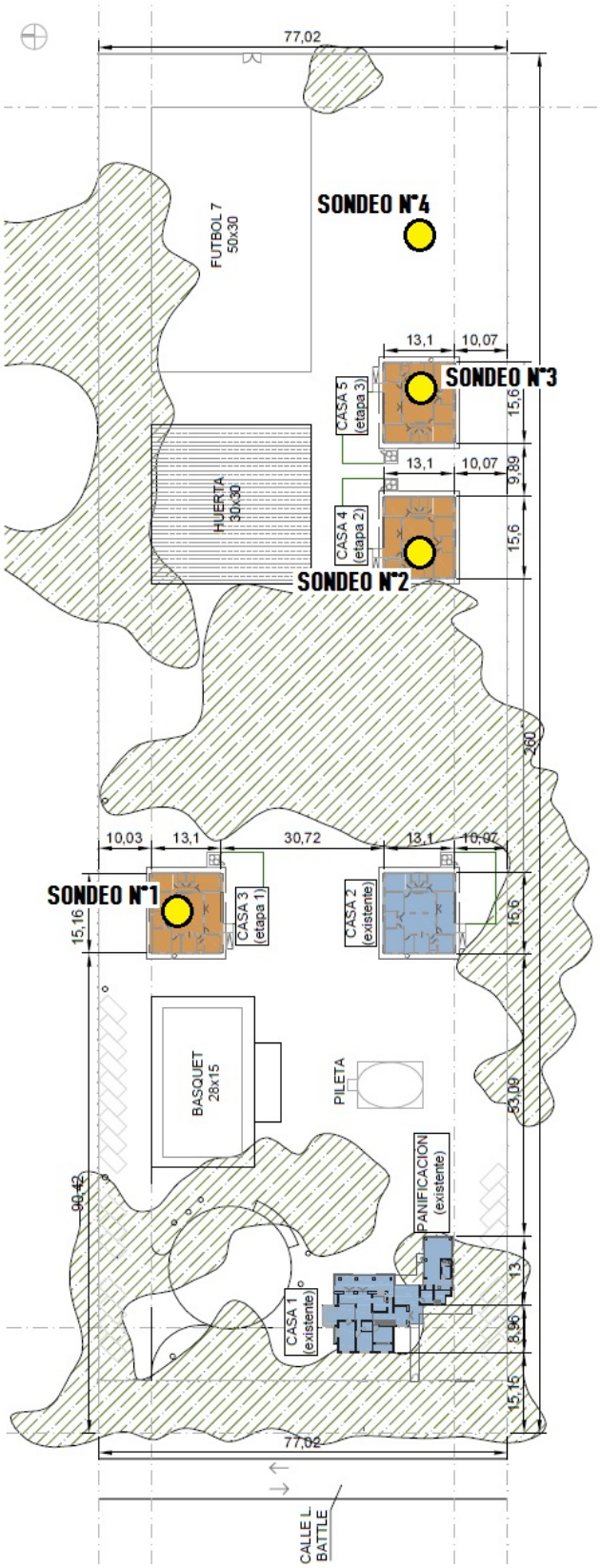
- Norma IRAM 10517, Método de determinación de la resistencia a la penetración y de obtención de muestras mediante sacatestigos abiertos longitudinalmente (ensayo SPT).
- Norma IRAM 10535, Descripción de los suelos mediante análisis tacto-visual

Los trabajos de laboratorio se realizaron siguiendo las siguientes normas:

- Norma IRAM 10519, Método de determinación de la humedad natural.
- Norma IRAM 10.513 Determinación del límite liquido.
- Norma IRAM 10.502 Determinación del límite líquido e índice de plasticidad.
- Norma ASTM D2937 Determinación de humedad natural y densidad de suelo seco.

- AASHTO M145-66 – IRAM 10.509 Clasificación SUCS.
- IRAM 10.507 Ensayo granulométricos.
- IRAM 10.529 Ensayo triaxial.

III. – CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS



IV. – DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- DE CAMPO:

Los sondeos fueron comenzados el día 3 y finalizados el día 11 de Mayo de 2022. Los mismos consistieron en cuatro perforaciones de 6,00 m de profundidad respecto de boca de pozo, con obtención de muestras cada 1,00 m con saca-muestras de puntas intercambiables. Estas operaciones se ejecutaron según norma IRAM 10517 determinando el número de golpes necesario para hincar el toma-muestras 30 cm al golpearlo con una maza de 63,5 kg en caída libre desde una altura de 76 cm. Este número, denominado N, es un indicador del grado de consistencia del suelo, el que luego es vertido a los gráficos y perfiles de cada sondeo.

Durante la ejecución de los sondeos fue realizada una descripción preliminar de los suelos.

Además, se busca determinar el nivel de agua subterránea, que se encuentra indicado en los perfiles de cada sondeo.

B.- DE LABORATORIO:

Con las muestras obtenidas se realizaron ensayos de laboratorio para obtención de humedad natural, densidad natural y densidad del suelo seco, determinación de límite líquido y plástico e índice de plasticidad, clasificación según SUCS, ensayos granulométricos y triaxiales, siempre teniendo en cuenta las normas de referencia indicadas precedentemente.

C.- DE GABINETE:

En base a los resultados de campaña y laboratorio se realizó un modelo del perfil estratigráfico del suelo con el fin de evaluar las tensiones admisibles, cálculo de posibles asentamientos para bases aisladas y cálculo de la capacidad portante de pilotes, a los efectos de evaluar las distintas alternativas de fundación.

V. – CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS ENCONTRADOS.

A.- CONSISTENCIA DEL SUELO:

La Consistencia del suelo puede establecerse según el valor de N obtenido en el ensayo SPT realizado durante la extracción de las muestras, según el siguiente cuadro:

NÚMERO DE GOLPES	CONSISTENCIA SUELOS COHESIVOS	COMPACIDAD RELATIVA ARENAS
0 a 2	muy blanda	muy suelta
2 a 4	blanda	suelta
4 a 8	Medianamente compacta	firme
8 a 15	compacta	muy firme
15 a 30	muy compacta	densa
más de 30	dura	muy densa

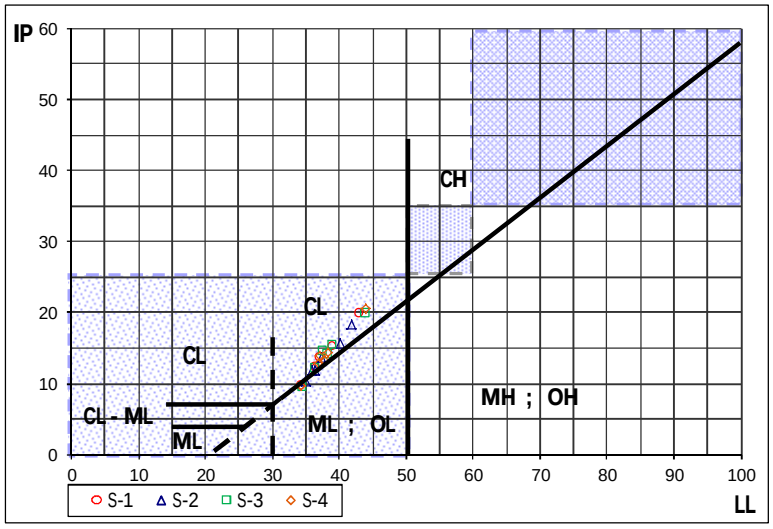
B.- CLASIFICACIÓN SUCS.

La clasificación de los suelos según el "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos" S.U.C.S se realiza según los criterios detallados en el cuadro.

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

C.- CARTA DE PLASTICIDAD DEL SUELO.

Identificación de los suelos a través de sus parámetros de plasticidad, según Casagrande.



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

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

VI.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.

En base a los resultados de los ensayos realizados en campaña y laboratorio se han confeccionado los siguientes cuadros donde se sintetizan los resultados obtenidos, que se muestran a continuación:

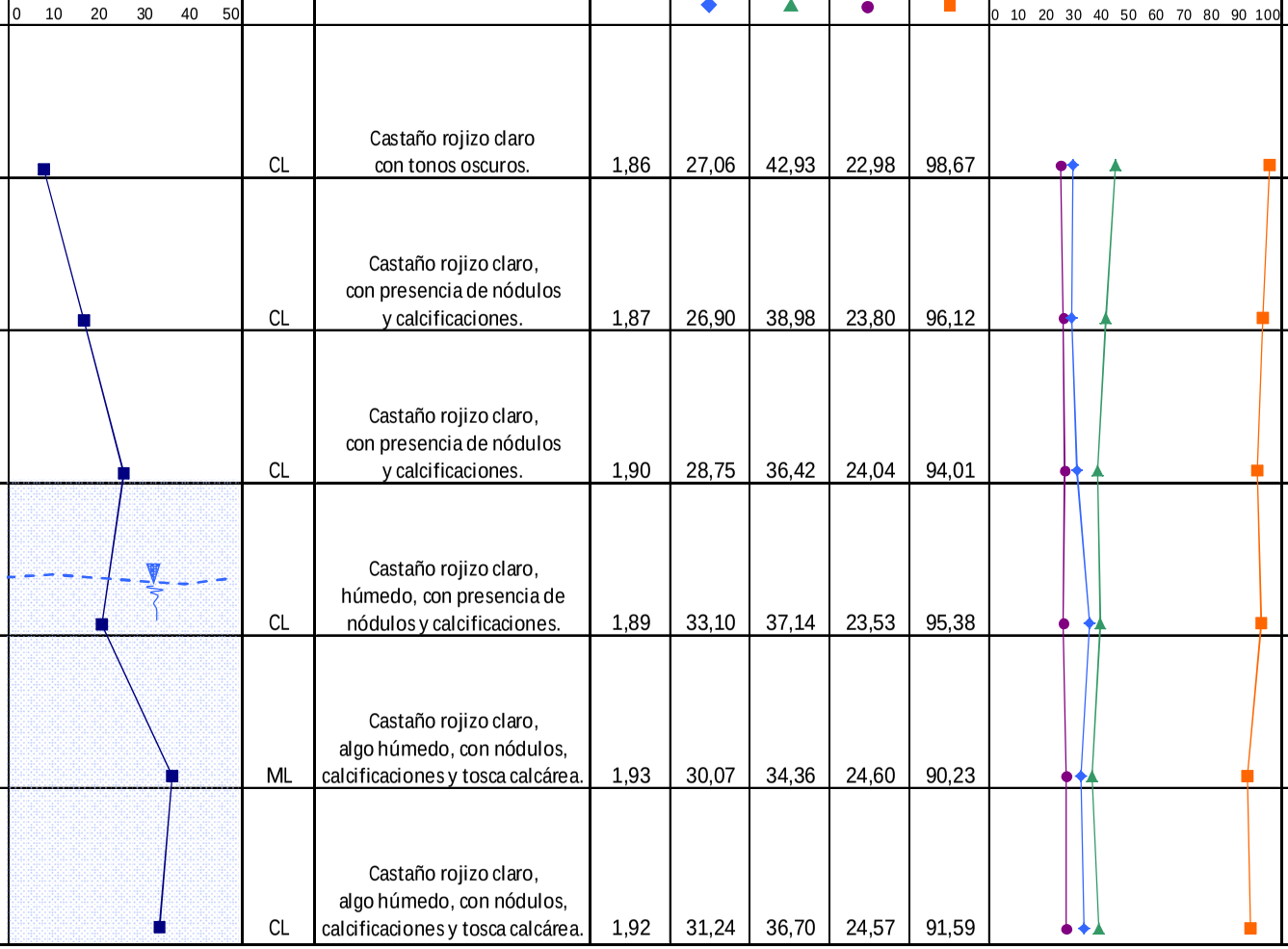
SONDEO Nº 1

Cota Boca Pozo: +0,00 m

Cota Nivel Freático: -3,60 m

Fecha: 11/05/2022

Muestra	Profundidad (m)	Cota (m)	N° de Golpes del Ensayo SPT	Clasificación S.U.C.S.	Descripción del suelo	Densidad γ (g/cm^3)	Humedad Natural ω %	Límite Líquido LL %	Límite Plástico LP %	PASA #200 (%)	Cohesión C (kg/cm^2)	Fricción ϕ	Deformac. mv (cm^2/kg)
			0 10 20 30 40 50				◆	▲	●	■			
1	1,00	-1,00	8	CL	Castaño rojizo claro con tonos oscuros.	1,86	27,06	42,93	22,98	98,67			
2	2,00	-2,00	17	CL	Castaño rojizo claro, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,87	26,90	38,98	23,80	96,12	0,55	16	0,010
3	3,00	-3,00	26	CL	Castaño rojizo claro, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,90	28,75	36,42	24,04	94,01			
4	4,00	-4,00	21	CL	Castaño rojizo claro, húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,89	33,10	37,14	23,53	95,38			
5	5,00	-5,00	37	ML	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,93	30,07	34,36	24,60	90,23			
6	6,00	-6,00	34	CL	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,92	31,24	36,70	24,57	91,59	0,63	24	0,008



SONDEO Nº 2

Cota Boca Pozo: +0,00 m

Cota Nivel Freático: -3,60 m

Fecha: 11/05/2022

Muestra	Profundidad (m)	Cota (m)	N° de Golpes del Ensayo SPT	Clasificación S.U.C.S.	Descripción del suelo	Densidad γ (g/cm³)	Humedad Natural ω %	Límite Líquido LL %	Límite Plástico LP %	PASA #200 (%)	Gráficos	Cohesión C (kg/cm²)	Fricción ϕ	Deformac. mv (cm²/kg)
			0 10 20 30 40 50				◆	▲	●	■	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	-1,00	5	CL	Castaño rojizo claro con tonos oscuros.	1,84	28,14	41,75	23,34	98,96		0,39	5	0,013
2	2,00	-2,00	20	CL	Castaño rojizo claro, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,88	25,86	40,23	24,51	95,58				
3	3,00	-3,00	22	CL	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,89	29,93	37,35	23,73	96,04				
4	4,00	-4,00	15	CL	Castaño rojizo claro, húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,88	35,35	35,89	23,91	96,43		0,52	16	0,011
5	5,00	-5,00	33	CL	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,92	31,30	36,31	24,39	91,39		0,57	24	0,009
6	6,00	-6,00	35	ML	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,93	30,87	35,10	24,71	90,25				

SONDEO Nº 3

Cota Boca Pozo: +0,00 m

Cota Nivel Freático: -3,60 m

Fecha: 11/05/2022

Muestra	Profundidad (m)	Cota (m)	N° de Golpes del Ensayo SPT	Clasificación S.U.C.S.	Descripción del suelo	Densidad γ (g/cm³)	Humedad Natural ω %	Límite Líquido LL %	Límite Plástico LP %	PASA #200 (%)	Gráficos	Cohesión C (kg/cm²)	Fricción ϕ	Deformac. mv (cm²/kg)
			0 10 20 30 40 50				◆	▲	●	■	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	-1,00	7	CL	Castaño rojizo claro con tonos oscuros.	1,85	27,54	44,04	24,11	98,82		0,40	7	0,012
2	2,00	-2,00	18	CL	Castaño rojizo claro, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,87	26,13	38,96	23,58	96,47				
3	3,00	-3,00	19	CL	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,88	30,38	38,38	24,30	95,99		0,53	18	0,010
4	4,00	-4,00	16	CL	Castaño rojizo claro, húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,88	34,82	37,69	23,23	96,10		0,51	17	0,011
5	5,00	-5,00	30	CL	Castaño rojizo claro, húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,90	32,69	36,44	24,27	92,73		0,58	23	0,009
6	6,00	-6,00	36	ML	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,93	30,48	34,59	25,05	89,87				

SONDEO Nº 4

Cota Boca Pozo: +0,00 m

Cota Nivel Freático: -3,60 m

Fecha: 11/05/2022

Muestra	Profundidad (m)	Cota (m)	N° de Golpes del Ensayo SPT	Clasificación S.U.C.S.	Descripción del suelo	Densidad γ (g/cm³)	Humedad Natural ω %	Límite Líquido LL %	Límite Plástico LP %	PASA #200 (%)	Gráficos	Cohesión C (kg/cm²)	Fricción ϕ	Deformac. mv (cm²/kg)
			0 10 20 30 40 50				◆	▲	●	■	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	-1,00	6	CL	Castaño rojizo claro con tonos oscuros.	1,85	27,93	43,96	23,40	98,79		0,38	7	0,013
2	2,00	-2,00	17	CL	Castaño rojizo claro, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,88	26,02	37,11	23,26	96,37		0,54	18	0,010
3	3,00	-3,00	20	CL	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,89	30,11	38,19	23,89	95,98				
4	4,00	-4,00	17	CL	Castaño rojizo claro, húmedo, con presencia de nódulos y calcificaciones.	1,90	34,97	36,96	24,21	95,61		0,53	17	0,010
5	5,00	-5,00	34	ML	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,92	30,51	34,24	24,50	92,06				
6	6,00	-6,00	32	CL	Castaño rojizo claro, algo húmedo, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea.	1,92	31,05	37,88	24,65	92,90		0,60	23	0,009

VII. – ANÁLISIS DE MECÁNICA DE SUELOS.

Utilizando la información obtenida en los ensayos se realiza el análisis de los resultados al efecto de determinar el comportamiento mecánico de los suelos encontrados en función de los requerimientos de la obra en particular.

A.- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES DIRECTAS:

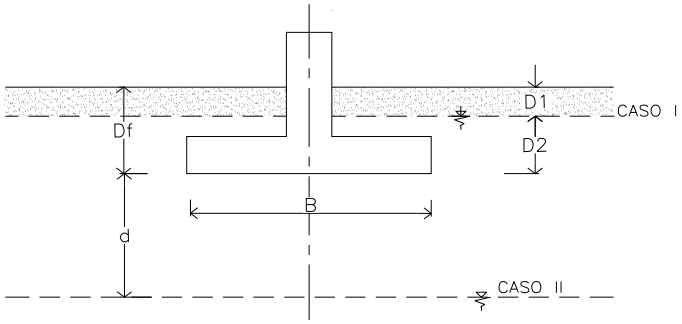
De acuerdo a los ensayos realizados se han podido determinar los parámetros mecánicos para el cálculo de la capacidad portante para fundaciones directas utilizando la teoría de Terzaghi, como se muestra a continuación:

ZAPATA CONTINUA $$qu = c'.N_c + q.N_q + \frac{1}{2}.\gamma.B.N_\gamma$$

Caso III

Cota Napa = -3,60 m
ϕ = 5 °
c = 0,39 kg/cm^2 c' = c/2
Nc = 7,50
Nq = 1,71
Nγ = 0,16
Coef. Seg. ν = 3
γ = 1,85 t/m^3
B = 0,70 m
Df = 1,00 m
q = 0,19 kg/cm^2

σ_{adm} = 0,60 kg/cm^2



CASO III

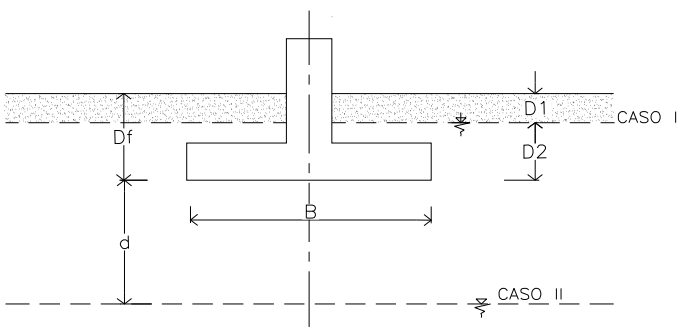
qu(III) = 1,79 Kg/cm²

BASE AISLADA $$qu = 1.30.c'.N_c + q.N_q + 0.4.\gamma.B.N_\gamma$$

Caso III

Cota Napa = -3,60 m
ϕ = 5 °
c = 0,39 kg/cm^2 c' = c/2
Nc = 7,50
Nq = 1,71
Nγ = 0,16
Coef. Seg. ν = 3
γ = 1,85 t/m^3
B = 1,00 m
L = 1,00 m
Df = 1,00 m
q = 0,19 kg/cm^2

σ_{adm} = 0,74 kg/cm^2



CASO III

qu(III) = 2,23 Kg/cm²

B.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES ADMISIBLES:

De acuerdo a las formulas planteadas y con los datos de campaña y laboratorio se ha podido determinar el siguiente cuadro resumen de cotas y tensiones admisibles para fundaciones directas o superficiales:

Profundidad Respecto a Boca de Pozo [m]	Cota Respecto al Nivel de Referencia [m]	Tensión Admisible Base Aislada [Kg/cm^2]	Tensión Admisible Zapata Continua [Kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Unitario [Kg/cm^3]
1,00	-1,00	0,70	0,60	0,90
2,00	-2,00	2,50	1,90	7,00
3,00	-3,00	2,50	1,90	7,00
4,00	-4,00	2,40	1,80	6,60
5,00	-5,00	3,80	2,90	9,60
6,00	-6,00	4,00	3,00	10,00

- El nivel de agua subterránea fue detectado a 3,60 m de profundidad, en la fecha de realización de los sondeos.

C.- CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS CONTINUAS:

Zapata Continua Ancho: 0,70 m
Cota de fundacion: -1,00 m
Tensión de trabajo: 0,60 Kg/cm²

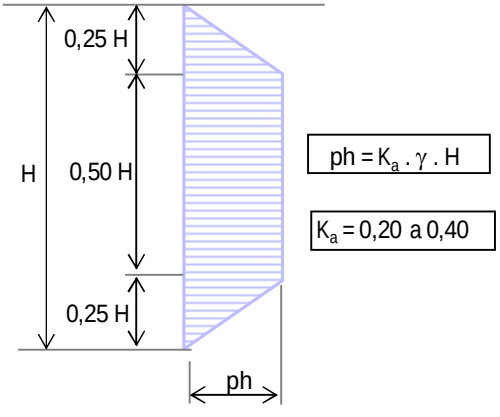
$$\Delta H = H.\left[\sigma_t - \sigma_c\right].K.m_v$$

Df cm	g kg/cm3	σ_c Kg/cm2	$(\sigma_t-\sigma_c)$ kg/cm2	ΔDF cm	k	mv cm2/kg	Dh cm
-100	0,00185	0,185	0,415	21	1,0	0,013	0,113
-121	0,00185	0,224	0,376	21	0,8	0,013	0,082
-142	0,00185	0,263	0,337	21	0,4	0,013	0,037
-163	0,00185	0,302	0,298	21	0,2	0,010	0,013
-184	0,00185	0,340	0,260	21	0,1	0,010	0,005
					Deformacion total:		0,250

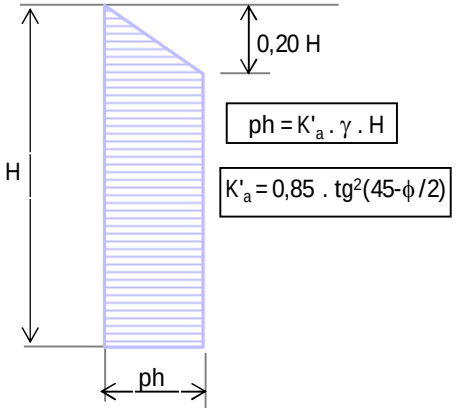
D.- DETERMINACIÓN DE EMPUJES:

Los siguientes diagramas son aplicables a la determinación de los empujes de suelos sobre paredes verticales:

PARA SUELOS COHESIVOS



PARA SUELOS ARENOSOS



E.- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES INDIRECTAS:

De acuerdo a los estratos de suelo involucrados y a los parámetros de corte obtenidos en los ensayos triaxiales, se ha realizado un modelo para el cálculo de la capacidad portante de pilotes. A continuación se muestra un ejemplo, seguido de un cuadro de resumen para diferentes alternativas de diámetro y cota de punta.

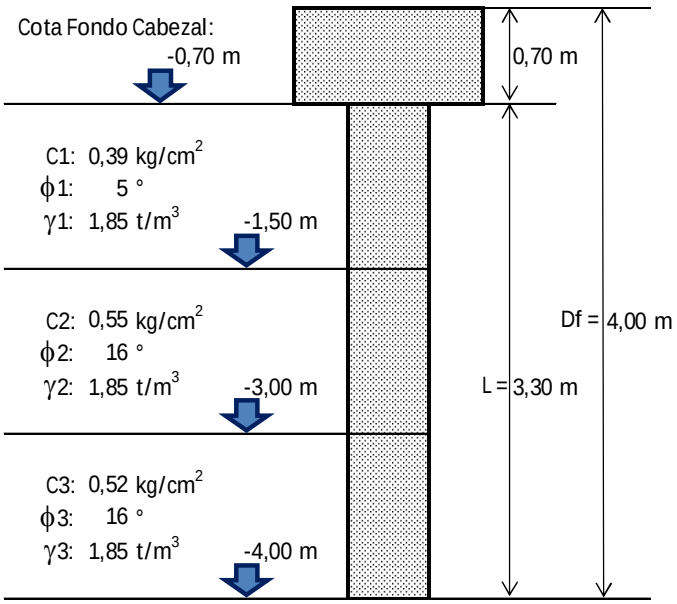
ANÁLISIS DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTES

DIAMETRO: 0,30 m
PROFUNDIDAD: 4,00 m
COTA NAPA (CN): -3,60 m

ESTRATO 1:
Cota inicial: -0,70 m
Cota final: -1,50 m
Longitud: 0,80 m
C1: 0,39 kg/cm²
ϕ1: 5 °
γ1: 1,85 t/m³

ESTRATO 2:
Cota inicial: -1,50 m
Cota final: -3,00 m
Longitud: 1,50 m
C2: 0,55 kg/cm²
ϕ2: 16 °
γ2: 1,85 t/m³

ESTRATO 3:
Cota inicial: -3,00 m
Cota final: -4,00 m
Longitud: 1,00 m
C3: 0,52 kg/cm²
ϕ3: 16 °
γ3: 1,85 t/m³



Factores de Adherencia:	ϕ1: 5	S_{32}: 0,09	S_5: 1,34
	ϕ2: 16	S_{32}: 0,40	S_5: 2,16
	ϕ3: 16	S_{32}: 0,40	S_5: 2,16
Factores de capacidad carga:	ϕ3: 16	Nc: 11,8	Nq: 4,2
Factor de forma:	sc = 1,018		
Factor de profundidad:	dc = 1,510	Relación ϕ / L:	0,09
Factor Combinado:	sc.dc = 1,537	Relación D_f / ϕ:	13,3

RESISTENCIA DE PUNTA:

q = γs . Df - 1,00 . (Df - CN) = 7,00 t/m²
qp = (c' . Nc + q . Nq) . sc . dc / νp = 30,91 t/m²
c' = c/2 νp = 3
Area de Punta: 0,0707 m²
Perímetro: 0,942 m

RESISTENCIA POR FRICCION LATERAL:

qf = (1/2 . γ's . Df . S_{32} + c' . S_5) / νf
c' = c/2 qf_{E1} = 1,37 t/m²
νf = 2 qf_{E2} = 3,53 t/m²
qf_{E3} = 3,17 t/m²

CAPACIDAD PORTANTE:

Capacidad por punta:	qp . Area =	2,18 t
Fricción Estrato 1:	qf_{E1} . Perímetro . $Long_{E1}$ =	1,03 t
Fricción Estrato 2:	qf_{E2} . Perímetro . $Long_{E2}$ =	4,98 t
Fricción Estrato 3:	qf_{E3} . Perímetro . $Long_{E3}$ =	2,99 t
Descuento Peso Propio Pilote:	V_{PILOTE} . $\gamma_{H°A°}$(2,4 t/m³) =	-0,56 t

CAPACIDAD PORTANTE = 10,63 t

F.- CUADRO PARA EL DISEÑO DE PILOTES:

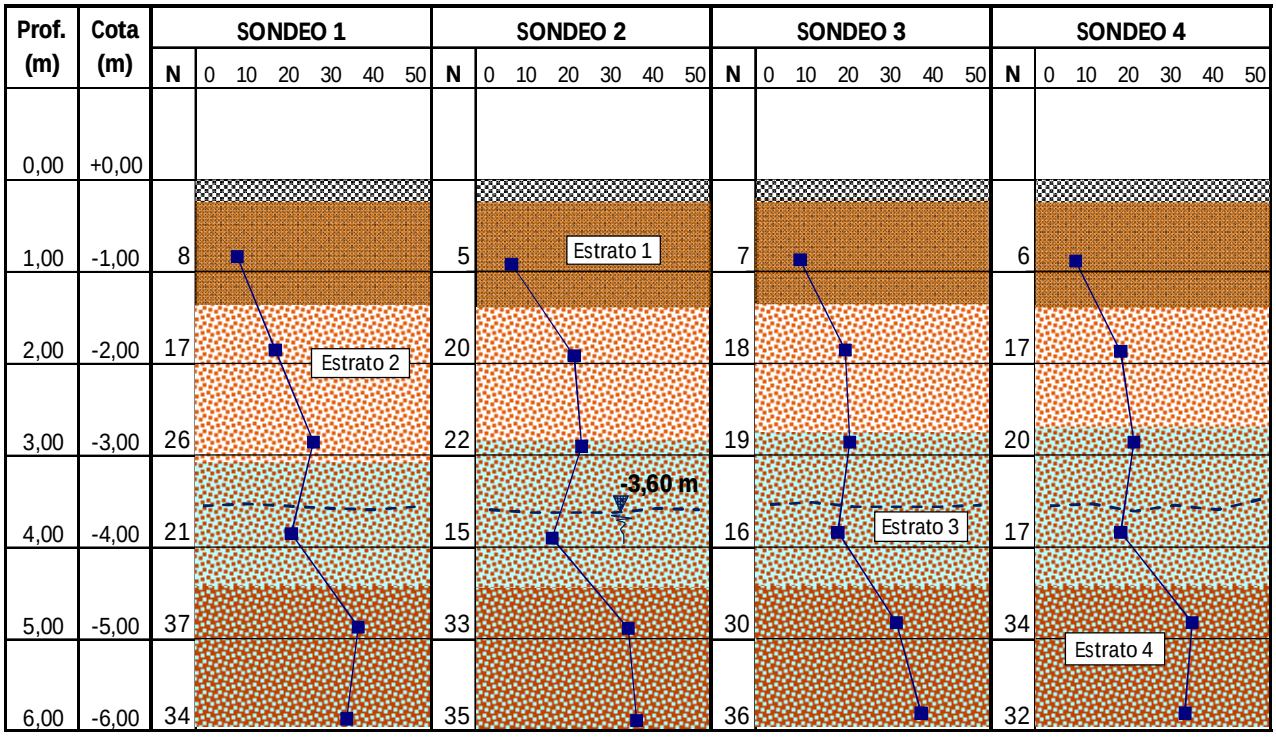
PROFUNDIDAD (m)	Resistencia por Punta (t/m^2)	Resistencia por fricción lateral (t/m^2)	Cohesión del suelo (kg/cm^2)	Angulo Fricción Interna (º)	Coeficiente de Balasto Horizontal (kg/cm^3)
0,00 - 1,50	____	1,4	0,39	5	20/B
1,50 - 3,00	25 - 30	3,6 - 3,5	0,55	16	140/B
3,00 - 4,50	29 - 32	3,1 - 3,2	0,52	16	135/B
4,50 - 6,00	62 - 69	5,5 - 5,8	0,58	23	190/B

B = Diámetro del Pilote en cm
Interpolar linealmente para valores intermedios
Tabla Válida para relaciones: 40 > L/B > 10

VIII. – CONCLUSIONES.

A.- DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

Reuniendo toda la información obtenida, tanto de campaña, como de laboratorio se ha podido determinar el perfil estratigráfico de los suelos de la siguiente forma:



Estrato 1: Suelo arcilloso CL, de color castaño rojizo claro con tonos oscuros, de consistencia medianamente compacta, que se extiende hasta una profundidad de 1,50 m aproximadamente.

