

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Facultad de Ingeniería

TRABAJO FINAL

**Estación de transferencia para transporte
terrestre de pasajeros en el puerto de
Corrientes**

DOCUMENTO PRINCIPAL

MOLINA, Julio César

VERÓN, Valeria Magalí

12/2019

TRABAJO FINAL

Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes

Autores:

MOLINA, Julio César
VERÓN, Valeria Magalí

Tutor:

Ing. Fabián SABADINI

Consultores:

Ing. Tesalia Bareiro Alonso
Ing. Lucas Germán Brito
Ing. Lorena Ledesma
Ing. Rubén Rafael Sotelo



RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta el trabajo titulado **“Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes”**, cuyo objetivo es lograr el diseño de una estructura que permita la circulación interna de pasajeros y ómnibus urbanos e interurbanos en la zona del puerto de la ciudad de Corrientes, donde la prioridad es optimizar el uso, confort y seguridad de los usuarios de las paradas ubicadas en ese sitio.

La idea del proyecto surge de la necesidad observada por los autores de un lugar adecuado para el correcto desarrollo de la actividad y de la solución a similar problema, ejecutada en la ciudad de Posadas, Misiones; ya que en esa ciudad, como parte de un plan municipal, se materializaron dos estaciones de transferencia, siendo la “Estación Quaranta”, la que inspiró esta propuesta.

En la primera parte se fundamenta esta necesidad del mismo, debido a que en la actualidad usan el servicio de transporte interprovincial Chaco-Corrientes unos 70.000 pasajeros por día, donde 2 de los 3 ramales, empiezan y terminan sus recorridos en esa parada, y el servicio urbano de dicha ciudad, que transporta alrededor de 215.000 usuarios diarios en 23 ramales, 17 de los cuales también tienen como cabecera de recorrido, la misma parada portuaria.

Especialmente en verano, debido a la larga espera y a los escasos y limitados refugios existentes, éstos usuarios son sometidos a las inclemencias del tiempo en sobremanera, como ser la exposición intensa al sol, viento y lluvia, aspecto totalmente incompatible con la faceta turística e inclusiva que se quiere desarrollar en la capital provincial.

Seguidamente se diseñó el espacio, funcional y estructuralmente, ejecutando una serie de pasos, según:

1. Plan de necesidades: reúne todos los espacios que permitan el buen funcionamiento de la terminal de transferencia de pasajeros.
2. Organigrama: esquema de funcionamiento que plantea las relaciones entre los distintos componentes.
3. Análisis de superficies: permite conocer las dimensiones mínimas reglamentarias y la forma conveniente de los espacios para permitir una cómoda circulación de los usuarios.
4. Diseño arquitectónico: indica, en plantas, cortes y vistas, cómo se trasladarían las diferentes áreas al terreno.

También se estudiaron las condiciones que influyen en el diseño de las plataformas y dársenas, como ser: pasajeros, configuración de paradas, características de los colectivos y el transporte. Luego se determina el número de plataformas necesarias según la teoría de colas.

Teniendo en cuenta que esta parada estratégica dentro de la ciudad tiene como condición el no poder aumentar su superficie de maniobras y plataformas más de lo que se propone en el presente trabajo (4 dársenas y 8 zonas de abordaje en acera), se concluye con la recomendación de que el municipio deberá determinar un plan general de transporte donde contemple la posibilidad de reducir la cantidad de líneas que llegan a la estación.



Finalmente se analizan y definen los parámetros que inciden en el diseño y dimensionado de la estructura metálica principal, como ser la luz de las cerchas, largo de la nave, separación entre cerchas, pendiente de la cubierta y altura de la columna.

Con ello y comprendiendo la mejor disposición de cada espacio en este tipo de instalaciones, se procedió a efectuar una propuesta arquitectónica que resuma todo el estudio efectuado.

Para el cálculo estructural se comenzó considerando la carga de viento según la reglamentación vigente (CIRSOC 102-2005: Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones).

Cabe destacar algunas particularidades que presenta esta obra al momento de calcular dicha carga, diferente a la gran mayoría. Por un lado, se trata de un edificio de *Categoría III*: “Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla” (considera un aglomerado de personas superior a 150), y *Exposición D*: “Áreas costeras sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600m”.

También fue necesario estimar la influencia del efecto topográfico en el emplazamiento del edificio, ya que se encuentra en una escarpa, produciéndose un incremento considerable de la velocidad del viento.

Como herramienta para el desarrollo del cálculo se utilizaron planillas Excel y para el cálculo de solicitudes FTool y Autodesk Robot, realizando las verificaciones de las secciones adoptadas de forma manual (sin emplear programas de dimensionado).

La estructura en cuestión estará compuesta por 13 cerchas metálicas, equidistantes entre sí a 4,50m. La luz del vano de la cercha será de 27,60m entre apoyos, quedando toda la superficie interior libre de obstrucciones al paso de los colectivos. De esta forma se cubre la planta que resultó del diseño previo, de 27,60m x 54m. Las cerchas serán a dos aguas simétricas, con una flecha de 4,02m.

Las correas tendrán 4,50m de largo, separación de 1,20m entre sí (excepto la primera desde la cumbre, que dista 0,60m), y tillas compuestas por barras de hierro liso de 16mm de diámetro, que funcionarán como arriostramientos discretos en sus tercios de luz. Sobre las mismas se colocarán las chapas sinusoidales que permitirán el cerramiento superior de la estructura y se estudió la generación del impacto en el precio la elección del material de éstas, entre chapa plegada en frío y perfil laminado en caliente.

La cercha está compuesta por cordones superiores e inferiores, diagonales y montantes, todos ellos conformados por perfiles angulares laminados en caliente, apoyadas en ambos extremos sobre columnas armadas de perfiles PNU mediante celosías de perfiles angulares (columna TIPO IV), empotradas en la base, con una altura de 4,75m.

Los cerramientos, tanto el muro hastial como los laterales, están compuestos de placas de policarbonato alveolar. Solo dos secciones de la contrafachada son de mampostería, por tratarse del cerramiento de baños y otros locales.

También se dispusieron de cruces de San Andrés para asegurar el comportamiento global de la estructura en el 2do, 5to, 8vo y 11avo campo entre cerchas.



Para el dimensionamiento de la calzada se adoptó pavimento rígido de hormigón, simple y con barras pasadores, para el área de circulación de colectivos y las dársenas. Para ello, se empleó el método del PCA, el cual basa su análisis en la verificación estructural del pavimento bajo dos criterios: el de falla por fatiga, y el de pérdida de soporte por erosión.

Se estudiaron los factores que influyen en su diseño, como: resistencia a la flexión del hormigón, módulo de reacción de la subrasante, período de diseño y tránsito.

Se procedió con la determinación del espesor de la base y del pavimento, para luego verificar con el método gráfico. Se finaliza el capítulo con adopción de juntas y disposición de barras de unión.

El estudio de los desagües pluviales se realizó en base a la ubicación de los sumideros actuales y el sentido de escurrimiento, y se verificó que la introducción de la obra no sobrepase la capacidad del sistema de drenaje. Para esto se emplea el método racional, el cual calcula el escurrimiento superficial directo que provoca una tormenta de diseño, con una duración igual al tiempo de concentración de cada cuenca.

En total, el sumidero existente puede tomar un caudal de $1\text{m}^3/\text{s}$, superior al caudal erogado por la cuenca estudiada ($Q = 0,09\text{m}^3/\text{s}$). Por lo que se concluye que no se necesita una nueva instalación de desagüe pluvial; ya que la actual, con las nuevas consideraciones proyectadas, es de capacidad suficiente.

La evaluación económica – financiera fue realizada mediante una evaluación social del proyecto en estudio, la cual valora la contribución al bienestar económico del país o región, así como también los objetivos de política social de redistribución de ingresos y riquezas.

El valor actual neto arroja como resultado un número positivo y la TIR, una tasa superior a la tasa de descuento anual considerada ($21\% > 12\%$), indicando de esta manera que el proyecto resulta conveniente para el Estado.

Se puede concluir diciendo que la evaluación es positiva desde el punto de vista de la sociedad. En este caso el Estado debería alentar y facilitar la ejecución del proyecto, si no hay otro proyecto que arroje una TIR mayor, ya que a mayor TIR, mayor prioridad en su materialización.



INDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivos y alcances	2
1.3. Ubicación geográfica	2
1.4. Situación actual de la ciudad de Corrientes	4
1.5. Población	6
1.6. Actividades económicas	6
1.7. Clima	7
1.8. Marco legal	8
CAPÍTULO 2: ESTUDIOS BÁSICOS	11
2.1. Objetivos	11
2.2. Estudios de suelo	11
2.3. Determinación de tensiones admisibles	12
2.4. Sistema de fundación	13
2.5. Características del lugar	13
2.6. Características generales de la obra	15
2.7. Informe topográfico	16
CAPÍTULO 3: DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL	17
3.1. Plan de necesidades	17
3.2. Organigrama funcional	19
3.3. Análisis de superficies	19
3.4. Condiciones a considerar en el diseño de la playa de colectivos	24
3.5. Diseño de la playa de colectivos elegido.....	31
3.6. Determinación del número de plataformas necesarias según cálculo.....	32
3.7. Adopción de parámetros de diseño para el cálculo de la nave.....	34
3.8. Diseño arquitectónico.....	36
3.9. Sistema constructivo	37
CAPÍTULO 4: CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA NAVE.....	38
4.1. Introducción.....	38
4.2. Datos básicos de la nave.....	38
4.3. Análisis de cargas	39
4.4. Combinación de acciones	47
4.5. Dimensionamiento de la cercha	48
4.6. Dimensionamiento de las correas	52
4.7. Dimensionamiento de largueros laterales y frontales	67
4.8. Dimensionamiento del pilar central.....	68
4.9. Dimensionamiento de viga dintel	70
4.10. Dimensionamiento del pilar lateral.....	72
4.11. Dimensionamiento de la columna	74
4.12. Dimensionamiento de la base	77



CAPÍTULO 5: DIMENSIONAMIENTO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	81
5.1. Introducción.....	81
5.2. Factores de diseño	81
5.3. Base.....	86
5.4. Cálculo del espesor del pavimento.....	87
5.5. Procedimiento de verificación – método gráfico	88
5.6. Análisis por fatiga.....	89
5.7. Análisis por erosión.....	90
5.8. Dimensionamiento de las juntas	92
CAPÍTULO 6: DESAGÜES PLUVIALES	96
6.1. Introducción.....	96
6.2. Determinación del área de aporte	96
6.3. Tiempo de retorno.....	97
6.4. Coeficiente de escorrentía	97
6.5. Intensidad de precipitación.....	98
6.6. Tiempo de concentración	98
6.7. Cálculo de caudal.....	99
6.8. Determinación de las dimensiones de los conductos de vinculación.....	99
CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	101
7.1. Introducción.....	101
7.2. Metodología de evaluación	101
7.3. Aplicación de la metodología	102
7.4. Beneficios económicos.....	103
7.5. Costos económicos	105
7.6. Procedimiento de evaluación	105
7.7. Presupuesto	105
7.8. Flujo de beneficios y costos económicos e indicadores de rentabilidad	109
7.9. Conclusiones	110



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

"Ciudad de Vera de las Siete Corrientes" era el nombre original, en su fundación en 1588, que finalmente se transformó en la apócope Corrientes. Esta ciudad fue pensada como escala entre Asunción y Buenos Aires, siendo escogido para su ubicación el puerto natural provocado por el cambio de recorrido del Paraná, cuyo curso vira hacia el sur en ese punto. Las siete corrientes hacen referencia a las siete puntas de piedra o penínsulas que penetran en el río, provocando fuertes corrientes que dificultan la navegación.

Desde su establecimiento, sufrió múltiples cambios urbanos y expansiones al margen del río Paraná; su mayor crecimiento comenzó a mediados del siglo XX, debido al aumento de la población y los programas habitacionales masivos, dando lugar a un desarrollo urbano desorganizado hacia el sur y luego hacia el este. Esto generó que hoy existan barrios alejados del centro histórico de la ciudad, que cuentan con servicios urbanos e infraestructura deficitaria o inadecuada, así como también se formaron asentamientos irregulares.

En la ciudad de Resistencia, fundada en 1878, se distinguen dos zonas bien diferenciadas. Por un lado, el área central, completamente urbanizada y equipada, afectada por problemas de circulación y accidentes de tránsito. Por otra parte, ciertas áreas periféricas deficitariamente urbanizadas, que dependen del área central, lo que obliga a sus residentes a realizar largos recorridos en condiciones precarias, costosas e inseguras.

Entre ambos centros urbanos, separados por el río Paraná y vinculados por el puente General Manuel Belgrano, existe una movilidad permanente, de tipo laboral, comercial, educativo, recreativo, de provisión de otros servicios como los de salud, etc. Esta movilidad interurbana aparece fuertemente condicionada por la existencia de un único y obligado punto de cruce.

Actualmente, en estas ciudades, las posibilidades de movilidad son sinónimos de conexión e integración a las redes y ofertas de la vida urbana. La actividad productiva y el conjunto de interacciones urbanas ya no están, necesariamente, ligadas a la proximidad, y dependen de las oportunidades de localización, las que a su vez están determinadas por las redes de comunicación.

Resistencia y Corrientes forman un conurbano de aproximadamente 800.000 habitantes, caracterizándose por poseer amplios sectores poco urbanizados, que no ofrecen servicio de transporte público accesibles, en los cuales las condiciones de transitabilidad en sus calles dependen del estado del tiempo (inundaciones) etcétera, la movilidad aún no es la óptima para facilitar la integración socio territorial.

La zona del puerto correntino resulta un punto de confluencia clave dentro de la red de transporte urbano e interurbano, recibiendo numerosas líneas de colectivos, que unen el casco histórico, repleto de casas de arquitectura colonial, iglesias y atractivos turísticos, con los distintos puntos del resto de la urbe y localidades vecinas, como Riachuelo, Barranqueras y Resistencia.

En la actualidad usan el servicio de transporte interurbano (Chaco-Corrientes) unos 70.000 pasajeros por día, de acuerdo a estimaciones realizadas por Tarjebus, donde 2

de los 3 ramales, empiezan y terminan sus recorridos en esa parada. Por su parte, el servicio urbano de pasajeros de la ciudad de Corrientes transporta alrededor de 215.000 usuarios diarios en 230 unidades, divididas en 23 ramales, 17 de los cuales también tienen como cabecera de recorrido, la misma parada portuaria.

En la parada del puerto, especialmente en verano, se observa la aglomeración de usuarios, sin orden alguno, para tratar de abordar cada unidad, debido a demoras de 40 a 60 minutos del servicio interurbano, cuando deberían ser menor a 10 min. Debido a la larga espera y a los escasos y limitados refugios actuales, éstos son sometidos a las inclemencias del tiempo en sobremanera, como ser la exposición intensa al sol, viento y lluvia.

Sus veredas, actualmente destinadas al ascenso y descenso de pasajeros, se encuentran ocupadas por feriantes del paseo de compras que funcionan en el lugar, y vendedores ambulantes, que instalan allí sus productos, impidiendo su correcto uso. Esto además causa que los colectivos estacionen alejadas de las mismas, reduciendo el espacio destinado a la circulación. Sumado a la desorientación de los individuos al esperar y abordar una unidad por la falta de señalización, resulta en una completa desorganización interna de vehículos y personas, causando pérdida considerable de tiempo y dinero, tanto a las empresas de transporte, como a los usuarios.

1.2. Objetivos y alcances

El anteproyecto consiste en la realización de una construcción mixta con predominio de estructuras metálicas, permitiendo la ejecución de grandes luces libres para obtener espacios amplios que permitan la circulación interna de pasajeros y ómnibus urbanos e interurbanos, en la zona del puerto de la ciudad de Corrientes, donde la prioridad es optimizar el uso, confort y seguridad de los usuarios de las paradas ubicadas en ese sitio. Se analizará la posible ampliación de la zona de maniobras y dársenas que actualmente existen en este espacio.

Asimismo, se efectuará un estudio de alternativas de material óptimo para la estructura de la nave, y su elección, entre dos tipologías estructurales (perfil laminado en caliente o perfil conformado en frío), considerando su costo.

La obra significa la refuncionalización, readecuación y puesta en valor de un espacio público importante dentro la ciudad, actualmente ocupado en parte por un paseo de compras informal.

1.3. Ubicación geográfica

La provincia de Corrientes se encuentra emplazada dentro de la región mesopotámica, limitando al norte con Paraguay y la provincia de Misiones, al oeste con las provincias de Chaco y Santa Fe, al sur con Entre Ríos, y al este y los países de Uruguay y Brasil, cuenta con una superficie de 88.199 km² y una densidad de población de 12,1 hab/km².

La obra se ubicará en la ciudad de Corrientes, capital de la misma provincia, en la región noreste de la República Argentina, sobre la margen izquierda del río Paraná (Plano N° 1). La ciudad abarca una superficie de 90 km², pertenece al Departamento Capital (500 km²) y limita al norte y al oeste con el río Paraná, al sur con el departamento

de Empedrado y al este con los departamentos de San Cosme y San Luis del Palmar. (Fig. 1.1).

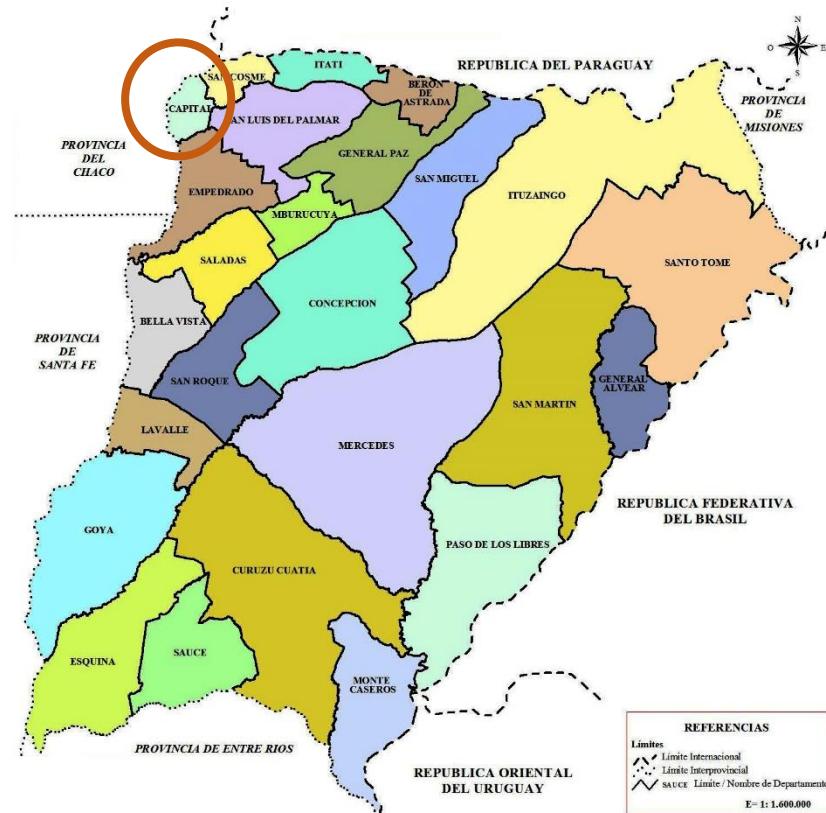


Fig. 1.1. Departamentos de la Provincia de Corrientes.
INDEC, Dirección de Estadística y Censos, Provincia de Corrientes.

La zona en estudio se localiza hacia el noroeste, en el extremo oeste del puerto correntino, por Av. Costanera entre las calles La Rioja y Salta (Fig. 1.2)

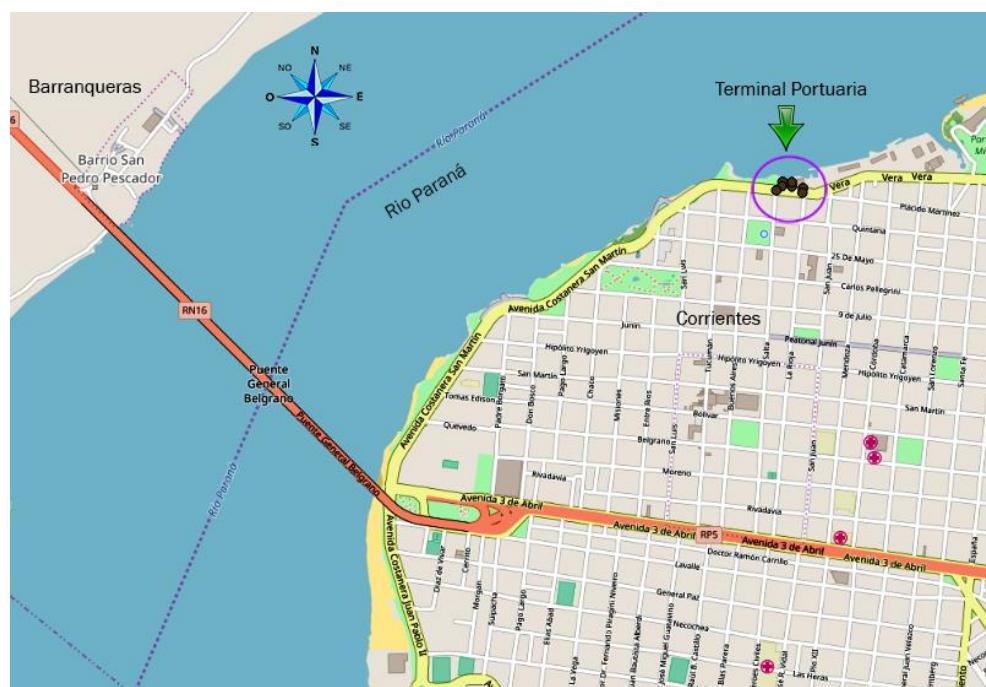


Fig. 1.2: Esquema de la zona de estudio. Sin escala. Recuperado de: <https://www.openstreetmap.org>,
Programa: QGIS Geographic Information System

1.4. Situación actual de la ciudad de Corrientes

Es el punto obligado de intersección entre los corredores viales del Alto Paraná, Paraná Medio, Paraná Sur y la puerta Resistencia - Corrientes y el corredor potencial Paraguay. Uno de los principales atractivos turísticos de la provincia son los Esteros del Iberá. El Área Iberá conforma uno de los circuitos de ecoturismo y turismo aventura más atractivos de la Argentina. (Fig. 1.3 y Fig. 1.4).

Entre 2010 y 2015 la ocupación hotelera en la Ciudad de Corrientes exhibió una tendencia creciente (68% entre puntas) alcanzando en el último año las 228.000 pernoctaciones. Los periodos con mayor estacionalidad relativa son los que coinciden con el periodo vacacional en el país.

Los principales productos turísticos que motivan a visitar la provincia durante todo el año son:

1. Ecoturismo: en la zona de la Reserva Provincial del Iberá, a la cual se puede llegar desde diferentes puntos de acceso, como Colonia Carlos Pellegrini, Cambyretá (Ituzaingó), Concepción y Loreto. Otro lugar especial para este tipo de turismo es el Parque Nacional Mburucuyá.
2. Congresos y eventos: se consideran también seminarios, jornadas, talleres, eventos y ferias que tienen una duración de entre 2 a 5 días. Los eventos tienen una concurrencia de entre 150 a 1.000 asistentes. Se desarrollan en toda la provincia, las sedes principales son Corrientes Capital, Goya e Ituzaingó.
3. Pesca deportiva: se destacan los de categoría provincial, nacional y de frontera. En 2.013 participaron un total de 9.848 pescadores en diferentes torneos. Cada pescador viene acompañado de cinco personas en promedio, así, se puede inferir que, motivados por la pesca, ingresan a la provincia aproximadamente 49.200 turistas por año.
4. Los caminos del Carnaval: desde finales de enero a mediados de febrero se llevan a cabo los Carnavales Oficiales de Corrientes. En 2014, desde el Ministerio de Turismo de la Provincia, estiman que participaron en calidad de espectadores en los Corsos Oficiales más de 80.000 personas. Se desarrollan en alrededor de 35 municipios, entre ellos Santo Tomé, Monte Caseros, Mercedes y Esquina.
5. Sol y playa: Corrientes ofrece unos 45 sectores de playas, los que se han ido dotando de cada vez más infraestructura acorde y una amplia variedad de actividades recreativas, deportivas, náuticas y servicios de gastronomía, estacionamiento, parrillas, baños, sombrillas, reposeras, y seguridad.
6. Chamamé: La Fiesta Nacional del Chamamé es la mayor fiesta de la música litoraleña, da inicio en enero. En la edición 2014 se estima que han concurrido durante las 12 noches aproximadamente 150.000 espectadores, con picos altos de mayor concurrencia durante los fines de semana, superando los 14.000 espectadores hasta un máximo de 20.000 en una noche.

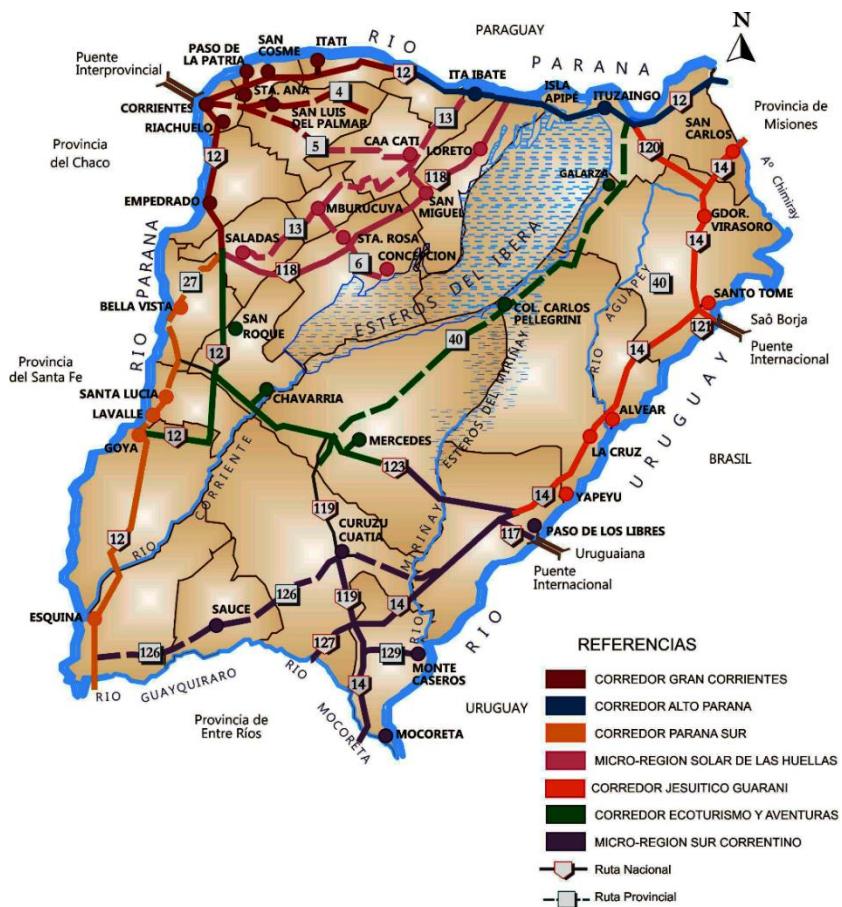


Fig. 1.3: Corredores turísticos de la Provincia de Corrientes. Recuperado de: diarioepoca.com

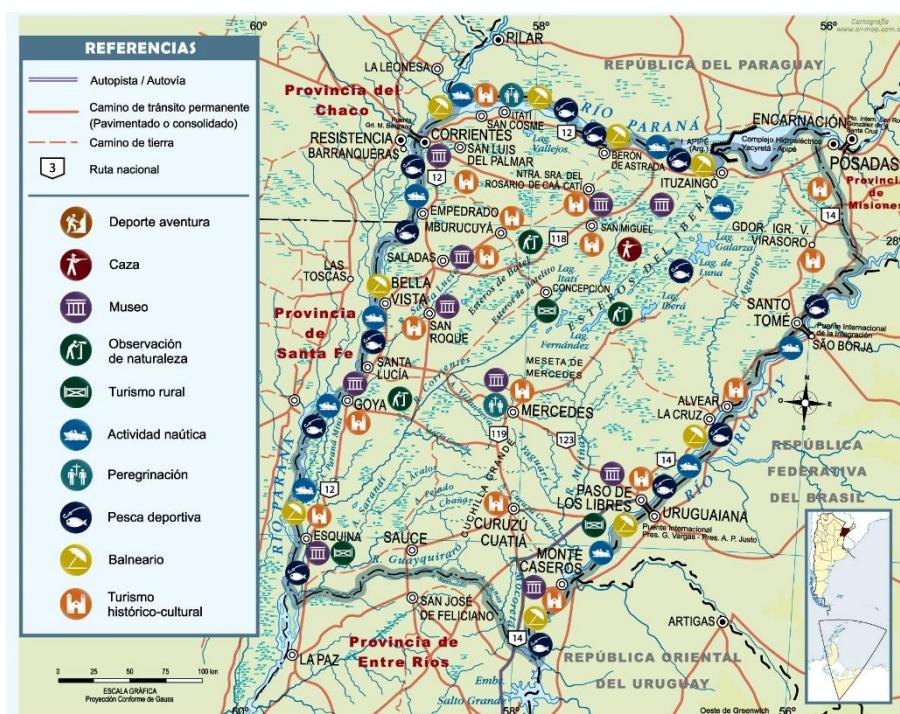


Fig. 1.4: Mapa turístico de la Provincia de Corrientes. Recuperado de: http://mapoteca.educ.ar/_files/index.html.1.14.html

1.5. Población

Según los datos del censo nacional de 2.010 la provincia Corrientes tiene 992.595 habitantes. Del total de población de Corrientes, el 48,9% son varones y el 51,1% son mujeres. Respecto al censo anterior (año 2.001) la población de la provincia creció 6,6%.

El departamento Capital, donde se encuentra la ciudad de Corrientes, es el más poblado de la provincia, con 358.223 habitantes que representan el 36,1% del total de la población provincial. El municipio de Corrientes contaba en el año 2.001 con 314.546 habitantes. El censo de 2.010 registró 346.334 habitantes, con lo que se observa un aumento poblacional de 10,1%.

1.6. Actividades económicas

En el departamento Capital es significativo el funcionamiento del mercado de Concentración de Corrientes, donde se comercializan y abastecen productos frutihortícolas y de granja, cuenta con 129 puestos, de los cuales 69 son fijos y 60 en playa libre. Los primeros son ocupados por comerciantes mayoristas y los segundos son destinados a los productores correntinos.

La zona rural que se puede encontrar en la micro región del departamento Capital, es escasa en extensión por los innumerables accidentes naturales y está siempre en riesgo de inundaciones. El subsuelo, en el Departamento Capital, es pobre en toda la región siendo por ello la práctica más extendida la ganadería, con predominio del ganado bovino, como se puede observar en la Fig. 1.5.

Una de las principales actividades que se realiza actualmente es la vinculada a la extracción de arenas del río Paraná, tanto de las costas como del lecho, como también tierra para la producción de ladrillos, y por último podríamos mencionar la pesca como actividad fuerte con métodos de mallones y de orilla, sin descartar la pesca deportiva como parte del turismo.

Las pocas industrias que aún hoy trabajan, se hallan incluidas en algunos casos dentro de la trama urbana de la ciudad, causando grandes problemas a la actividad residencial. Las industrias en Corrientes son de pequeño porte.

El comercio en la ciudad de Corrientes corresponde en su mayor parte al minorista, distribuidas por rubros y en anillos concéntricos que parten del casco céntrico, hasta las inmediaciones de la RN 12. En cuanto a los servicios, se denotan dos grupos, uno público, en el cual priman oficinas que dependen del gobierno provincial y municipal, las cuales se ven saturadas en lo que respecta a la cantidad de empleados. También se pueden mencionar los establecimientos dedicados a la enseñanza y a la salud. El segundo grupo corresponde a los privados, donde los rubros más representativos los forman entidades de enseñanza y de salud, de transporte, actividades inmobiliarias, empresariales, de alquiler, y otros servicios como hoteles, restaurantes, reparación de automotores y enseres domésticos. El contacto directo con el río Paraná y la gran cantidad de lagunas le permiten ofrecer variedad de playas y complejos balnearios, pesca y deportes acuáticos.

Otros atractivos turísticos son el patrimonio arquitectónico que puede verse en casi todo el casco histórico de la ciudad con casas, museos, iglesias, plazas, gran cantidad de monumentos y murales, que conforman sus propios circuitos para ser recorridos, y los carnavales, que al igual que el resto de la provincia se realizan todos los años, adoptando las características propias de cada zona.

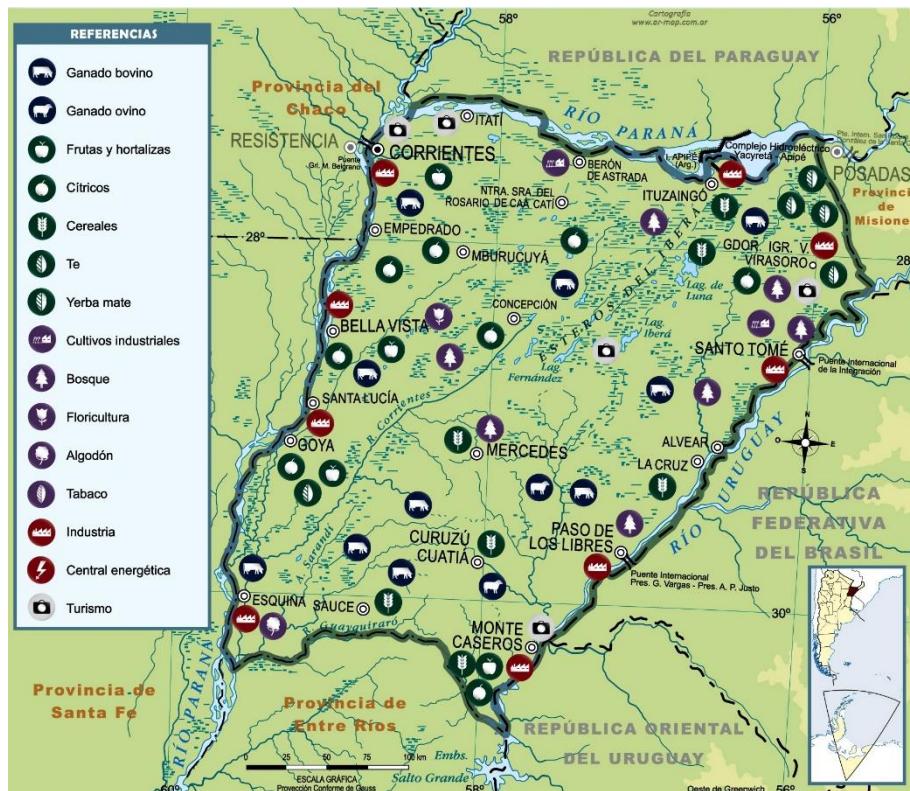


Fig. 1.5: Mapa económico de Corrientes.
Recuperado de: <http://mapoteca.educ.ar/.files/index.html.1.14.html>

1.7. Clima

Predomina el clima subtropical sin estación seca, con una temperatura media anual de 21 °C y abundantes precipitaciones, entre 1400 y 1900 milímetros anuales, con escasas variaciones diarias y estacionales, sobre todo en el noroeste. En cambio, los inviernos son templados-frescos, entre los 8 y 21 °C, aunque puede haber temperaturas de hasta -3 °C, como la registrada el 14 de Julio de 1993. Los vientos que más afectan son el norte, el pampero y la sudestada.

Enero se presenta como el mes más cálido, con una temperatura que alcanza los 34 °. Caracterizan a los inviernos correntinos los meses de junio, julio y agosto, siendo los más fríos del año, con 12 ° promedio.

En la provincia de Corrientes se distinguen tres zonas climáticas: hacia el noreste prevalece el clima subtropical húmedo, con veranos muy calurosos y abundantes lluvias. Hacia el Paraná medio, el clima es seco durante el invierno y caluroso en verano. La región meridional registra el clima propio de la Mesopotamia, templado moderado, con precipitaciones durante todo el año. Las precipitaciones van decreciendo de noreste a sudoeste.

En la Fig. 1.6. se pueden observar los tipos y variedades de climas descriptos anteriormente.