Estrato 2: Suelo arcilloso CL, de color castaño rojizo claro, húmedo a partir de los 3,00 m de profundidad, con presencia de nódulos y calcificaciones, de consistencia muy compacta, que alcanza una profundidad cercana a los 4,50 m.

Estrato 3: Suelo arcilloso CL y limoso ML, de color castaño rojizo claro, con nódulos, calcificaciones y tosca calcárea, de consistencia muy compacta a dura, hasta el final de los sondeos realizados a 6,00 m de profundidad.

El nivel freático se detectó a una profundidad de 3,60 m, siendo este un valor variable a lo largo del año.

B.- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES.

En función de las características de los suelos encontrados, se realizó el análisis de distintas alternativas de fundación, teniendo presentes las características particulares de esta obra.

De acuerdo a los mismos puede optarse por una fundación superficial continua de tipo tradicional o tipo viga de fundación, entre 0,70 m y 1,00 m de profundidad respecto del terreno natural, calculando su ancho con una tensión admisible de 0,60 kg/cm². Para esta solución resulta fundamental proteger los suelos superficiales del ingreso de humedad, impermeabilizando el mismo en las inmediaciones de la estructura y asegurar el correcto drenado del agua de lluvia mediante adecuados desagües.

Para una cota de fundación a -1,00 m y una tensión de trabajo igual a la admisible, una zapata continua de 0,70 m de ancho posee un asentamiento inicial estimado de 0,25 cm.

Para la fundación de eventuales cargas concentradas, será factible dimensionar una base aplicando una tensión admisible de 0,70 kg/cm^2. Para el caso de cargas superficiales a través de plateas rígidas, la tensión admisible a considerar es de 0,80 kg/cm^2.

Otra solución es el empleo de una fundación profunda o indirecta mediante pilotes o pilotines. Para este caso se ha planteado un modelo matemático en función de tres o cuatro estratos, con los parámetros del suelo propios de cada uno. Este modelo, para un pilote de 0,30 m de diámetro y punta apoyada a 4,00 m de profundidad, arroja una capacidad portante de 10,6 toneladas. Se brinda un cuadro para el diseño de pilotes con otras alternativas de diámetros y cotas de punta. Debido a la presencia de agua subterránea, se recomienda el llenado de los pilotes por el método de flujo inverso.

Las recomendaciones brindadas en este informe están basadas en ensayos realizados en sondeos puntuales. Por lo tanto, durante la etapa de construcción de las fundaciones, se recomienda prestar especial atención a fin de detectar cualquier situación que resulte diferente de lo aquí informado, para de esta forma poder realizar una nueva evaluación que contemple dicha particularidad.

Rosario, 30 de Mayo de 2022.

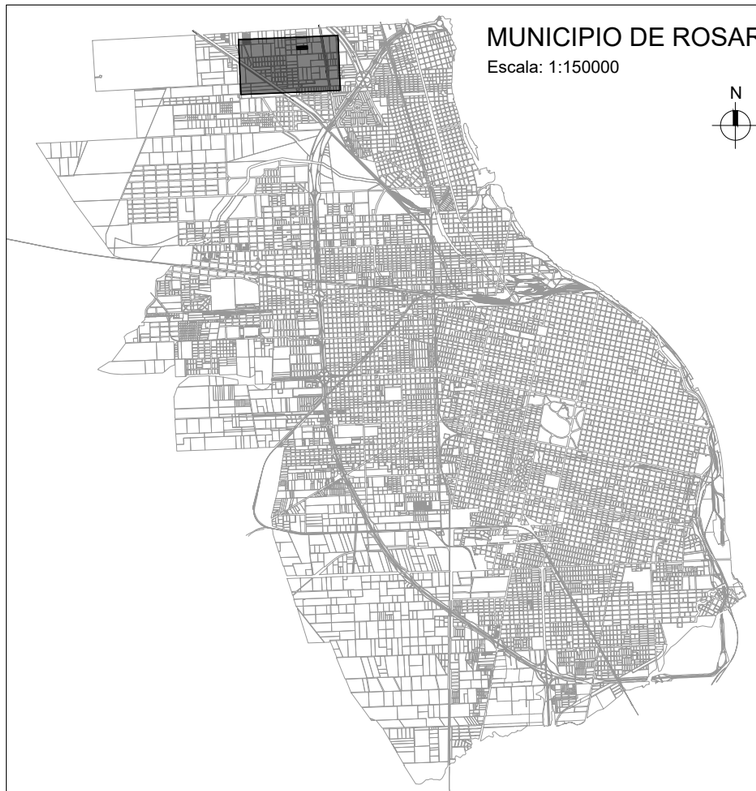
Ing. Fernando Guardianelli
Estudio de Suelos - Consultora de Ingeniería

ANEXO 02: PLANOS

- *PLANO A01: Ubicación del terreno*
- *PLANO A02: Curvas de nivel*
- *PLANO A03: Planta de techos*
- *PLANO A04: Emisario 31*
- *PLANO A05: Niveles de proyecto*
- *PLANO A06: Perfiles transversales*
- *PLANO A07: Perfiles transversales*
- *PLANO A08: Detalle de salida del reservorio*
- *PLANO A09: Perfiles tipo de calles*
- *PLANO B01: Ubicación de ejes de replanteo de edificio centro y viviendas tipo.*
- *PLANO B02: Replanteo de viviendas tipo.*
- *PLANO B03: Replanteo de fundaciones de viviendas tipo.*
- *PLANO B04: Detalles de mampostería y fundaciones de viviendas tipo.*
- *PLANO B05: Detalles de armadura de columnas y bases - viviendas tipo*
- *PLANO B06: Encadenado sobre muros portantes - Viviendas tipo*
- *PLANO B07: Estructura cubierta metálica - Viviendas tipo*
- *PLANO B08: Detalle estructura metálica Corte A-A - Viviendas tipo*
- *PLANO B09: Detalle de uniones - Viviendas tipo*
- *PLANO B10: Estructura cubierta metálica y viga cumbrera - Viviendas tipo*
- *PLANO B11: Replanteo edificio centro*
- *PLANO B12: Replanteo de fundaciones edificio centro*
- *PLANO B13: Detalle muro portante y fundación - Edificio Centro*
- *PLANO B14: Replanteo de encadenados sobre muros portantes - Edificio Centro*
- *PLANO B15: Planta cubierta metálica - Edificio Centro*
- *PLANO B16: Detalle estructura metálica corte A-A - Edificio Centro*
- *PLANO B17: Detalle de uniones estructura metálica - Corte A-A - Edificio Centro*
- *PLANO B18: Detalles de uniones estructura metálica - Corte B-B - Edificio Centro*
- *PLANO B19: Detalles estructura metálica - Corte C-C - Edificio Centro*
- *PLANO B20: Detalles de uniones cabios y viga cumbrera.*
- *PLANO B21: Detalles de uniones cabios y viga cumbrera.*

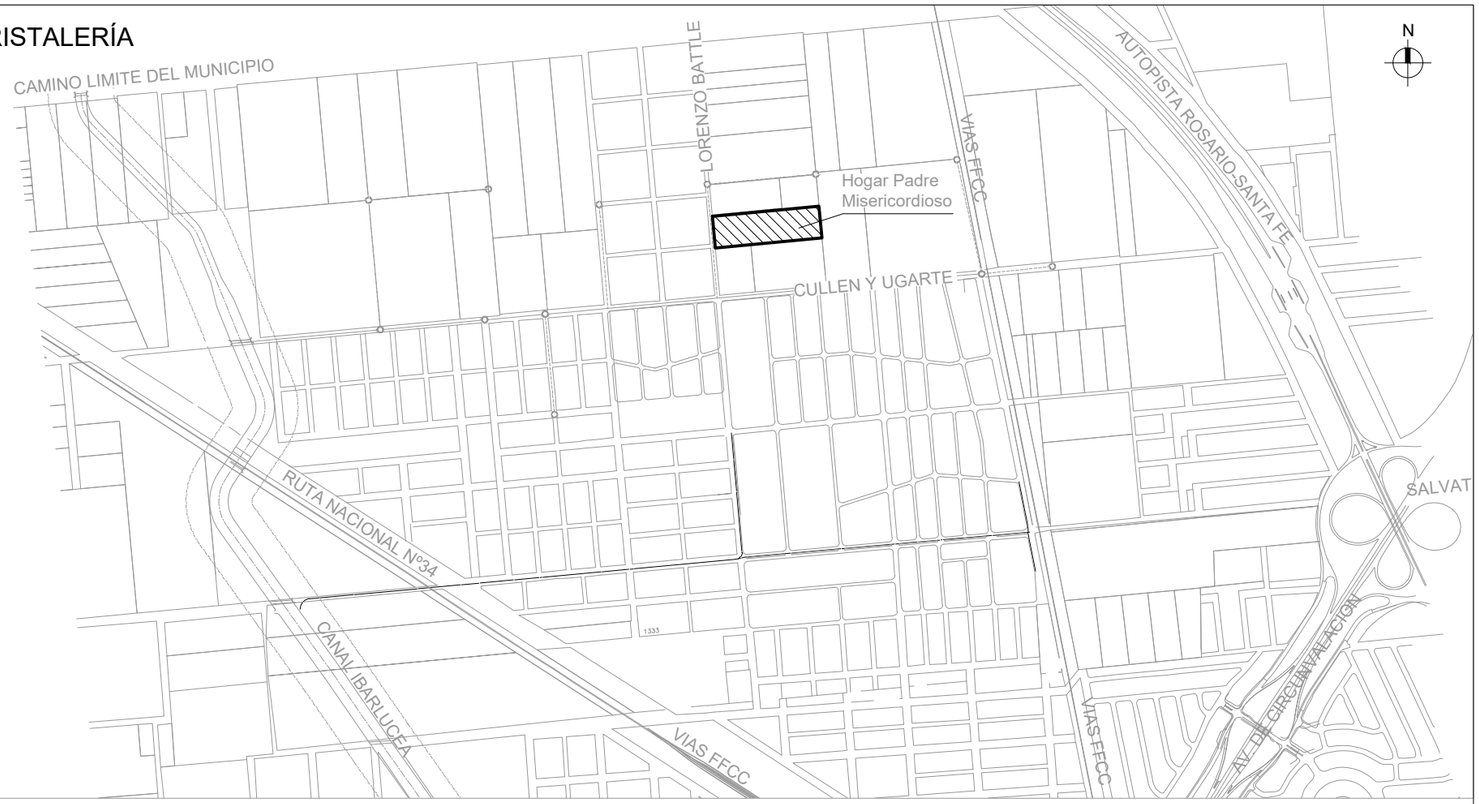
MUNICIPIO DE ROSARIO

Escala: 1:150000



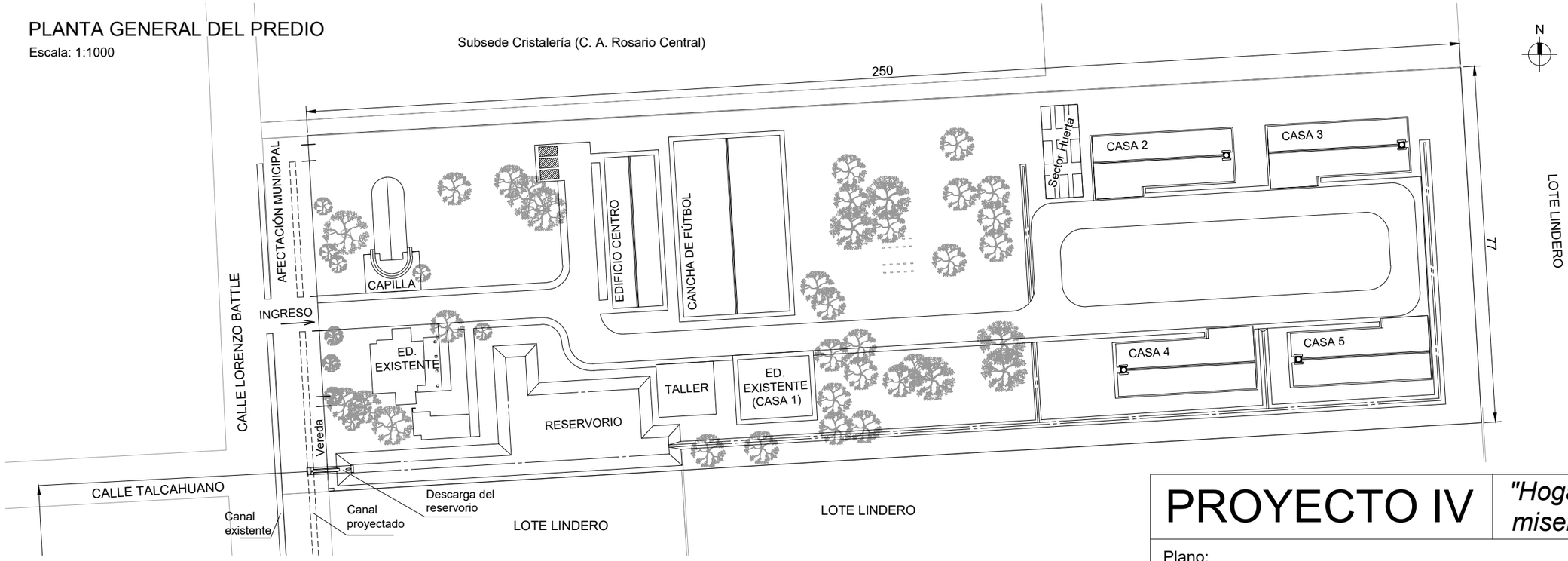
BARRIO CRISTALERÍA

Escala: 1:5000



PLANTA GENERAL DEL PREDIO

Escala: 1:1000



NOTA: Los edificios a proyectar en esta etapa son el Edificio Centro y las Casas 2, 3, 4 y 5. Tanto el taller, como la cancha de fútbol y capilla corresponden a etapas futuras.

PROYECTO IV

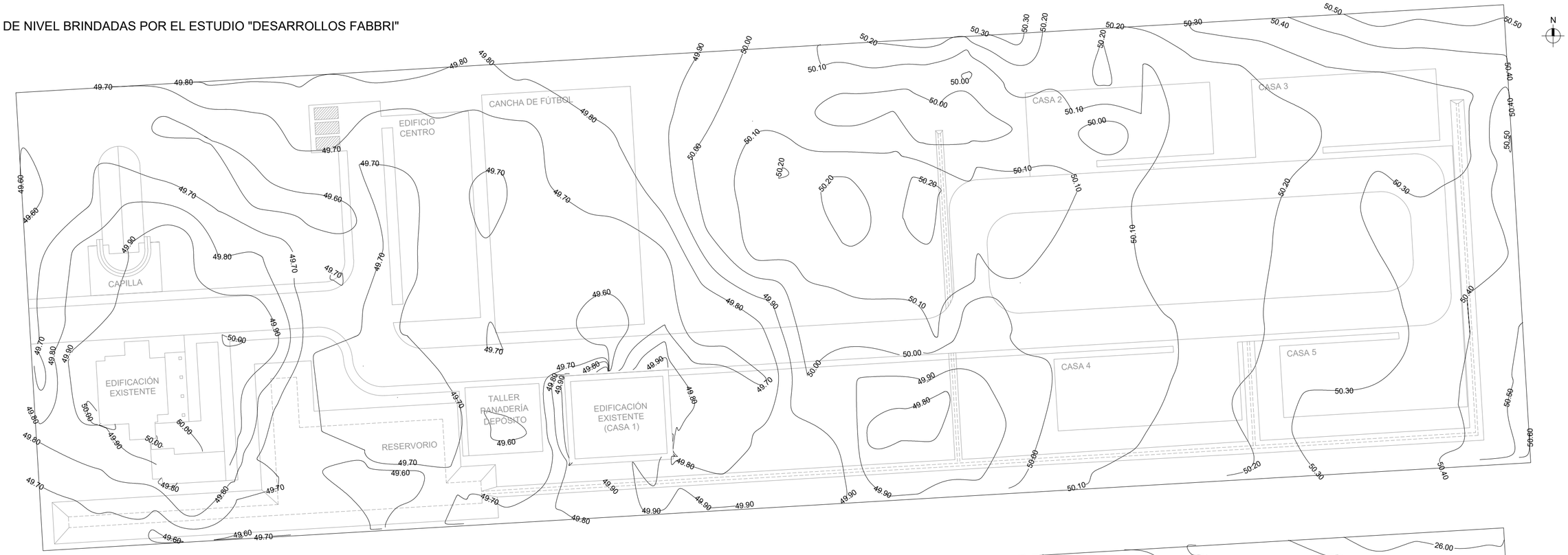
"Hogar padre misericordioso"

Plano:

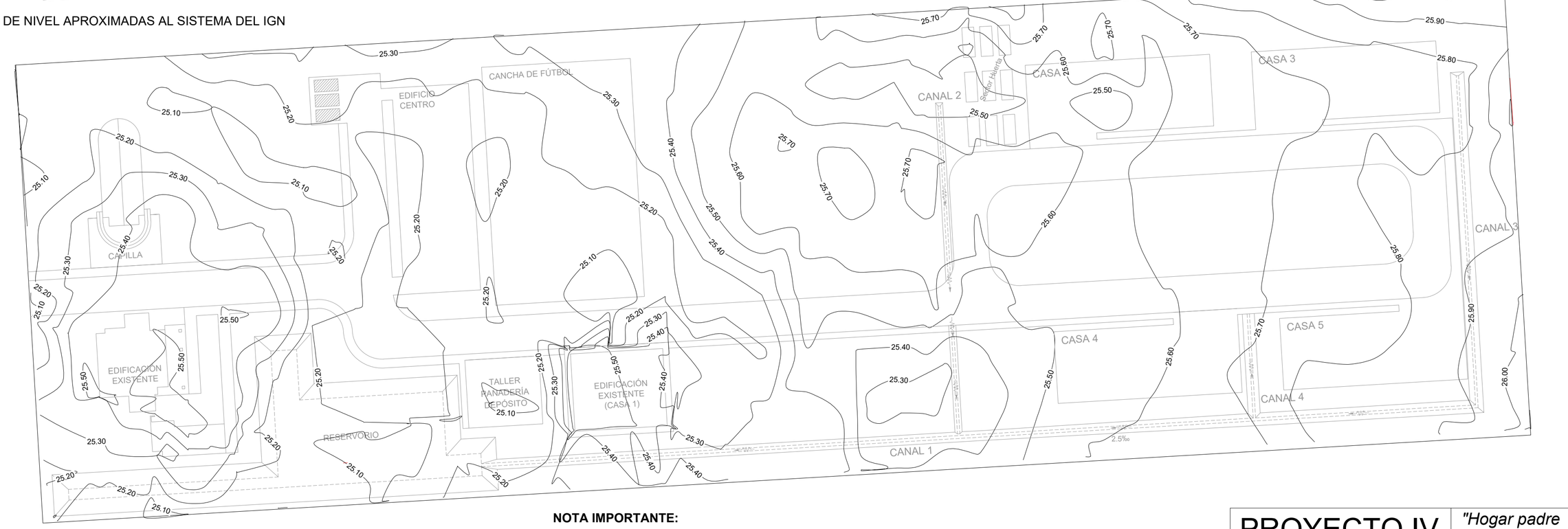
UBICACIÓN DEL TERRENO

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	VARIOS	A01

CURVAS DE NIVEL BRINDADAS POR EL ESTUDIO "DESARROLLOS FABBRI"



CURVAS DE NIVEL APROXIMADAS AL SISTEMA DEL IGN



NOTA IMPORTANTE:

Las curvas de nivel de la planta superior son las brindadas por el estudio de arquitectura "Fabbri Desarrollos". Se da cuenta que los valores de cotas correspondientes no son referidos al sistema del IGN, por lo que a dichas curvas de nivel se le restaron 24,5m, que fueron estimados a partir del software Google Earth, dando como resultado los valores de las curvas de nivel representadas en la planta inferior del presente plano. No obstante, debe rehacerse un relevamiento topográfico para verificar que las cotas adoptadas en los presentes planos son las correctas.

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*	FCEFyN

Plano:
CURVAS DE NIVEL

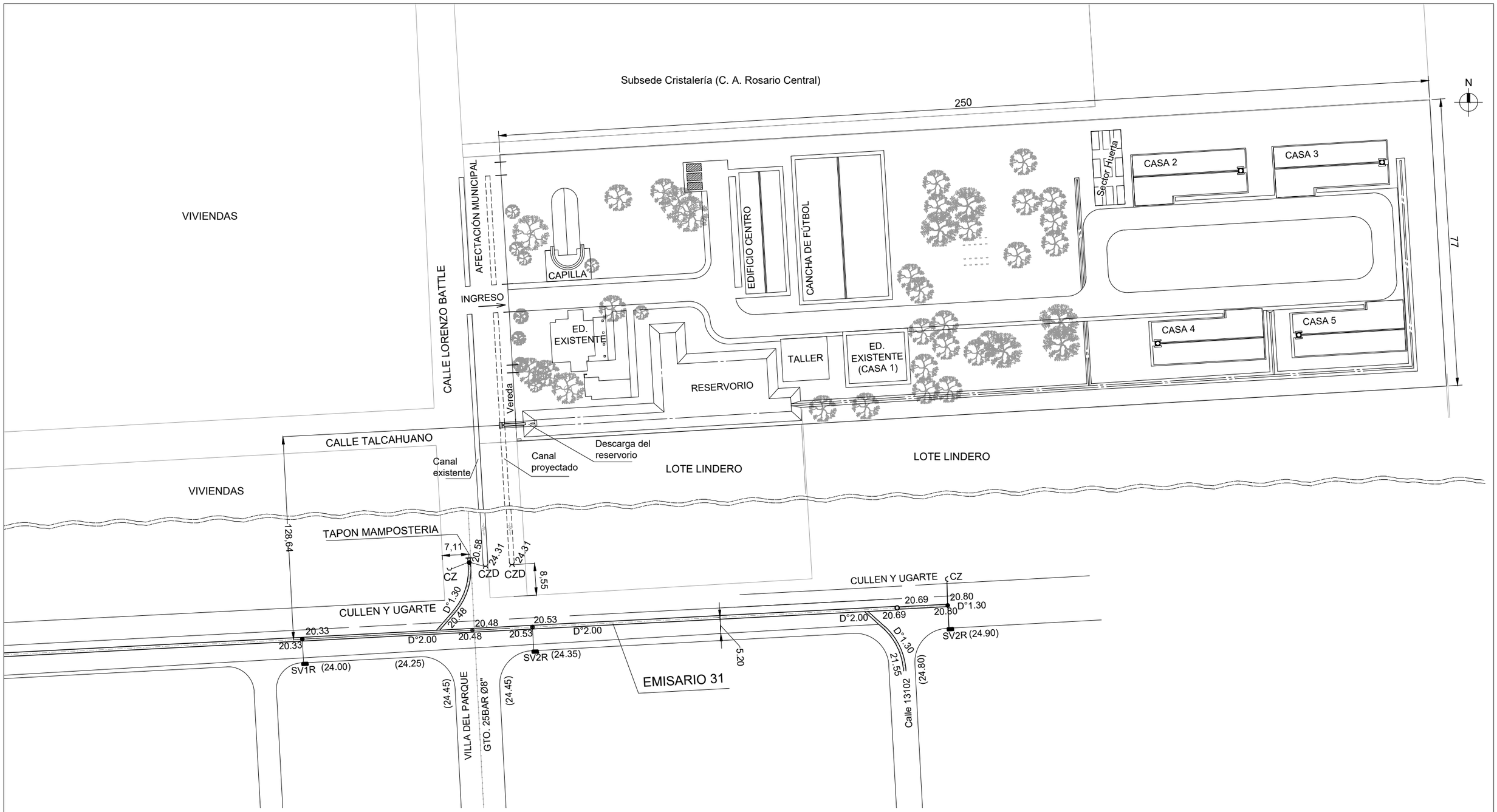
Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	09/23	1:500	A02

PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:
PLANTA DE TECHOS

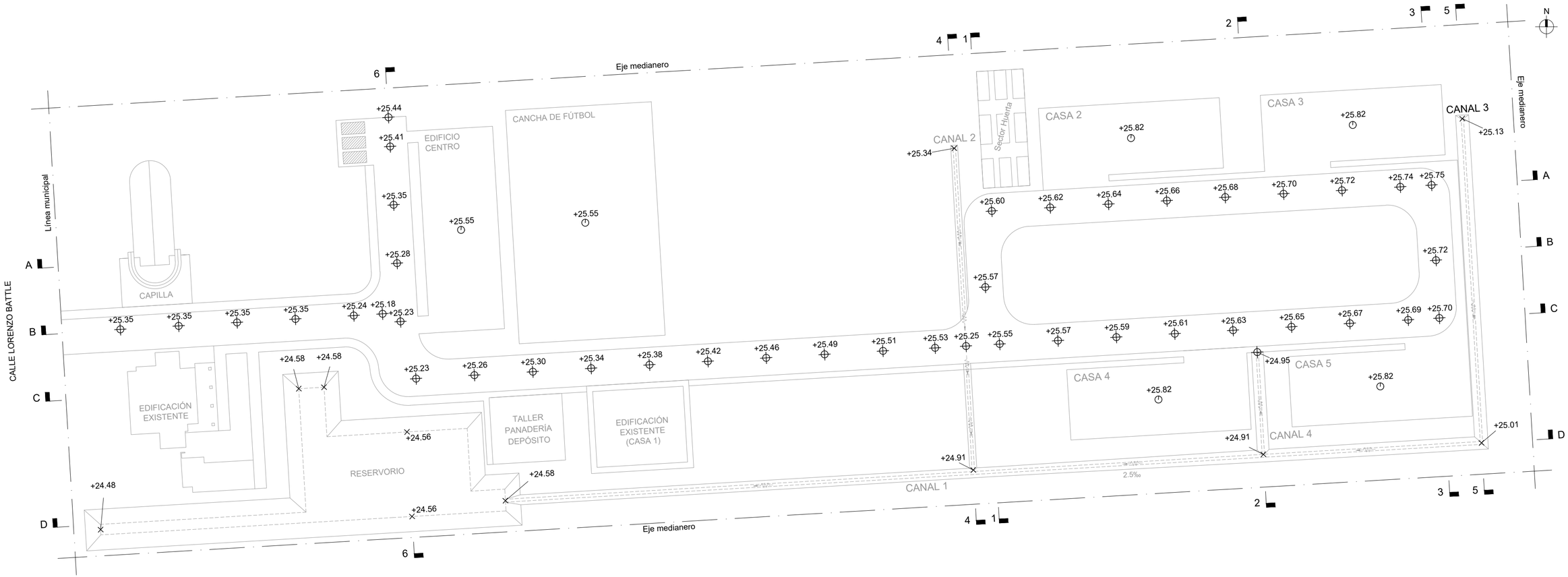
Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:500	A03



NOTA 1: El reservorio descarga en el emisario 31

NOTA 2: Las cotas y datos correspondientes al emisario 31 son brindados por la Municipalidad de Rosario

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*	FCEFyA
Plano: UBICACIÓN DEL EMISARIO 31		
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: 1:1000
		A04



REFERENCIAS

MEDIDAS EN METROS

Canal excavado

X.XX ‰ Sentido de escurrimiento y pendiente de fondo del canal

× Niveles de fondo de reservorio y canales

⊕ Niveles en el eje de los caminos internos

Ⓘ Niveles de piso terminado de edificaciones

NOTA IMPORTANTE:
Las cotas de terreno natural se tomaron en función de las curvas de nivel representadas en la planta inferior del PLANO A02.