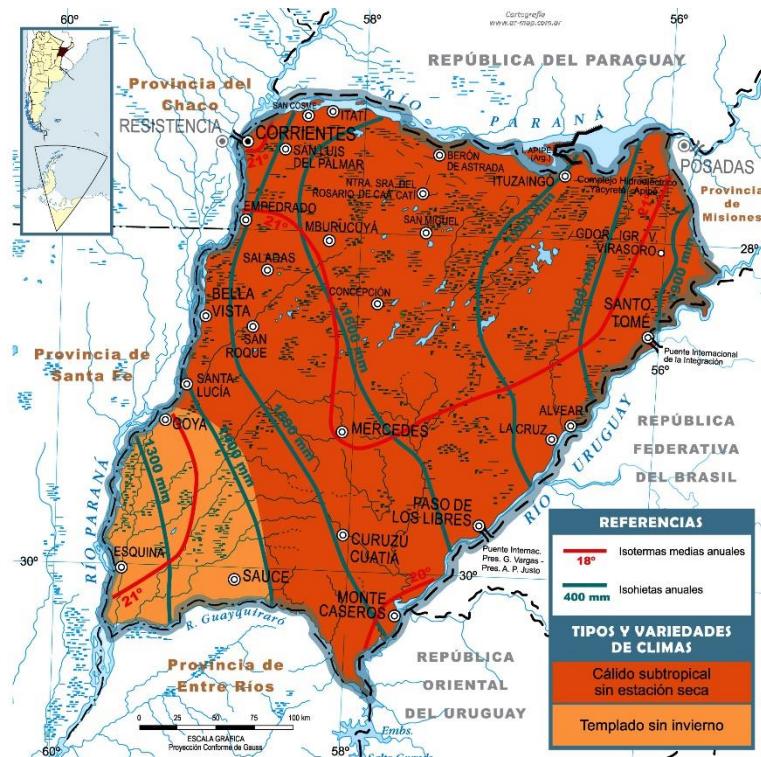


Fig. 1.6: Mapa de climas de la Provincia de Corrientes. Recuperado de:
<http://mapoteca.educ.ar/.files/index.html.1.14.html>

1.8. Marco Legal

Los antecedentes normativos que acreditan que la costanera es del dominio público municipal son los siguientes:

1. Código Civil y Comercial de la Nación (2014): Establece que “son bienes pertenecientes al dominio público...los ríos...Se entiende por río el agua, las playas y el lecho por donde corre, delimitado por la línea de ribera que fija el promedio de las máximas crecidas ordinarias”.
2. Ley Provincial N° 590: declara de utilidad pública las obras de defensa de la ciudad de Corrientes y su complemento la Avenida Costanera.
3. Ley Nacional 18.562: faculta al Poder Ejecutivo Nacional a transferir, con destino a la Municipalidad de la ciudad capital, el dominio de la Avenida Costanera Gral. San Martín desde la calle Caá Guazú hasta la calle Tucumán y desde allí hasta la Avenida 3 de Abril, con una superficie total de 132.700 m².
4. Decreto Provincial 691/70: designa representante del Gobierno de la Provincia de Corrientes, al sr. Intendente Municipal de la Capital Lucas Néstor Braillar Poccard, para que suscriba el acta de transferencia a favor de la Provincia de Corrientes, con destino a la Municipalidad de la Ciudad de Corrientes, el dominio de la Avenida Costanera General San Martín.
5. Ordenanza N° 1.176/82: Esta Ordenanza hace referencia al Código de Protección Ambiental, por la cual se prohíbe el desarrollo de todo tipo de acciones, actividades y obras que degraden en forma irreversible, corregible o incipiente los paisajes urbanos.



6. Ordenanza N° 1071/88: establece el Código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Corrientes, establece que: “las parcelas contiguas al cauce del río Paraná deberán dejar una franja libre de edificación de 30 metros de ancho tomada a partir de la línea de máxima creciente del mismo, coincidente con las previsiones legales del llamado “camino de sirga”. Esta franja además de permanecer libre de toda edificación que no sea complementaria al uso del río (muelles, etc.) deberá contar con los trabajos necesarios que aseguren el mantenimiento de sus dimensiones originales”.
7. Ordenanza 2.087/90: declara de interés público municipal los terrenos contiguos al Río Paraná tomados a partir de la línea de máxima creciente del mismo y a lo largo de toda la costa dentro del ejido municipal conforme al Código de Planeamiento.
8. Ordenanza 2.251/92: en ella se prohíbe la instalación de quioscos para ejercer actividades comerciales en: “...Avenida Costanera “General San Martín” incluyendo la zona comprendida entre la baranda de protección y el pelo de agua del Río Paraná.
9. Ordenanza 2.506/93: declara de interés público municipal a todos los espacios de uso público, paseos, parques, plazas. Dispone que todas las áreas destinadas al uso público, y aquellas comprendidas en la declaración que antecede, deberán ser conservadas por el Municipio no pudiendo darse a dichos espacios un destino distinto al de su afectación al uso público.
10. ORDENANZA 2.852/96: allí se dispone la adhesión a las normas del Decreto N° 155/94 del Poder Ejecutivo de la Provincia de Corrientes, en cuanto a la caducidad de cualquier forma de autorización, consentimiento o constancia que autorice el uso parcial o total de inmuebles de propiedad de la Municipalidad de la Ciudad de Corrientes, para fines distintos de la actividad propia del Gobierno Municipal.
11. ORDENANZA 3.064/97: allí se dispone que el Municipio arbitrará todas las medidas tendientes, a través de acciones conjuntas con la Administración de Puertos Local, para la recuperación, mantenimiento y/o conservación de la Costanera “General San Martín” con todos sus componentes estéticos.
12. ORDENANZA 3.684/2001: establece que las parcelas contiguas del cauce del Río Paraná deberán dejar una franja libre de edificación de 50 metros de ancho tomada a partir de la línea de ribera delimitada por resolución N°320/98 del Instituto Correntino del Agua y aprobada por Decreto Provincial N° 507/99, coincidente con las previsiones legales del camino de sirga y que servirá para materializar la continuidad de la Avenida Costanera. Esta franja deberá permanecer libre de toda edificación.

De acuerdo al Código de Planeamiento Urbano, la zona de la obra corresponde a la zona eg3, distrito de Equipamiento general (Fig. 1.7 y Fig. 1.8).

Distrito Eg (Equipamiento General) (texto según Ord. N°4845):

a) Carácter:

- a₁) Localización predominante (propuesta) de usos que sirven a la Ciudad en general, requieren buena accesibilidad y parcelas de gran tamaño.
- a₂) Localizaciones existentes de esos mismos usos.
- a₃) Localizaciones predominantes de usos que sirven a la Ciudad en general, requieren protección histórica.

Corresponde a a2, usos existentes, eg3: Paseo y equipamiento complementario Costanera Gral. San Martín y Costanera Juan Pablo II.

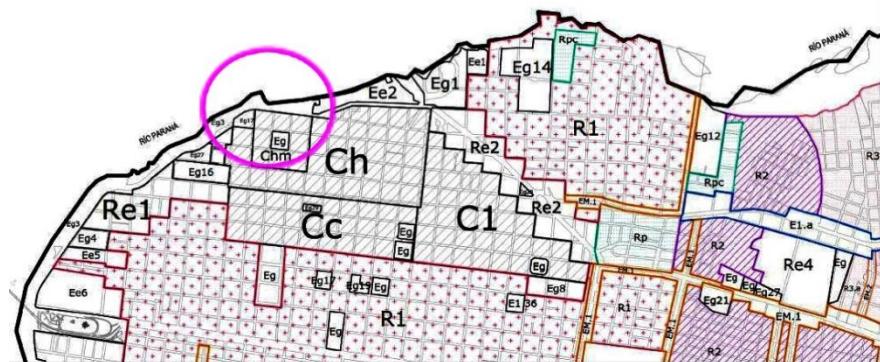


Fig. 1.7: zonificación según distritos. Código de Planeamiento urbano de la Ciudad de Corrientes (2017)



Fig. 1.8: Imagen satelital, zonificación según distritos. Recuperado de: www.esri.com

Se trata de un predio de aproximadamente 3000 m². En cuanto a los asentamientos comerciales informales, corresponde a la Municipalidad de Corrientes su reubicación.

El uso de este distrito está reservado a la Municipalidad de Corrientes, en este caso, al ser una obra de interés y uso público, que beneficiaría a la comunidad y a los usuarios del transporte colectivo en general, es factible su construcción.



CAPÍTULO 2

ESTUDIOS BÁSICOS

La obra se ubicará, en las inmediaciones del muelle del puerto de Corrientes, y formando parte de la costanera Norte, el suelo para la fundación consiste en un relleno por refulado de arena.

La resistencia al corte de un material friccional se define como la capacidad que tiene para resistir esfuerzos que tienden a distorsionarlo; no es una propiedad del material, sino que depende de las presiones efectivas y la densidad del confinamiento.

Ya que no se disponen medios ni permisos necesarios para realizar ensayos en el sitio, se recurrió a los organismos oficiales de Corrientes y a consultoras privadas para obtener información.

2.1. Objetivos

1. Definir el perfil estratigráfico del terreno.
2. Analizar la capacidad de carga del terreno.
3. Recomendar la cota y el tipo de fundación.

2.2. Estudios de suelo

Se obtuvieron datos de diferentes organismos, los que se detallan en el Anexo 1 y se observan en la Figura 2.1:

- Dirección Nacional de Vialidad Decimo Distrito – Corrientes: Se realizaron dos sondeos, identificados como **S1** (Av. Juan de Vera, entre Mendoza y Córdoba) y **S2** (Av. Juan de Vera y San Juan), ubicados a 410 metros y 170 metros del sitio en estudio, mediante barreno manual de 3" de diámetro, con sonda y mediante bomba (marzo de 1998). En los sondeos se realizó el Ensayo de Penetración Normal (SPT), cada metro durante los sondeos. Se tomaron muestras para los siguientes ensayos:
 - Humedad natural
 - Constantes físicas
 - Análisis granulométrico por vía húmeda
 - Clasificación de suelos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos (**L**), Facultad de Ingeniería de la UNNE: Se realizaron 3 perforaciones, para una obra de edificios de oficinas, en calle La Rioja 442, a 90 metros del sitio en estudio (diciembre de 1979).
- Empresa Consultora de Ingeniería (**E**): 2 sondeos, para edificios de oficinas, ubicado en calle Pellegrini 727, a 490 metros del sitio en estudio.

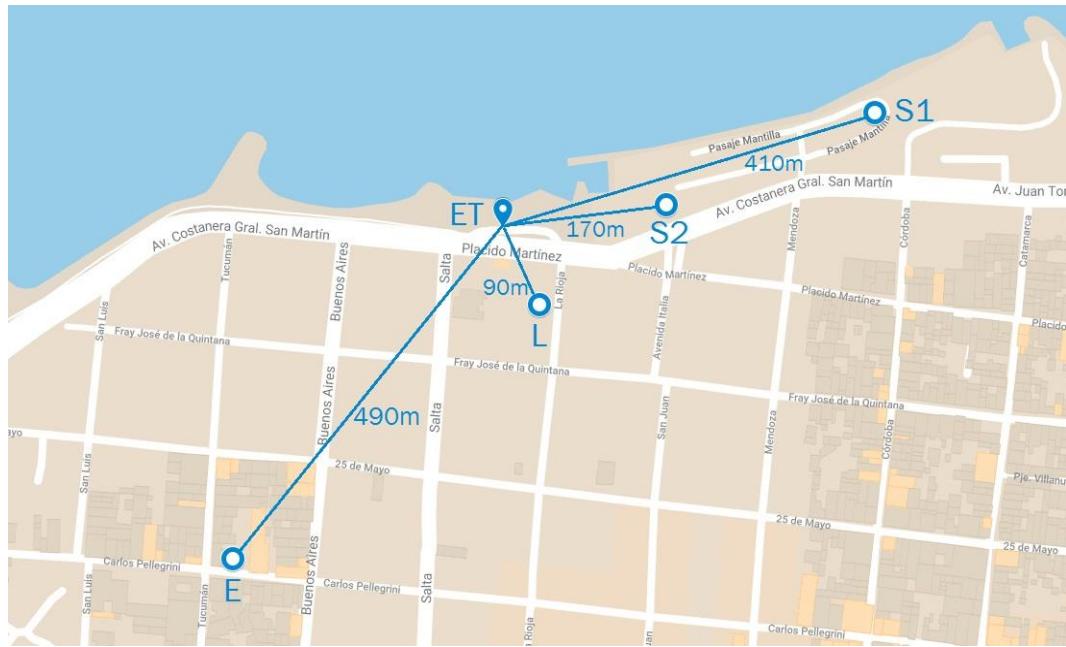


Fig. 2.1: Ubicación de estudios de suelos disponibles

2.3. Determinación de tensiones admisibles

Teniendo en cuenta los datos disponibles, y la distancia al lugar de la obra, se considera adecuado adoptar los correspondientes a los realizados por la Dirección Nacional de Vialidad Décimo Distrito - Corrientes (Tabla 2.1), porque los sondeos están realizados en el puerto, en un suelo de similares características, por ser parte de la misma metodología constructiva (relleno por refulado de arena, con tablestacado de contención, defensa y pilotes de madera dura, Fig. 2. 2)

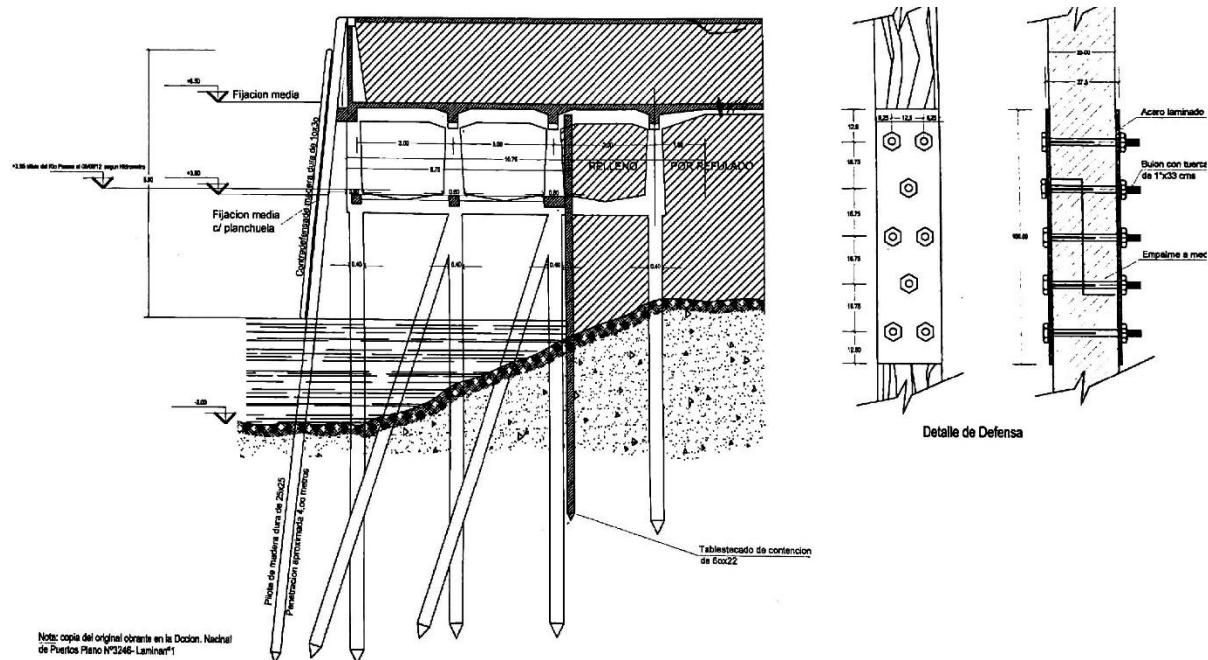


Fig. 2.2: Detalle del muelle del Puerto de Corrientes. Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes

Tabla 2.1: Resumen de características del suelo

Tipo de suelo	Profundidad (m)	SPT	Tensión admisible (kg/cm ²)
Arena refulada	1,00 - 1,45	4	0,50
Arena refulada	2,00 - 2,45	7	0,90
Arena refulada	3,00 - 3,45	15	2,0
Arena refulada	4,00 - 4,45	15	2,0
Arena refulada	5,00 - 5,45	18	2,0

2.4. Sistema de fundación

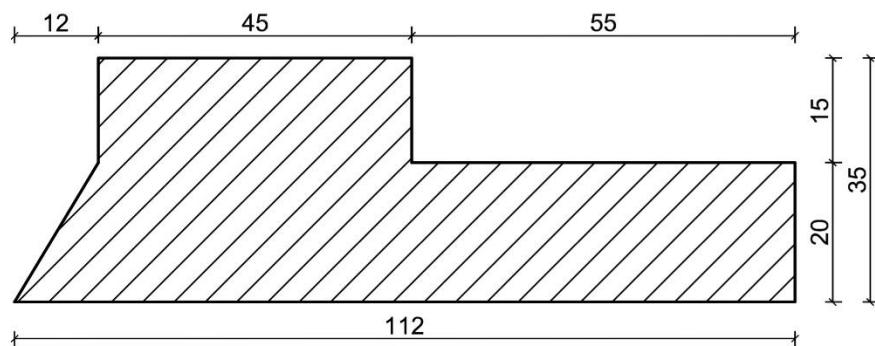
La estructura metálica que se propondrá, consiste en cerchas de perfiles laminados en caliente, y correas del mismo material o de chapa plegada, según el estudio de costo. Por lo que se optará por bases empotradas de hormigón armado, cuyos volúmenes constituyen el peso necesario para evitar el levantamiento de la estructura debido a la succión del viento.

2.5. Características del lugar

La nave y la terminal de transferencia a realizar está ubicada en Avenida Costanera General San Martín, entre calles Salta y La Rioja, En el Barrio Deportes, de la Ciudad de Corrientes. El predio ocupa una superficie aproximada de 3000 m² (Fig. 2.3), dispone de abastecimiento de agua potable, red de saneamiento y suministro de energía para los trabajos que se tengan que realizar en el sitio.

Del lado izquierdo se encuentra un amplio espacio verde donde resalta el llamado “Homenaje a la madre” (Fig. 2.4), y del lado derecho, una calle interna que desciende hacia un club náutico (Yacht Club Corrientes) (Fig. 2.5).

Además, se encuentra operando dentro del predio, la Sala de Atención Primaria de la Salud N° 37, donde la principal tarea es realizar vacunaciones (Fig. 2.6).

**Fig. 2.3:** Esquema del espacio disponible (dimensiones en metros). Elaboración propia

Actualmente, dos sectores funcionan como paradas de colectivos, uno sobre la avenida Costanera General San Martín, contando con dos garitas de protección (Fig. 2.7) y el otro en un “playón” interno, en una calle paralela a la San Martín, que no dispone con protección alguna, incluso se usa la calle, entre colectivos estacionados, como punto de abordaje (Fig. 2.8)



Fig. 2.4: Sector ubicado a la izquierda de la actual terminal. Fuente: Google mapas. Mapa de Corrientes, Argentina.

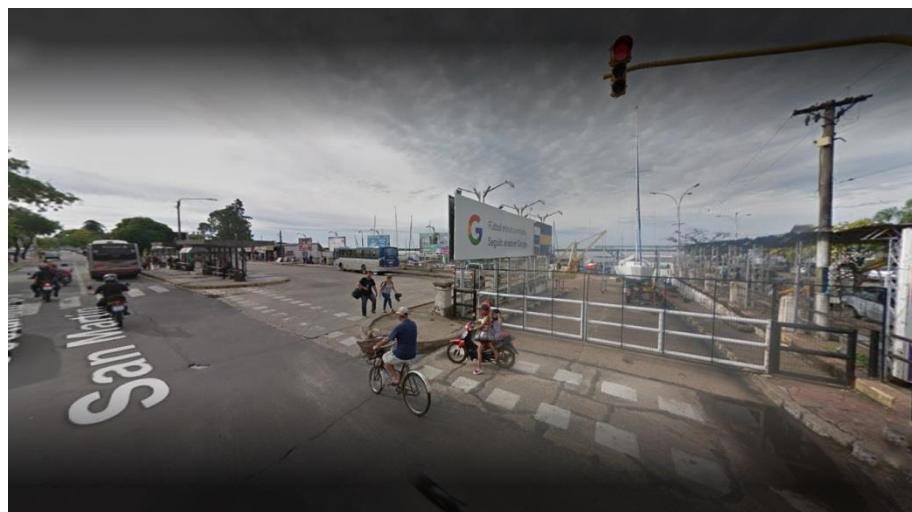


Fig. 2.5: Sector ubicado a la derecha de la actual terminal. Fuente: Google mapas. Mapa de Corrientes, Argentina.