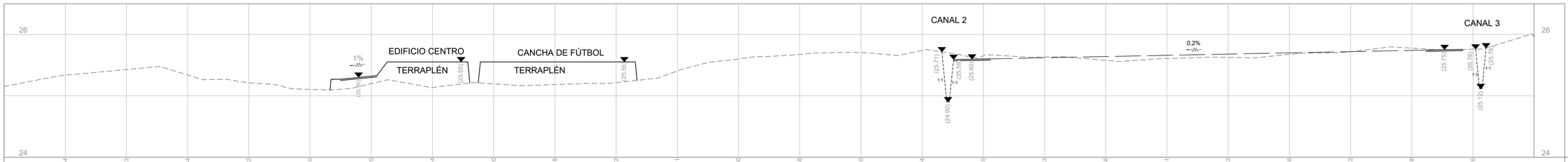
PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

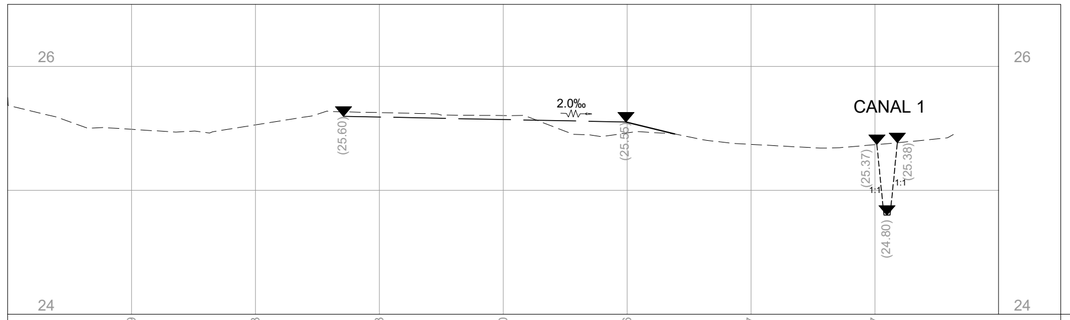
Plano: NIVELES DE PROYECTO

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:500	A05

CORTE A-A

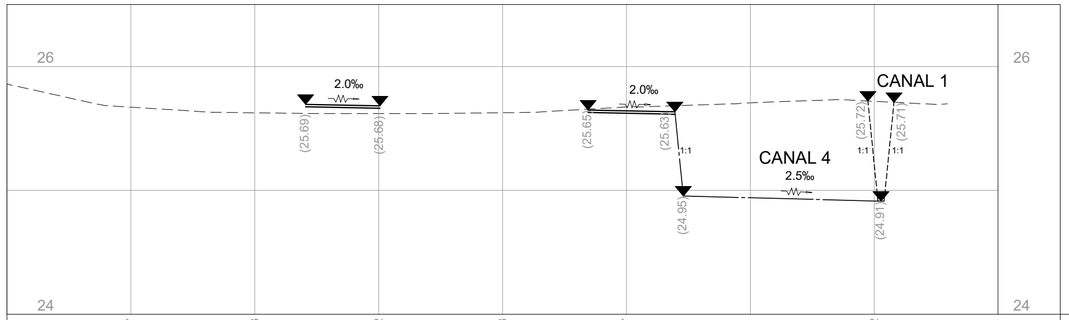

26
24
1%
EDIFICIO CENTRO
TERRAPLÉN
CANCHA DE FÚTBOL
TERRAPLÉN
(25.55)
(25.55)
CANAL 2
(25.71)
(25.58)
(25.60)
(24.90)
1:1
0.2%
CANAL 3
(25.76)
(25.76)
(25.76)
(25.19)
1:1

| | | |



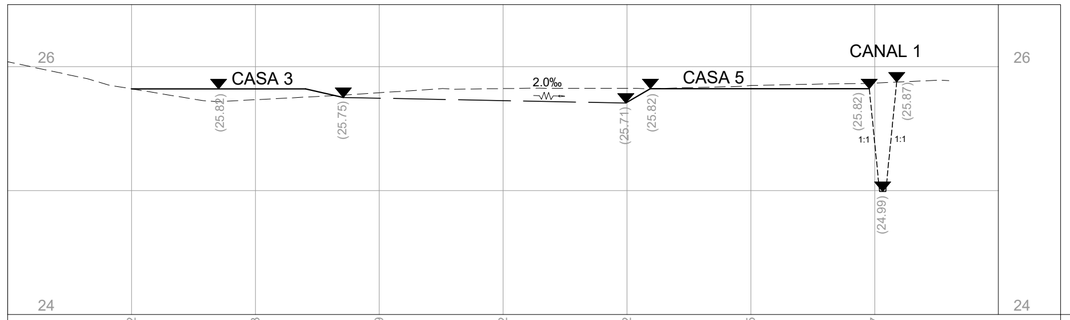
CORTE 1-1

COTAS DEL TERRENO (m)	25.49	25.53	25.63	25.60	25.46	25.37	25.37		
COTAS DE LA CALLE (m)			25.59	25.57					
COTAS FONDO CANAL / RESERVORIO (m)									
PROGRESIVA (m)	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	



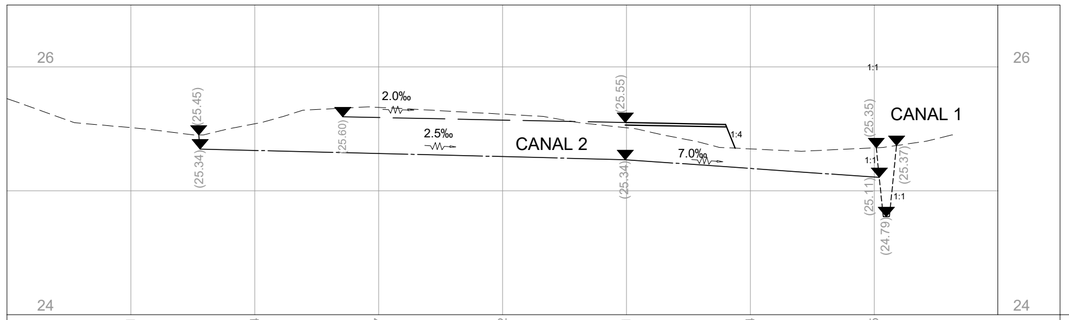
CORTE 2-2

COTAS DEL TERRENO (m)	25.67	25.63	25.62	25.63	25.67	25.71	25.72		
COTAS DE LA CALLE (m)									
COTAS FONDO CANAL / RESERVORIO (m)						24.94	24.91		
PROGRESIVA (m)	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	



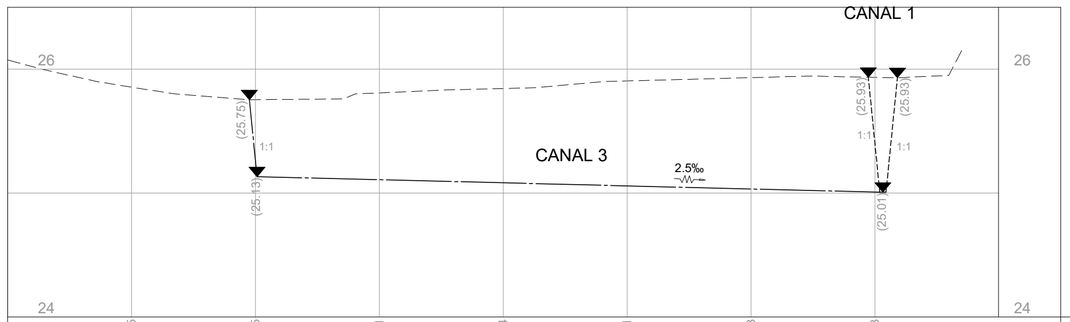
CORTE 3-3

COTAS DEL TERRENO (m)	25.82	25.73	25.79	25.82	25.82	25.85	25.87		
COTAS DE LA CALLE (m)			25.75	25.72					
COTAS FONDO CANAL / RESERVORIO (m)									
PROGRESIVA (m)	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	



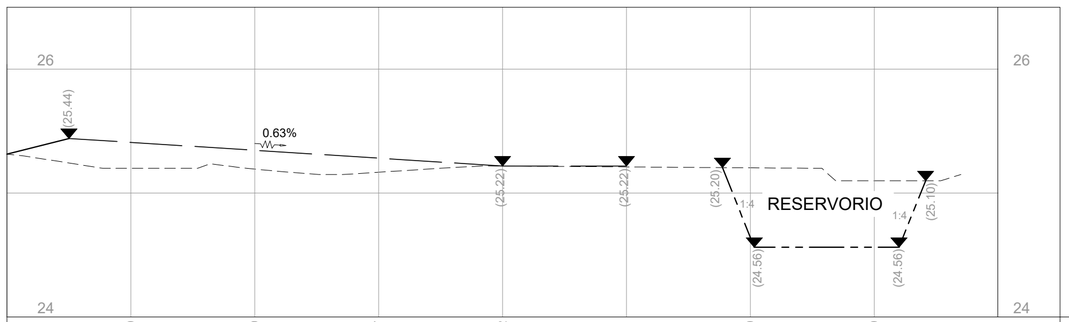
CORTE 4-4

COTAS DEL TERRENO (m)	25.51	25.54	25.67	25.62	25.51	25.34	25.35		
COTAS DE LA CALLE (m)			25.59	25.57					
COTAS FONDO CANAL / RESERVORIO (m)			25.30	25.27	25.25	25.18	25.11		
PROGRESIVA (m)	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	



CORTE 5-5

COTAS DEL TERRENO (m)	25.85	25.75	25.81	25.84	25.91	25.93	25.93		
COTAS DE LA CALLE (m)									
COTAS FONDO CANAL / RESERVORIO (m)			25.11	25.08	25.06	25.03	25.01		
PROGRESIVA (m)	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	



CORTE 6-6

COTAS DEL TERRENO (m)	25.20	25.19	25.17	25.22	25.21	25.20	25.10		
COTAS DE LA CALLE (m)	25.41	25.35	25.28	25.22	25.22				
COTAS FONDO CANAL / RESERVORIO (m)									
PROGRESIVA (m)	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	

REFERENCIAS

MEDIDAS EN METROS

- Terreno natural
- Rasante de los caminos
- Perfil transversal de los caminos
- Relleno
- Desmonte
- Fondo reservorio
- Sección transversal de los canales
- Fondo de canal
- X.XX ‰ Sentido de escurrimiento y pendiente de fondo de canal y calles
- (25.24) Indicación de cotas en puntos característicos

NOTA IMPORTANTE:
Las cotas de terreno natural se tomaron en función de las curvas de nivel representadas en la planta inferior del PLANO A02.

Ver ubicación de cortes en PLANO A05

PROYECTO IV

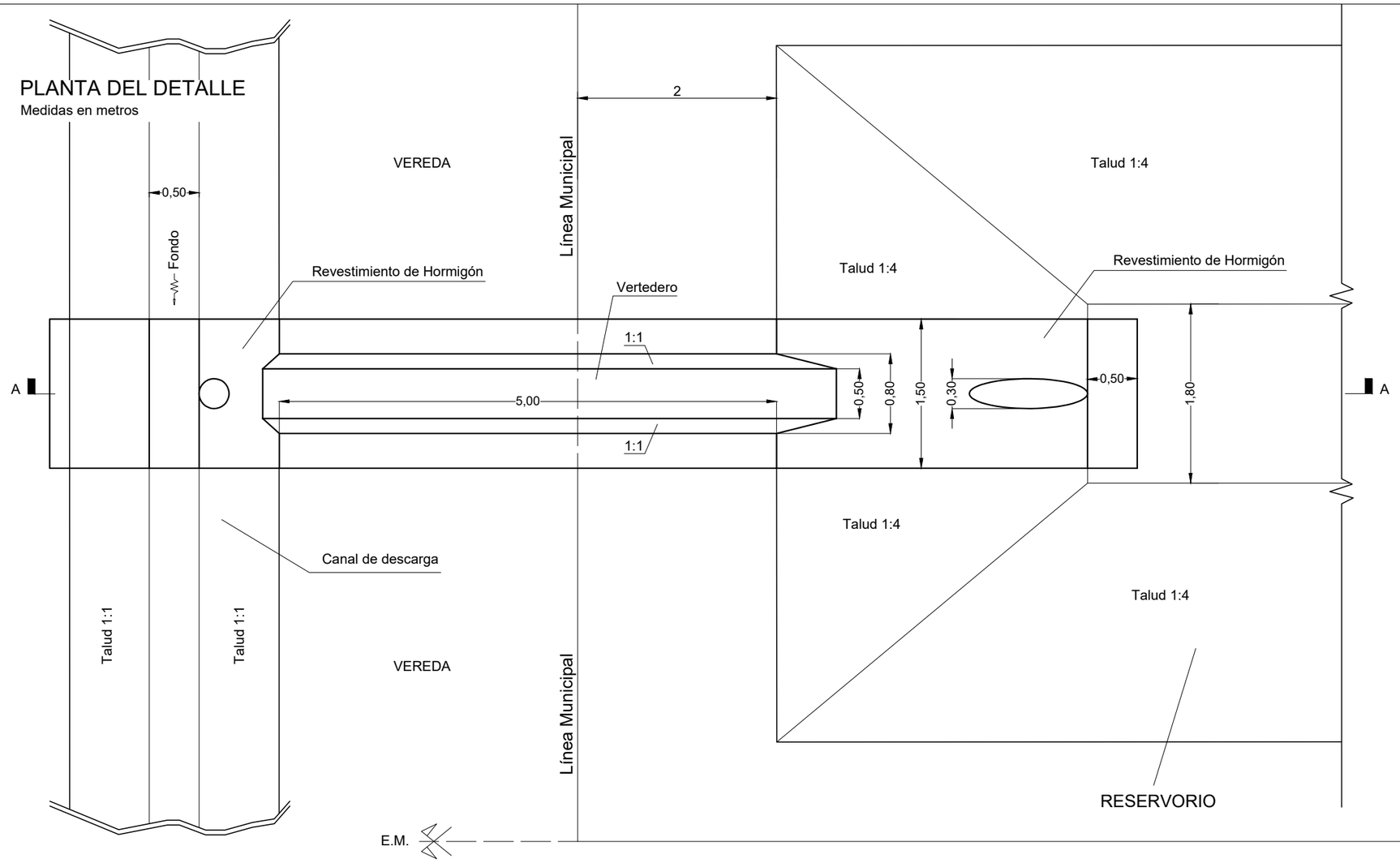
"Hogar padre misericordioso"

Plano: PERFILES TRANSVERSALES

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	Horizontal 1:350 Vertical 1:35	A07

PLANTA DEL DETALLE

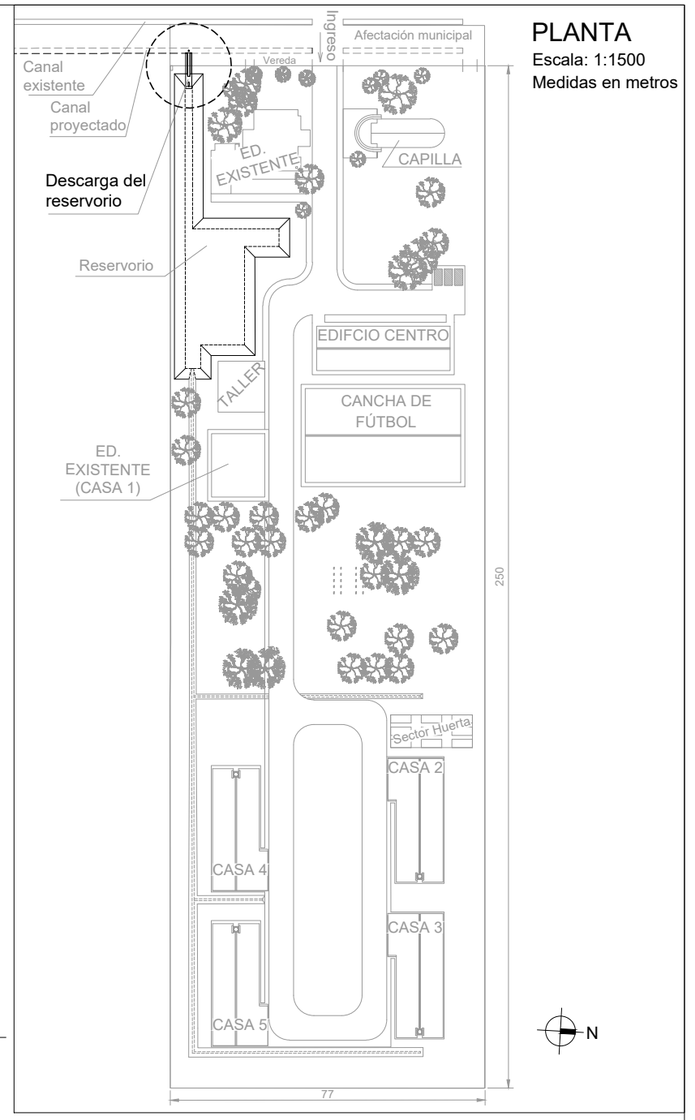
Medidas en metros



PLANTA

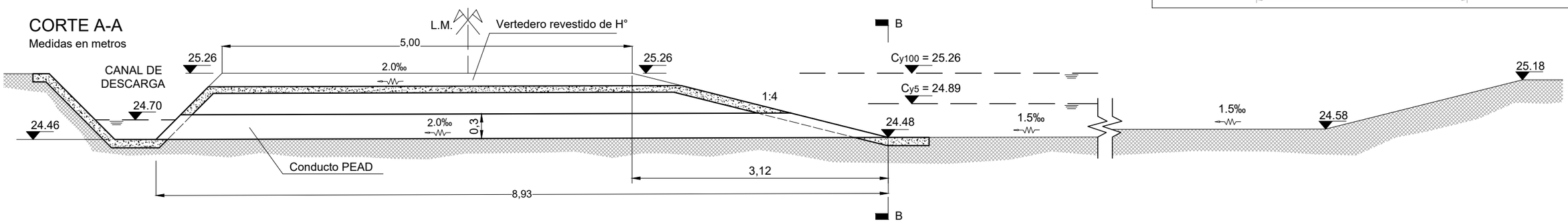
Escala: 1:1500

Medidas en metros



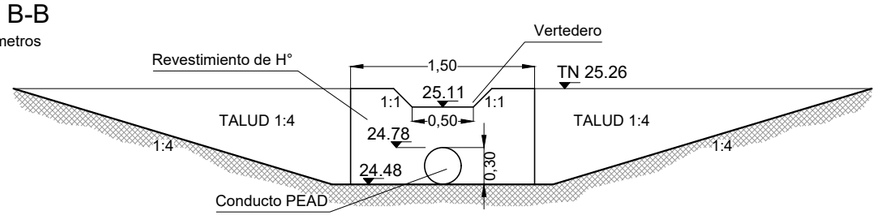
CORTE A-A

Medidas en metros



CORTE B-B

Medidas en metros



PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

FCEFyN

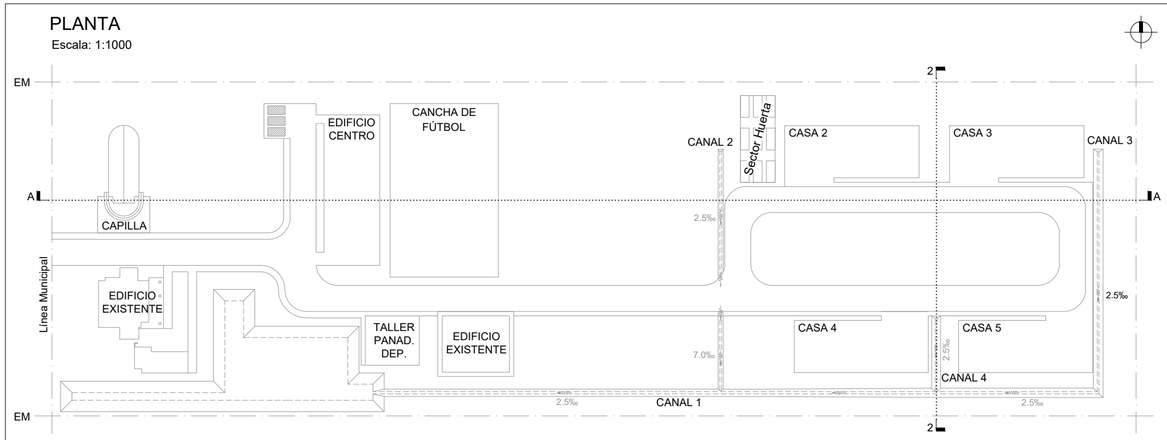
Plano:

DETALLE DE SALIDA DEL RESERVORIO

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:50	A08

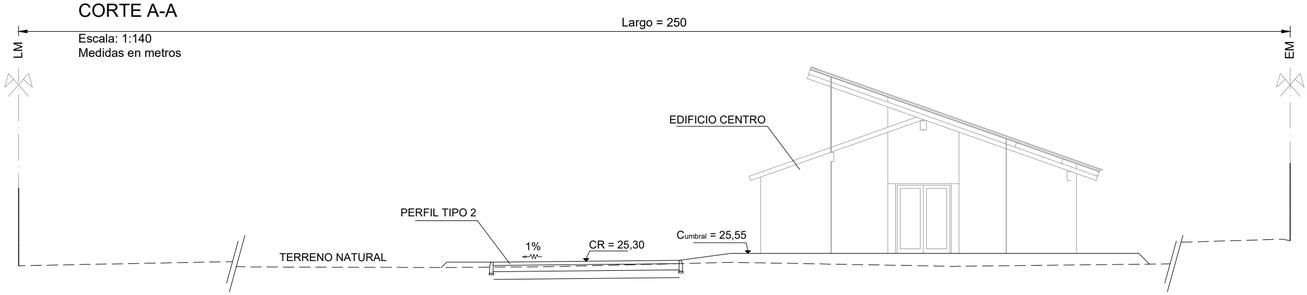
PLANTA

Escala: 1:1000



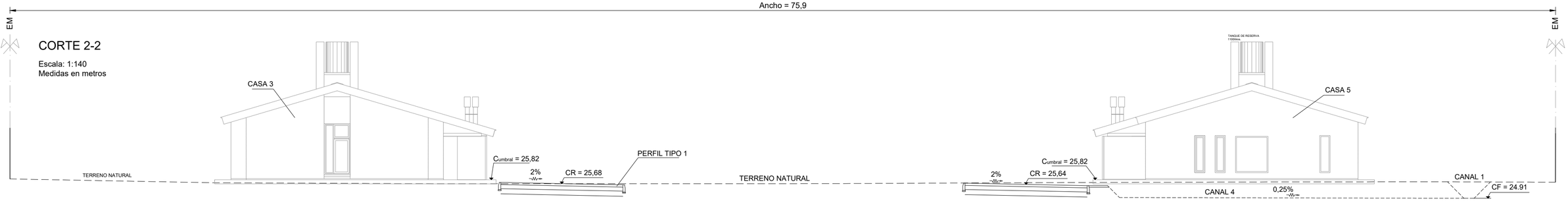
CORTE A-A

Escala: 1:140
Medidas en metros



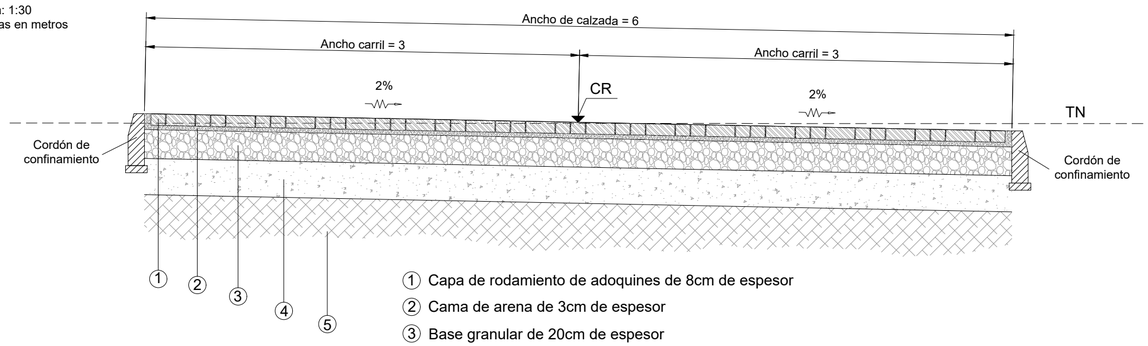
CORTE 2-2

Escala: 1:140
Medidas en metros



PERFIL TIPO 1 DE CALLES

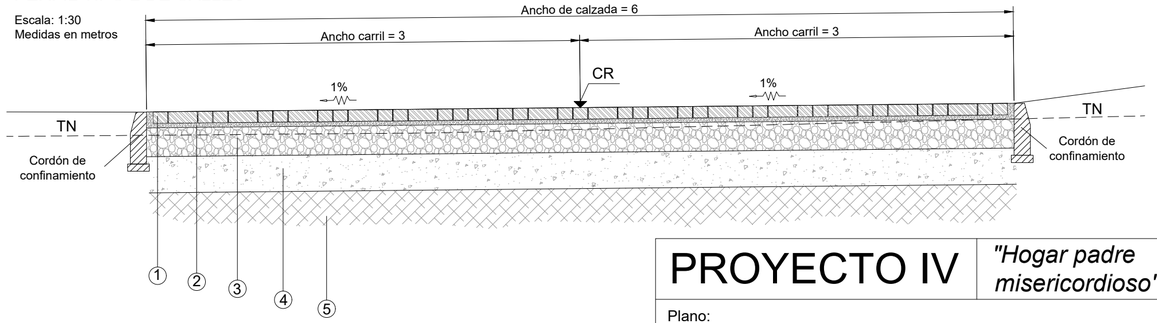
Escala: 1:30
Medidas en metros



1. Capa de rodamiento de adoquines de 8cm de espesor
2. Cama de arena de 3cm de espesor
3. Base granular de 20cm de espesor
4. Subbase de suelo cemento de 25cm de espesor
5. Subrasante

PERFIL TIPO 2 DE CALLES

Escala: 1:30
Medidas en metros



PROYECTO IV

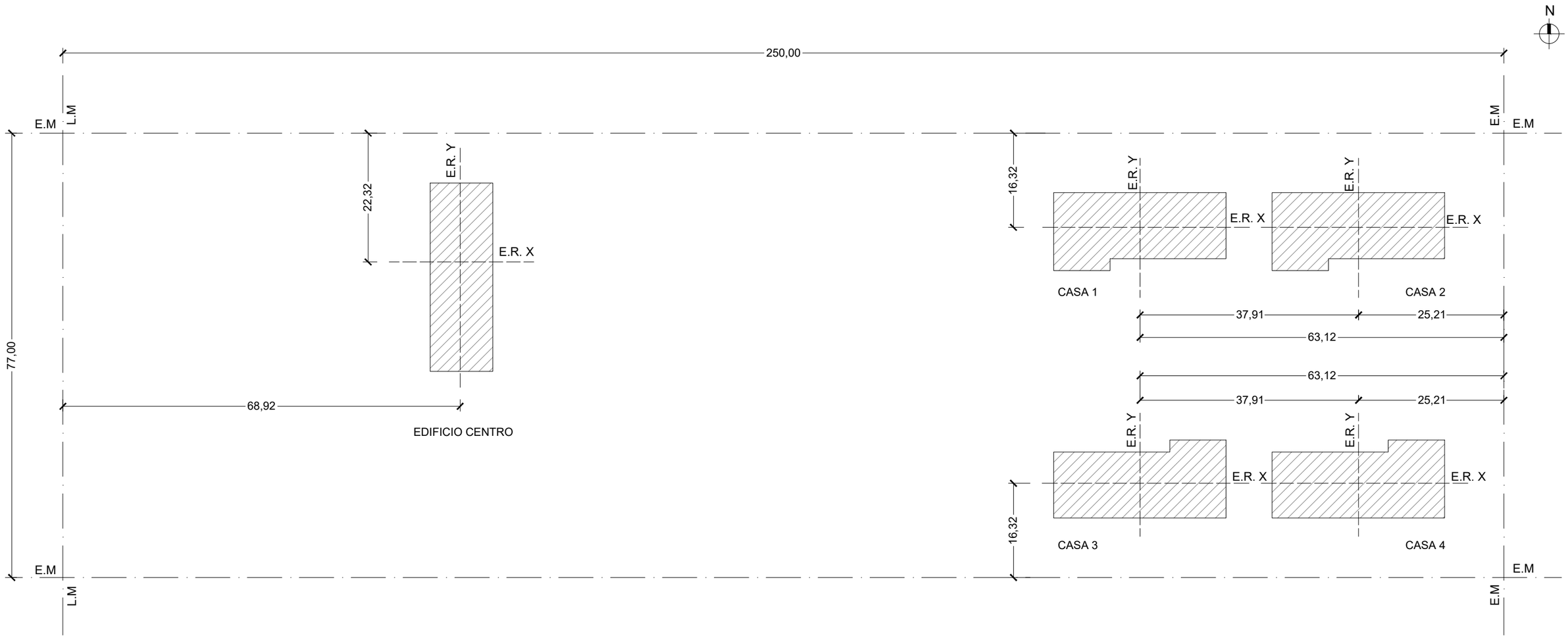
"Hogar padre misericordioso"

FCEFyN

Plano:

PERFILES TIPO DE CALLES INTERNAS

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	VARIOS	A09



Referencias

Zona a construir

L.M. Linea Municipal

E.M. Eje Medianero

E.R. X Eje Replanteo X

E.R. Y Eje Replanteo Y

Unidades

- Cotas: metros [m]

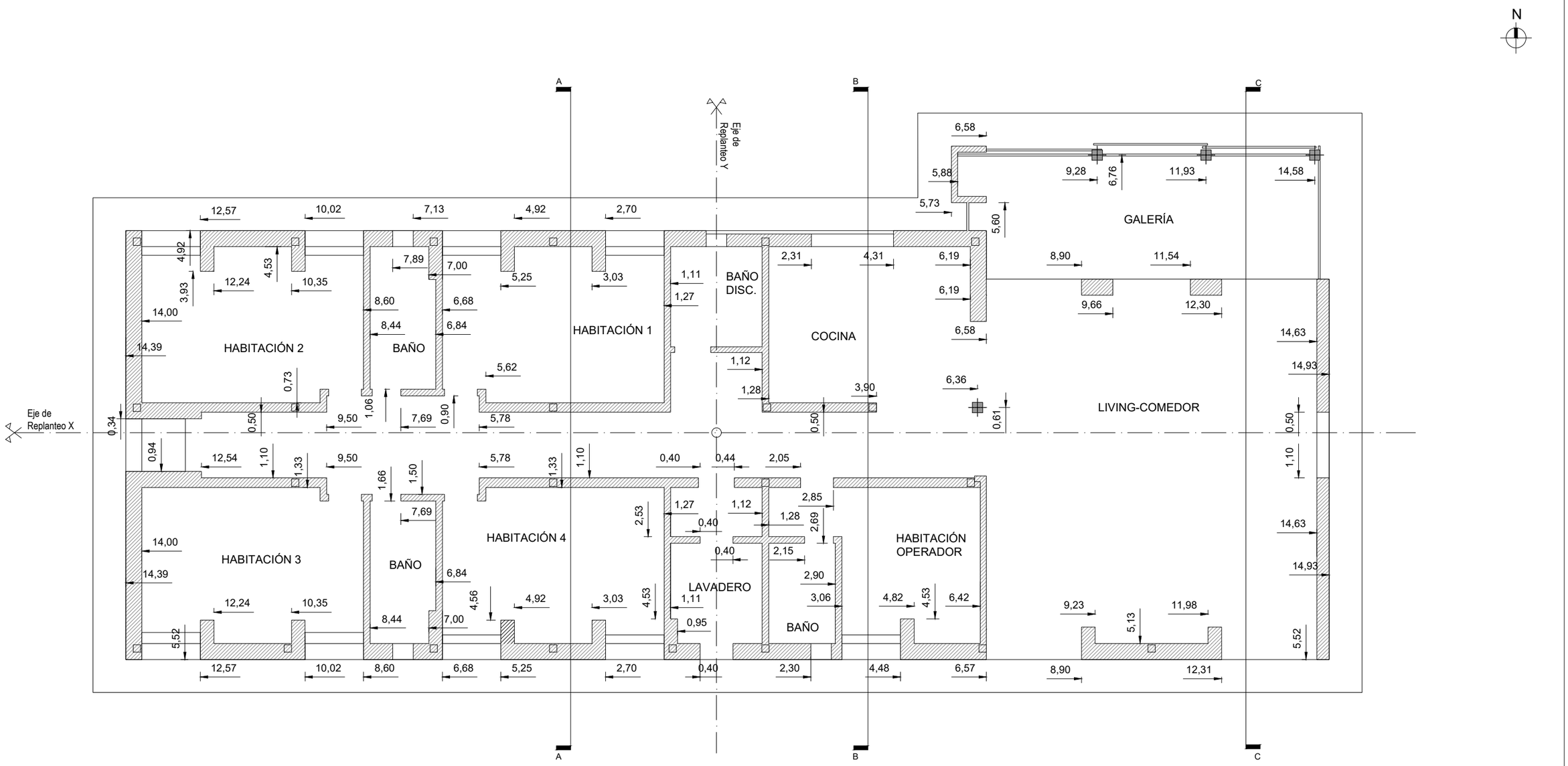
PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:

Ubicación ejes replanteo edificio centro y viviendas tipo

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:700	B-01



PROYECTO IV

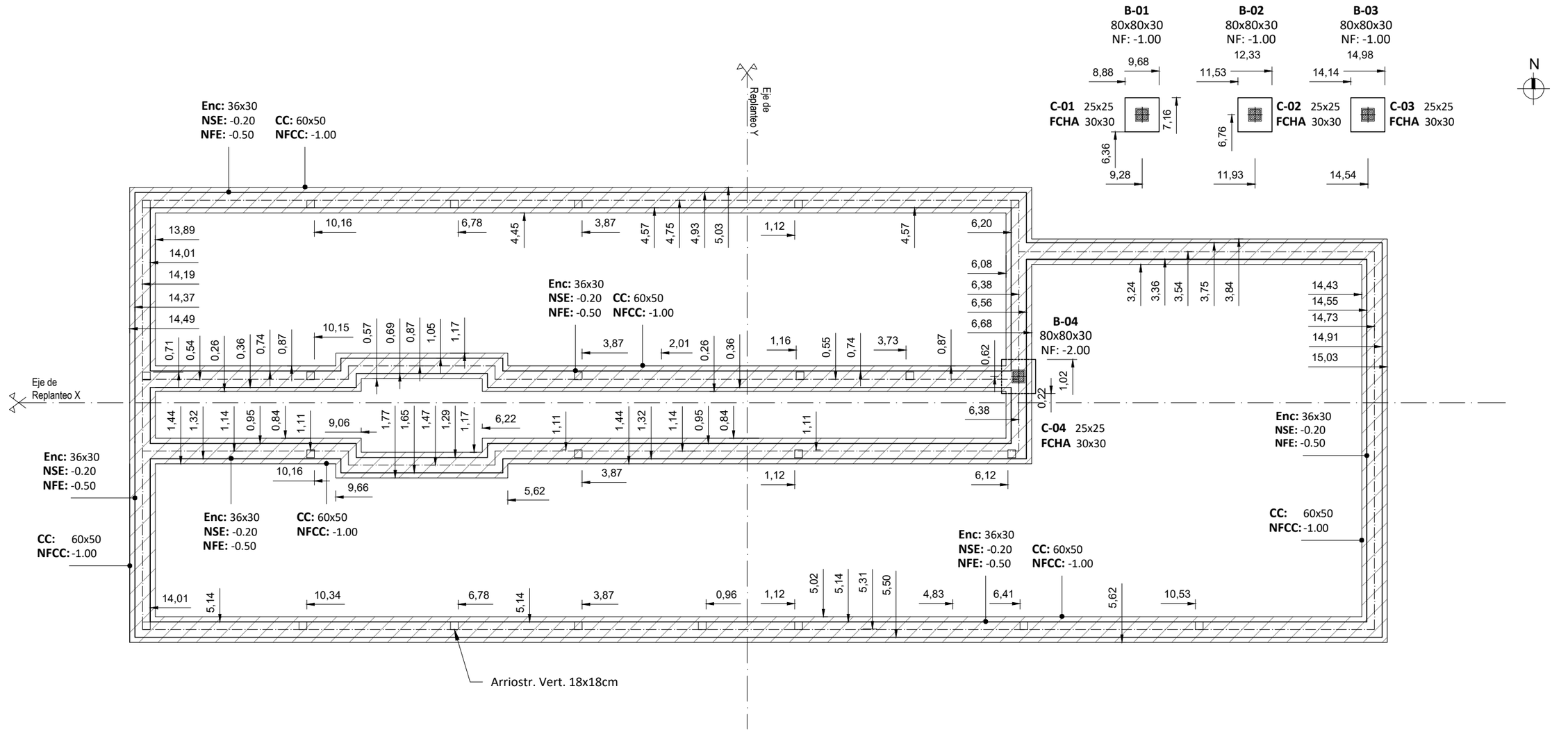
"Hogar padre misericordioso"

FCEFA

Plano:

Replanteo viviendas tipo

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-02



Referencias

	Encadenado
	Cimiento corrido
CC	Cimiento Corrido
Enc	Encadenado de HºPº
NSE	Nivel Superior Encadenado
□	Refuerzo vertical 18x18cm de sección
NFE	Nivel Fondo Encadenado
NFCC	Nivel Fundación de Cimiento Corrido
C-0X	Columna 0X
FCHA	Fuste Columna Hormigón Armado
B-0X	Base 0X

Unidades

- Cotas: metros [m]
- Niveles: metros [m]
- Secciones: centímetros [cm]

PROYECTO IV

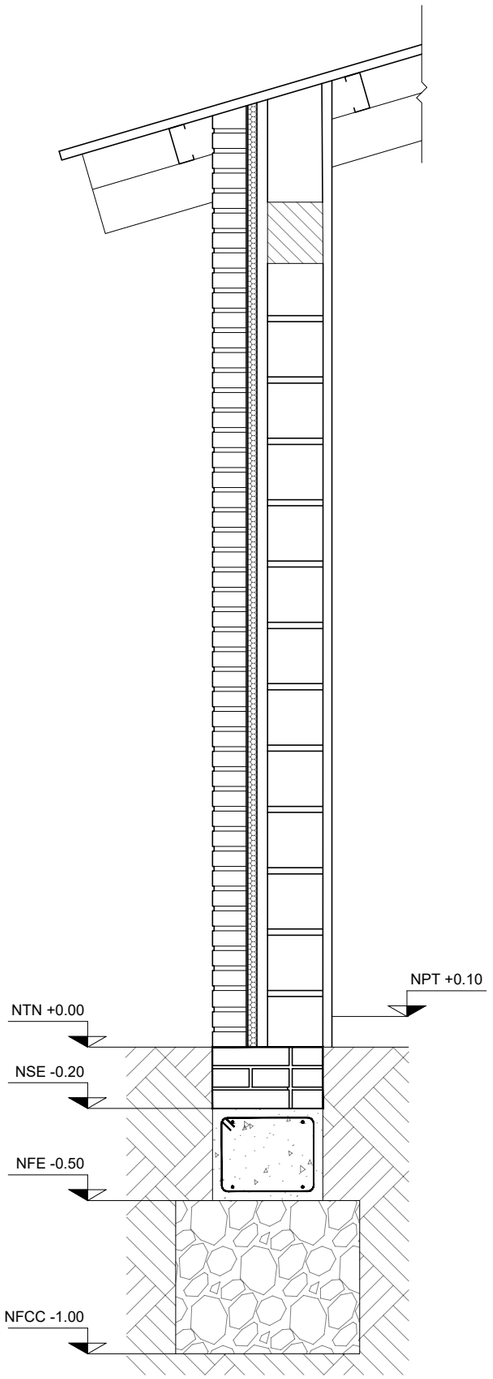
"Hogar padre misericordioso"

FCEFA

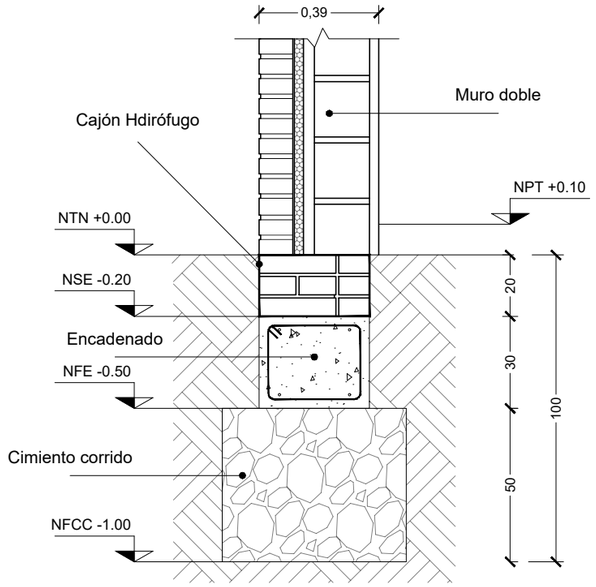
Plano:

Fundaciones viviendas tipo

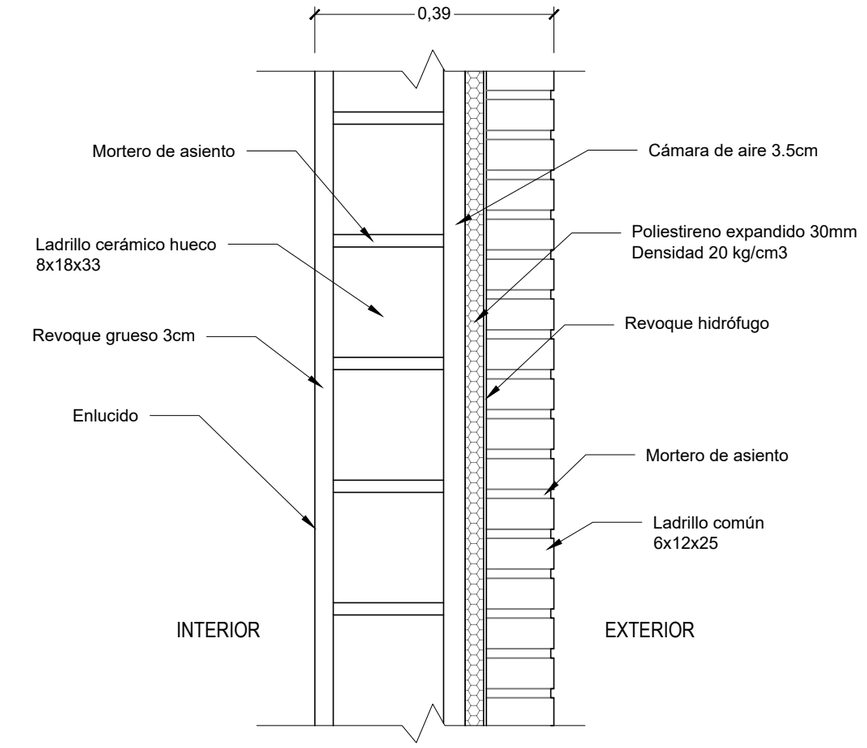
Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-03



Corte A-A Plano B-02 - Muro portante Sur
Escala 1:20



Detalle cimiento corrido HºPº
Escala 1:20



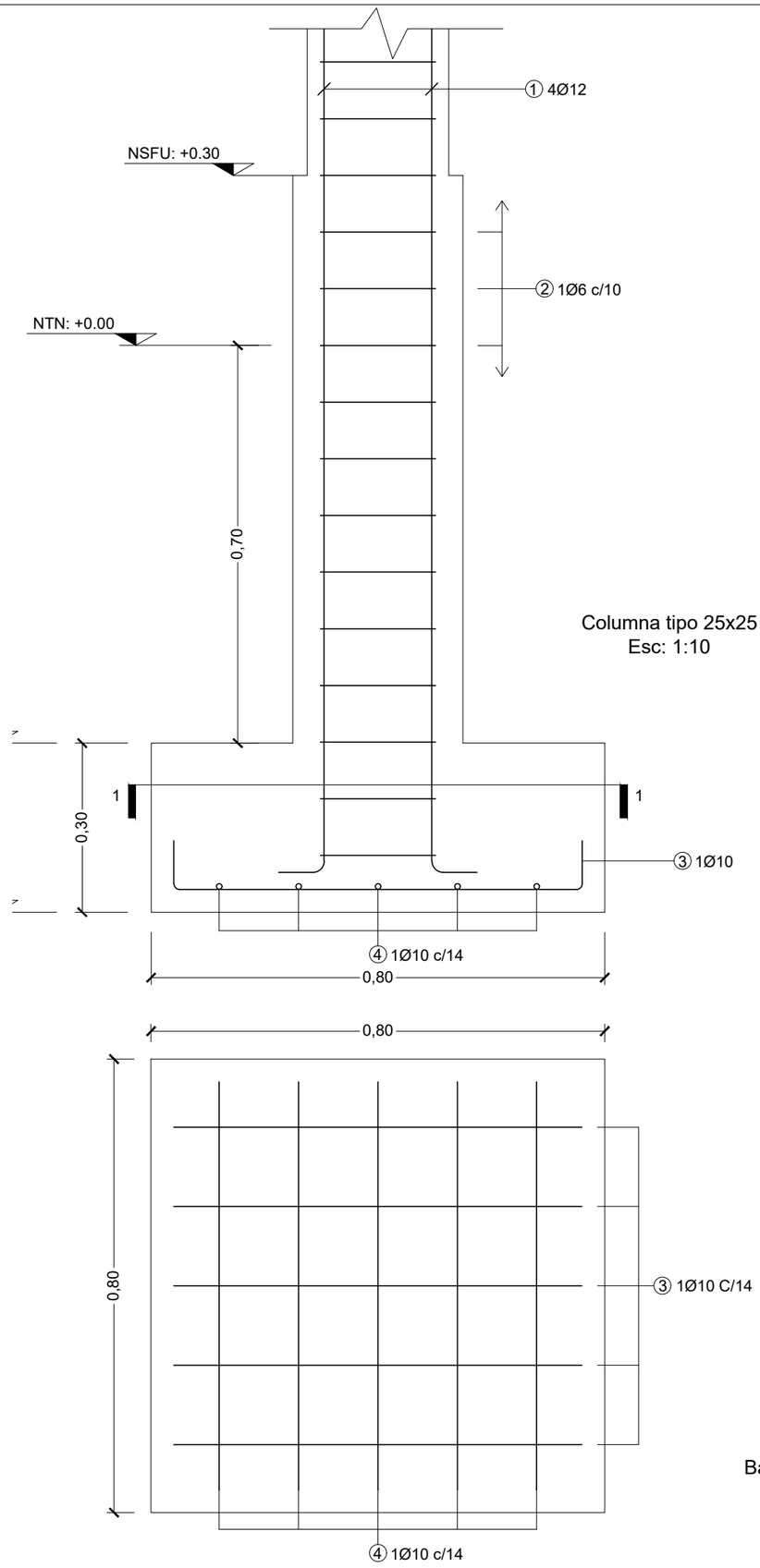
Detalle muro portante mixto 39cm
Escala 1:10

Nota: El detalle del muro portante se repite en toda la configuración (ver Plano B-03)

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*	FCEFyN

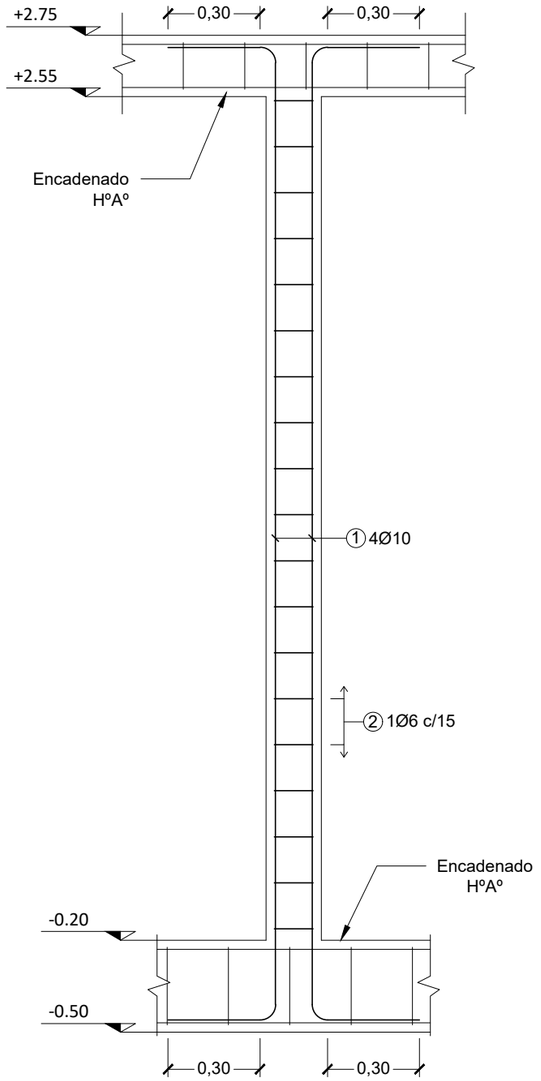
Plano:
Detalles mampostería y fundaciones - Viviendas tipo.

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	B-04
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	-	

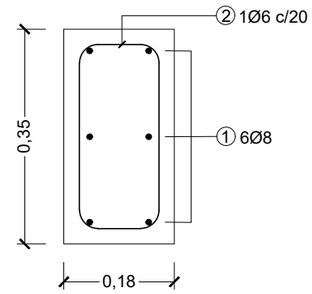


Columna tipo 25x25
Esc: 1:10

Corte 1-1
Base columna tipo
Esc: 1:10



Encadenado vertical 18x18
Esc: 1:20



Detalle encadenado superior HºAº

Esc: 1:10

Detalle encadenado inferior HºAº
Escala 1:10

Referencias

- NSFU: Nivel Superior de Fuste.
- NSB: Nivel Superior Base.
- NFB: Nivel Fundación Base.

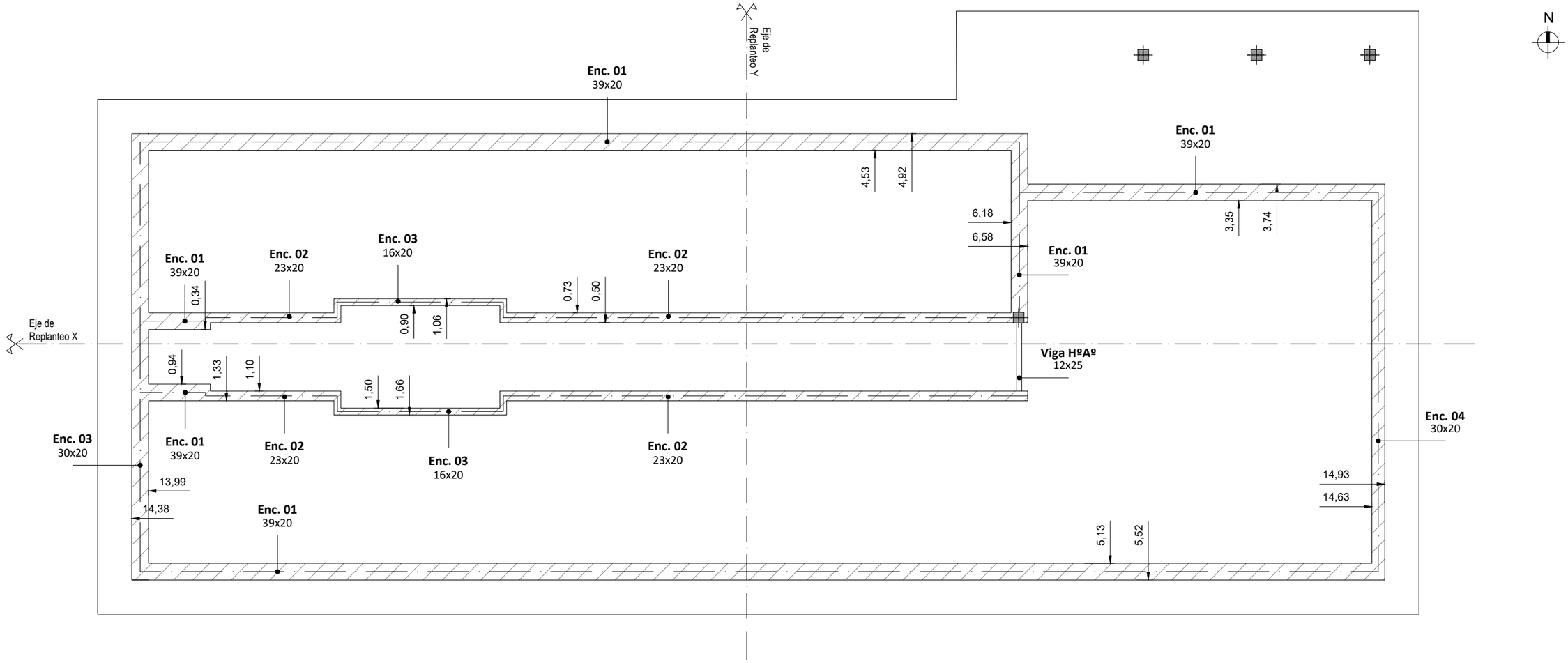
Nota: las bases son idénticas para todas las columnas del proyecto.

PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:
Detalle armadura columnas y bases - Vivienda tipo.

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:10	B-05



Referencias

Encadenado de HºAº sobre muros portantes

E.R. X Eje Replanteo X

E.R. Y Eje Replanteo Y

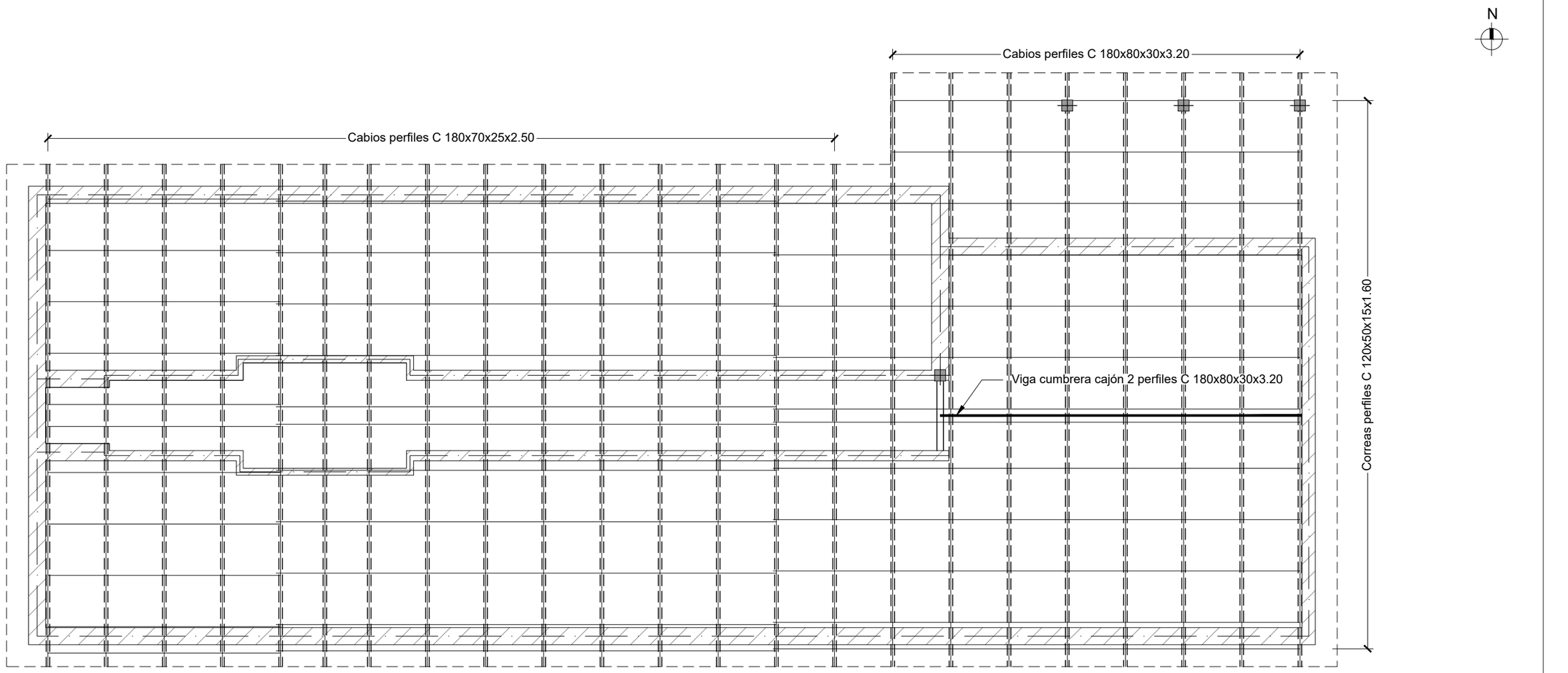
PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:

Encadenado sobre muros portantes - Vivienda tipo.

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-06



Referencias

- Cumbrera
- Cabios
- Correas
- Proyección cubierta
- Columna mampostería 25x25

PROYECTO IV

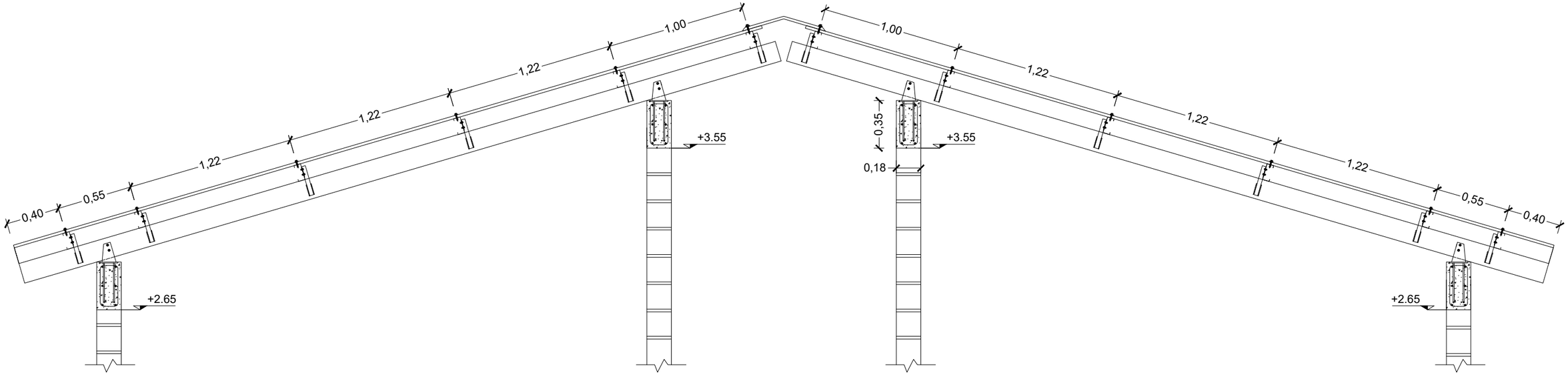
"Hogar padre misericordioso"

FCEFyA

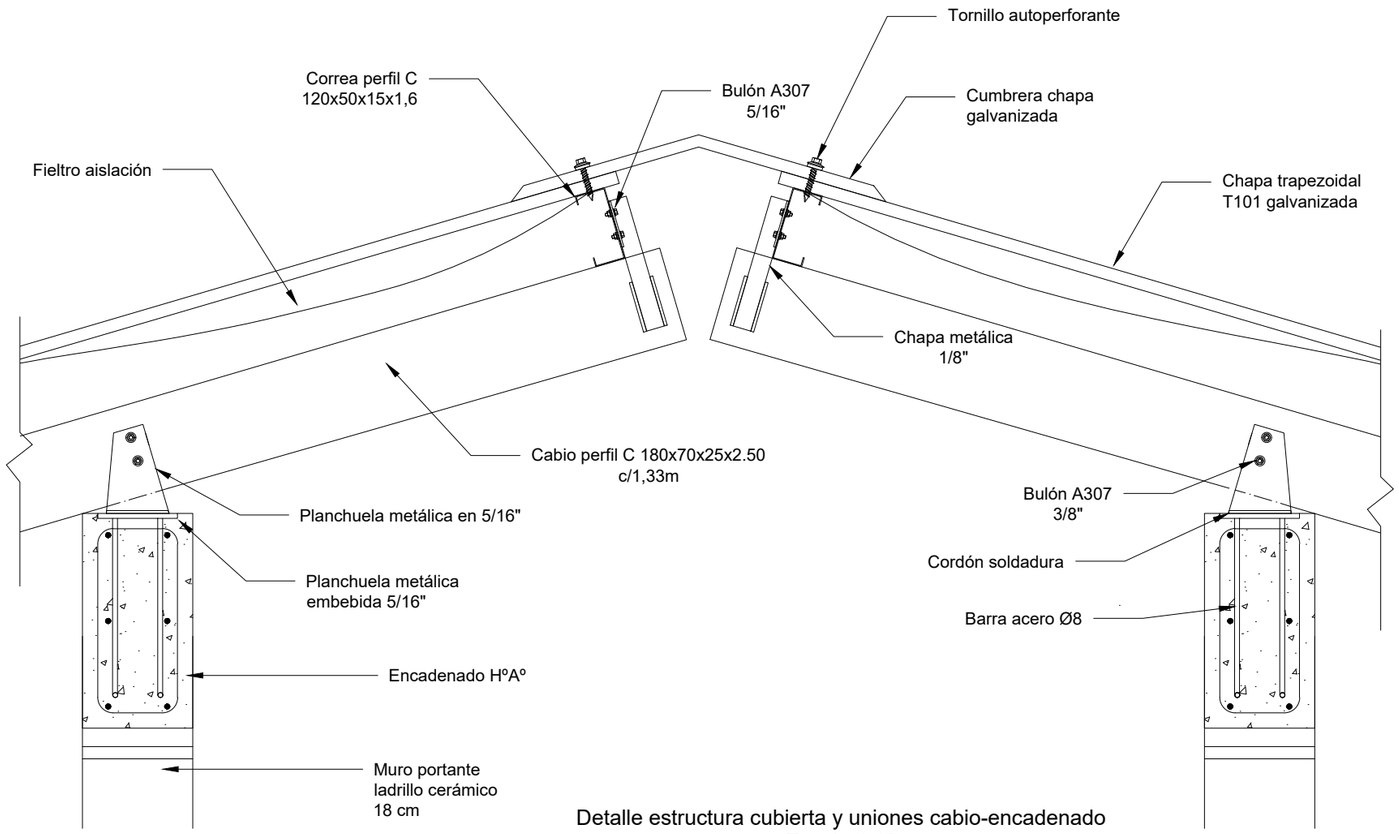
Plano:

Estructura cubierta metálica - Vivienda tipo.