Fig. 2.6: Sala de Atención Primaria de la Salud N° 37. Fuente: Google mapas. Mapa de Corrientes, Argentina.



Fig. 2.7: Parada sobre la Av. Costanera General San Martín. Diario El Litoral



Fig. 2.8: Zonas usadas para abordar colectivos Recuperado de: Google Maps

2.6. Características generales de la obra

Cuando se plantea el diseño y cálculo de una nave, muchas variables deben tenerse en cuenta y son muchos los casos que se pueden presentar, así que se la debe diseñar de modo de lograr un equilibrio entre resistencia, construcción y economía de la estructura.

Las naves se caracterizan por cubrir grandes luces, generalmente con pequeñas cargas de origen gravitatorio. Esto origina unas particularidades que solo se dan en este tipo de estructuras, en las cuales las cargas horizontales y los fenómenos de inestabilidad cobran especial importancia, debido a la gran esbeltez de la estructura.

Los principales factores a tener en cuenta son:

- Uso de la nave: Debe contener las instalaciones y equipos y siempre ha de tenerse en cuenta una posible ampliación.
- Costo: mayor para naves con grandes alturas
- Confort climático: La climatización depende del volumen de aire y del salto térmico entre el interior y el exterior.
- Confort lumínico: Ha de conseguirse una iluminación sin grandes contrastes.
- Pendientes de los faldones: corresponde definir el material de cubierta y sistema tecnológico de montaje del mismo para adaptar la pendiente del faldón al mínimo requerido.

- Tipo de cubierta: Además de la chapa que se empleará en la cubierta, debe seleccionarse un material compatible para brindar iluminación natural al interior de la construcción, según su capacidad aislante, transmisión de luz y filtro de rayos UV.
- Impacto ambiental: En este caso, principalmente se considerará el impacto visual y al escurrimiento superficial.

El uso de cerchas encarece la estructura pues su montaje y mantenimiento son más costosos, por lo que generalmente se suelen montar cuando: Se requieren grandes cargas sobre la cubierta y/o, se necesita cubrir grandes luces o simplemente por razones estéticas.

2.7. Informe topográfico

El predio en análisis, forma parte de la parcela A19900021 y parte de parcela A11128141, ubicado en la Avenida Costanera General San Martín, entre calles Salta y La Rioja, en el Barrio Deportes, en la localidad de Corrientes de la provincia de Corrientes (Fig. 2.9).

Se emplearon los datos topográficos proporcionados por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano de Corrientes para obtener una descripción de las características superficiales del terreno (ver Plano N° 2). Actualmente, el nivel del eje de la calzada, en la calle interna, es de +55 msnm, valor que se mantendrá en la futura Estación de Transferencia, pues debe empalmar con la Avenida Costanera General San Martín.



Fig. 2.9: imagen satelital, parcelas de la zona en estudio.



CAPÍTULO 3: DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Al realizar el proyecto de una estación de transferencia es importante considerar la cantidad de ambientes necesarios para el desarrollo de las actividades, asegurando la libertad de circulación y el desarrollo de dichas actividades en simultáneo, sin perjuicio de lo establecido por la normativa local. Para ello, se ejecutan un conjunto de pasos que aseguren un resultado eficiente:

1. Plan de necesidades: reúne todos los espacios que permitan el buen funcionamiento de la terminal de transferencia de pasajeros.
2. Organigrama: esquema de funcionamiento que plantea las relaciones entre los distintos componentes.
3. Análisis de superficies: permite conocer las dimensiones mínimas reglamentarias y la forma conveniente de los espacios para permitir una cómoda circulación de los usuarios.
4. Diseño arquitectónico: indica, en plantas, cortes y vistas, cómo se trasladarían las diferentes áreas al terreno.

3.1. Plan de necesidades

Consiste en estudiar y analizar las necesidades generales e individuales de las personas que utilizan los servicios que brinda el edificio, así como también las del personal que desarrolla sus actividades en ella.

Para cada necesidad detectada se debe definir un espacio en el cual se desarrollaría la actividad que la satisface, agrupándolos en áreas o zonas, según cumplan funciones comunes.

Actividades básicas

Oficina de informe turístico: ofrece información de combinación de líneas urbanas e interurbanas de colectivos para llegar a los distintos eventos culturales de la región, fomentando el turismo en la provincia y el nordeste argentino.

Debido a que actualmente existen puntos SUBE cercanos (Fig. 3.1 y Fig. 3.2), en los cuales se puede adquirir la tarjeta y cargarla, pero no acreditar las cargas realizadas de manera electrónica, aplicar la Tarifa Social Federal, así como tampoco consultar y recuperar el saldo, este espacio contaría con una Terminal Automática SUBE (TAS), en la cual se pueden efectuar éstas últimas acciones. En la Figura 3.3 se observa que no hay TAS próximos al área de estudio.

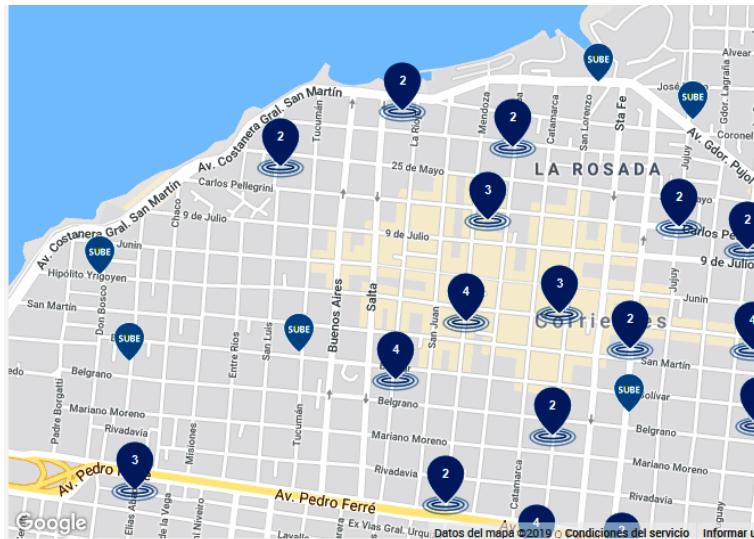


Fig. 3.1: Ubicación de Puntos SUBE. Recuperado de: www.argentina.gob.ar/SUBE

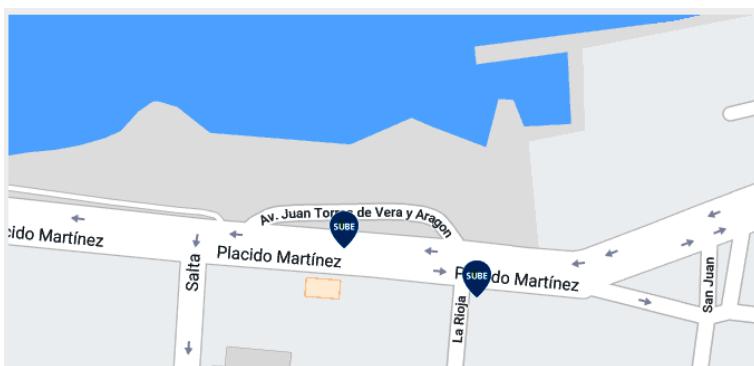


Fig. 3.2: Ubicación de Puntos SUBE. Recuperado de: www.argentina.gob.ar/SUBE

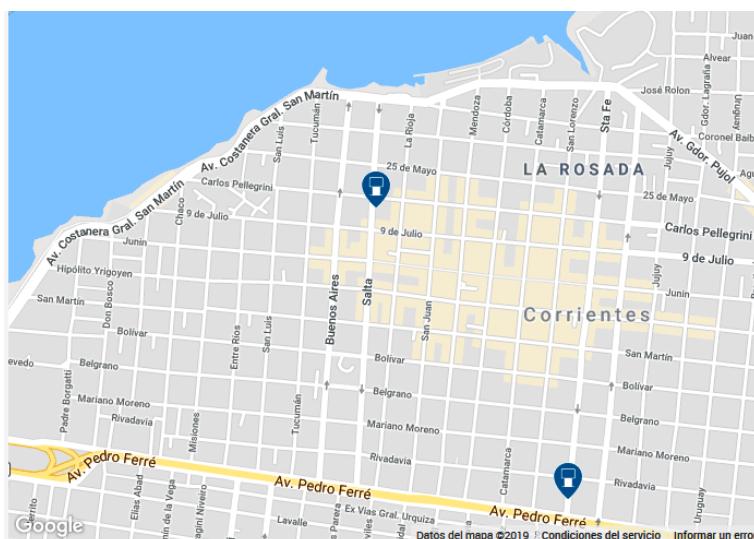


Fig. 3.3: Ubicación de Terminal Automática SUBE (TAS). Recuperado de: www.argentina.gob.ar/SUBE

Área de espera: zona próxima a las plataformas de ascenso, donde los usuarios esperan hasta el abordaje a los colectivos, en un número de asientos disponibles en condiciones de comodidad y seguridad.

Plataforma de ascenso y descenso: proporcionan condiciones adecuadas para el abordaje de pasajeros, protegido antes las inclemencias climáticas.

Actividades complementarias:

Servicios sanitarios generales: satisface las necesidades fisiológicas y de higiene del usuario y del personal.

Actividades de servicio:

Servicio de seguridad y vigilancia. Servicio contra incendio

Sala de Atención Primaria de la Salud (SAPS), que cuente con desfibrilador externo automático (DEA).

El servicio al público deberá ser las 24h, los 365 días del año, exceptuando las actividades de la SAPS, la cual tendrá un horario comercial.

3.2. Organigrama funcional

Es un esquema de funcionamiento necesario para analizar y definir el correcto funcionamiento de lo que se pretende proyectar. A partir de las áreas antes descriptas, se establecen los vínculos entre ellos y los ingresos al edificio desde el exterior (Fig. 3.4).



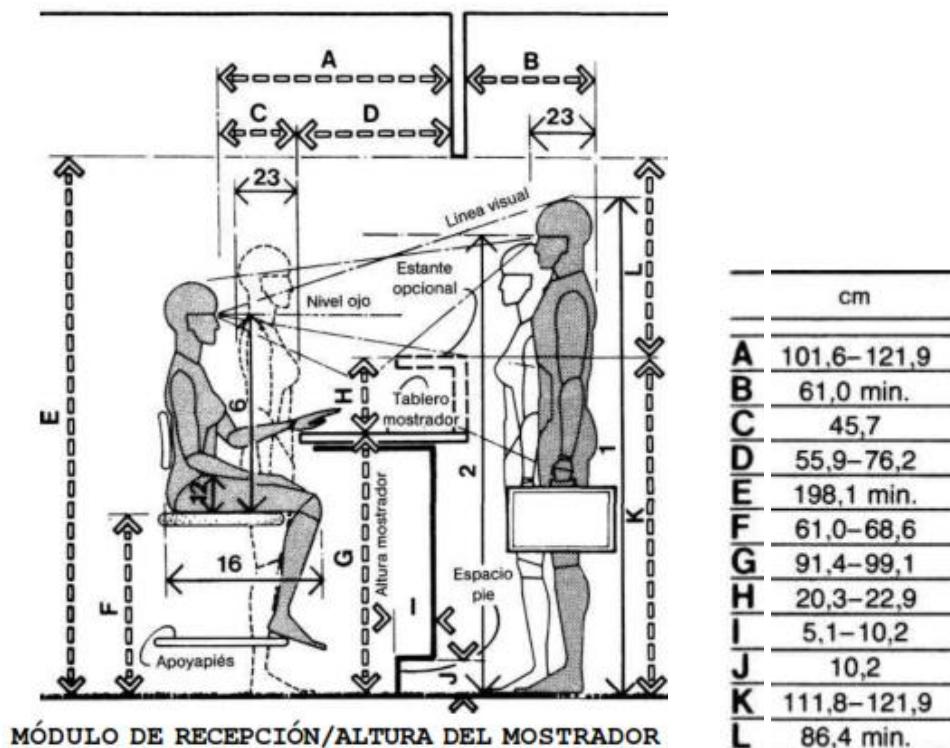
Fig. 3.4: Organigrama (elaboración propia)

3.3. Análisis de superficie

Se desarrolla el estudio de algunos de los espacios más relevantes de una estación de transferencia, en el que se incluye el espacio de uso, las circulaciones y el mobiliario necesarios. El objetivo es determinar la superficie mínima necesaria en cada uno de los ambientes según lo dispuesto por las reglamentaciones correspondientes. El resultado puede observarse en el Plano N° 3.

Oficina de información turística:

Se adoptan dimensiones necesarias para que puedan hacer uso de la misma de manera cómoda, hasta 3 empleados, sin acceso de público a su interior (local de cuarta clase), considerando los estándares antropométricos propuestos por Panero - Zelnik, que se pueden observar en la figura 3.5.



MÓDULO DE RECEPCIÓN/ALTURA DEL MOSTRADOR

Fig. 3.5: Local de atención al público. Dimensiones humanas y espacios interiores. Panero (1996).

Área de espera

Este espacio debe proporcionar tranquilidad y comodidad a los usuarios. Por un lado, la circulación libre debe ser como mínimo 1,73m para permitir caminar cómodamente a dos personas una junto a otra sin contacto corporal (Fig 3.6 y 3.7).

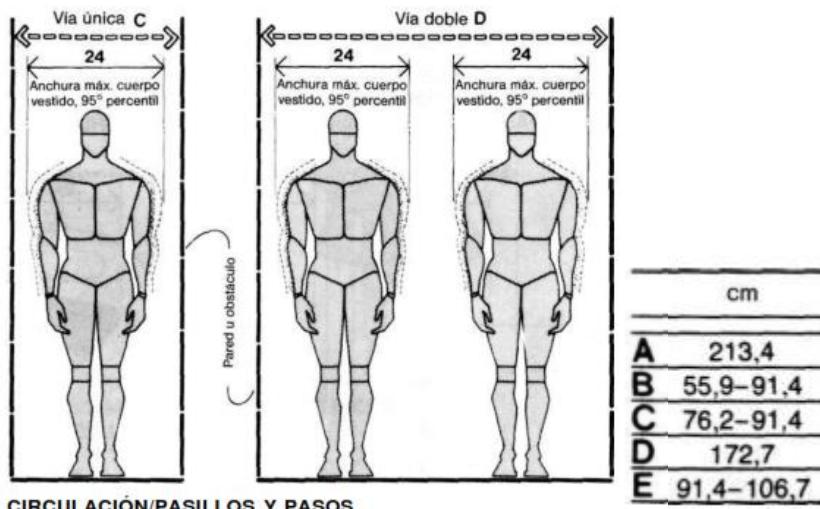


Fig. 3.6: Circulación horizontal. Dimensiones humanas y espacios interiores. Panero (2017).

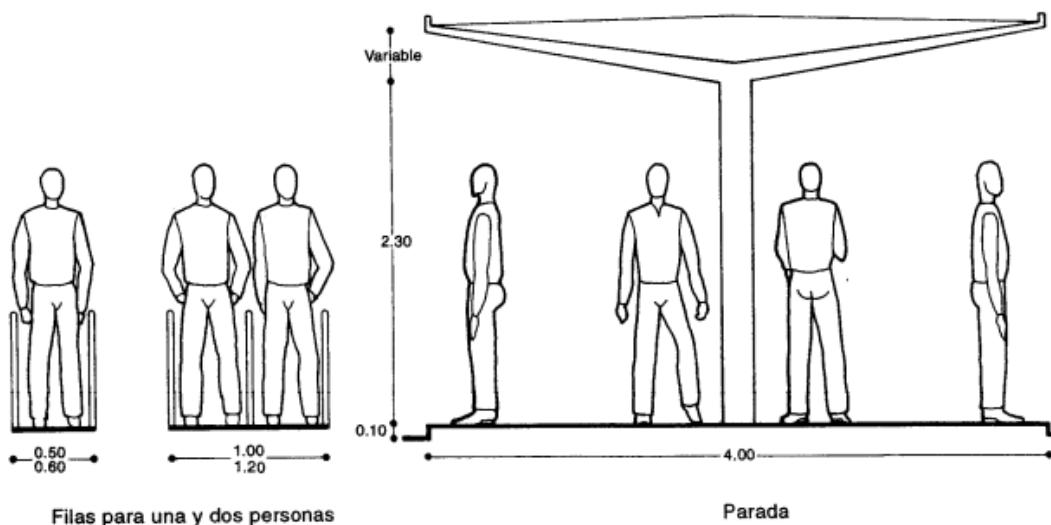


Fig. 3.7: Espacios mínimos para circulación. Enciclopedia de Arquitectura. Plazola. 1997

Por otro lado, la superficie mínima de obtiene considerando 1,20 m² por cada usuario en horario pico.

$$\text{Superficie} = (\text{Nº de pasajeros}) \cdot \frac{1,20 \text{ m}^2}{\text{pasajero}}$$

Considerando: que los usuarios se renovarán cada 10 minutos como máximo; que existen una media de 20 pasajeros por cada una de las 17 líneas urbanas, y 50 para ambas líneas interprovinciales; resulta en 440 personas esperando.

$$\text{Superficie} = (440 \text{ pasajeros}) \cdot \frac{1,20 \text{ m}^2}{\text{pasajero}} = 528 \text{ m}^2$$

En el plano N° 3 se puede observar como el área de espera ocupa 545 m², separada en varios sectores.

Se emplearán asientos con apoyabrazos para alentar el adecuado uso de los mismos. En la zona de dársenas serán como el de la Figura 3.8 y 3.9 (medidas en milímetros), mientras que, dentro de la nave, no tendrán las mesas laterales.

Éstos se ubicarán según lo indicado en el Plano N° 3, donde algunos de ellos contarán con un cartel como indica la Figura 3.10 y 3.11, indicando la línea de colectivo que corresponde con esa plataforma, y su recorrido.



Fig. 3.8. Asientos de espera

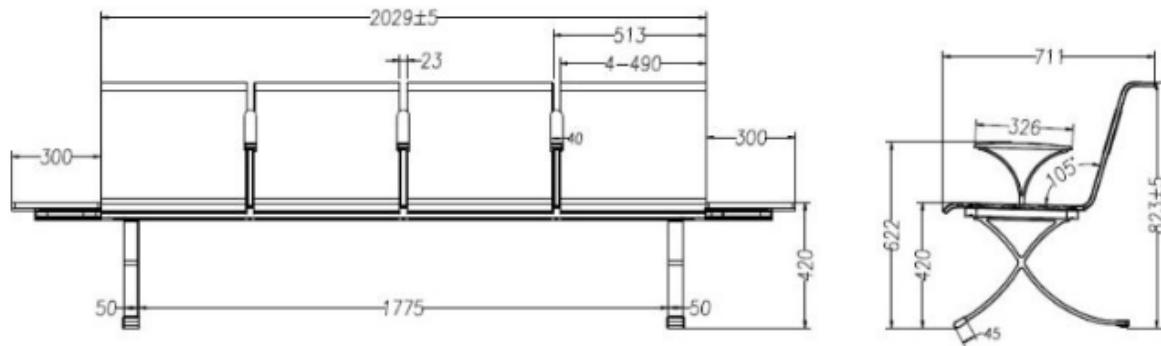


Fig. 3.9. Asientos de espera



Fig. 3.10. Carteles de Estación de Transferencia Quaranta. Recuperado de
<https://www.elterritorio.com.ar/piden-que-la-terminal-de-quaranta-opere-hasta-la-medianochе-42073-et>



Fig. 3.11. Cartel de Estación de Transferencia Quaranta. Captura propia (30/09/2018).