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-07



Detalle estructura cubierta Corte A-A
Escala 1:30



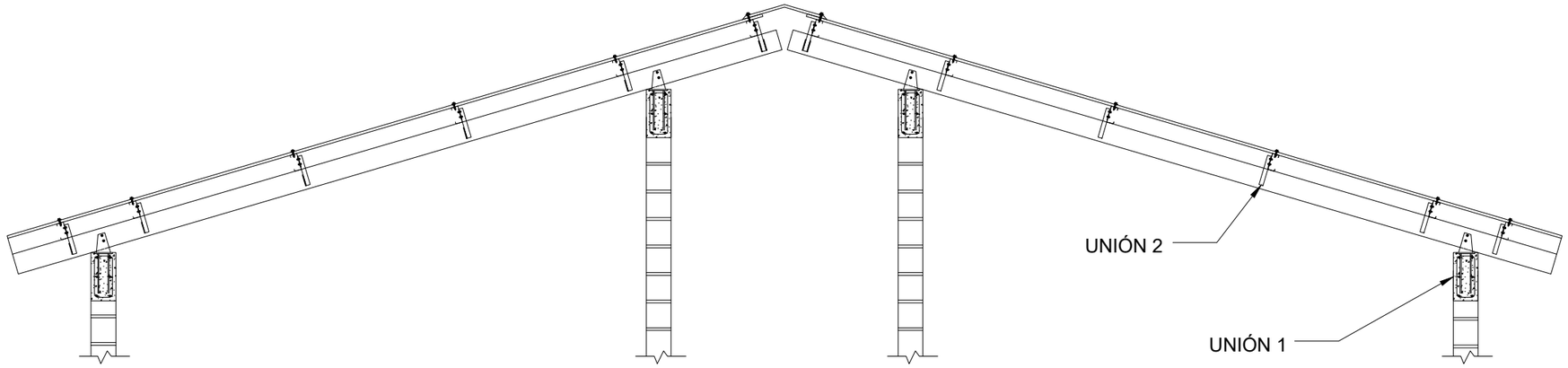
Detalle estructura cubierta y uniones cabio-encadenado
Escala 1:10

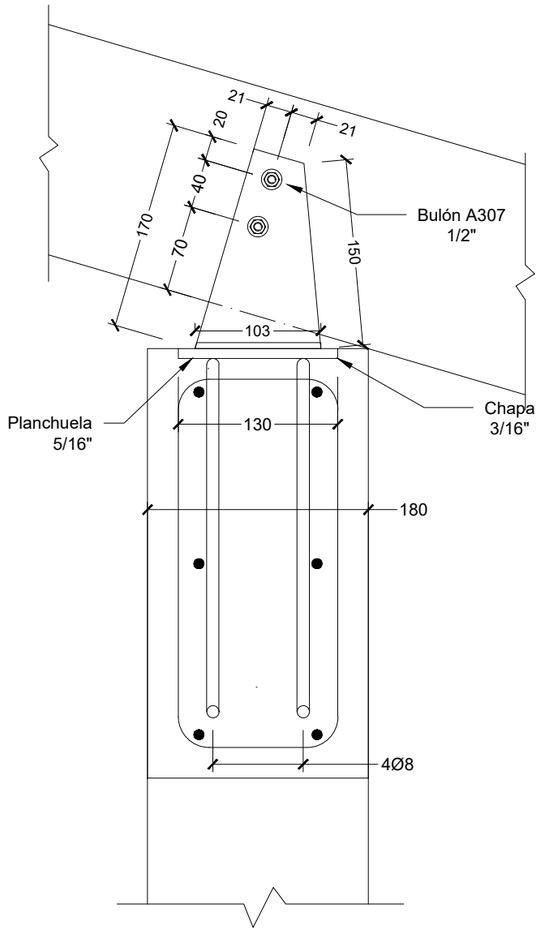
PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

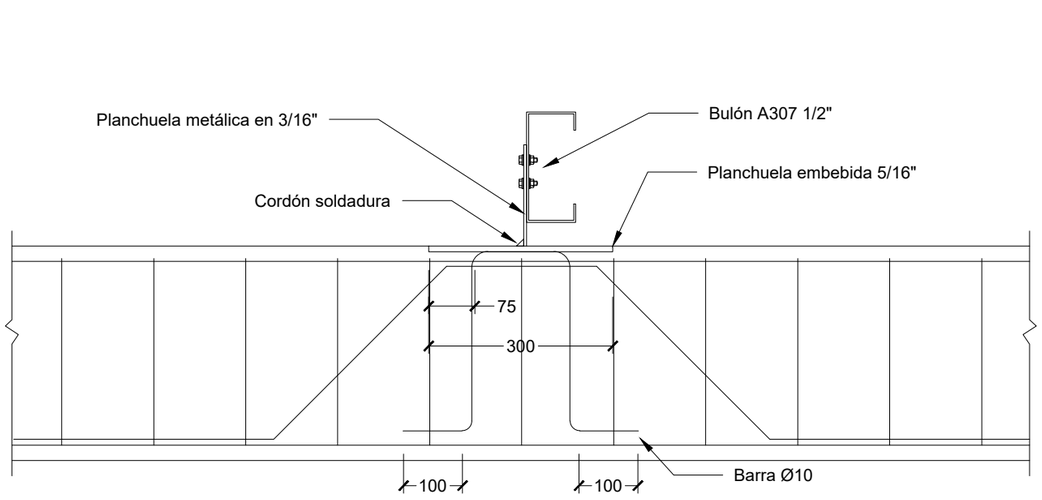
Plano:
Detalle estructura metálica corte - Vivienda tipo.

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-08

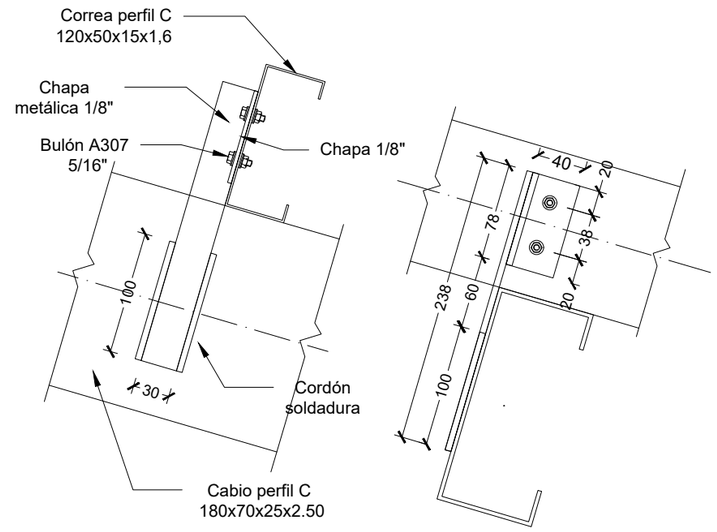




UNIÓN 1 - CORTE
Esc. 1:5



UNIÓN 1 - VISTA
Esc. 1:10



UNIÓN 2 - VISTA Y CORTE
Esc. 1:5

Nota:

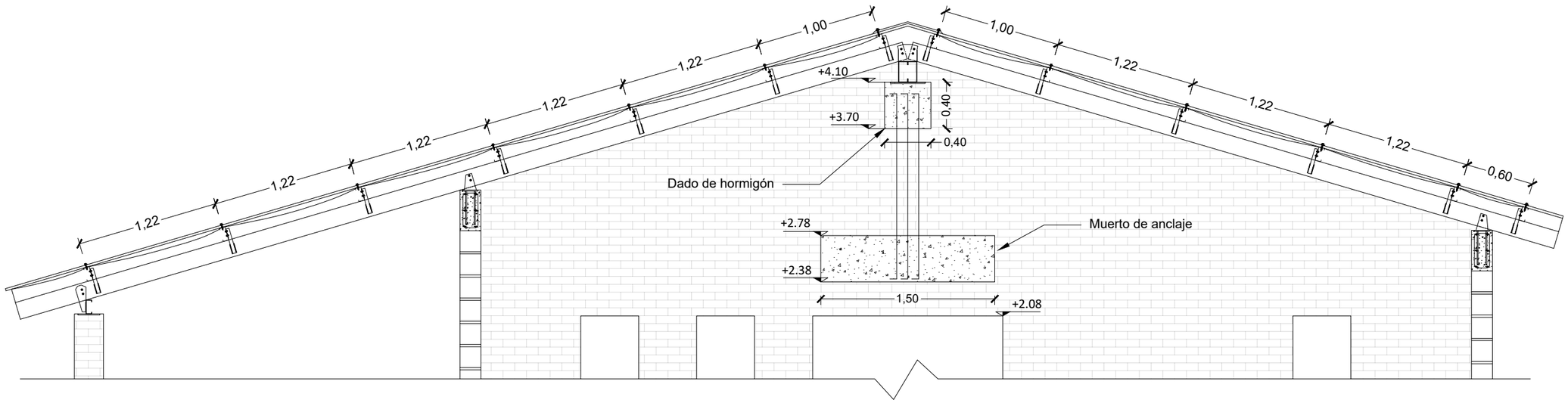
- Cotas expresadas en mm.

PROYECTO IV

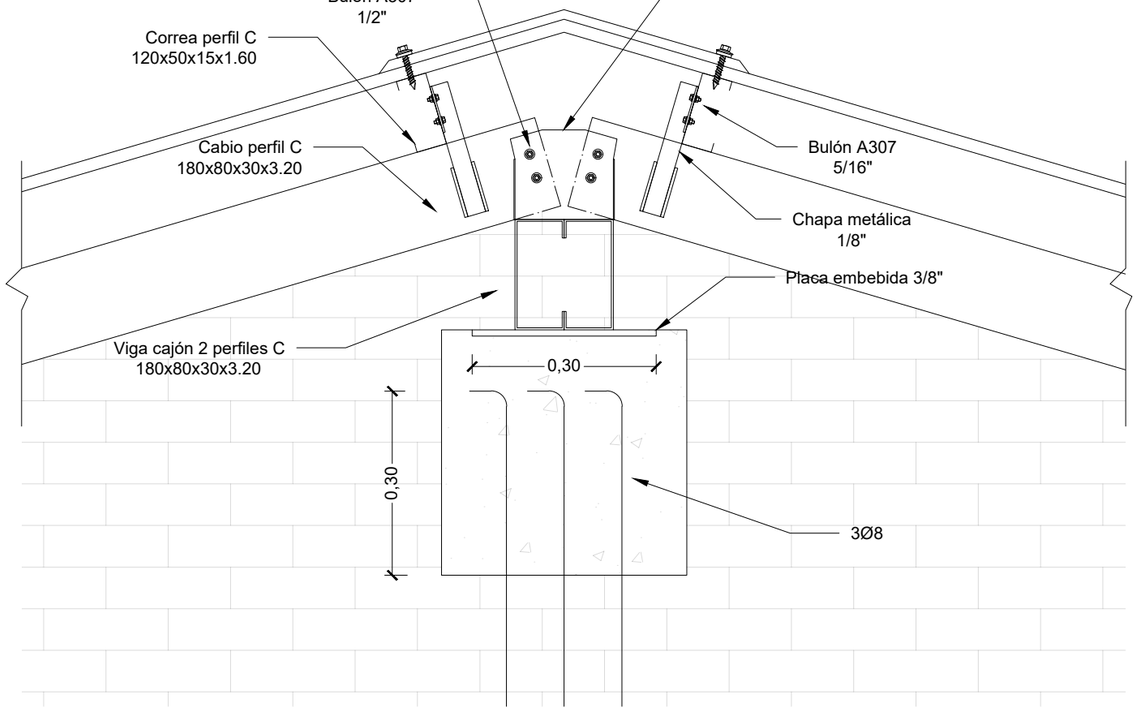
"Hogar padre misericordioso"

Plano:
Detalle uniones - Vivienda tipo.

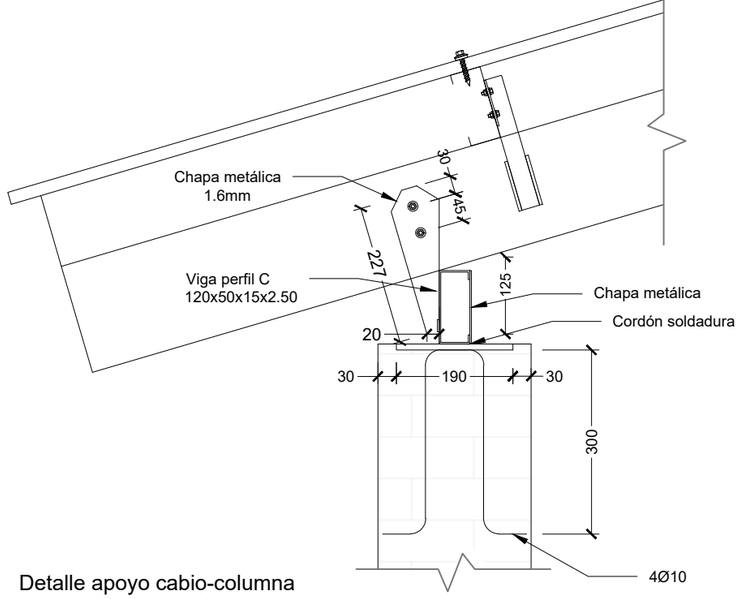
Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	-	B-09



Detalle estructura cubierta Corte C-C
Escala 1:40
Cotas en m.



Detalle Viga Cumbrera
Escala 1:10



Detalle apoyo cabio-columna
Escala 1:10

Nota:

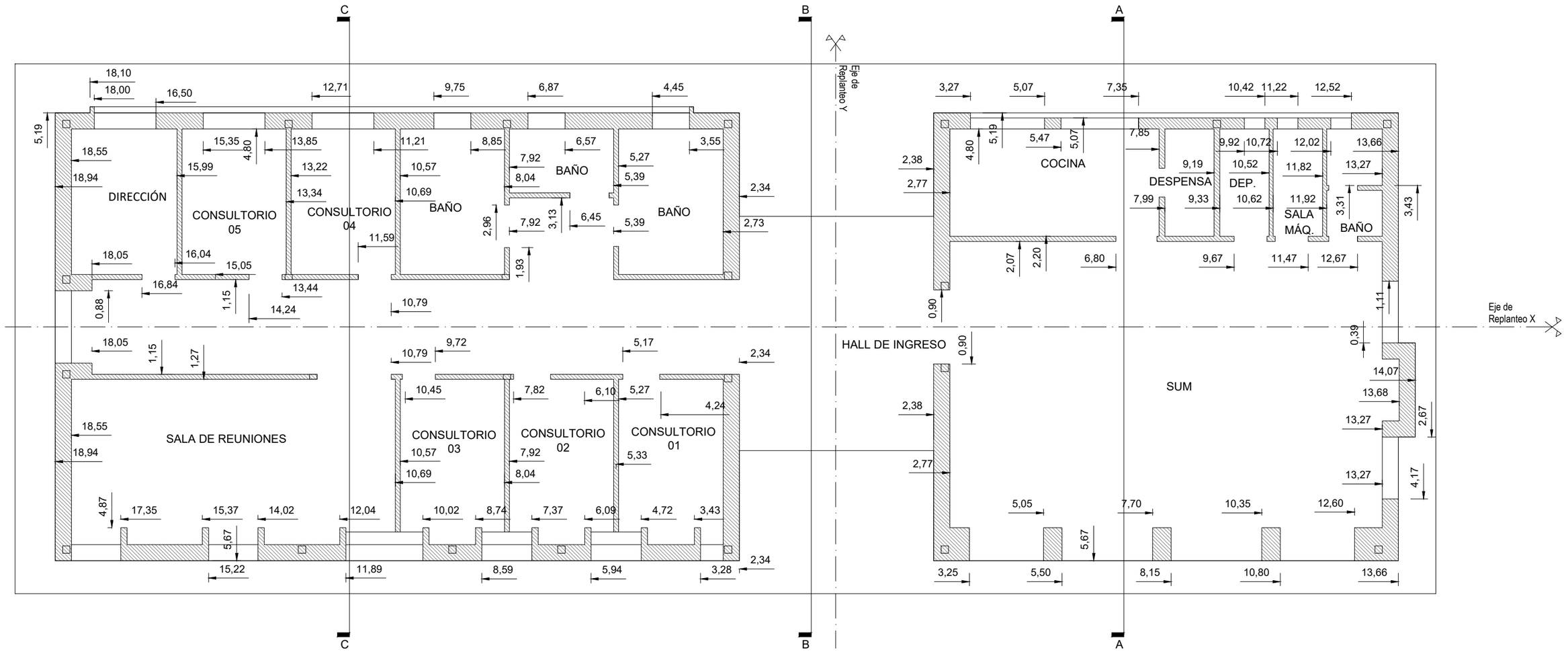
- Cotas detalles expresadas en mm.

PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:
Estructura cubierta metálica y viga cumbrera - Vivienda tipo.

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	-	B-10

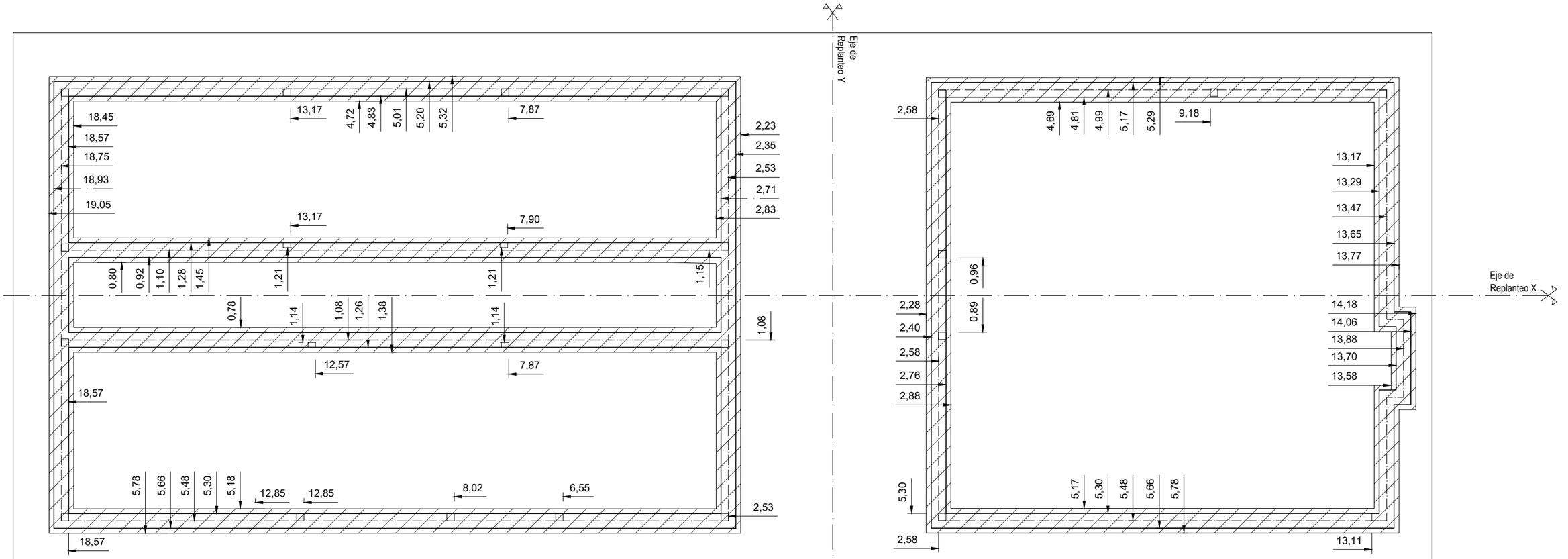


PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:
Replanteo edificio centro

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-11



Referencias

Encadenado

Cimiento corrido

☐ Refuerzo vertical 18x18cm de sección

☐ Refuerzo vertical 18x12cm de sección

CC	Cimiento Corrido
Enc	Encadenado de HºPº
NSE	Nivel Superior Encadenado
NFE	Nivel Fondo Encadenado
NFCC	Nivel Fundación de Cimiento Corrido

Unidades

- Cotas: metros [m]
- Niveles: metros [m]
- Secciones: centímetros [cm]

PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

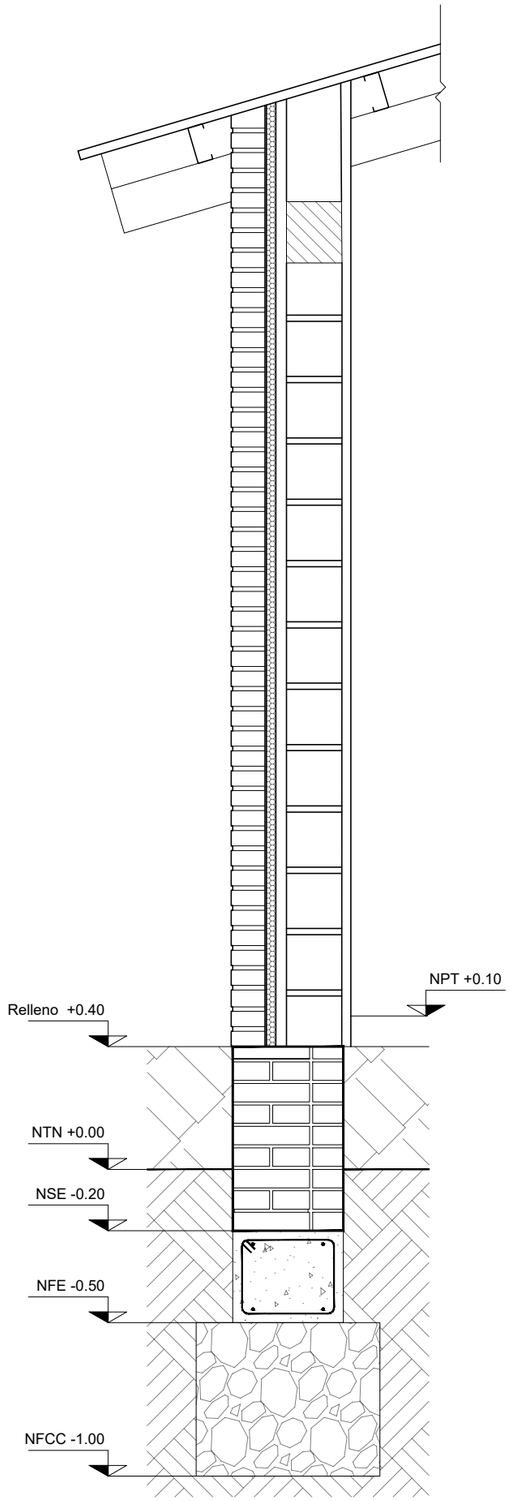
Plano:
Fundaciones edificio centro

Alumnos / Grupo 6:
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ

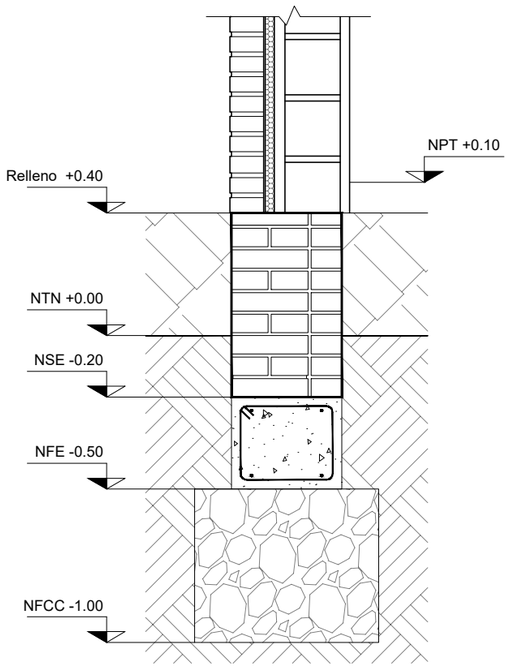
Fecha:
03/10/23

Escala:
1:100

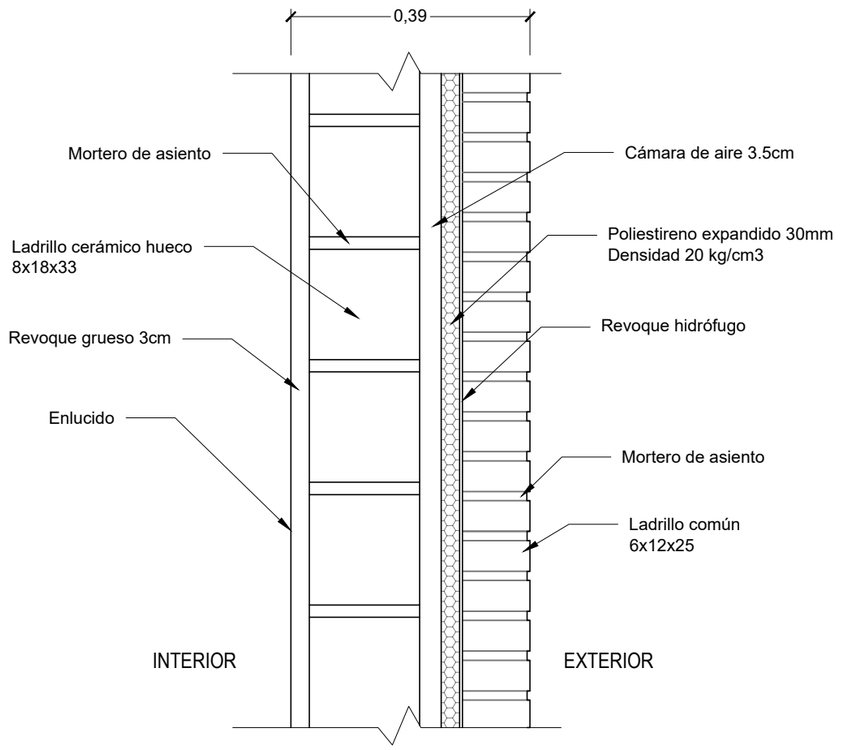
B-12



Corte C-C - Plano B-12 - Muro portante Oeste
Escala 1:20



Detalle cimiento corrido HºPº
Escala 1:20

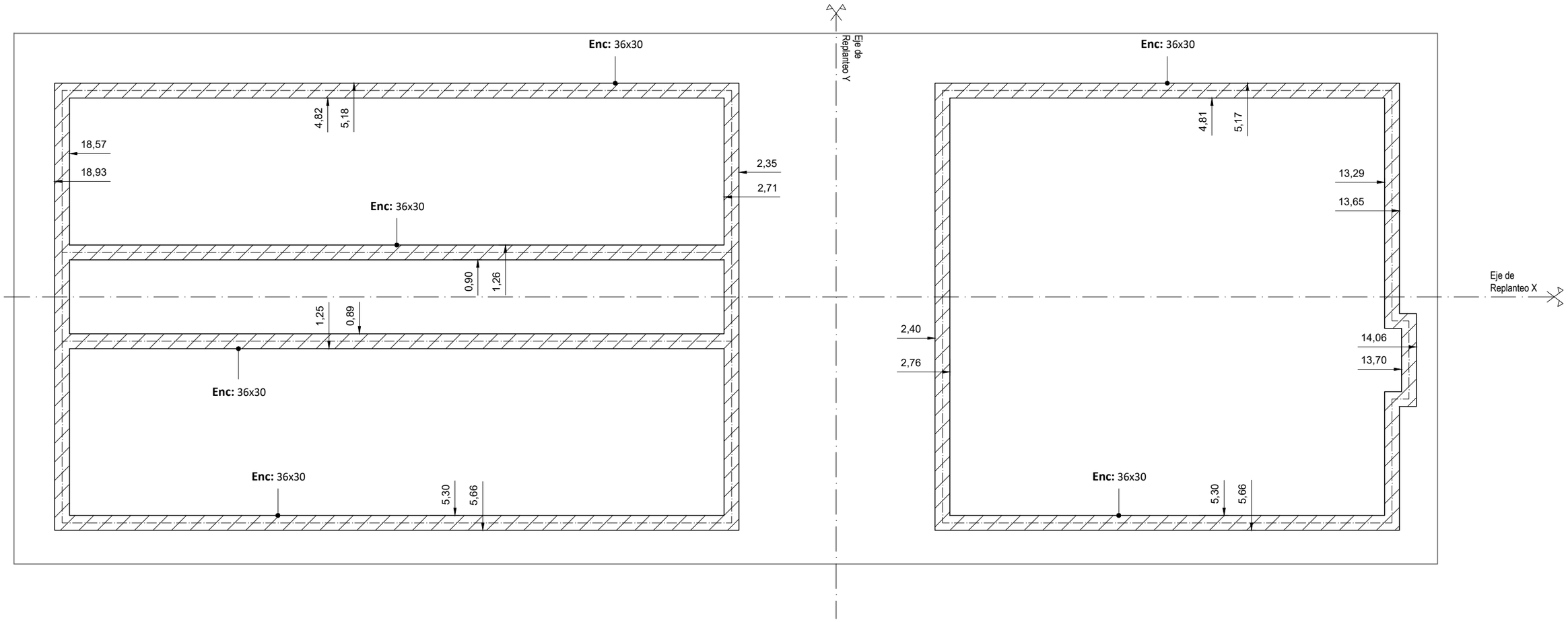


Detalle muro portante mixto 39cm
Escala 1:10

Nota: El detalle del muro portante se repite en toda la configuración (ver Plano B-13)

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*	
Plano: Detalle muro portante y fundación - Edificio centro		
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: -

B-13



Referencias

Encadenado de HºAº sobre muros portantes

E.R. X Eje Replanteo X

E.R. Y Eje Replanteo Y

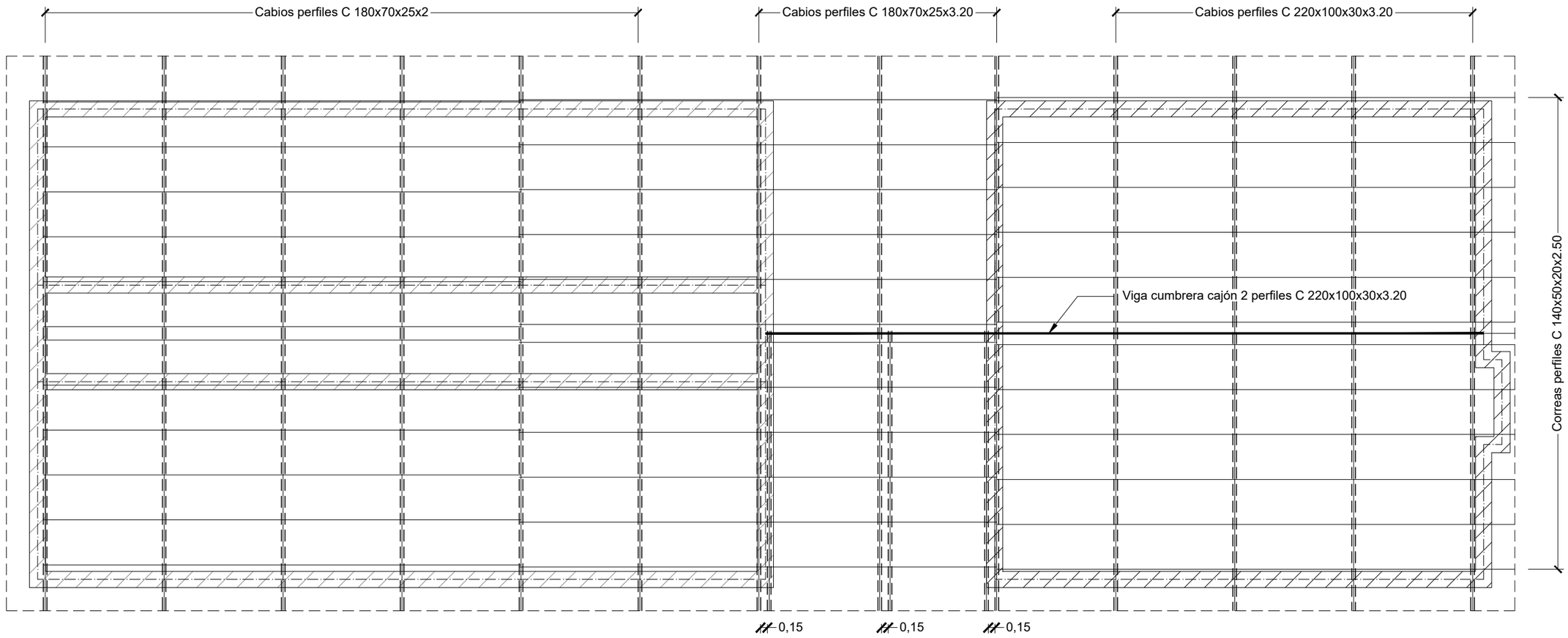
PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:

Encadenado sobre muros portantes - Edificio centro

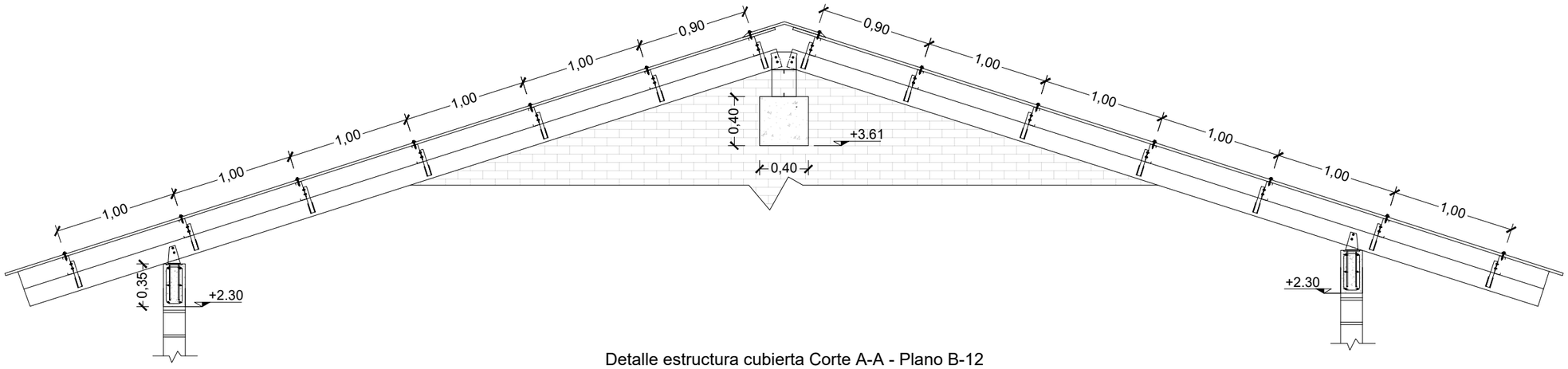
Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	1:100	B-14



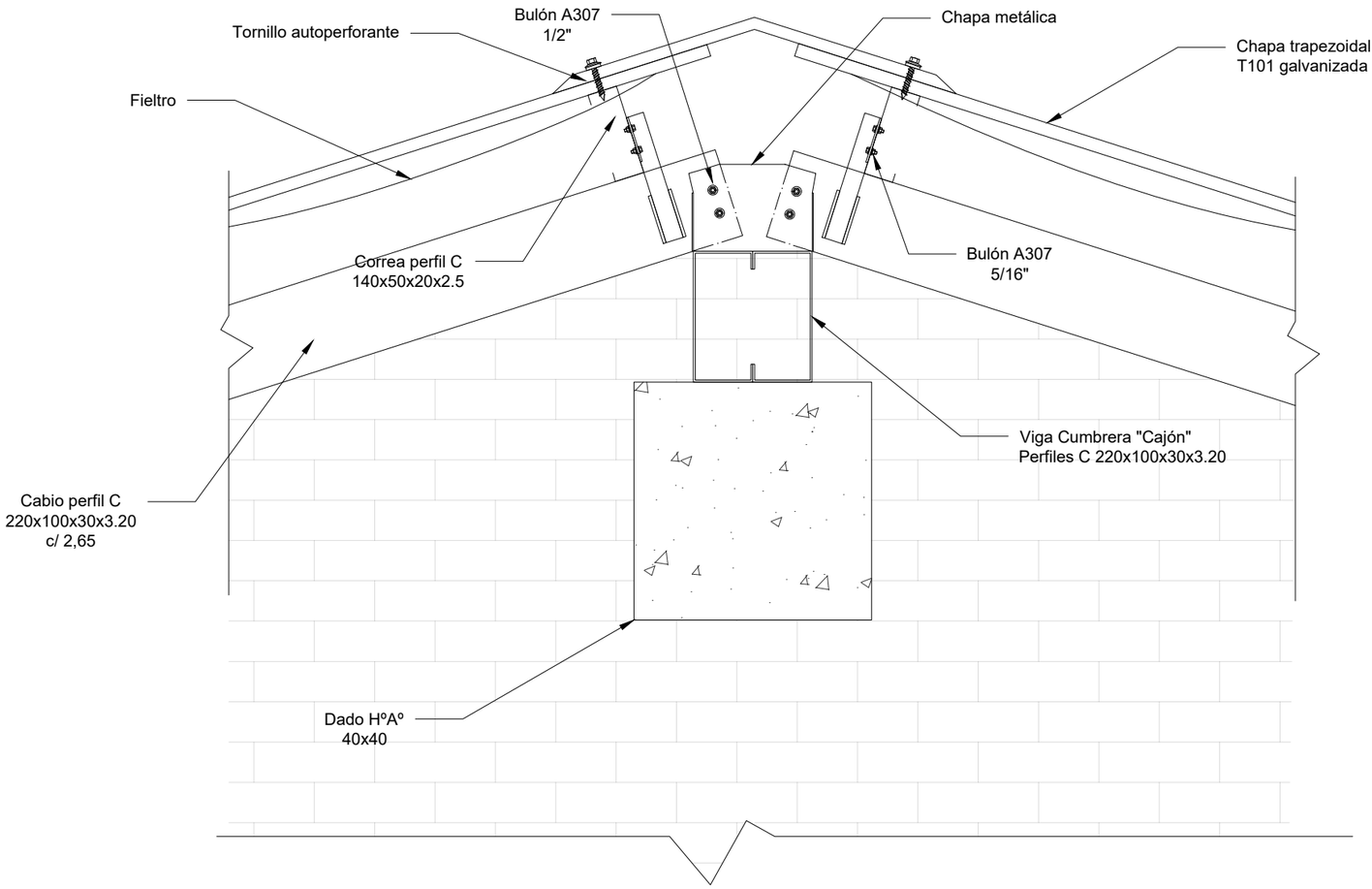
Referencias

- Cumbrera tipo cajón
- Cabios
- Correas
- Proyección cubierta

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*		
Plano: Cubierta metálica en planta - Edificio centro			
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: 1:100	B-15

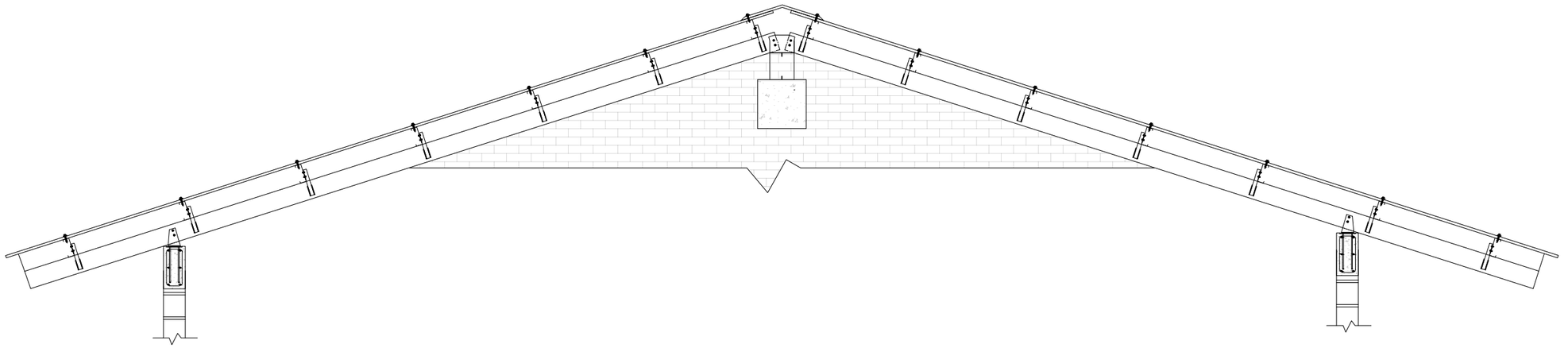


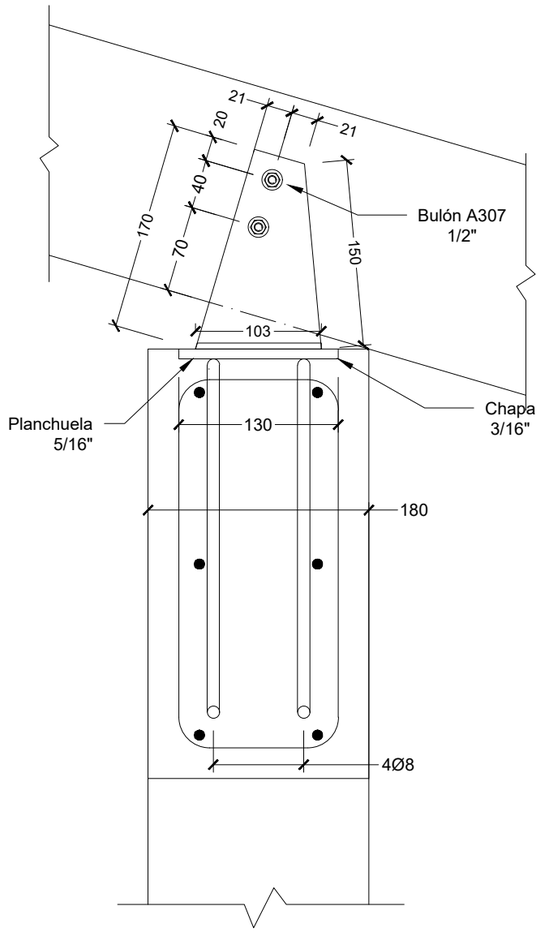
Detalle estructura cubierta Corte A-A - Plano B-12
Escala 1:40



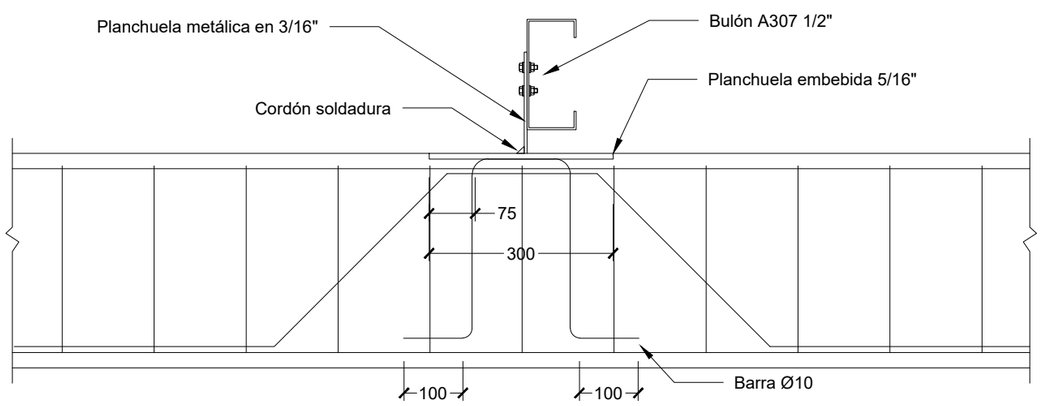
PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*	
Plano: Detalles estructura metálica Corte A-A - Edificio Centro		
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: -

B-16

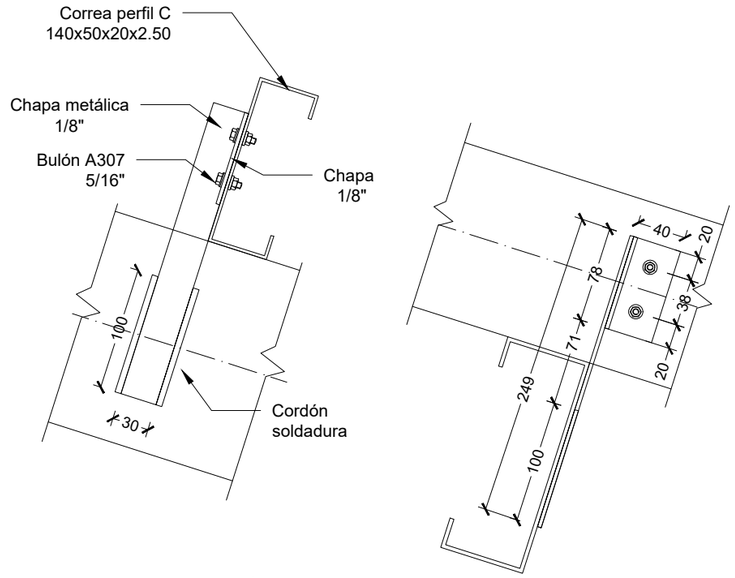




UNIÓN 1 - CORTE
Esc. 1:5



UNIÓN 1 - VISTA
Esc. 1:10



UNIÓN 2 - VISTA y CORTE
Esc. 1:5

Nota:

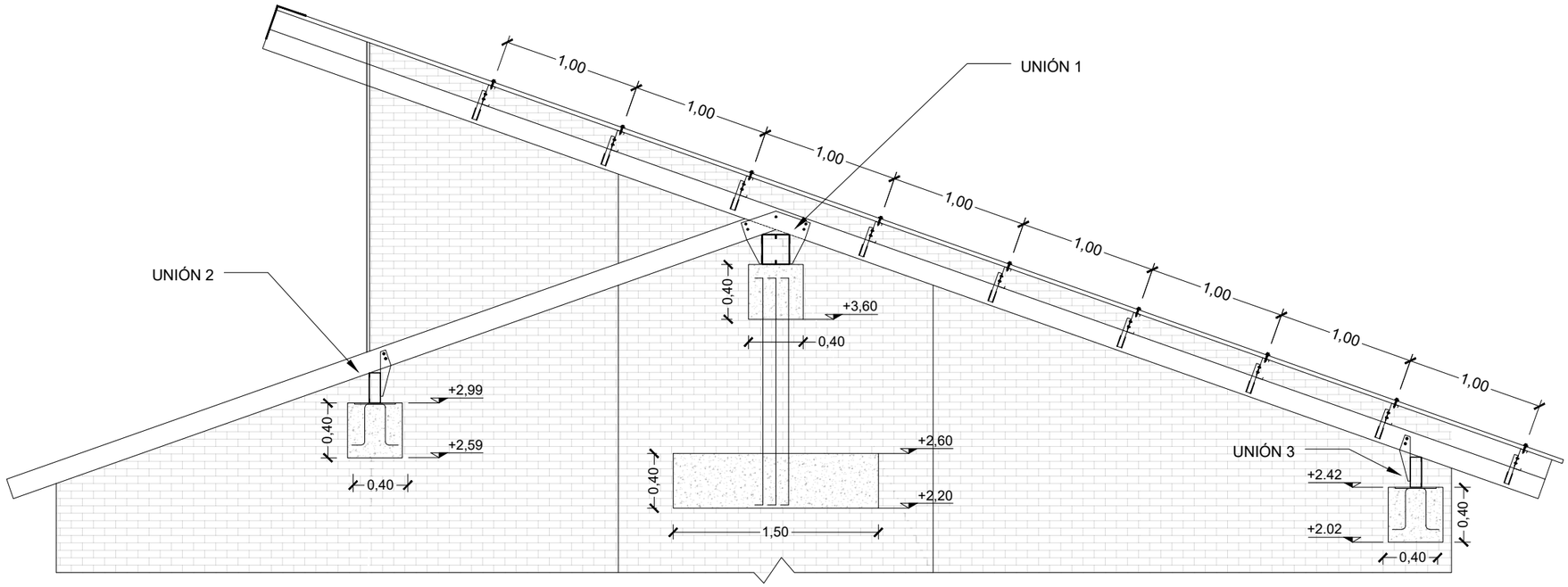
- Cotas expresadas en mm.

PROYECTO IV

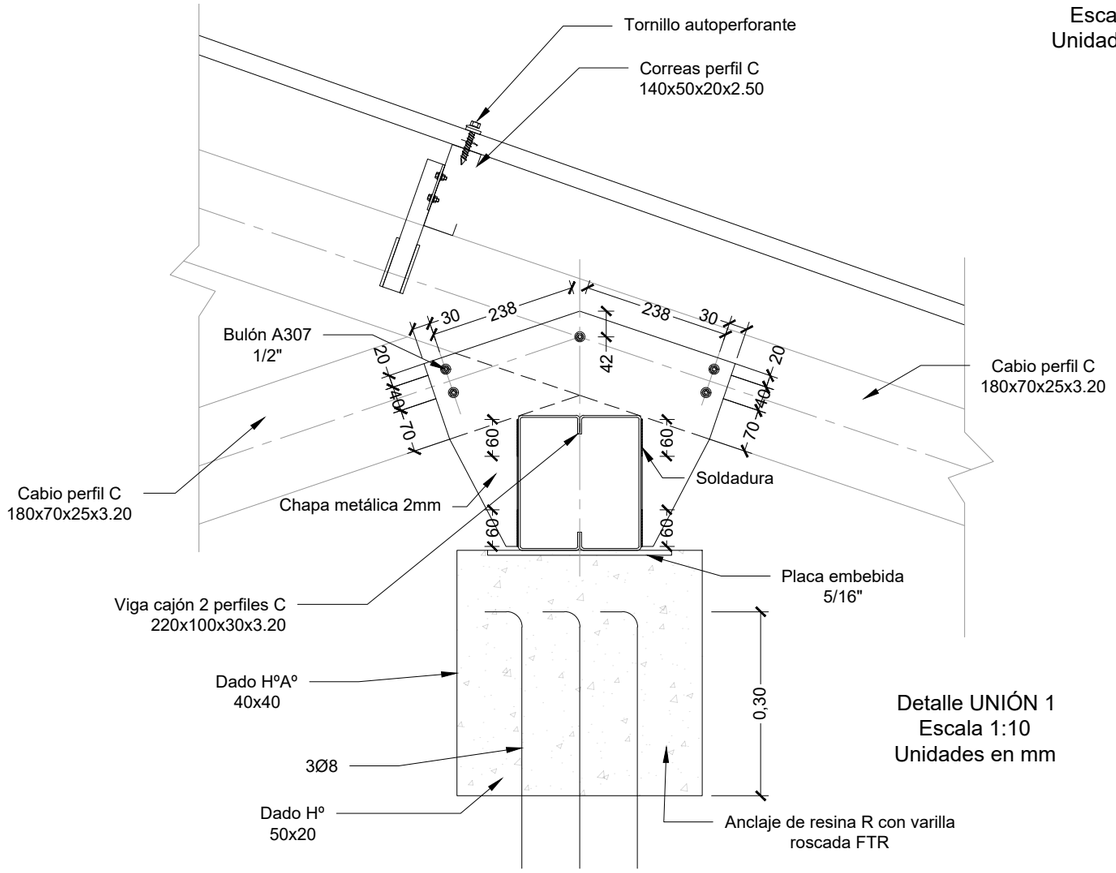
"Hogar padre misericordioso"

Plano:
Detalles uniones estructura metálica tipo 1 y 2 Corte A-A - Edificio Centro

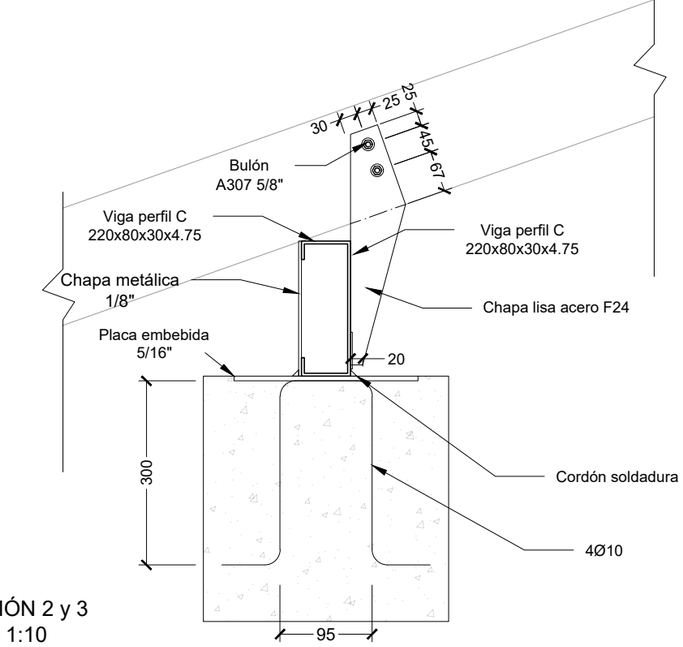
Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	-	B-17



Detalle estructura cubierta Corte B-B
Escala 1:40
Unidades en m.



Detalle UNIÓN 1
Escala 1:10
Unidades en mm



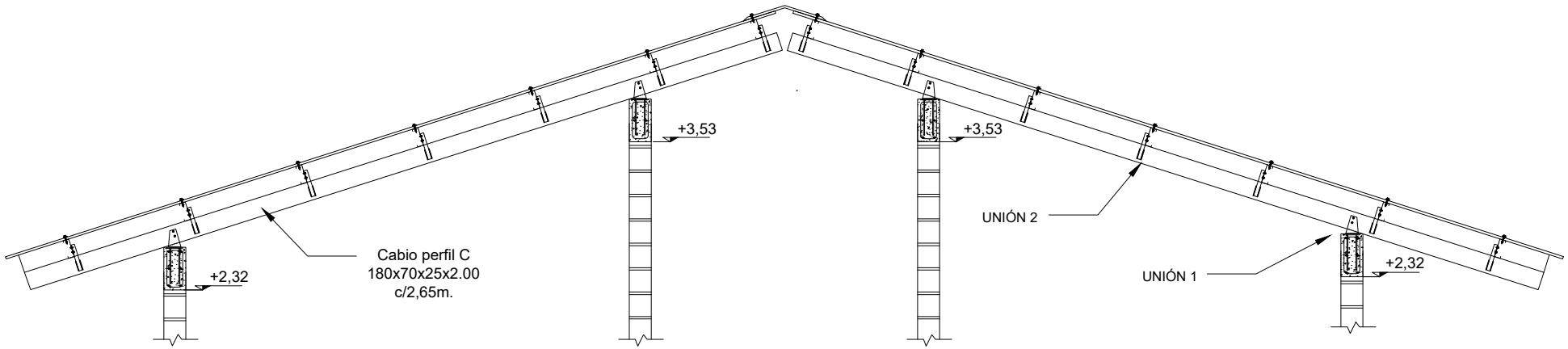
Detalle UNIÓN 2 y 3
Escala 1:10
Unidades en mm.

PROYECTO IV

"Hogar padre misericordioso"

Plano:
Detalles uniones estructura metálica Corte B-B - Edificio Centro

Alumnos / Grupo 6:	Fecha:	Escala:	
AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	03/10/23	-	B-18



Detalle estructura cubierta Corte C-C
Escala 1:50

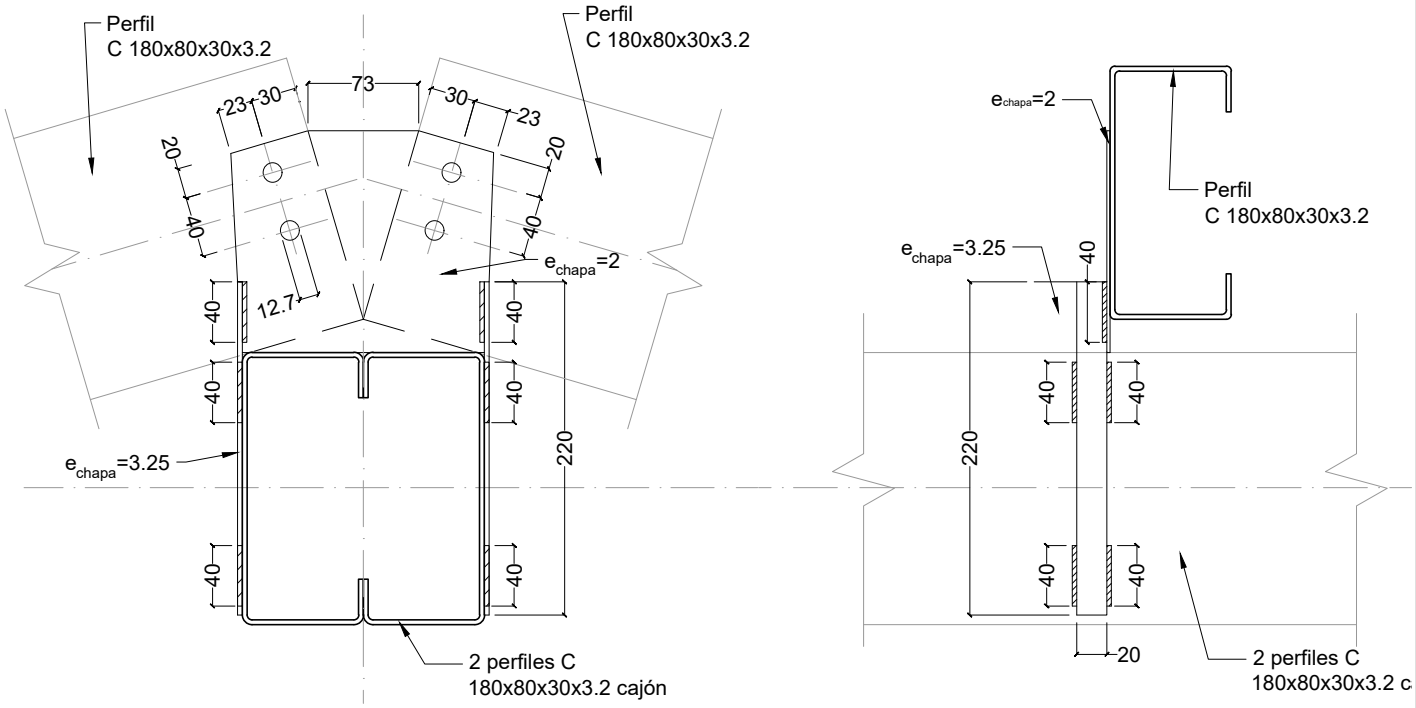
Nota:

- Cotas expresadas en m.
- Detalles de uniones tipo 1 y 2, ver Plano B-17.

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*		
Plano: Detalles estructura metálica Corte C-C - Edificio Centro			
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: 1:50	B-19

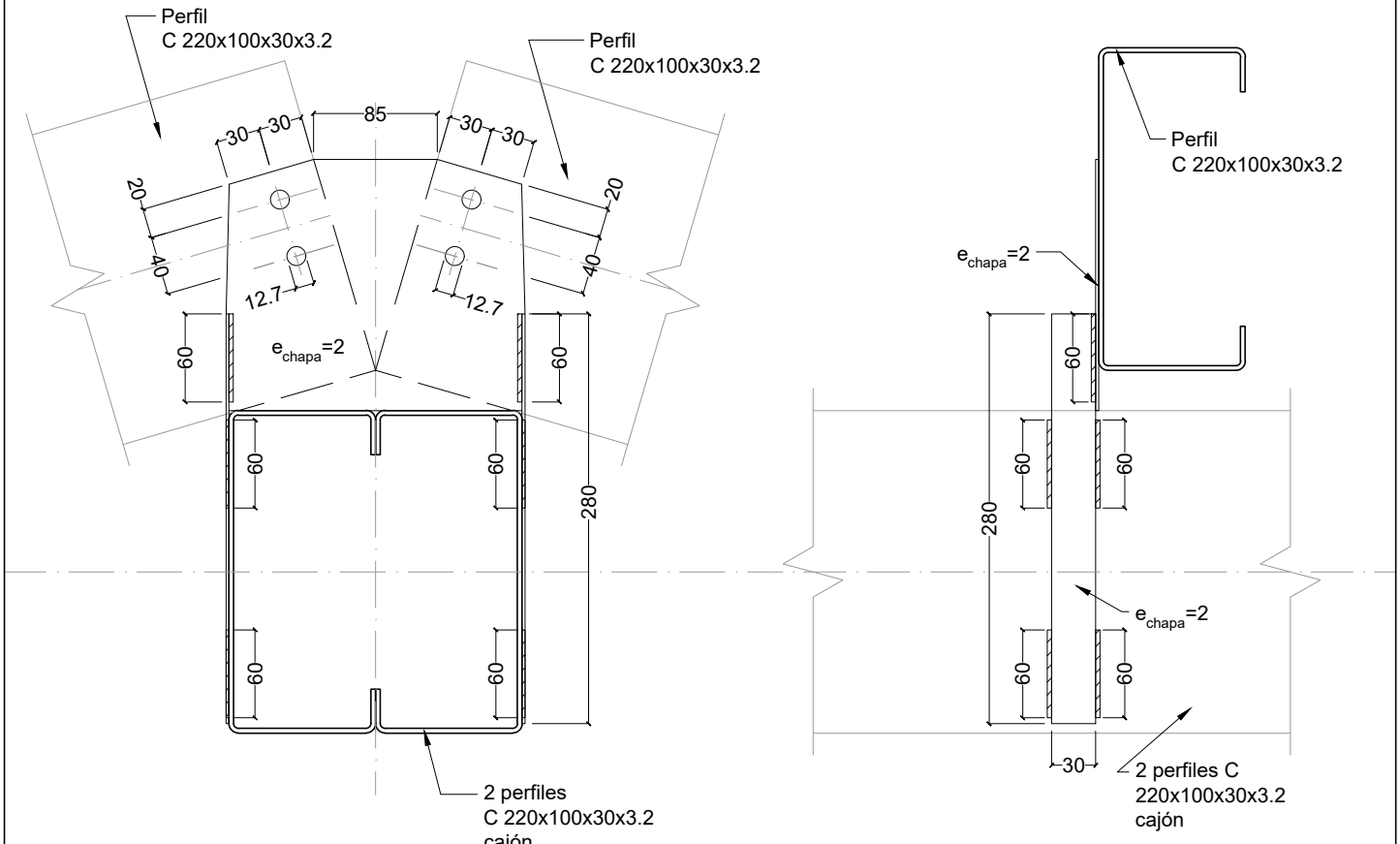
VIVIENDAS: UNIÓN DE CABIOS Y VIGA CUMBRERA

Medidas en milímetros



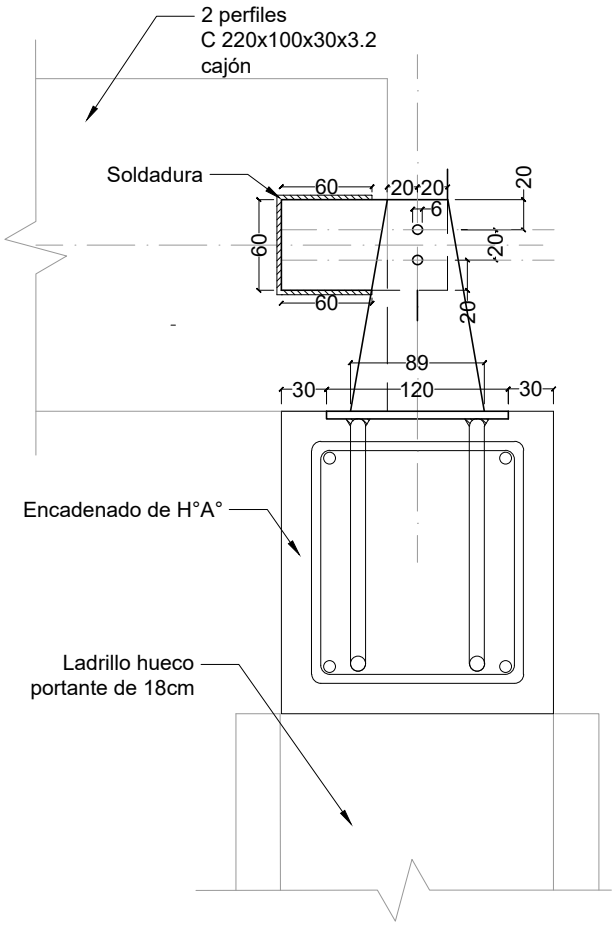
EDIFICIO CENTRO: UNIÓN DE CABIOS Y VIGA CUMBRERA