Sanitarios:

Para determinar el número de unidades de servicio sanitario público, se tomó como criterio los estándares planteados para terminales de colectivos del libro de instalaciones técnicas de edificios Konrad Sage, el cual indica que para terminales con área mínima de 2,500 m² se requiere 5 mingitorios, 2 inodoros y un lavamanos para hombres por cada 1000 m², para mujeres 2 lavamanos y 5 inodoros por cada 1000 m².

Como la superficie cubierta es de 1800 m² aproximadamente, el bloque sanitario público masculino necesitarán 10 mingitorios, 4 inodoros y 2 lavamanos, por otro lado, el bloque público femenino dispondrá de 10 inodoros, 4 lavamanos y un cambiador de bebés plegables, y finalmente, en el baño para el personal masculino se disponen 1 inodoro, 2 mingitorios, 1 lavamanos y una antesala de descanso y guardarropa.

Además, cuenta con un baño destinado a personas discapacitadas que cumple las dimensiones mínimas establecidas en el Código de Edificación de la ciudad de Corrientes (al igual que resto de los sanitarios) y la ley n° 24.314 sobre accesibilidad de personas con movilidad reducida. El sanitario para los usuarios tendrá las medidas que se observan en la figura 3.12.

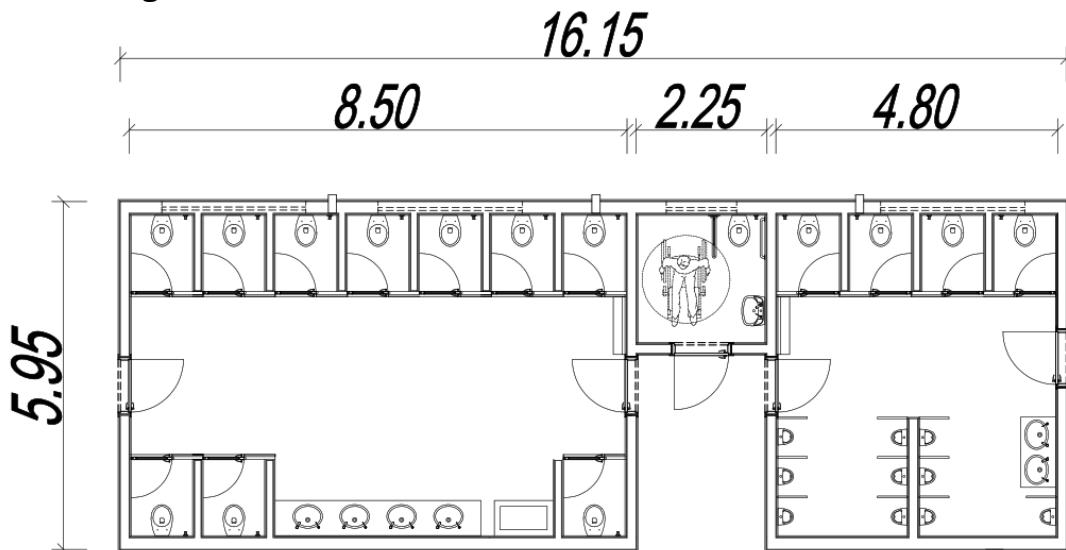


Fig. 3.12. Bloque de sanitarios públicos. Elaboración propia.

Sala de Atención Primaria de la Salud (SAPS)

En esta sala se realizan vacunaciones, principalmente, por lo que contará con el espacio necesario para desarrollar esta actividad (Fig. 3.13).

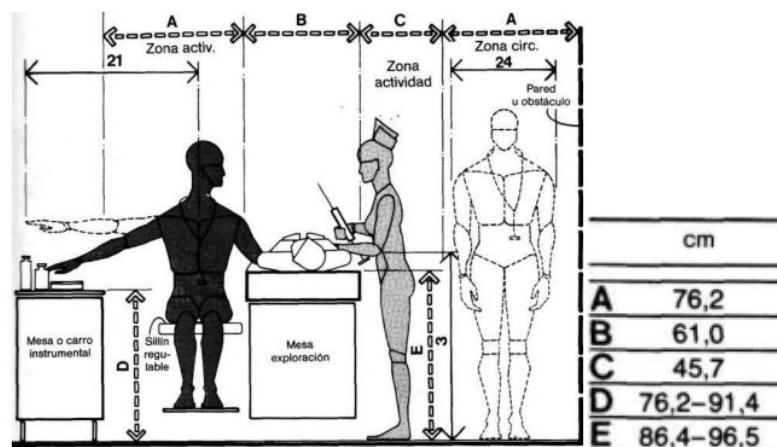


Fig. 3.13. Espacio para tratamiento médico

3.4. Condiciones a considerar en el diseño de la playa de colectivos

Pasajeros:

Se dividen según el tipo de recorrido que realiza. El cual se puede clasificar en:

- Pasajero local. Es aquel que emplea el transporte para desplazarse a su centro de trabajo, escuela, entre otros. Es el que vive dentro de la localidad donde se encuentra la terminal. Para cumplir esta finalidad, emplea las unidades de rutas ya establecidas; estas unidades se pueden localizar dentro o fuera de la terminal o en puntos estratégicos.
- Pasajeros de vacaciones. Es la persona que suspende sus negocios o estudios por algún tiempo para desplazarse a un lugar de recreación para descansar espiritualmente.

Por el objeto de su viaje se clasifican en:

- Vacacionista por estudio.
- Vacacionista vanidoso.
- Vacacionista por descanso.
- Turista deportivo.
- Turista religioso.
- Turista por trabajo.

La comodidad y seguridad son elementos indispensables para el vacacionista y, al estar en una región desconocida, emplea las unidades de rutas interurbanas ya establecidas, para desplazarse a otras regiones.

El movimiento extraordinario de pasajeros se efectúa en cuatro o cinco épocas del año, con motivo de vacaciones, vacaciones escolares, días festivos, de descanso “puentes” y fiestas de fin de año.

Diseño de las plataformas:

Una parada de colectivos está destinada al encuentro entre pasajeros y vehículos de transporte público de superficie. Su objetivo es proporcionar el acceso al sistema de transporte público, es decir, la facilidad para entrar y salir del sistema.

Conceptualmente, una parada de colectivos puede ser entendido como un dispositivo vial compuesto por los siguientes elementos (Fig. 3.14):

- un área de parada para los vehículos (sitio 1, sitio 2);
- un andén para los pasajeros.

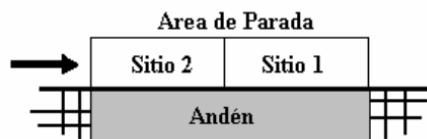


Fig. 3.14: Componentes de una parada de transporte colectivo. Fuente: Fernández, R. (1999). Teoría de Tráfico. División Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile

El área de parada es una zona definida de la calzada donde los colectivos se detienen a tomar y dejar pasajeros y está compuesta de uno o varios sitios destinados a acomodar a los vehículos.

El andén es una zona definida de la plataforma vial donde los pasajeros esperan a los colectivos y donde las operaciones de subida y bajada tiene lugar. Puede ser una porción de la vereda u otro lugar especialmente acondicionado, como una isla peatonal.

Las áreas de parada y andenes pueden combinarse para acomodar al flujo de colectivos que paran y a la demanda de pasajeros que suben y bajan, dando lugar a dos tipos de paradas: simples y divididos o múltiples (Fig. 3.15).

- Parada simple: si el flujo de colectivos y la demanda de pasajeros son bajos, bastará una parada compuesta por un área de parada y uno o más sitios para acomodarlos.
- Parada dividida: si el flujo y la demanda son mayores se requerirá de más de un área de parada, dividiendo una gran parada en varias paradas simples más pequeñas, denominados subparadas.

Las áreas de parada, sitios y andenes pueden disponerse de diversas formas, de acuerdo con el espacio disponible y las reglas de utilización: en línea, en paralelo, en ángulo.

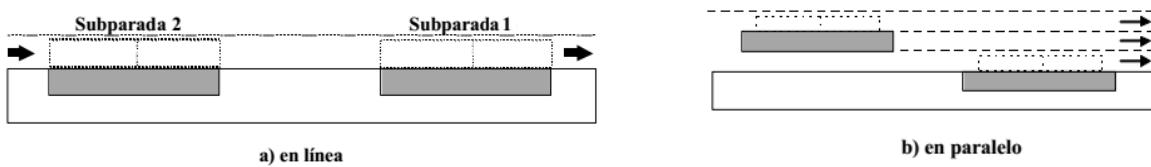


Fig. 3.15 configuraciones de paradas de colectivos. Fuente: Fernández, R. (1999). Teoría de Tráfico. División Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile

Disposición de las dársenas:

Existen varias cualidades a tener en cuenta para elegir el tipo de dársena más adecuado en cada caso:

- acceso del pasajero al colectivo;
- sentido de circulación;
- maniobras necesarias del colectivo;
- superficie ocupada por cada dársena.

1. Acceso del pasajero y sentido de circulación: la circulación es «a derecha», por lo que los colectivos presentan más facilidad para acceder por su lado derecho. Debido a ello, aunque puedan darse ambos sentidos de circulación, las aceras para acceso del pasajero al colectivo deben siempre situarse al menos por su derecha; y dentro de este criterio, el hacerlo únicamente por la puerta delantera sólo o por ambas será cuestión de la superficie y forma del terreno disponible.
2. El sentido de circulación, no obstante, puede ser cualquiera dentro de la estación, ya que su elección depende únicamente de factores intrínsecos a ella.
3. Las maniobras del colectivo condicionan muy fuertemente el proyecto, puesto que de ellas depende fundamentalmente la superficie a ocupar. Deberá evitarse

que el tubo de escape esté orientado hacia el pasajero que espera para que éste no tenga que sufrir las consiguientes molestias cuando el ómnibus se ponga en marcha o cuando caliente motor, aunque esto último debiera hacerse en otro lugar; así, debe ser obligatorio el estacionar de frente y no retrocediendo.

4. Superficie ocupada: Para proceder a su determinación deben estudiarse previamente las disposiciones más convenientes.

La disposición 1 (Fig. 3.16) está prevista para que el colectivo ocupe estacionando en línea el menor espacio posible, si bien a costa de tener que hacer maniobra tanto al entrar como al salir.

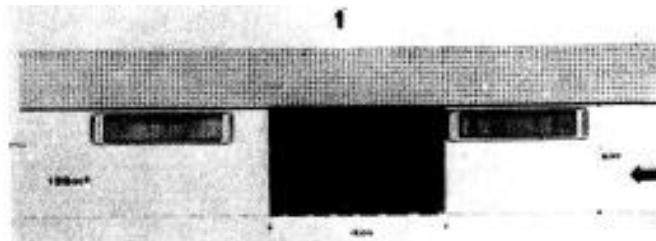


Fig. 3.16: disposición de las dársenas, en línea recta. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352.

En la distribución 2 (Fig. 3.17) se muestra una posible solución para no tener que hacer maniobras ni al entrar ni al salir, con el menor espacio posible, que, naturalmente, es algo mayor que el anterior.

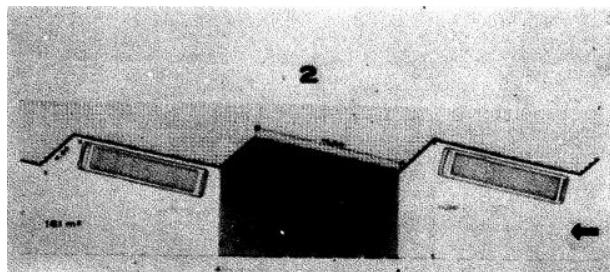


Fig. 3.17 disposición de las dársenas. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352.

La disposición 3 (Fig. 3.18) está prevista para que el ómnibus no tenga que efectuar maniobra para estacionar, pero es la que más superficie necesita.

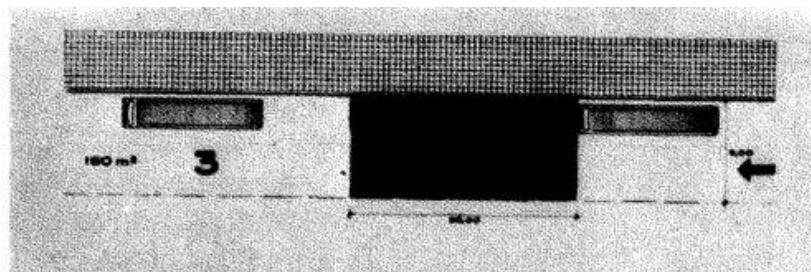


Fig. 3.18: disposición de las dársenas. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352

La 4 (Fig. 3.19) es una variante de la 2, que, en un intento de economizar espacio, obliga a realizar maniobra a la salida.

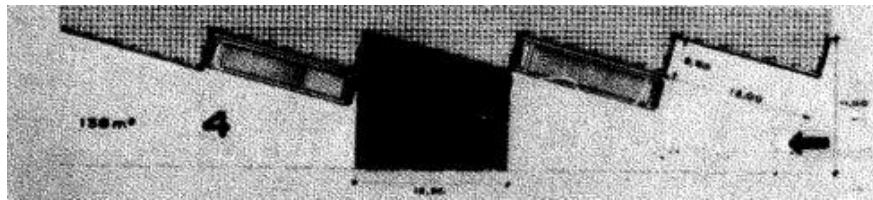


Fig. 3.19: disposición de las dársenas. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352

La 5 (Fig. 3.20) es una extrapolación de la 4, pues además sacrifica el uso de la puerta trasera del autobús.

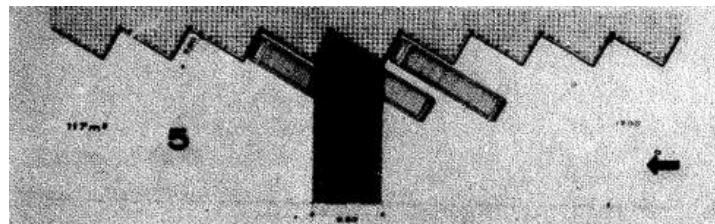


Fig. 3.20: disposición de las dársenas. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352

La 6 (Fig. 3.21) presenta una distribución de concepto completamente distinto. De las que sólo necesitan maniobra al salir y emplean las dos puertas es la que menos superficie presenta, y siendo además la que menos longitud precisa, con lo que disminuye la distancia a recorrer por el pasajero. La superficie necesaria depende del ángulo que el ómnibus forma con la acera, siendo mínima para un ángulo ligeramente superior a los 45°.

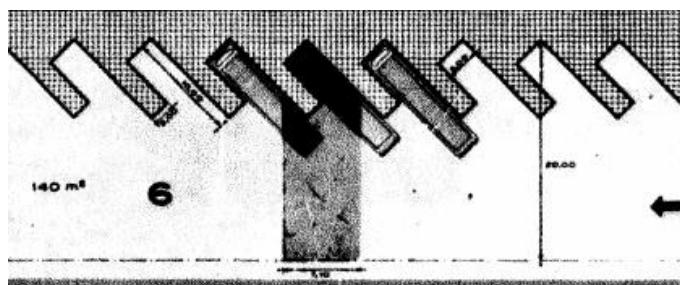


Fig. 3.21: disposición de las dársenas. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352

Los dos tipos que pueden considerarse más convenientes en general son los mostrados en 4 y 6, ambos de similar necesidad de espacio, privando el primero con la variante de la 2 cuando se precisen maniobras muy rápidas o se disponga de poco espacio en el ancho, y el segundo cuando se quiera acortar las distancias a recorrer por el pasajero en los andenes.

Forma y dimensiones de las dársenas:

La forma a utilizar en el diseño exige maniobra del colectivo sólo a la salida, que hace marcha atrás y permite el empleo de sus dos puertas. Dependiendo del ángulo ajustable de la dársena con el andén, puede obtenerse la longitud mínima de éste, lo cual es muy importante dadas la limitación de dimensiones.

El ancho mínimo de la dársena, que coincide con la normalmente empleada, es de 3,00 metros y la acera peatonal no debe tener un ancho menor de 2,00 metros, siendo 1,70 metros el límite mínimo utilizable.

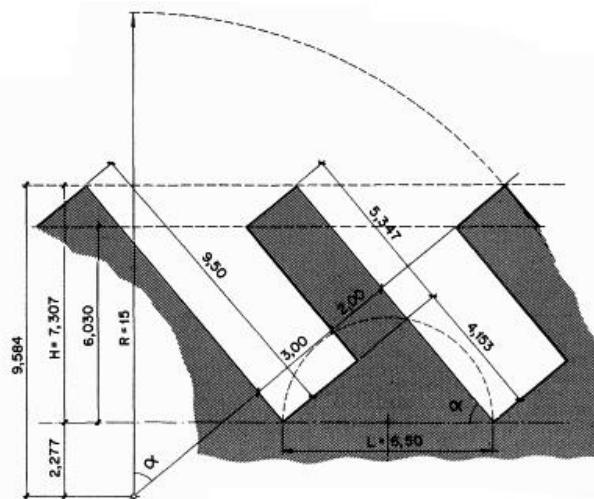


Fig. 3.22: Dimensiones mínimas de las dársenas y de la vereda peatonal. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352

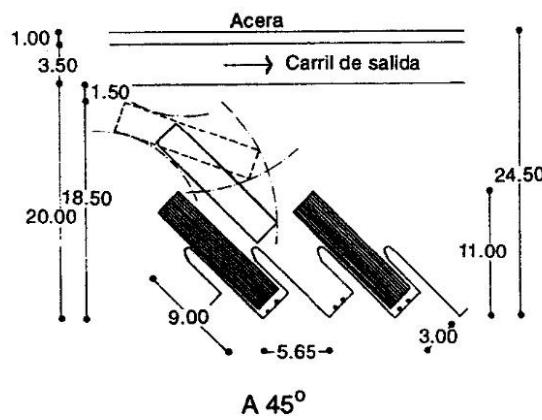


Fig. 3.23: dimensiones mínimas y disposición de la dársena, a 45°, para la salida. Fuente: Enciclopedia de Arquitectura. Plazola. 1997

Ancho de Carril:

Uno de los elementos que son muy importantes a la hora de proyectar una estación, es el del radio de giro mínimo de los colectivos que debe ser empleado.

En este caso será preciso emplear un radio inferior cuya medida no debe bajar de 12,5 metros, por el espacio disponible:

Tabla 3.1: Radio de giro y ancho de carril, mínimos. Fuente: Diseño de estaciones de autobuses. Vicente Olalla. Informes de la construcción/351-352

Radio (m)	Anchura (m)
12,5	8
13	7,6
15	6,5
17	5,9
20	5,3
25	4,7
30	4,4

Características de los Colectivos:

Según la Secretaría de transporte, sobre el “Transporte Automotor De Pasajeros”, Resolución 139/97 y sus posteriores modificaciones, resulta (Fig 3.24, 3,25 y 3.26):

- “Ancho máximo del vehículo, medido entre sus partes laterales más salientes para todo tipo de ómnibus **dos metros con sesenta centímetros (2,60 m)**”
- Altura máxima del vehículo, medida desde el nivel calzada hasta su parte superior más elevada... Para unidades destinadas a servicios urbanos, suburbanos y de media distancia **tres metros con cuarenta centímetros (3,40 m)**
- Longitud máxima del vehículo, medida longitudinalmente entre la parte anterior y posterior más saliente...) Para ómnibus destinados a servicios urbanos, suburbanos y de media distancia, **doce metros (12,00 m)**".
- Ancho mínimo del pasillo interior de tránsito para pasajeros (incluidos los accesos a las puertas de ascenso y descenso), medido horizontalmente en cualquier punto de su recorrido, entre las partes interiores más salientes... Para ómnibus urbanos y suburbanos, **cuarenta y cinco centímetros (45 cm)**"
- Los vehículos urbanos y suburbanos tendrán una puerta de ascenso en la parte delantera del costado derecho de la carrocería, y por lo menos, otra de descenso en ese mismo costado, ubicada entre los ejes o detrás del eje posterior, de dimensiones mínimas: altura mínima, medida desde el estribo hasta el marco superior de la puerta 1,85 m; ancho mínimo entre parantes 76 cm; ancho mínimo libre con la puerta abierta 66 cm.
- "En los vehículos urbanos y suburbanos, las puertas de ascenso y descenso, no podrán durante su accionamiento, o una vez abiertas sobresalir de la línea exterior de la carrocería más de diez centímetros (10 cm)".

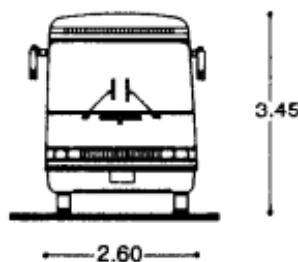
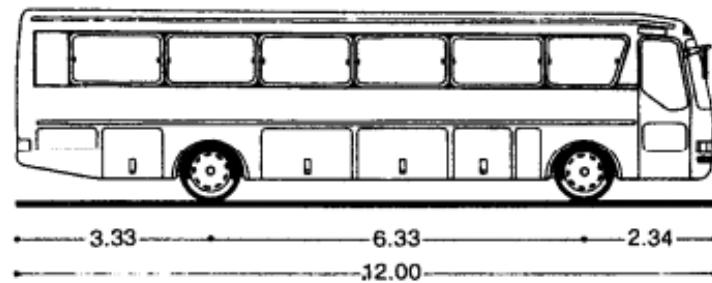


Fig. 3.24: dimensiones, típicas, de un ómnibus de pasajeros. Fuente: Enciclopedia de Arquitectura. Plazola. 1997

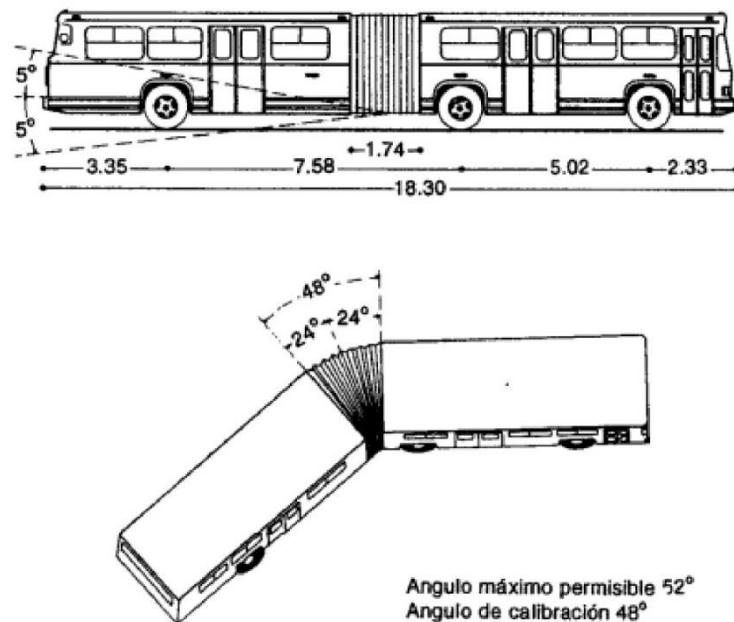


Fig. 3.25: dimensiones típicas de un ómnibus articulado. Fuente: Enciclopedia de Arquitectura. Plazola. 1997

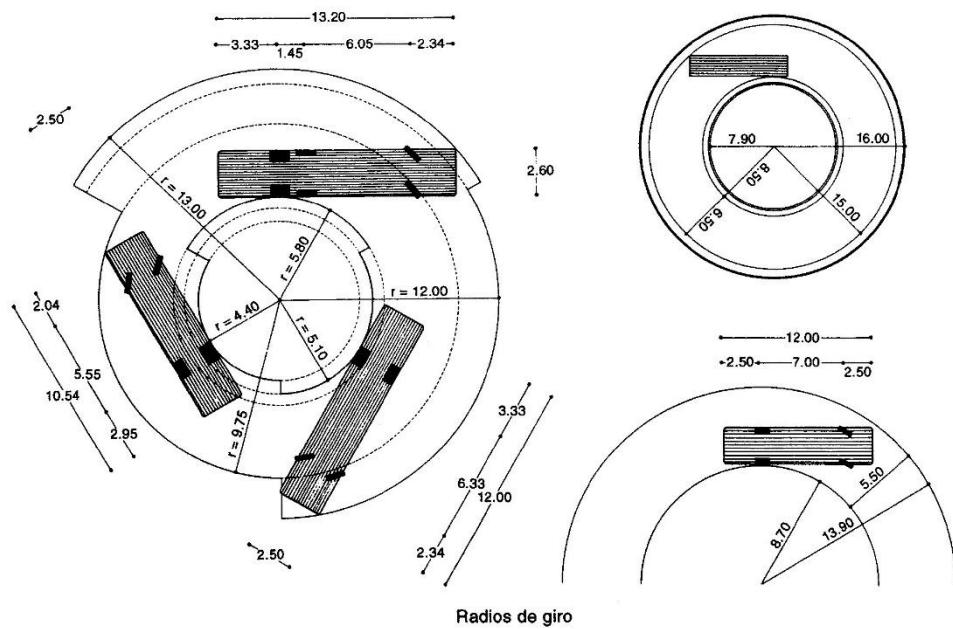


Fig. 3.26: radios de giro mínimo, para un ómnibus de 12 m de longitud. Fuente: Enciclopedia de Arquitectura. Plazola. 1997

Características del Transporte Interurbano:

Tabla 3.2: Transporte interurbano. Fuente: elaboración propia

Recorrido		Longitud (km)
UNNE Resistencia	Av. Sarmiento Resistencia	21,67
UNNE Resistencia	Barranqueras	20,70

Se trata de 12 unidades, con capacidad para 60 personas.

Iluminación:

La iluminación del edificio puede ser del tipo convencional, empleándose normalmente luz fluorescente en tubos del tipo luz de día de 2.000 lúmenes de emisión. La intensidad alcanzada es también la normal: entre 200 y 250 luxes. Las luminarias se ordenan en dos o tres circuitos de encendido independientes para tener dos niveles de luz si se considera necesario.

Por ser un edificio público debe proveerse de señalización e iluminación de emergencia mediante luz incandescente según se exige en la legislación vigente. En la zona de maniobra la iluminación puede ser análoga a la de las calles circundantes: de 25 a 30 luxes. Y en las veredas para los pasajeros puede bastar menos de 100 luxes.

Climatización:

La Terminal deberá contar con un sistema de climatización, pasivo o forzado, que permita garantizar las siguientes temperaturas promedio:

- Verano: 16° mínima y 24° máxima
- Invierno: 12° mínima

3.5. Diseño de la playa de colectivos elegido

En el diseño propuesto, se empleará el estacionamiento de colectivos del tipo dársena oblicua, para el caso del transporte interprovincial, por ser el que, normalmente, permite el mayor número de estacionamientos simultáneos dada una superficie disponible preestablecida.

La esencia del mismo consiste en los siguientes puntos:

- 1.º Que el colectivo haga parte de su maniobra a costa de la vereda.
- 2.º Se aprovecha la «zona muerta» que deja el colectivo, al girar con el radio mínimo posible.
- 3.º No importa colocar el edificio y sus accesos de forma descentrada respecto a las dársenas, como sería de desear dado que las distancias a recorrer por los viajeros siguen siendo pequeñas, puesto que también es pequeño el número de dársenas.

Para los colectivos de transporte urbano, que requieren menor tiempo de espera y abordaje, se dispondrán paradas en la acera en línea con una isla en paralelo, adecuada convenientemente.

En el plano N° 3 se puede ver que se amplió la playa de maniobras y plataformas para disponer del mayor espacio posible para estas funciones, reduciendo el espacio verde del lado izquierdo (que se compensará con un espacio verde mayor, de cara al río) y quitando una vereda lateral del lado derecho que separa la estación de la entrada al Club Náutico (que se retrae unos metros, compartiendo espacio de acceso).

De esta forma, se logra disponer 4 dársenas y 8 zonas de abordaje en acera.

3.6. Determinación del número de plataformas necesarias según cálculo

La determinación del número de plataformas con el que va a contar la estación de transferencia de ómnibus urbanos e interurbanos es de gran importancia, debido a que allí queda definido si la superficie ampliada máxima es suficiente o si se deberá reducir la cantidad de líneas que allí acometen. Esto se realizará mediante la teoría de colas de espera, como se define a continuación:

Cálculo mediante la teoría de colas de espera

Se considera a la terminal de transferencia como un sistema al cual llegan las unidades según una función de arribos de colectivos y son atendidos según una función de servicios.

Si el número de andenes es excesivo, existirán lugares sin ser ocupados, lo cual resultaría antieconómico. Si en cambio, el número de sitios es insuficiente para atender a los ómnibus que ingresan a la terminal, se generarían colas de espera y se generarían perdidas en el servicio. Por estos motivos debe encontrarse un equilibrio entre el costo de un servicio y el costo de la espera de dicho servicio.

Previamente al desarrollo del cálculo se debe tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **N:** número de plataformas en la estación terminal
- **n:** número total de coches que arriban en el período considerado. En este caso será el número de colectivos que arriban en una hora pico según relevamiento realizado (ver Anexo 2)
- **d:** período de tiempo considerado, en este caso, 1 hora.
- **λ :** frecuencia promedio de llegadas = n/d . Está definida por la función de Poisson, que indica que los ómnibus llegan al azar.
- **tb: tiempo de servicio:** es el tiempo que transcurre entre iguales fases de operación de dos unidades que sucesiva e ininterrumpidamente ocupan la misma dársena. Se obtuvo este valor según censo realizado para cada línea en hora pico.
- **Tb: período de servicio:** es el valor medio de los tiempos de servicio (minutos/coche).
- **tba: tiempo de servicio activo:** es el empleado en el embarque y desembarque de los pasajeros al ómnibus. Se estima que serán 4 minutos aproximadamente.
- **μ : intensidad de servicio:** es el número medio de ómnibus servidos por unidad de tiempo en una dársena (coches/día)

Número de plataformas según la tasa de ocupación (p)

a. Para líneas interurbanas:

- Número de ómnibus de diseño: $n = 7$ colectivos/hora pico
- Tiempo de servicio: $tb_{iu} = 9 \text{ min}$
- Tiempo de servicio activo: $tba_{iu} = 6 \text{ min/col}$
- Periodo de servicio: $Tb_{iu} = 9 \text{ min/col}$



- Frecuencia promedio de llegadas: $\lambda_{iu} = 7 \text{ col}/h = 0,117 \text{ col./min}$
- Rendimiento real: $j_{iu} = \frac{1 \text{ colectivo}}{9 \text{ minutos}}$
- Intensidad del servicio por plataforma:
$$\mu_{iu} = \frac{1}{Tb_{iu}} = \frac{1}{9 \text{ min}/\text{col.}} = 0,111 \text{ col./min}$$
- Considerando una tasa de ocupación (ρ) del 100%, es decir, suponiendo que las plataformas se encuentren trabajando en su máxima capacidad de servicio en horario pico, se tiene:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu \cdot N}$$

$$\Rightarrow N = \frac{\lambda}{\mu \cdot \rho} = \frac{0,117 \text{ col./min}}{0,111 \text{ col./min} \cdot 1,00} = 1,05 = 2 \text{ dársenas}$$

b. Para líneas urbanas:

- Número de ómnibus de diseño: $n = 46 \text{ colectivos/hora pico}$
- Tiempo de servicio: $tb_u = 16 \text{ min}$
- Tiempo de servicio activo: $tba_u = 3 \text{ min}/\text{col}$
- Periodo de servicio: $Tb_u = 16 \text{ min}/\text{col}$
- Frecuencia promedio de llegadas: $\lambda_u = 46 \text{ col}/h = 0,767 \text{ col./min}$
- Rendimiento real: $j_u = \frac{1 \text{ colectivo}}{16 \text{ minutos}}$
- Intensidad del servicio por plataforma:
$$\mu_u = \frac{1}{Tb_u} = \frac{1}{16 \text{ min}/\text{col.}} = 0,0625 \text{ col./min}$$
- Considerando una tasa de ocupación (ρ) del 100%, es decir, suponiendo que las plataformas se encuentren trabajando en su máxima capacidad de servicio en horario pico, se tiene:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu \cdot N}$$
$$\Rightarrow N = \frac{\lambda}{\mu \cdot \rho} = \frac{0,767 \text{ col./min}}{0,0625 \text{ col./min} \cdot 1,00} = 12,3 = 13 \text{ dársenas}$$

Como solo se dispone espacio para 10 vehículos estacionados en simultáneo, aún luego de haber ampliado la zona de plataformas, se recomienda que el municipio determine un plan general de transporte donde contemple la posibilidad de reducir la cantidad de líneas que llegan a la estación.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu \cdot N} = \frac{0,767 \text{ col./min}}{0,0625 \text{ col./min} \cdot 10} = 1,23 = 123 \%$$

Esta última ecuación indica que, en la condición actual, la estación se encuentra trabajando a una tasa de ocupación del 123% en horario pico, siendo este un indicador del motivo por el cual se generan colas que se traducen en grandes tiempos de espera para los coches que arriban a la estación en un mismo período de tiempo. Este inconveniente acrecienta los tiempos muertos, que son improductivos, generando grandes costos



económicos y sociales, tanto para las empresas de transporte como para los pasajeros.

3.7. Adopción de parámetros de diseño para el cálculo de la nave

Luz de cálculo de la cercha

Para cubrir las dos líneas de zonas de espera de colectivos urbanos, baños y demás áreas ya mencionadas, se proyecta una luz de 27,60 metros sin columnas intermedias, medido entre ejes de columnas, siendo éstas el apoyo a la cercha.

Esta longitud resultó de generar una modulación de la estructura del muro hastial, que está relacionada a su vez con la estructura longitudinal resistente al viento.

Cabe destacar que podría cubrirse más luz para albergar comercios, pero al ser un espacio público, no está permitido este uso. Además, el espacio libre que queda, se empleará como espacio verde para compensar el que fue reducido del lado izquierdo, y para aliviar el impacto visual y ambiental que pudiera ocasionar su construcción.

Largo de la nave

El largo de la nave está limitado por el espacio disponible. Se adopta una longitud de 54 metros.

Separación entre cerchas

Es un proceso complejo el definir la separación “más conveniente” de las cerchas. Éste responde a varios criterios, siendo uno de los más determinantes el económico, ya que de ésta depende la longitud de correas y, en consecuencia, el peso de la estructura en su totalidad.

Algunos criterios que surgen de la práctica, llevan a determinar separaciones convenientes:

- 1) “d” más conveniente resulta entre 1/4 y 1/5 de la luz de la cercha.
- 2) Para: $L = 15 \text{ m}$ $d = 4,5 \text{ m}$ $L = 30 \text{ m}$ $d = 6 \text{ m}$ $L = 60 \text{ m}$ $d = 9 \text{ m}$
- 3) En grandes luces (más de 40 metros) $d = 2 + 0,10 L$ (en m)

Por lo antedicho, se podría optar por una separación de entre 5,50 metros a 6,90 metros. Pero, para que las cruces de San Andrés, formen ángulos de aproximadamente 45° en el plano de la cubierta, se trabaja con una separación de cerchas de 4,50 m.

Pendiente de la cubierta

Las mayores succiones pueden aparecer en techos con inclinaciones de 8° a 12° según experimentos realizados. Éstas succiones disminuyen con el aumento de la inclinación del techado. Para inclinaciones por arriba de los 35° aparecen sobrepresiones en partes de la cubierta; pero cerca de la cumbre, igual que en la cara a barlovento, pueden aparecer succiones bastante altas que, a veces, causan arrancamiento de componentes y revestimientos.

Buscando evitar las presiones más altas de succión, elegimos una pendiente pronunciada por encima de 12° , pero sin provocar presiones positivas, es decir en el orden de los 16° (pendiente = 29%) y, además, cuidando de que la altura de la cumbre no resulte muy elevada.

Altura de la columna

El Código de Edificación de la ciudad de Corrientes (lugar de emplazamiento de la nave) exige alturas mínimas según superficies cubiertas, para nuestro caso, de un área mayor a $300m^2$, corresponde 4m libres (ver capítulo 4.6.2 del código de edificación de dicha ciudad).

También se consideran las alturas máximas de los colectivos establecidas en la Resolución 139/97 de la Secretaría de Transporte de la Nación, donde limita las alturas de los colectivos de la siguiente forma:

- a) para unidades destinados al transporte de largo distancia e internacional CUATRO METROS CON DIEZ CENTIMETROS (4,10 m.)
- b) Para unidades destinadas a servicios urbanos, suburbanos y de media distancia TRES METROS CON CUARENTA CENTIMETROS (3,40 m)

Como las unidades que utilizarán la estación son del tipo (b), concluimos que una altura libre de 4,00 metros es adecuada. Si a esta medida, se le suma el alto de la cercha, resulta en una altura de columna de 4,75 metros y, con la pendiente adoptada, la altura total de la nave es de 8,77 metros.

Cota de fundación

Se empleará como documentación base, el estudio de suelo de la Dirección Nacional de Vialidad Decimo Distrito – Corrientes: El correspondiente al sondeo 1, identificado como S1, ubicado en: Av. Juan de Vera, entre Mendoza y Córdoba y S2 (Av. Juan de Vera y San Juan), ubicado a 410 metros del sitio en estudio, mediante barreno manual de 3" de diámetro, con sonda y mediante bomba (marzo de 1998). En el sondeo se realizó el Ensayo de Penetración Normal (SPT).

Se obtuvieron las siguientes conclusiones, desde -1,00 m a -9,20 m, explorados:

Estratigrafía:

Al tratarse de arena refulada, confinada en toda su extensión, de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos, arena mal graduada SP (A-3-(0), según el H.R.B). En los primeros 4 m, las características de humedad son semejantes, alrededor del 15%.

Nivel Freático:

El nivel freático no fue detectado en la profundidad explorada. Debe tenerse en cuenta que ésta situación puede variar estacionalmente.