Medidas en milímetros

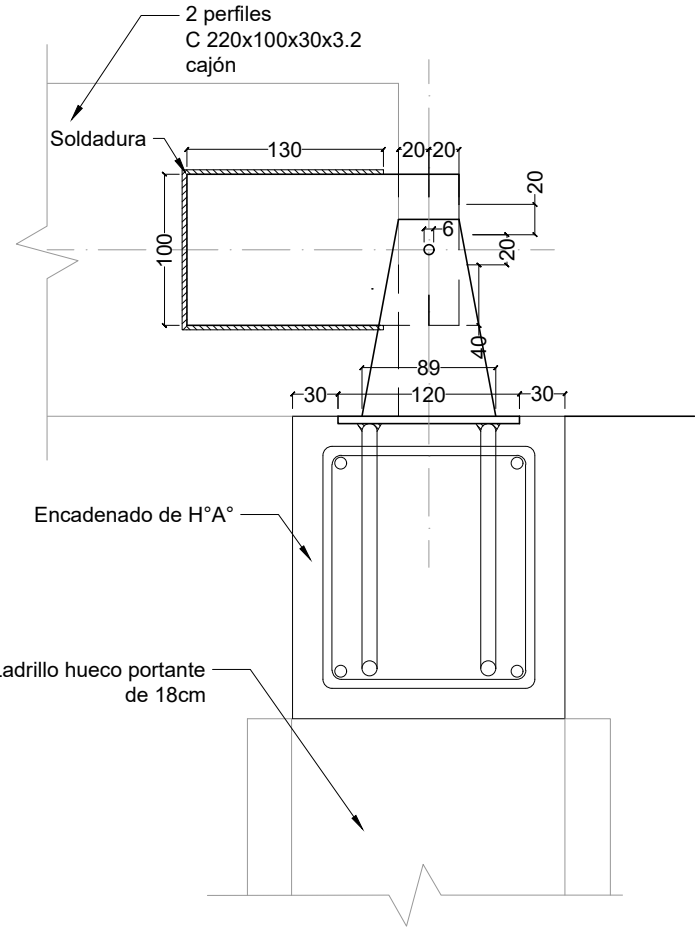


PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*		
Plano: Detalle uniones entre cabios y viga cumbrera			
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: 1:5	B-20

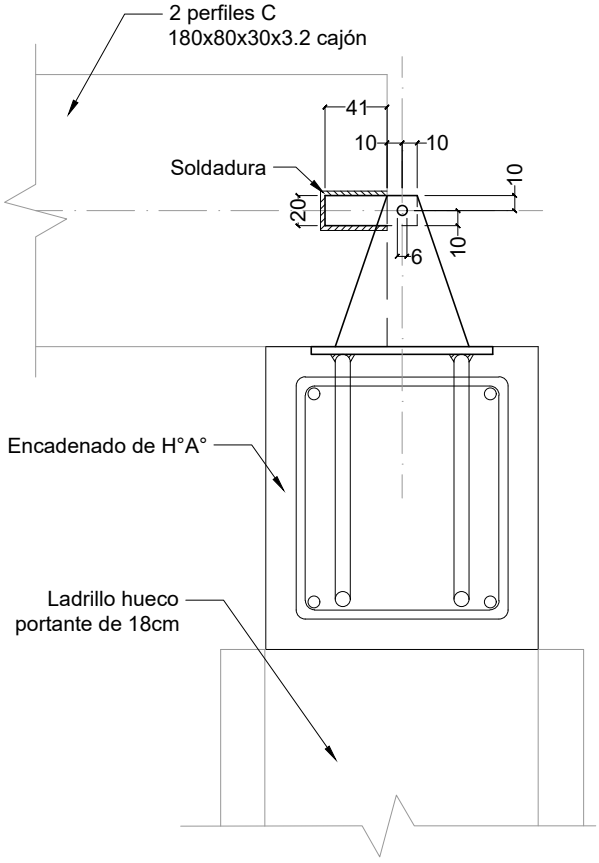
APOYO DE V. CUMBRERA EN MAMPOSTERÍA DEL HALL (Ed. Centro)



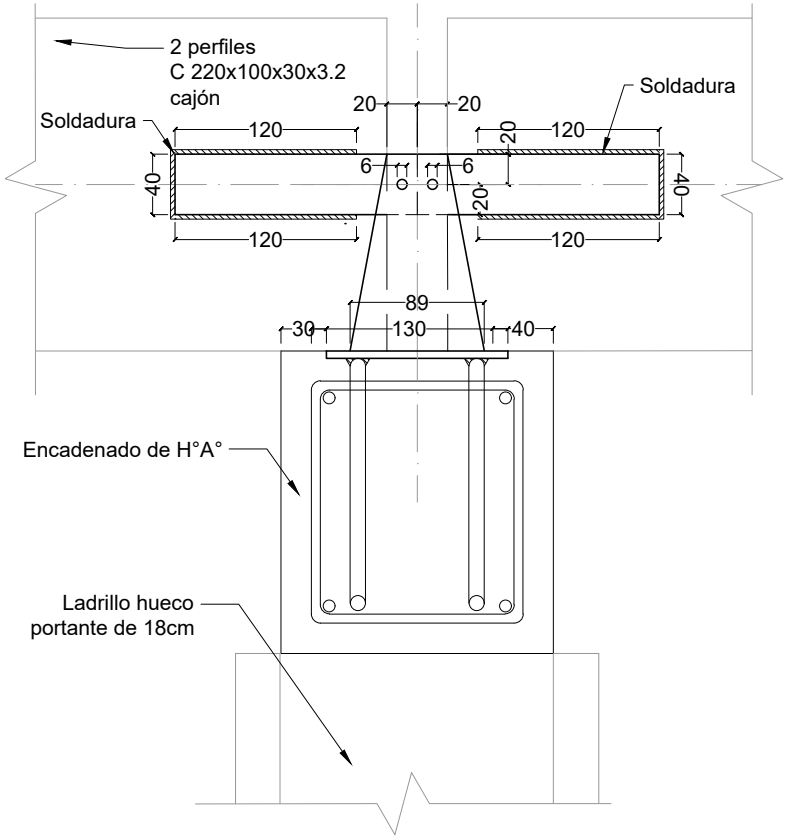
APOYO DE V. CUMBRERA EN MAMPOSTERÍA DEL SUM (Ed. Centro)



APOYO DE V. CUMBRERA EN MAMPOSTERÍA DE LAS VIVIENDAS



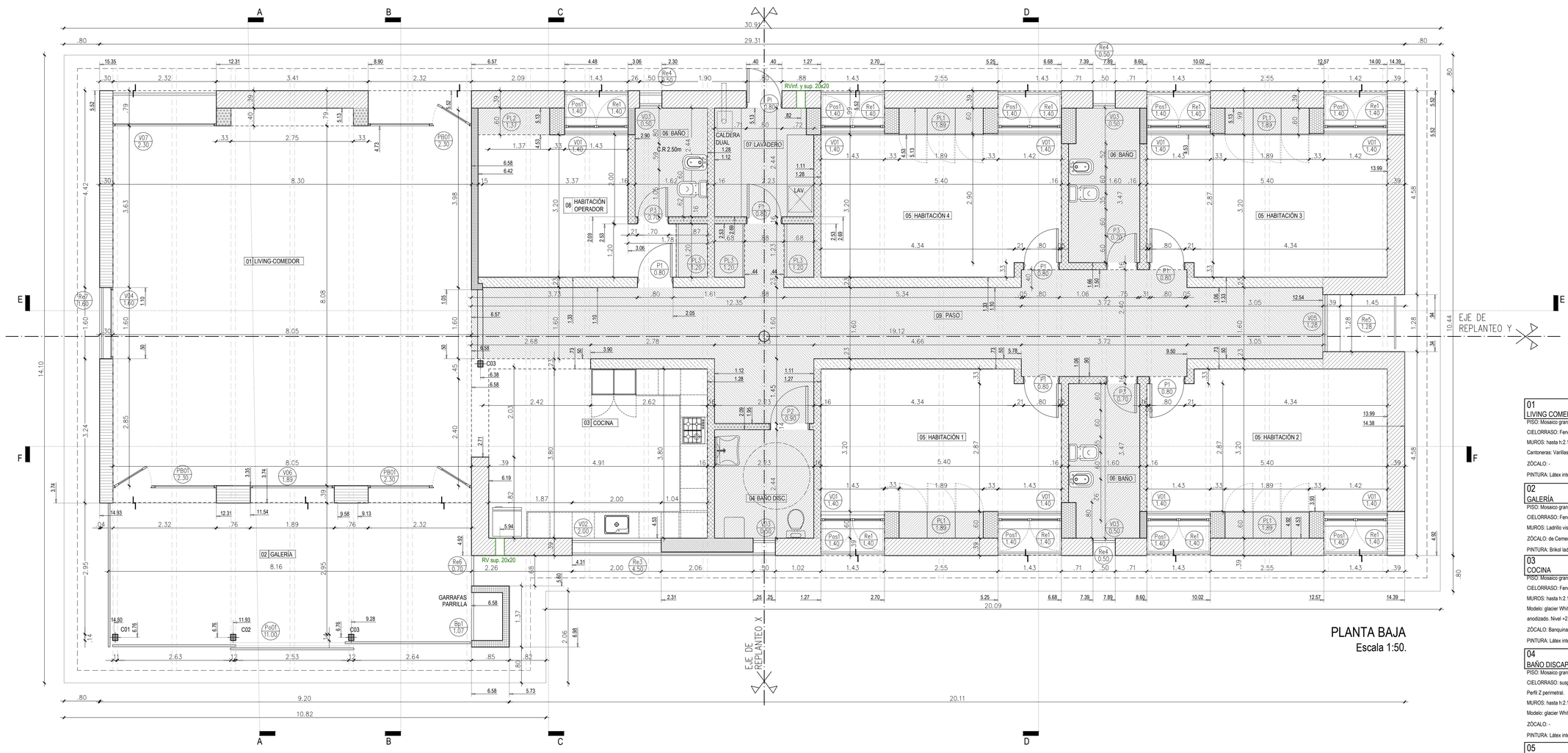
APOYO DE V. CUMBRERA EN MAMPOSTERÍA DEL SUM/HALL (Ed. Centro)



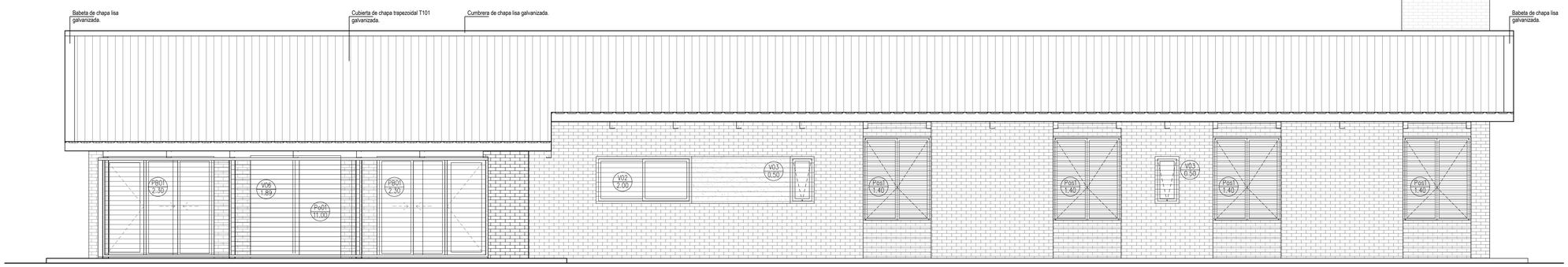
NOTA: Medidas en milímetros

PROYECTO IV	*"Hogar padre misericordioso"*	
Plano: Detalle de uniones entre viga cumbrera y elementos de H°A°		
Alumnos / Grupo 6: AFFATATO, GUZMÁN, ORTEGA, SANCHEZ	Fecha: 03/10/23	Escala: 1:5
		B-21

ANEXO 03: DOCUMENTACIÓN RECIBIDA



PLANTA BAJA
Escala 1:50.



FACHADA PRINCIPAL NORTE
Escala 1:100.

REFERENCIAS MUROS

- MURO DOBLE 39cm, LADRILLO VISTO EXTERIOR + LADRILLO HUECO CERÁMICO POTANTE INTERIOR DE 18cm.
- MURO DE LADRILLO CERÁMICO HUECO PORTANTE 18cm.
- MURO DE LADRILLO CERÁMICO HUECO PORTANTE 12cm.
- TABIQUE LADRILLO COMÚN A LA VISTA. e:15cm..
- TABIQUE DE LADRILLO CERÁMICO HUECO 8cm.
- MURO DOBLE 33cm, LADRILLO VISTO EXTERIOR + LADRILLO HUECO CERÁMICO INTERIOR DE 12cm.
- MURO DOBLE 39cm, LADRILLO VISTO EXTERIOR + LADRILLO VISTO INTERIOR.
- MURO DOBLE, LADRILLO COMÚN A PANDERETE EXTERIOR + LADRILLO CERÁMICO HUECO 18 REVOCADO.

01 LIVING COMEDOR

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: Fenólico visto.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo. Modelo: glacier White rectificado brilloso.
Cantoneras: Varillas Atrim L de aluminio anodizado. Nivel +2.10m revoque fino enduido.
ZÓCALO: -
PINTURA: Látex interior color blanco. Cetol en cielorraso p/madera satinado natural.

02 GALERÍA

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: Fenólico visto.
MUROS: Ladrillo visto.
ZÓCALO: de Cemento.
PINTURA: Brikol ladrillos.

03 COCINA

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: Fenólico visto.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo.
Modelo: glacier White rectificado brilloso. Cantoneras: Varillas Atrim L de aluminio
anodizado. Nivel +2.10m revoque fino.
ZÓCALO: Banquina bajo muebles de cocina.
PINTURA: Látex interior color blanco. Cetol en cielorraso p/madera satinado natural.

04 BAÑO DISCAPACITADOS

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA.
CIELORRASO: suspendido de placas de Roca de yeso, antihumedad, junta tomada.
Perfil Z perimetral.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo.
Modelo: glacier White rectificado brilloso. Nivel +2.10m enduido.
ZÓCALO: -
PINTURA: Látex interior color blanco.

05 HABITACIÓN

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: Fenólico visto.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo. Modelo: glacier White rectificado brilloso. Cantoneras: Varillas Atrim L de aluminio anodizado. Nivel +2.10m revoque fino enduido.
ZÓCALO: -
PINTURA: Látex interior color blanco. Cetol en cielorraso p/madera satinado natural.

06 BAÑO

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA.
CIELORRASO: suspendido de placas de Roca de yeso, antihumedad, junta tomada.
Perfil Z perimetral.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo.
Modelo: glacier White rectificado brilloso. Nivel +2.10m enduido.
ZÓCALO: -
PINTURA: Látex interior color blanco. Pintura látex para cielorraso blanco.

07 LAVADERO

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: suspendido de placas de Roca de yeso, antihumedad, junta tomada.
Perfil Z perimetral.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo.
Modelo: glacier White rectificado brilloso. Nivel +2.10m revoque fino.
ZÓCALO: Banquina bajo muebles de lavadero.
PINTURA: Látex interior color blanco. Cetol en cielorraso p/madera satinado natural.

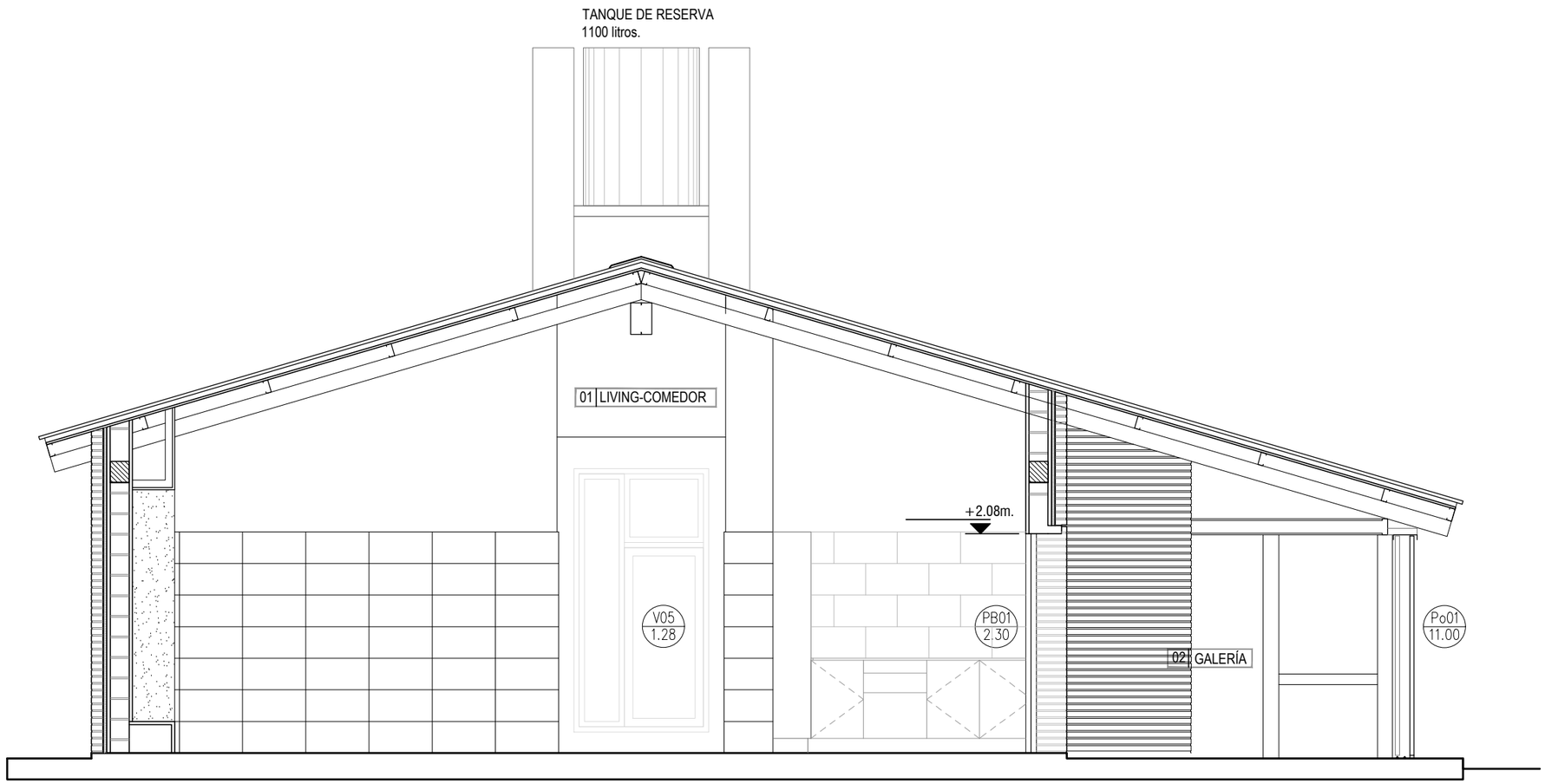
08 HABITACIÓN OPERADOR

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: Fenólico visto.
MUROS: Masillado completo.
ZÓCALO: Mosaico granitico pulido 7x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
PINTURA: Látex interior color blanco. Cetol en cielorraso p/madera satinado natural.

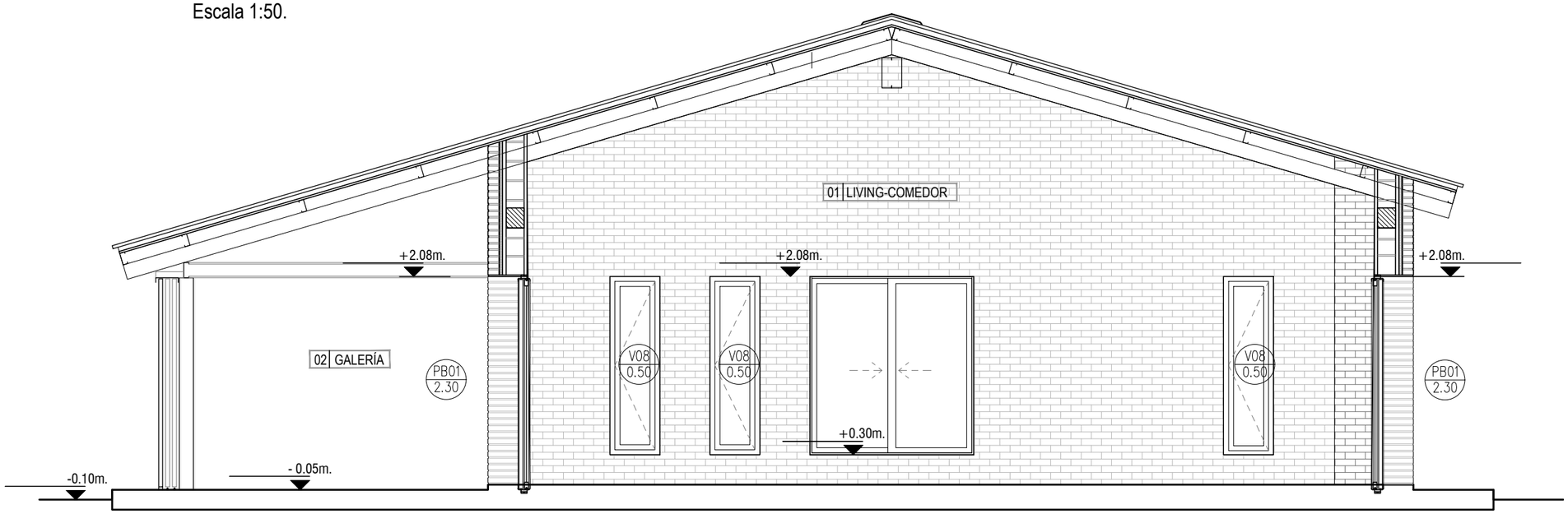
09 PASO

PISO: Mosaico granitico pulido 40x40cm Marca:BLANGINO Modelo: SAHARA
CIELORRASO: suspendido de placas de Roca de yeso, antihumedad, junta tomada. Perfil Z perimetral.
MUROS: hasta h:2.10m con revestimiento de porcelanato 30x60cm, Marca: Portobelo. Modelo: glacier White rectificado brilloso. Cantoneras: Varillas Atrim L de aluminio anodizado. Nivel +2.10m revoque fino enduido.
ZÓCALO: -
PINTURA: Látex interior color blanco. Cetol en cielorraso p/madera satinado natural.

PROYECTO PADRE MISERiCORDIOSO			
ALBAÑILERIA	PLANTA BAJA - FACHADA NORTE	20-02-2023 ESCALA 1:50	A01



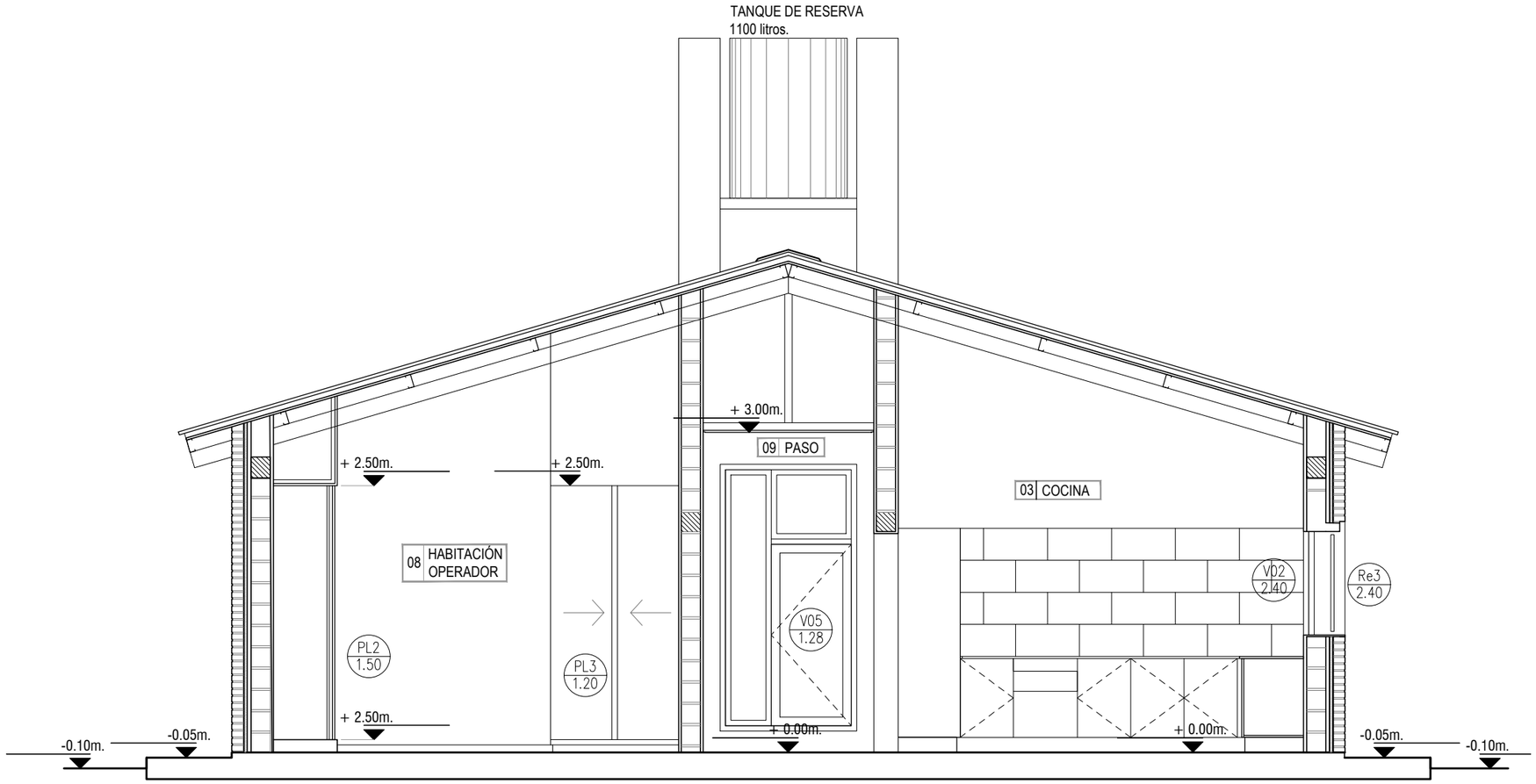
CORTE A-A
Escala 1:50.



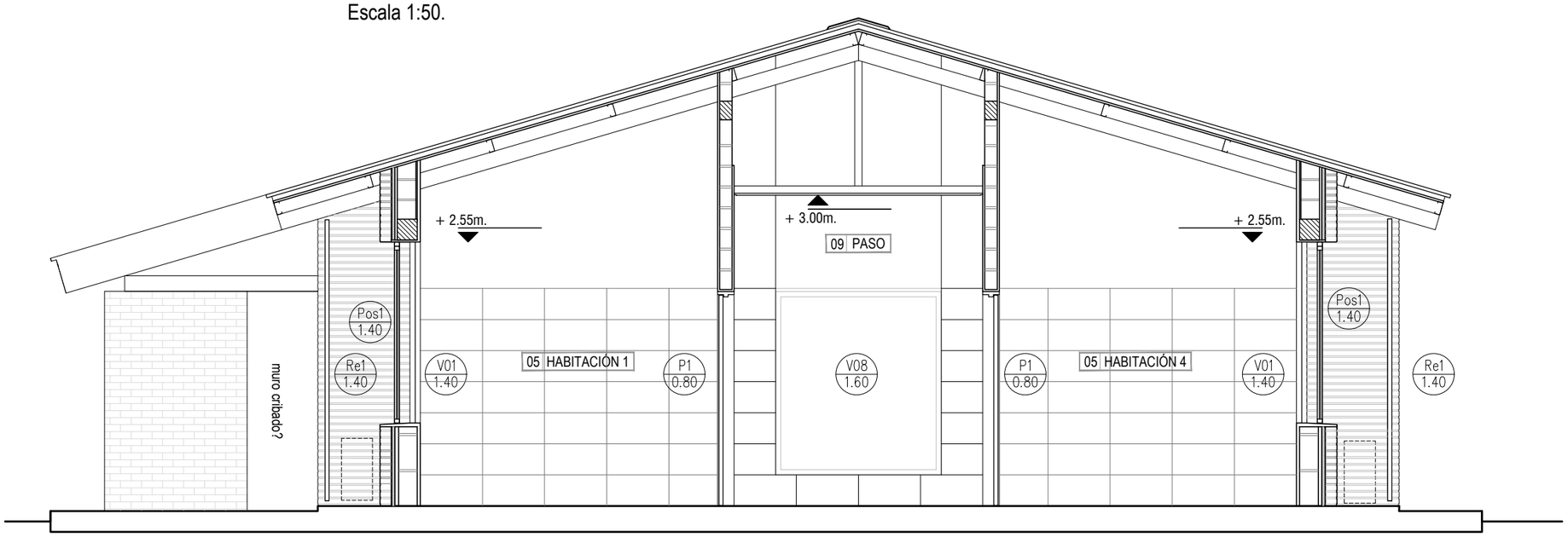
CORTE B-B
Escala 1:50.

PROYECTO PADRE MISERiCORDIOSO

ALBAÑILERIA	CORTES TRANSVERSALES	20-02-2023 ESCALA 1:50.	A02

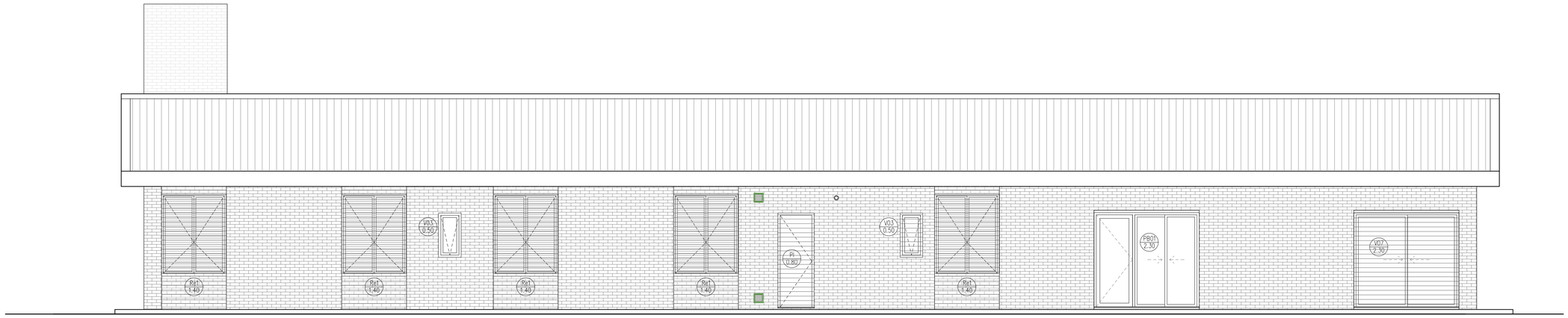


CORTE C-C
Escala 1:50.