Fundación Propuesta:

Como solución para el diseño de la fundación del edificio proyectado se propone: Fundación Directa



Tipo de fundación: Proyectar y dimensionar la construcción de una fundación superficial mediante zapatas rígidas de $H^o A^o$, vinculadas mediante vigas de encadenado.

Cota de fundación: La cota recomendada para ejecutar la fundación es entre -1,50 y -2,00 m medidos a partir del nivel del terreno natural.

Tensión admisible: A -1,50 m de profundidad, la tensión admisible es de 0,50 kg/cm², un valor muy bajo, pero considerando que se trata de una estructura liviana, se realizará un dimensionado tentativo a esa profundidad. De no tenerse buenas condiciones, se verificará a una profundidad de -2,00, en la cual la tensión admisible es de 0,90 kg/cm².

Recomendaciones constructivas:

Inmediatamente alcanzada la cota de fundación en la excavación se deberá colocar un hormigón de limpieza de al menos 5 cm de espesor para evitar alteraciones del suelo de fundación (por las tareas de obra) y para evitar cambios de humedad del suelo (por lluvia o napa freática)

3.8. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico organiza los espacios analizados, siguiendo el planteo establecido por el organigrama funcional. Para lograrlo, consideramos aspectos funcionales, formales y ambientales. El proceso culmina con la confección de planos, los cuales se anexan al final del cuerpo de este trabajo.

Criterios funcionales:

El primer aspecto por considerar es lograr la funcionalidad del edificio para que cada área cumpla su rol y, en conjunto, un objetivo común, que la estación funcione correctamente. Para que el edificio pueda cumplir las necesidades del usuario, se propone los siguientes criterios funcionales:

No se permite el ingreso a transportes de pasajeros, taxis y vehículos particulares, ya que disminuiría la capacidad de la terminal. Para ello, pueden parar a dejar usuarios en la vereda exterior que queda liberada de paradas de colectivos.

Linealidad, se busca un desarrollo longitudinal considerado como el más simple y claro para el ordenamiento de las circulaciones.

Diseño universal. Fácil uso del equipamiento para las personas con limitaciones físicas.

Criterio urbano – ambiental y formal:

Otro aspecto considerado, es el criterio ambiental, utilizando materiales y técnicas constructivas para un máximo aprovechamiento de sus propiedades con un mínimo gasto de energía. La adopción de la forma y de los materiales seleccionados, generará un mayor nivel de confort interior del edificio. Para ello, contemplamos las siguientes pautas de diseño:



Áreas verdes con fines de esparcimiento y accesibilidad para la población, extendiendo el paseo costanero unos 58 metros, donde anteriormente se encontraba ocupado por negocios informales.

Utilización de materiales que respondan a los principios bioclimáticos para brindar confort a los usuarios.

- Emplazamiento.
- Orientación.
- Ventilación natural.
- Iluminación natural.
- Diseño de la envolvente (forma, aberturas, etc).
- Manejo sustentable del agua.
- Eficiencia energética en artefactos eléctricos y electrodomésticos.
- Domótica.
- Otros: paisaje, uso de materiales regionales, reutilización y reciclaje, manejo de residuos, etc.

3.9. Sistema constructivo

El sistema constructivo propuesto está formado por una estructura metálica, es decir, columnas y cerchas de perfiles laminados en caliente, y dos opciones de correas, de perfil laminado en caliente y de chapa plegada en frío.

La cubierta está formada por una estructura metálica de cerchas con una combinación de chapas galvanizadas y policarbonato alveolar de alta calidad para aplicaciones industriales, donde se requiere aislamiento interior-exterior y a la vez el paso de la luz. Teniendo como características principales alta transmisión de luz, flexible, ultra liviano y resistente al granizo.

Los muros exteriores de los ambientes analizados serán de mampostería de ladrillos comunes y los interiores, de paneles de yeso. Las carpinterías serán de aluminio.

Los lados más cortos de la nave, por donde ingresa y egresan los colectivos, estarán semi-cerrados, con dos aberturas permanentes de 6m de ancho por 4m de alto, para el paso de vehículos, y otra abertura de igual ancho, pero de 2m de alto para permitir el paso de los usuarios. Los lados más largos, fachada y contrafachada, se revisten de paneles de policarbonato alveolar.

Este material aumenta el aislamiento térmico interior-exterior, mejora el aislamiento acústico, disminuye el consumo de energía de climatización por perdida de calor. Además, permite una vinculación directa desde fuera de la estación, logrando que el usuario tenga una visual directa de los ómnibus que se encuentran estacionados.

Tanto la incidencia de luz natural dada por la cubierta translúcida como por el revestimiento lateral, permiten un ahorro de energía en la mayor parte del día.

CAPÍTULO 4

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA NAVE

4.1. Introducción

En este capítulo se dará inicio al cálculo de la estructura a partir de los parámetros estudiados, analizados y definidos en el capítulo anterior.

Como herramienta para la obtención de solicitudes, se empleó el programa “Robot” de Autodesk, el cual permite realizar el cálculo de pórticos planos.

Se realizará un análisis de cargas básico, con la intención de definir todos los parámetros necesarios para el cálculo de la estructura.

4.2 Datos básicos de la nave

La estructura estará compuesta por 13 cerchas metálicas, equidistantes entre sí a 4,50 m. La luz del vano de la cercha será de 27,60 m entre apoyos, quedando toda la superficie interior de la estación de transferencia libre de obstrucciones al paso de vehículos, personas y visuales. De esta forma se cubre perfectamente la planta que resultó del diseño previo, de 27,6 m x 54 m.

$$l_1 = 27,60 \text{ m} \text{ (luz de cálculo o ancho de la nave)}$$

$$l_2 = 54 \text{ m} \text{ (largo o profundidad de la nave)}$$

$$s = 4,50 \text{ m} \text{ (separación entre cerchas)}$$

$$\alpha = 16,3^\circ \therefore p = 29,17\% \text{ (pendiente de la cubierta)}$$

$$h = 4 \text{ m} \text{ (altura de la columna)}$$

$$\text{Alzada a la línea de cumbre: } f = 4,03 \text{ m}$$

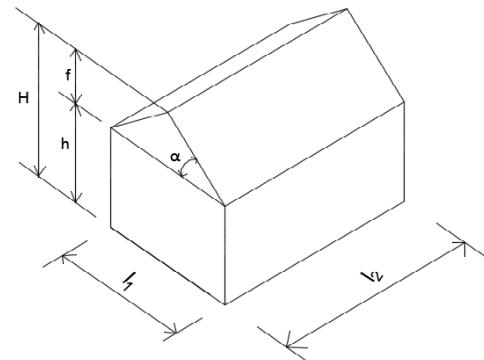
$$\text{Altura total de la nave: } H = 8,78 \text{ m}$$

Se estudiará si las correas de perfil laminado son más convenientes que las de chapa plegada en frío, desde el punto de vista económico. Éstas miden 4,50 m de largo y tendrán una separación de 1,20 m entre sí, y tillas, compuestas por Ø16 mm de hierro liso, que funcionarán como arriostramientos discretos en sus tercios de luz. Sobre las mismas se colocarán las chapas sinusoidales que permitirán el cerramiento superior de la estructura.

La cercha estará compuesta por cordones superiores e inferiores, diagonales y montantes, todos ellos conformados por perfiles angulares laminados en caliente. Se apoyarán en ambos extremos sobre columnas armadas con celosías, formadas por perfiles laminado en caliente UPN y angulares.

Los cerramientos laterales y los que constituyen el muro hastial, estarán compuestos por paneles de policarbonato alveolar, resistentes a rayos UV, para proporcionar luz natural y transparencia para brindar seguridad.

También se dispondrán de cruces de San Andrés para asegurar el comportamiento global de la estructura, en el 2do, 5to, 8vo y 11avo campo entre cerchas.





4.3. Análisis de cargas

Las cargas a considerar para el dimensionado de los diversos elementos componentes de la cubierta serán:

- a. Cargas permanentes: según CIRSOC 101-2.005 (Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras) son aquellas en las cuales las variaciones a lo largo del tiempo son raras o de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado.
- b. Sobrecarga mínima de cubierta: según CIRSOC 101-2.005 son aquellas producidas por materiales, equipos o personal durante el mantenimiento y por objetos móviles o personas durante la vida útil de la estructura.
- c. Cargas de viento según CIRSOC 102-2.005 (Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones)

En esta etapa, a pesar de que aún no se conocen dimensiones y características de las correas y cerchas, asignaremos un valor sugerido por la práctica constructiva de 0,05 kN/m² para la correa y de 0,15 kN/m² para la cercha.

Por otra parte, consideramos también como carga permanente a los pesos propios de los elementos que forman parte de la nave pero que no tienen colaboración estructural y cumplen funciones de cerramiento, estética o confortabilidad.

- Cerramiento superior: se adopta para este trabajo la “chapa de zinc sinusoidal o trapezial galvanizada” de calibre nº25 (0,5mm de espesor). De acuerdo al reglamento, para cubierta de chapa acanalada de perfil ondulado o trapezoidal de acero zincado o aluminizado de 0,5 mm de espesor el peso unitario es 0,05 kN/m².
- Aislante: para mejorar el confort de las personas que transitarán por este lugar, se empleará un aislante térmico-hidráulico tipo “membrana de espuma de polietileno aluminizada”. Este elemento posee tan bajo peso propio que es despreciable, aunque para su sostenimiento se emplea malla de alambres de acero electrosoldados, del cual su peso es 2,2 kg/m² (malla línea job shop cuadrícula cuadrada con separación entre alambres de 50 cm de 3 mm de espesor “Q141”).
- Cielorraso: en caso de realizarse, se emplean generalmente placas de yeso tipo Durlock con un peso de 0,09kN/m² para placas de 9,5mm.
- Arriostramientos: como aún no se dispone de un esquema de los posibles arriostramientos, consideramos por metro cuadrado una barra lisa de 1/2”, siendo su peso igual a 0,01kN/m.

Se denomina por la sigla “D” a la sumatoria de los pesos propios analizados y, además, por tratarse de cargas gravitatorias, se tiene:

$$D_y = 0,37 \text{ kN/m}^2$$

La sobrecarga mínima para cubiertas varía según su inclinación, siendo menor a medida que aumenta la pendiente. Al momento de determinarla, influye el área tributaria que depende de la luz de las correas (4,50 m) y de la separación entre ellas (1,20 m), resultando el área tributaria de 5,40 m².

Siguiendo las indicaciones del apartado 4.9.1 del reglamento mencionado, se adopta una sobrecarga para cubiertas de 0,96 kN/m². Por tratarse de una carga gravitatoria, se denomina:

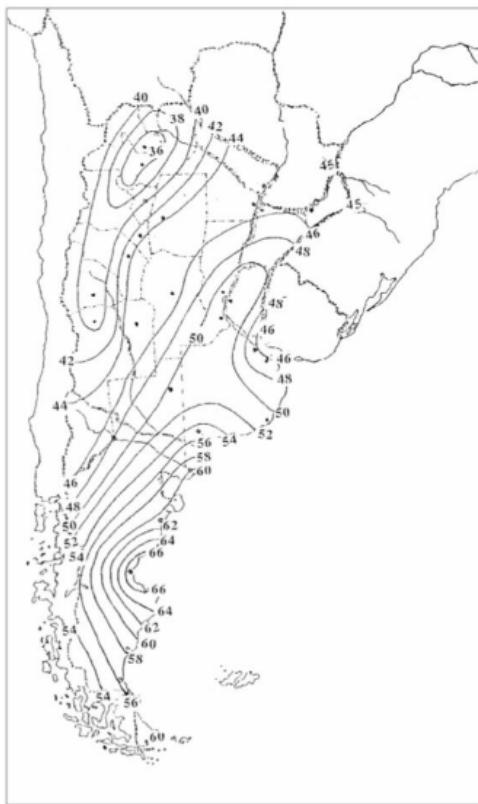
$$L_r = L_y = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

Con respecto a las cargas de viento, según la reglamentación se admiten tres métodos. Se utilizó el segundo, llamado “Procedimiento Analítico según Reglamento CIRSOC 102 (2005) Capítulo 5”, ya que consideramos que es el que se corresponde con las especificaciones técnicas que se han descrito para nuestra nave, ya que el método 1 no se aplicaría al no cumplir el ángulo de la pendiente (debería ser menor a 10°), y el método 3 es empleado para casos muy especiales y cuando se presentan problemas puntuales. Como en este proyecto se presentaron particularidades para su determinación, se señalará las decisiones tomadas a lo largo del proceso.

Procedimiento analítico para la determinación de la carga de viento:

1. Se determina la velocidad básica del viento V y el factor de direccionalidad K_d de acuerdo con el artículo 5.4.

La velocidad básica para “Corrientes” corresponde a $V = 46 \text{ m/s}$ obtenido de las Figuras 1A y 1B del Reglamento, reproducidas aquí como Figura N° 4.1.



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

Figura N° 4.1 Velocidades básicas del viento en ciudades.
Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005.

Por otro lado, el factor de direccionalidad K_d tiene en cuenta dos efectos:

- 1) La probabilidad reducida de que los vientos máximos provengan de cualquier dirección determinada,
- 2) La probabilidad reducida de que los coeficientes de presión máxima ocurran para cualquier dirección de viento.

Se obtiene de Tabla 4.1 según el tipo de estructura analizada. Como en este caso se trata del sistema principal resistente a la fuerza del viento de un edificio, corresponde un $K_d = 0,85$.

Tabla Nº 4.1. Factor de direccionalidad Kd. Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005 (Tabla 6).

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

2. Se determina un factor de importancia I de acuerdo con el artículo 5.5.

El factor de importancia se usa para ajustar el nivel de confiabilidad estructural de un edificio u otra estructura, de modo que corresponda con la categoría de edificio. Se obtiene de la Tabla Nº 4.2, según la siguiente clasificación:

Categoría I: Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla.

Categoría II: Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.

Categoría III: Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla. Cabe aclarar que considera un aglomerado de personas superior a 150.

Categoría IV: Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales para la vida humana.

Tabla Nº 4.2. Factor de importancia. Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005.

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

En base a las categorías explicadas, e indicadas en forma detallada en la Tabla A-1 del Apéndice A del CIRSOC 102, para este caso se considera la categoría III, ya que la estructura sirve de refugio no solo a las personas que harán uso de ella, sino también a todas las que se encuentren en zonas cercanas que necesiten protegerse en caso de tormenta. Por lo tanto, $I = 1,15$.

3. Se determina una categoría de exposición y los coeficientes de exposición para presión dinámica Kz o Kh, según corresponda, de acuerdo con el artículo 5.6.

Para la dirección de viento considerada, se debe determinar una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura. Las diferentes categorías son:

Exposición A: Centro de grandes ciudades con al menos 50% de los edificios de altura mayor que 20 m.

Exposición B: Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores.

Exposición C: Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m.

Exposición D: Áreas costeras sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600 m.

Tabla N° 4.3. Coeficiente de exposición para la presión dinámica.
Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005.

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	Exposición (Nota 1)					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18
12,50	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,50	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,30
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,50	0,68	0,60	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,30	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,50
45	0,80	0,80	1,10	1,10	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,40	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,20	1,20	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

Como este caso particular se trata de una construcción en área costera, cumpliendo los requisitos para pertenecer a la categoría D, se emplean los valores señalados de la Tabla N° 4.3, para interpolar y obtener los coeficientes de exposición para la presión dinámica Kz o Kh, según corresponda, como se muestra en la Tabla N° 4.4.

Tabla N° 4.4. Obtención de valores de K_z o K_h para distintas alturas.

Elaboración propia.

z (m)	K_z
0-4.75	1.05
6	1.08
6.39	1.090
7.5	1.12
8.78	1.151
10	1.18

4. Se determina un factor topográfico K_{zt} de acuerdo con el artículo 5.7.

Este factor considera el efecto topográfico en el emplazamiento del edificio en el cual, si el edificio se encuentra en una loma, colina o escarpa, se produce un incremento de la velocidad del viento que debe ser considerado.

Como en este caso si existe una escarpa, en primer lugar, se determinan las longitudes necesarias, que se pueden observar en la Figura N° 4.2, para luego hallar los factores que intervienen en la ecuación de K_{zt} .

$$K_{zt} = (1 + K_1 K_2 K_3)^2$$

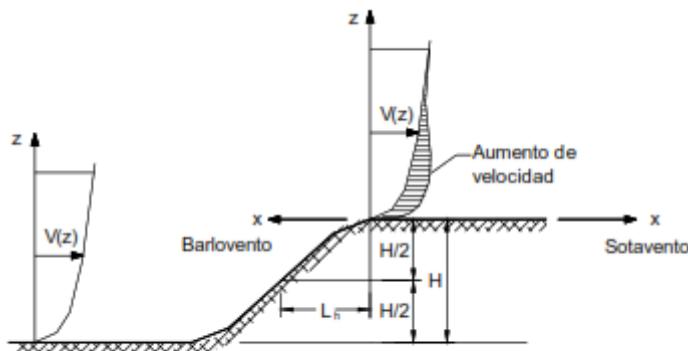
**Acantilado o escarpa**

Figura N° 4.2. Longitudes que intervienen en la determinación de K_{zt} .
Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005 (Figura 2).

H: altura de la colina o escarpa referida al terreno ubicado a barlovento, en m. Considerando una altura de 3,11 m del hidrómetro, elegido por ser el mínimo valor de las medias mensuales (mes de septiembre), se corresponde con una altura de 44,94 metros del IGN. Esto da una diferencia de altura con el nivel de piso terminado (50,20m) de 5,26 metros.

Lh: distancia hacia barlovento, desde la cresta hasta el punto en que la diferencia de elevación del terreno es la mitad de la altura de la colina o escarpa, en m. Siendo una escarpa pronunciada de aproximadamente 70° , por trigonometría obtenemos que este valor es de 0,95 m.

Siguiendo las indicaciones de las notas de dicha figura, como $H/Lh=5,54>0,5$, entonces se supone que $H/Lh=0,5$ para la evaluación de K_1 , y se substituye Lh por $2H=10,52m$ para la evaluación de K_2 y K_3 .

x: distancia (a barlovento o a sotavento) desde la cresta hasta el lugar del edificio, en m. De las dos distancias disponibles por un cambio de la cresta, 7,80m y 10,80m, se utiliza la menor por ser la que posee mayor extensión, por la tanto, la de mayor influencia, y por provocar las peores condiciones de carga, en la estructura.

μ: factor de atenuación horizontal. Como la estructura se encuentra a sotavento de la cresta, según Tabla N° 4.5 su valor es igual a 4.

z: altura sobre el nivel del terreno local, en m. Son las distintas alturas de interés.

y: factor de atenuación en altura. Según Tabla N° 4.5 su valor es igual a 2,5.

Tabla N° 4.5. Parámetros para aumento de la velocidad sobre colinas y escarpas.
Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005 (Figura 2).