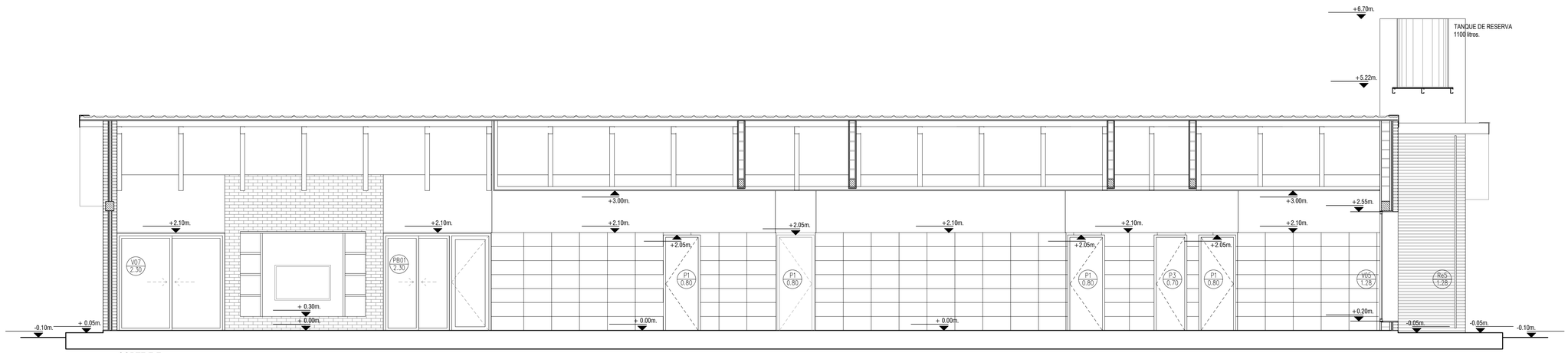


CORTE D-D
Escala 1:50.

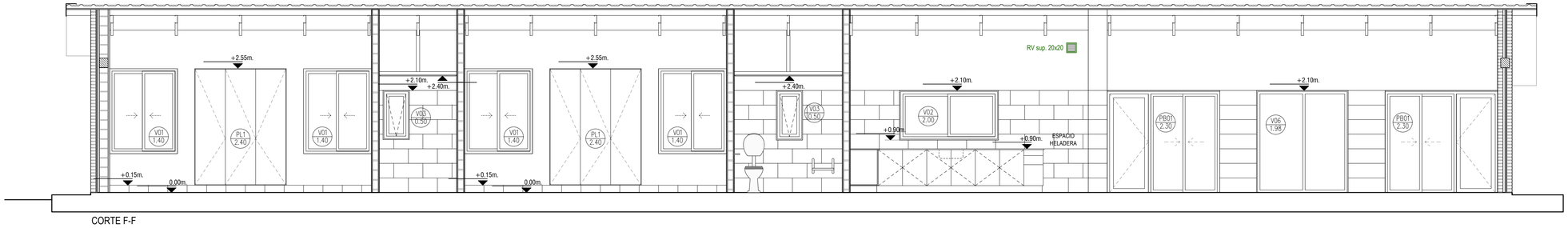
PROYECTO PADRE MISERiCORDIOSO			
ALBAÑILERIA	CORTES TRANSVERSALES	20-02-2023 ESCALA 1:50.	A03



FACHADA SUR
Escala 1:100.

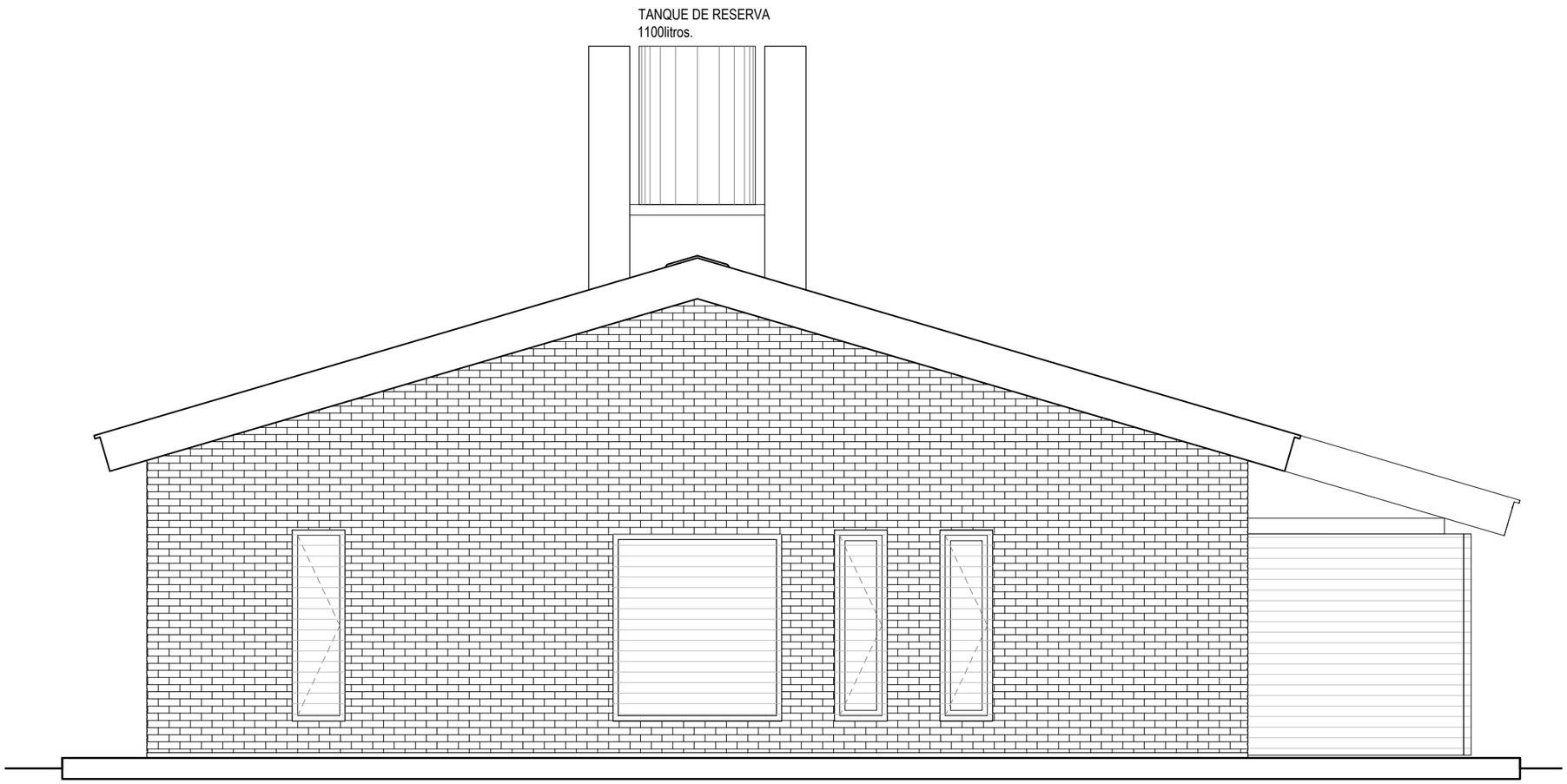


CORTE E-E
Escala 1:50.



CORTE F-F
Escala 1:50.

PROYECTO PADRE MISERICORDIOSO			
ALBAÑILERIA	CORTES LONGITUDINALES - FACHADA SUR	20-02-2023 ESCALA 1:50.	A04



VISTA ESTE
Escala 1:50.

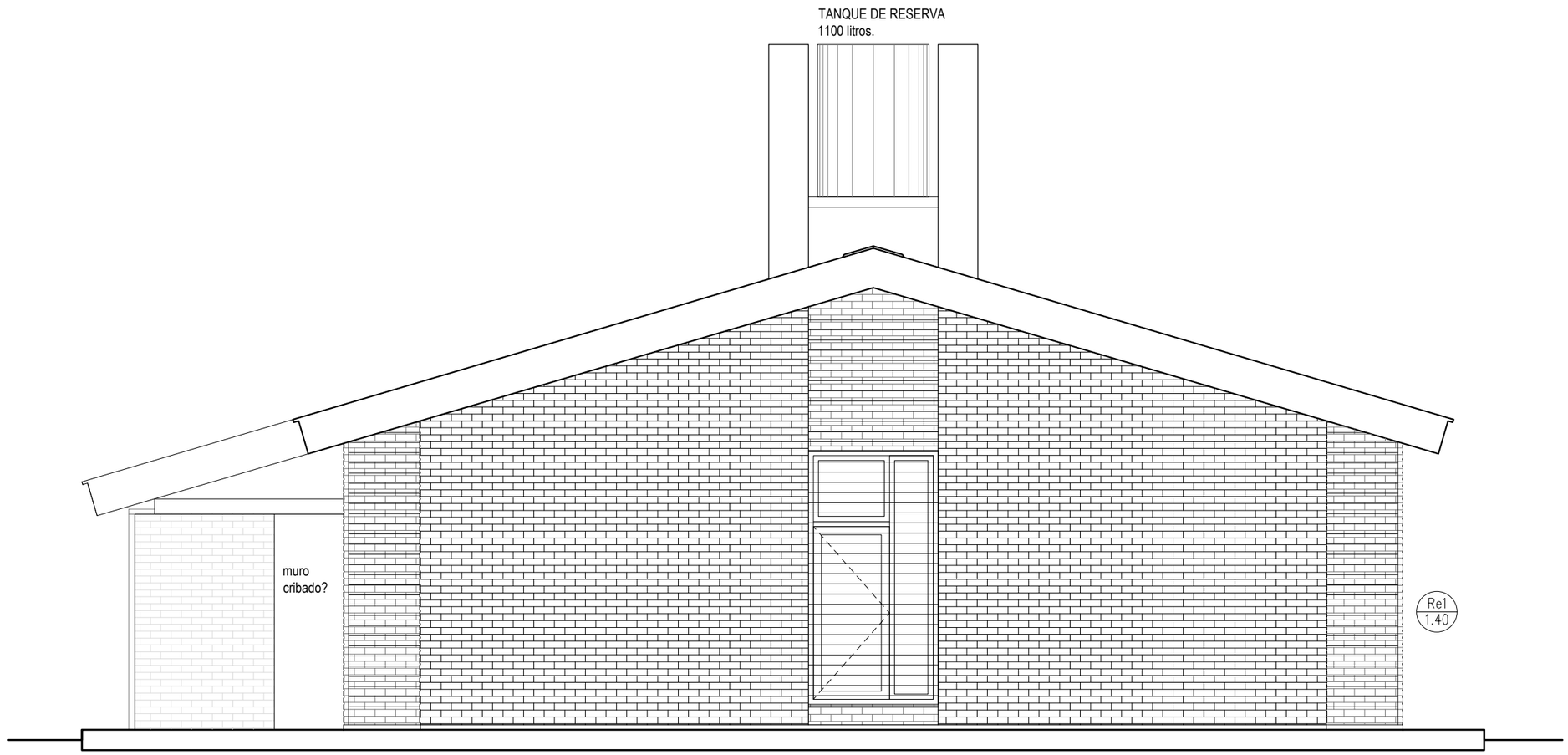
PROYECTO PADRE MISERiCORDIOSO

FACHADA ESTE

20-02-2023

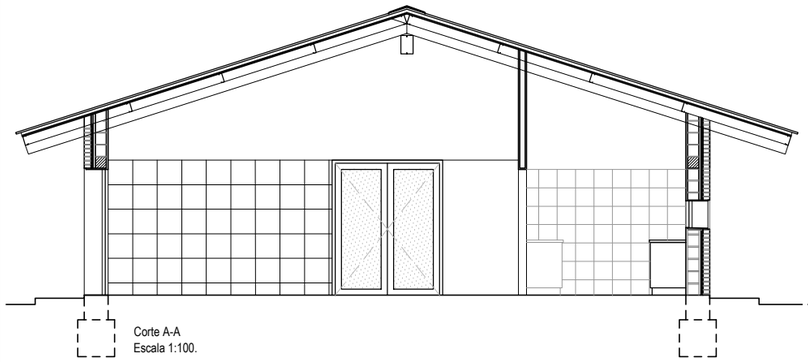
ESCALA 1:50.

A05

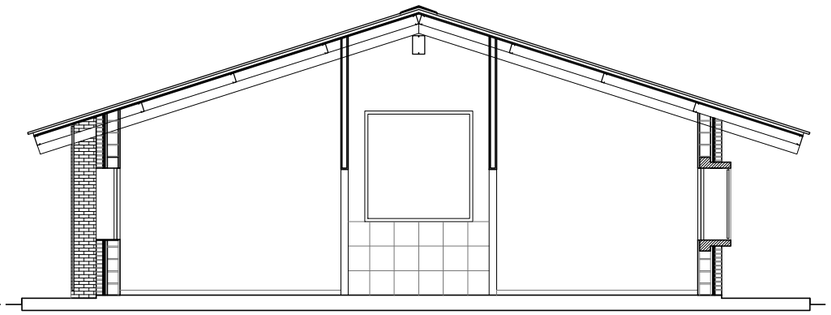


VISTA OESTE
Escala 1:50.

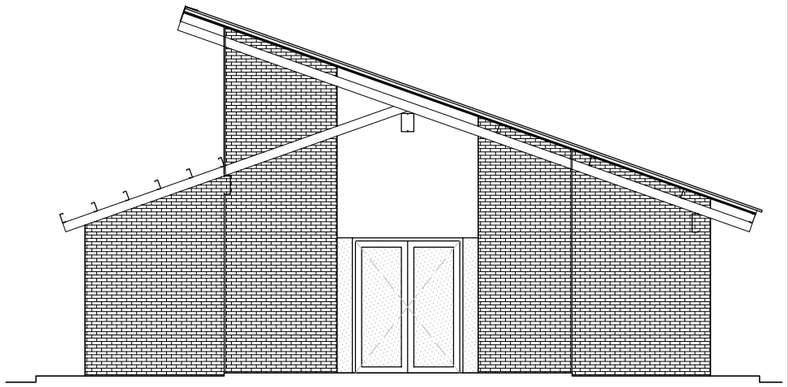
PROYECTO PADRE MISERICORDIOSO			
ALBAÑILERIA	FACHADA OESTE	20-02-2023 ESCALA 1:50.	A06



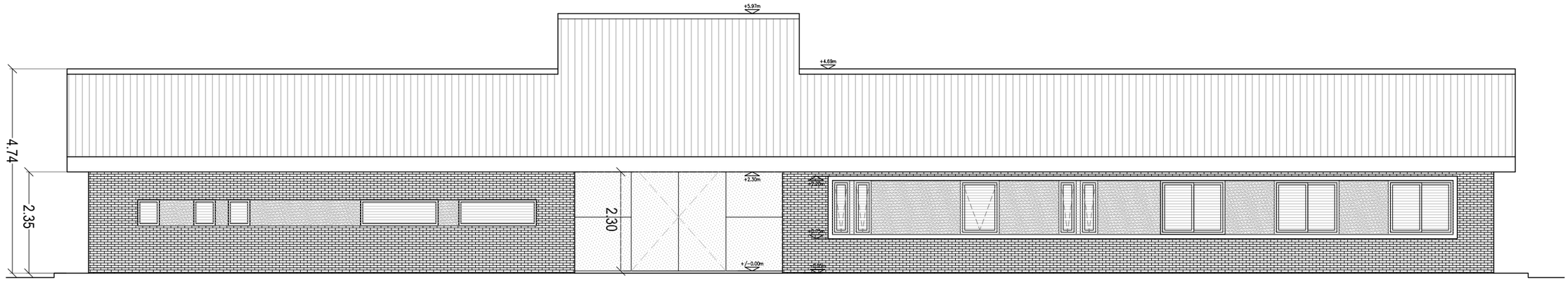
Corte A-A
Escala 1:100.



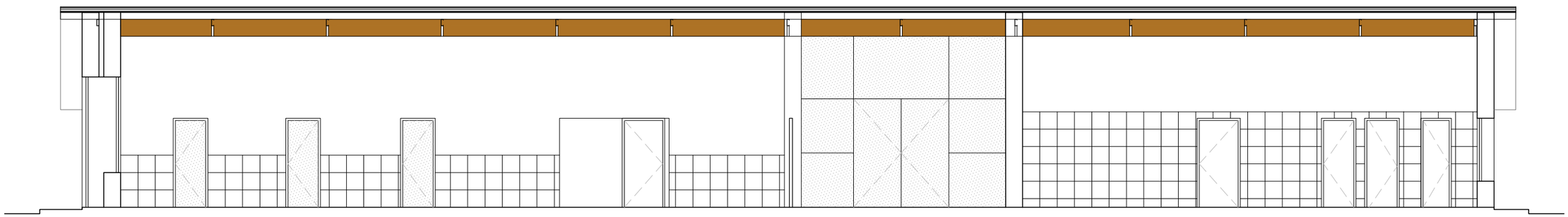
Corte C-C
Escala 1:100.



Corte B-B
Escala 1:100.



Fachada Oeste
Escala 1:100.

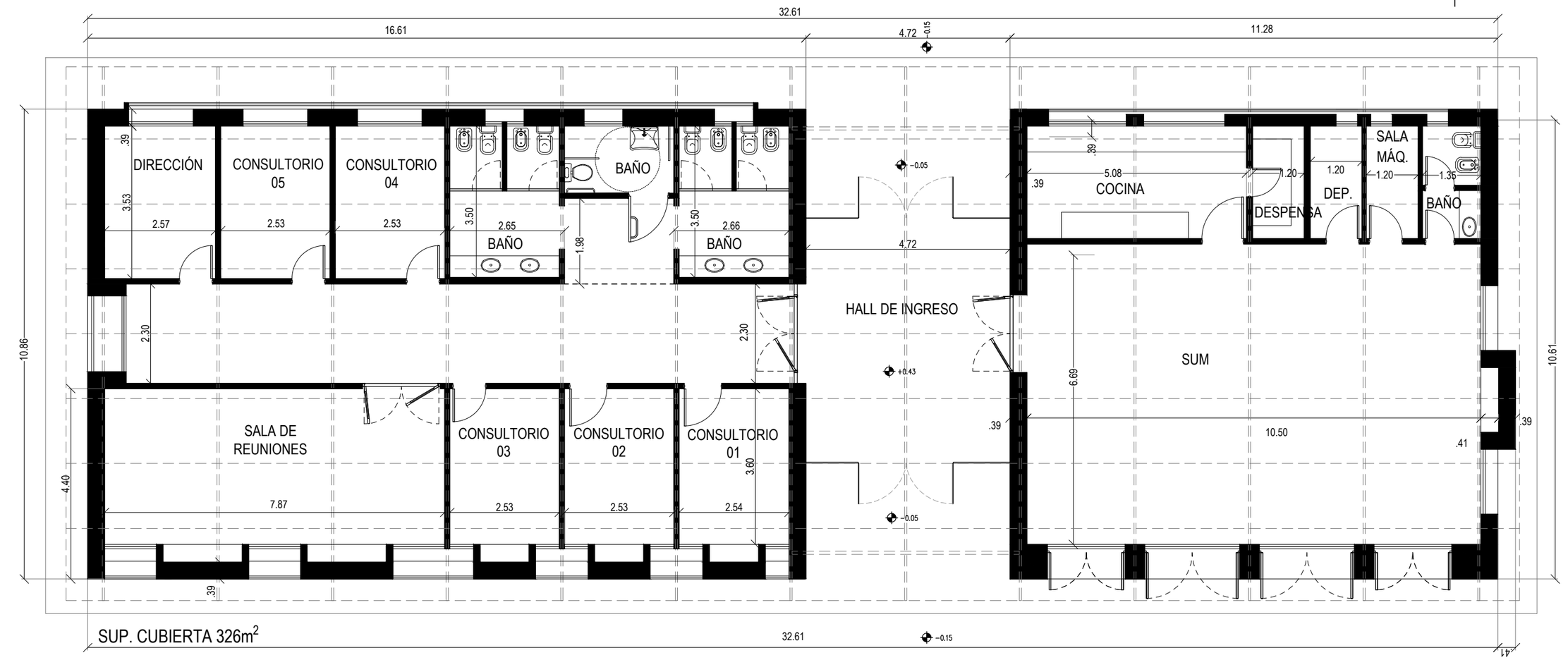


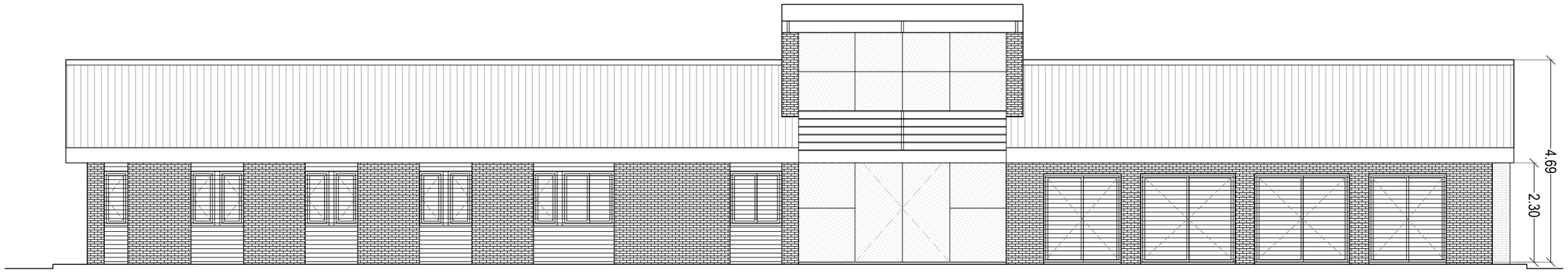
Corte D-D
Escala 1:100.

PROYECTO PADRE MISERECORDIOSO

PROYECTO ESTUDIO FABBRI DESARROLLOS

PLANTA CENTRO
ESCALA 1:100





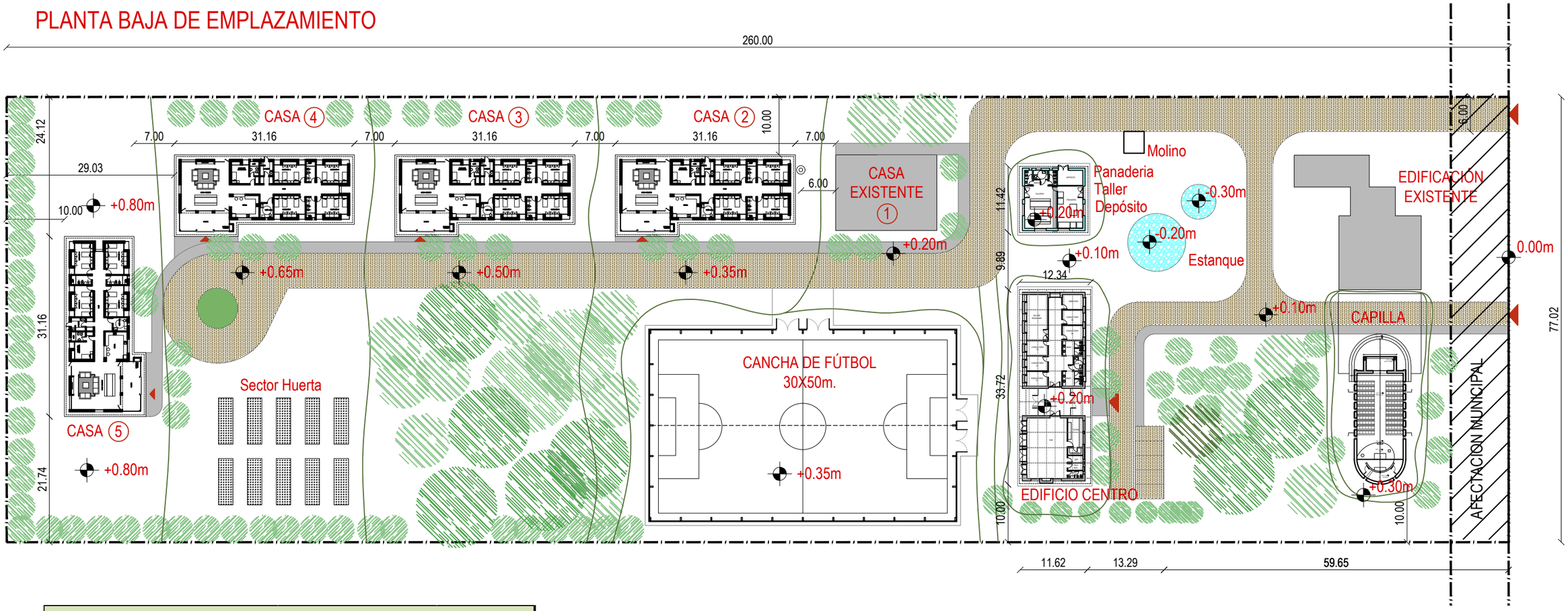
Fachada Este
Escala 1:100.

PROYECTO PADRE MISERECORDIOSO

PROYECTO ESTUDIO FABBRI DESARROLLOS

PLANTA CENTRO
ESCALA 1:100

PLANTA BAJA DE EMPLAZAMIENTO

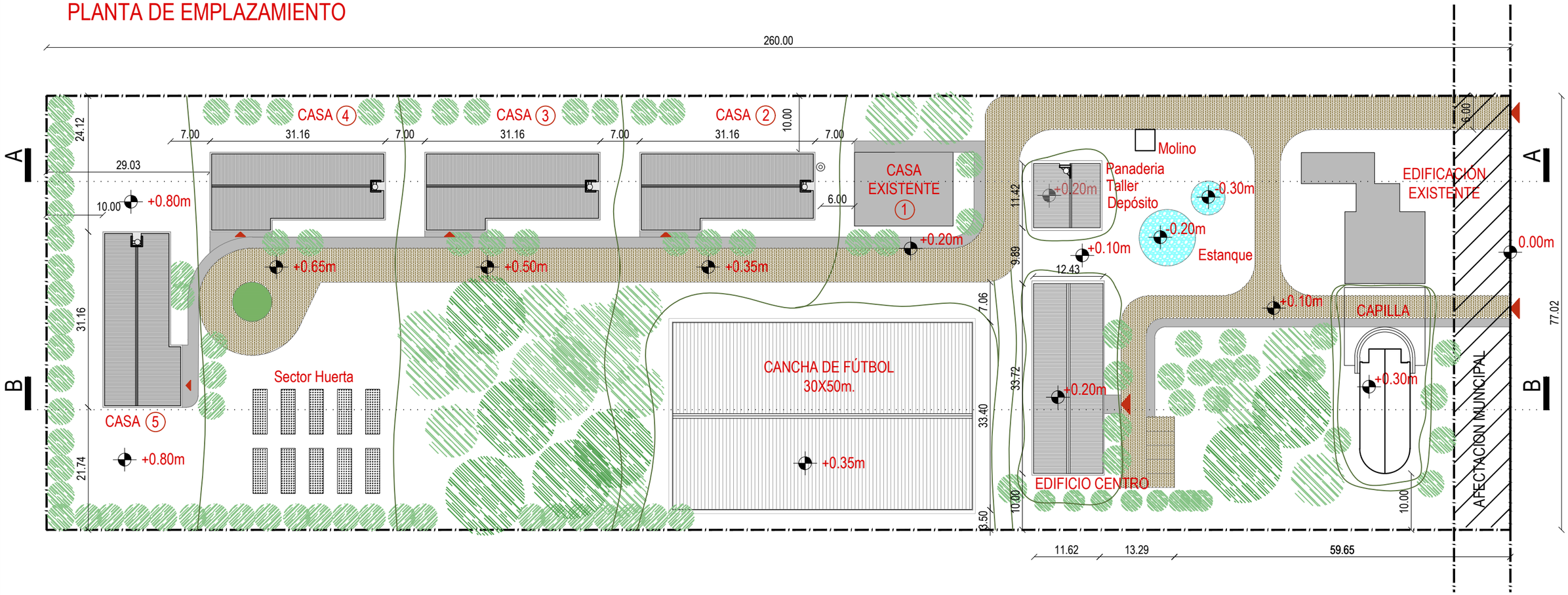


SUPERFICIES PROYECTADAS		
	DEPENDENCIAS (m2)	GALERÍA (m2)
CASA INGRESO existente	292	
CASA 1 existente	229	
CASA 2	290	30
CASA 3	290	30
CASA 4	290	30
CASA 5	290	30
EDIFICIO CENTRO	330	30
PANADERIA-TALLERES-DEPÓSITO	130	
CAPILLA	181	
SUP. TOTAL	**2322**	**150**
SUPERFICIE DE TERRENO	**20025 m2**	

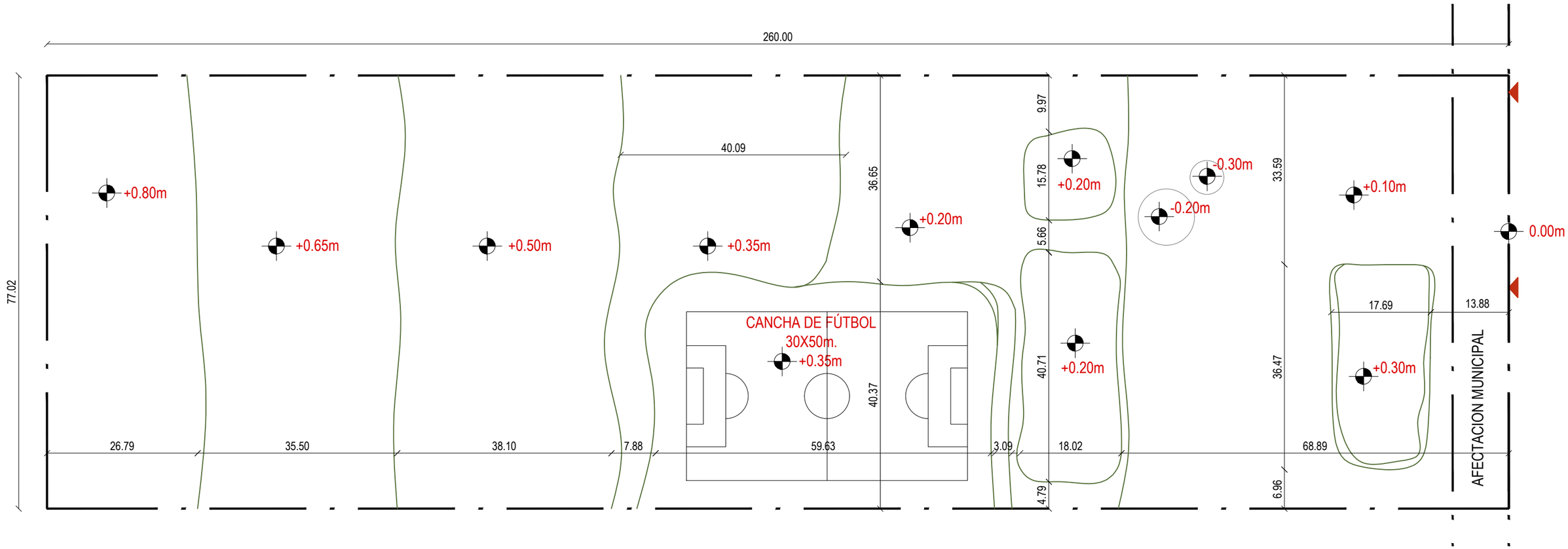
PROYECTO PADRE MISERICORDIOSO

PROYECTO ESTUDIO FABBRI DESARROLLOS	PLANTA DE EMPLAZAMIENTO OP. 02 CONJUNTO DE VIVIENDAS. S/E

PLANTA DE EMPLAZAMIENTO



PROYECTO PADRE MISERICORDIOSO	
PROYECTO	PLANTA DE EMPLAZAMIENTO CONJUNTO DE VIVIENDAS. S/E



PROYECTO PADRE MISERECORDIOSO

PROYECTO ESTUDIO FABBRI DESARROLLOS

PLANTA CENTRO
ESCALA 1:100