Forma de la colina	K ₁ / (H/L _h)			γ	μ		
	Exposición				A barlovento de la cresta	A sotavento de la cresta	
	B	C	D				
Lomas bidimensionales (o valles con H negativa en K ₁ / (H/L _h))	1,30	1,45	1,55	3	1,5	1,5	
Escarpas bidimensionales	0,75	0,85	0,95	2,5	1,5	4	
Colina tridimensional axialsimétrica	0,95	1,05	1,15	4	1,5	1,5	

K₁: factor que tiene en cuenta las características topográficas y el efecto de máximo aumento de velocidad. A partir del valor señalado en Tabla N° 4.5 para exposición D, se despeja este factor, resultando en:

$$K_1 = 0,95 \cdot (H/L_H) = 0,95 \cdot 0,50 = 0,475$$

K₂: factor que tiene en cuenta la reducción en el aumento de velocidad, con la distancia desde la cresta, a barlovento o sotavento.

$$K_2 = 1 - \frac{|x|}{\mu \cdot L_H} = 1 - \frac{7,80m}{4 \cdot 10,52m} = 0,815$$

K₃: factor que tiene en cuenta la reducción en el aumento de velocidad con la altura sobre el terreno local.

$$K_3 = e^{-\gamma \cdot z / L_H} = e^{-2,5 \cdot z / 10,52m}$$

Los valores resultantes para K₃ y K_{zt} para distintas alturas, que corresponden a la altura del alero, altura media de la cubierta y altura total, se resumen en la Tabla N° 4.6.

Tabla N° 4.6. Valores de K₃ y K_{zt} para distintas alturas. Elaboración propia

z (m)	K ₃	K _{zt}
0-4.75	0.569	1.220
6.39	0.219	1.085
8.78	0.124	1.048



5. Se determina un factor de efecto de ráfaga G o G_f , según corresponda, de acuerdo con el artículo 5.8.

Este factor tiene en cuenta los efectos de carga en la dirección del viento debidos a la interacción estructura-turbulencia del viento. Para estructuras rígidas como en este caso, **$G=0,85$** .

Estos valores son dados por la norma a partir de ensayos en el túnel de viento. Y cuando no se las obtiene de las figuras y tablas es posible calcularla separadamente.

6. Se determina una clasificación de cerramiento de acuerdo con el artículo 5.9. La norma nos brinda una clasificación de las edificaciones según sean:

Abiertos: Un edificio que tiene cada pared abierta al menos en un 80%.

Cerrados: Un edificio que no cumple con las condiciones establecidas para edificios abiertos o parcialmente cerrados.

Parcialmente cerrados: Un edificio que cumple con las dos condiciones siguientes:

1. el área total de aberturas en una pared que recibe presión externa positiva excede la suma de las áreas de aberturas en el resto de la envolvente del edificio (paredes y cubierta) en más del 10%.
2. el área total de aberturas en una pared que recibe presión externa positiva excede el valor menor entre 0,4 m² ó el 1% del área de dicha pared.
3. el porcentaje de aberturas en el resto de la envolvente del edificio no excede el 20%.

Se considera para este caso, como edificio cerrado.

7. Se determina el coeficiente de presión interna GC_{pi} , de acuerdo con el artículo 5.11.1.

El valor de coeficiente de presión interna está ligado a la clasificación del tipo de cerramiento del edificio, es decir si trata de un edificio: cerrado, abierto o parcialmente cerrado. Donde para cada caso tiene asignado un valor determinado (Tabla N° 4.7) que debe considerarse positivamente y negativamente (los signos más y menos significan presiones actuando hacia y desde las superficies expuestas). En este caso, vale **$+/- 0,18$** .

Tabla N° 4.7. Coeficiente de Presión interna.
Reglamento CIRSOC 102 julio del 2005.

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

8. Se determinan los coeficientes de presión externa C_p o GC_{pf} , según corresponda, de acuerdo al artículo 5.11.2.

Los coeficientes de presión reflejan la carga real sobre cada superficie del edificio como una función de la dirección del viento; esto es, vientos perpendiculares o paralelos a la línea de cumbre.



Los coeficientes son obtenidos de la Figura Nº 3 del CIRSOC 102, y se muestran en las Tablas Nº 4.8 y Nº 4.9.

Tabla Nº 4.8. Coeficiente de presión en paredes. Elaboración propia

Coeficiente de presión en PAREDES				Cp
Pared a barlovento				0.8
Paredes laterales				-0.7
Pared a sotavento	Normal a la cumbre:		L/B	0.51
	Paralelo a la cumbre:		L/B	1.957
				-0.309

Tabla Nº 4.9. Coeficiente de presión en cubiertas. Elaboración propia

Coeficiente de presión en CUBIERTAS				Cp
Normal a la cumbre:	h/L	0.231	Distancia horizontal desde el borde:	0 a 4.75
				4.75 a 9.5
				> 9.5
				0 a 2.35
				> 2.35
Paralelo a la cumbre:	h/L	0.118		-0.9
				-0.5
				-0.3
				-1.04
				-0.7

9. Se determina la presión dinámica q_z o qh , según corresponda, con el artículo 5.10.

La presión dinámica q_z , evaluada a la altura z , se debe calcular mediante la siguiente expresión:

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

Los coeficientes que forman parte de la ecuación son los mismos definidos, explicados y que ya fueron calculados con anterioridad para el presente trabajo.

El coeficiente numérico utilizado, 0,613 (excepto donde se disponga de suficientes datos climáticos como para justificar la selección de un valor diferente de este factor para una aplicación de diseño específica), representa la velocidad básica del viento que se convierte en presión dinámica q_z en N/m^2 a la altura z usando dicha ecuación. La constante 0,613 refleja la densidad del aire para atmósfera estándar, esto es, a $15^\circ C$ y presión de mercurio a nivel del mar de 101,325 kPa, y dimensiones asociadas con la velocidad de viento en metros por segundo.

Los valores obtenidos para distintas alturas, se muestran en la Tabla Nº 4.10.

Tabla Nº 4.10. Valores de q_z para distintas alturas de interés. Elaboración propia.

z (m)	Kz	K _{zt}	q _z (N/m ²)
0-4.75	1.05	1.220	1624.29
6.39	1.090	1.085	1499.70
8.78	1.151	1.048	1529.02

10. Se determina la carga de viento de diseño de acuerdo con el artículo 5.12

Las presiones de diseño para el sistema principal resistente a la fuerza del viento de edificios rígidos, se pueden determinar mediante la siguiente expresión:

$$p = q_z \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (G C_{pi})$$

Las presiones positivas actúan hacia la superficie y las presiones negativas actúan desde la superficie (succión).

Se resumen en la Tabla N° 4.11 los valores más desfavorables obtenidos de las diferentes combinaciones, siendo los sombreados lo máximos absolutos para cada caso y los que deben ser utilizados para el cálculo. En la Figura N° 4.3. se indican las diferentes superficies a las que se hace referencia en la Tabla N° 4.11.

Tabla N° 4.11. Carga de viento. Elaboración propia

Estados / Superficies		A	B	C	D	E	F
Carga Normal a la Cumbre [N/m ²]	$p_z(\pi>0)$	1	842.49	-1438.54	-662.18	-920.97	-1179.75
Carga Normal a la Cumbre [N/m ²]	$p_z(\pi<0)$	2	1390.50	-890.52	-114.17	-372.95	-631.74
Carga Paralela a la Cumbre [N/m ²]	$p_z(\pi>0)$	3	-1179.75	-1619.69	-1619.69	-1179.75	842.49
Carga Paralela a la Cumbre [N/m ²]	$p_z(\pi<0)$	4	-631.74	-1071.67	-1071.67	-631.74	1390.50
							-125.42

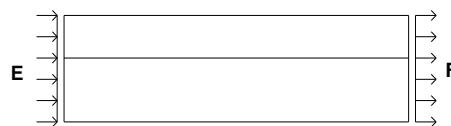
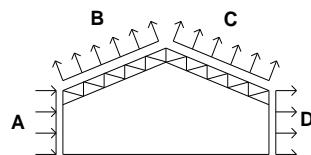


Figura N° 4.3. Superficies expuestas a la acción del viento. Apunte de clases de Construcciones Metálicas

Las cargas de viento empleadas, que se pueden observar en la Tabla N° 4.12, junto a la carga permanente y sobrecarga halladas previamente, se determinaron a partir de los valores sombreados de la Tabla N° 4.11, multiplicándolos por la separación entre cerchas y entre nudos para obtener una carga puntual, y finalmente se descompusieron según dirección horizontal y vertical.

Tabla N° 4.12. Cargas en nodos de la cercha. Elaboración propia.

Cargas en nodos superiores cubierta [kN]	Nodos intermedios		Nodos extremos	
	horizontal	vertical	horizontal	vertical
Carga permanente		2.00		1.00
Sobrecarga mínima de cubierta		5.18		2.59
Carga de viento barlovento caso 1	-2.23	7.65	-1.12	3.83
Carga de viento sotavento caso 1	1.03	3.52	0.51	1.76
Carga de viento barlovento caso 2	-1.38	4.74	-0.69	2.37
Carga de viento sotavento caso 2	0.18	0.61	0.09	0.30
Carga de viento barlovento caso 3	-2.51	8.62	-1.26	4.31
Carga de viento sotavento caso 3	2.51	8.62	1.26	4.31
Carga de viento barlovento caso 4	-1.66	5.70	-0.83	2.85
Carga de viento sotavento caso 4	1.66	5.70	0.83	2.85

4.4. Combinaciones de acciones – estados de cargas

La resistencia requerida de la estructura y de sus distintos elementos estructurales se debe determinar en función de la combinación de acciones mayoradas más desfavorable (combinación crítica).



De acuerdo a lo especificado en la norma CIRSOC 301 - A.4.2, las combinaciones más desfavorables a tener en cuenta son:

- (1) 1,4 D
- (2) 1,2 D + $f_1 L_r$ para nuestro caso f_1 es 0,5
- (3) 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W
Cuando las acciones del viento favorecen a la seguridad, NO deben ser tenidas en cuenta, entonces queda: 1,2 D + 1,6 Lr
- (4) 1,2 D + 1,6 W + $f_1 L_r$
Como factor de carga para viento (W) se podrá adoptar 1,5 cuando se consideren las velocidades básicas de viento V del Reglamento CIRSOC 102-2005.
Cuando las acciones variables favorecen a la seguridad, NO deben ser tenidas en cuenta, entonces queda: 1,2 D + 1,5 W
- (5) 0,9 D + 1,6 W
Como factor de carga para viento (W) se podrá adoptar 1,5 cuando se consideren las velocidades básicas de viento V del Reglamento CIRSOC 102-2005, quedando: 0,9 D + 1,5 W

Las solicitudes de los elementos componentes de la cercha fueron determinadas empleando el programa mencionado, donde las cargas fueron introducidas como cargas puntuales en los nudos (Tabla N°4.12). De esta forma se evita que en ellos se generen pequeños momentos.

En el anexo correspondiente a este capítulo se podrán observar las planillas empleadas para determinar el mayor estado de carga y solicitud de cada elemento componente de la cercha, para su posterior dimensionamiento. El resultado se puede observar en la Tabla N° 4.13.

Tabla N° 4.13. Solicitaciones máximas y mínimas de los elementos componentes de la cercha. Elaboración propia

Elemento	Tracción [kN]	Compresión [kN]
Cordón superior	687.19	851.08
Cordón inferior	750.83	636.70
Montante	383.07	318.08
Diagonal	166.49	130.10

4.5. Dimensionamiento de la cercha

Luego del pre-dimensionamiento, se efectuaron las siguientes comprobaciones en cada una de las barras componentes de la cercha:

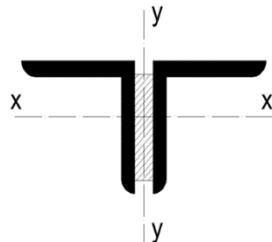
- Limitación de esbeltez para compresión
- Resistencia al pandeo en ambas direcciones
- Resistencia a la tracción

Estas verificaciones se efectuaron tanto para la sección adoptada para diagonales y montantes, así como para la de los cordones superiores e inferiores.

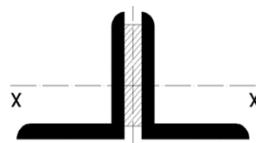
Cabe aclarar que la sección final de cada componente resultó de iteraciones manuales que se realizaban en una planilla de cálculo, de forma rápida ya que ésta se encontraba diseñada para este fin. Con unos pocos clics se pueden cambiar las dimensiones de los perfiles adoptados y efectuar sus verificaciones, mostrando en color rojo aquellas verificaciones que no resultaban en buenas condiciones.

Se alcanzaron finalmente las siguientes secciones que verifican con el listado de comprobaciones señalado previamente:

Cordón superior: perfiles angulares de 6" x 1/2", disposición en T como se puede ver en la siguiente figura:



Cordón inferior: perfiles angulares de 5" x 1/2", disposición en T como se puede ver en la siguiente figura:



Montantes: perfiles angulares de 3 1/2" x 5/16", disposición en T.

Diagonales: perfiles angulares de 2" x 3/16", disposición en T.

Se realizará el desarrollo del dimensionamiento del Cordón Superior a modo de ejemplo, ya que se realiza el mismo procedimiento para los demás elementos.

(a) Predimensionado: Pandeo alrededor del eje x-x

Se debe satisfacer: $P_d \geq P_u$

Donde:

P_u = Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P_d = Resistencia de diseño a compresión, que es igual:

$$P_d = \phi_c \times P_n$$

La resistencia de diseño a compresión es el menor valor de los obtenidos según los estados límites descritos en el capítulo E.

Donde:

ϕ_c : Factor de resistencia a compresión, que es 0,85

P_n = resistencia de diseño a la compresión:

$$P_n = F_{cr} \times A_g \times (10^{-1})$$

siendo:

A_g = área bruta de la sección de la barra, en cm^2

F_{cr} = tensión crítica, en MPa

La tensión crítica F_{cr} se la calcula de acuerdo:

Si $\lambda_c \leq 1,5$ →

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

Si por el contrario $\lambda_c > 1,5$ →

$$F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2} \right) \times F_y$$

Con:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kl}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

Donde:

 λ_c = factor de esbeltez adimensional E = módulo de elasticidad longitudinal, 200.000 MPa

$$\lambda = \frac{k \times l}{r}$$

 λ , es la esbeltez y se la obtiene:

Donde:

 l = longitud de la barra, en cm. $l = 125 \text{ cm}$ k = factor de longitud efectiva. $k = 1$ por norma (Cap.C.2.3(3)(b)) r = radio de giro, en cm.Como el radio de giro depende de la sección, aún no definida, se considera $\lambda = 100 < 200$, que es un valor aceptable para compresión.

De esta forma se obtiene:

$$\lambda_c = 1,1 < 1,5$$

$$F_{cr} = 143 \text{ MPa}$$

$$P_u = 851,08 \text{ kN} \text{ (De Tabla N° 4.13)}$$

Se reemplazan valores y se despeja A_g :

$$A_g = \frac{(10) \cdot P_u}{\phi_c \cdot F_{cr}} = 70,13 \text{ cm}^2$$

Se busca en las Tablas de Perfiles Laminados de CIRSOC, por un valor de área igual a la mitad del último resultado, ya que se emplearán dos de ellos. De esta forma, se adoptan 2 perfiles L de alas iguales de 6" x 1/2". Sus características geométricas son las siguientes:

$$A_g = 37.27 \text{ cm}^2 \quad b = 15.24 \text{ cm}$$

$$I_x = I_y = 808.39 \text{ cm}^4 \quad t = 1.27 \text{ cm}$$

$$r_x = r_y = 4.66 \text{ cm} \quad e_x = e_y = 4.20 \text{ cm}$$

(b) Verificación de las consideraciones previas:

$$\text{Área total: } A_g = 2 \times A_g^1 = 74.54 \text{ cm}^2 > A_{g,\text{nec}} = 70.1 \text{ cm}^2$$

$$\text{Radio de giro: } r_x = 4.66 \text{ cm} > r_{x,\text{nec}} = 1.2 \text{ cm}$$

$$\text{Esbeltez alrededor de } x: \lambda_x = K_x L / r_x = 27$$

$$\text{Resistencia de diseño: } \lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.29$$

$$\text{Caso (a) para: } \lambda_c < 1,5 \quad F_{cr} = 226.715 \text{ MPa}$$

$$P_d = \phi_c \times P_n = \phi_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 1436.44 \text{ kN} > P_u = 851.08 \text{ kN}$$

VERIFICA

(c) Verificación del pandeo alrededor del eje inmaterial y-y

Verificación del pandeo alrededor del eje inmaterial y-ySe predimensionan las presillas con un espesor de $e_p = 1.27 \text{ cm}$



El momento de inercia alrededor del eje y-y resulta, de acuerdo al teorema de Steiner:

$$I_y = 2x \left[I_g + A_g x \left(e_x + \frac{e_p}{2} \right)^2 \right] = 3359 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 6.7 \text{ cm}$$

$$h = 2x e_x + e_p = 9.67 \text{ cm}$$

$$e'_x / e_x = 2.63$$

$$\alpha = \text{Relación de separación} = h / 2r_{ib} = 1.0$$

$$(K_y L / r_{yT}) = 93$$

Adopto número de campos mínimo:

$$n = 10$$

Separación de Presillas

$$a = L/n = 62.50 \text{ cm}$$

$$r_{ib} = r_{y1} =$$

Además, el resto de los valores necesarios: 4.66

Esbeltz modificada:

(E.4.2)

$$\lambda_{my} = \sqrt{\left(\frac{k_x L}{r}\right)_o^2 + 0.82 x \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2)} x \left(\frac{a}{r_{ib}}\right)^2} = 93.51 < 200 \quad \text{VERIFICA}$$

Verificación de pandeo local:

$$\left(\frac{a}{r_i}\right)_{local} = 13.42 < \frac{3}{4} \left(\frac{k * L}{r}\right)_{global} = 70.13$$

VERIFICA

Esbeltz adimensional:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1.02$$

Caso (a) para: $\lambda_c < 1.5$

$$F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) F_y = 152.00 \text{ MPa}$$

La Resistencia de Diseño

Resulta

$$P_d = \emptyset_c x P_n = \emptyset_c x F_{cr} x A_g (10^{-1}) = 963 \text{ kN} > P_u = 851.08 \text{ kN}$$

VERIFICA

(d) Verificación a tracción:

Se debe satisfacer: $P_u \leq P_d$

Donde:

$P_u = N_{\max}$ = Rcia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P_d = Resistencia de diseño a tracción, que es igual:

$$P_d = \emptyset_t \times P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta.

Donde:

\emptyset_t : Factor de resistencia a tracción, que es 0,9

Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y \times A_g \times (10^{-1})$$

siendo:

F_y = tensión de fluencia especificada, en MPa. $F_y = 235 \text{ MPa}$

A_g = área bruta de la sección de la barra, en cm^2 , $A_g = 74,54 \text{ cm}^2$

Remplazando: $P_n = 235 \text{ MPa} * 74,54 \text{ cm}^2 * (10^{-1}) = 1751,69 \text{ kN}$
Resistencia de Diseño $P_d = 0,9 * 1751,69 = 1576,52 \text{ kN} > P_u = 687,19 \text{ kN}$

VERIFICA

4.6. Dimensionamiento de correas

Como ya se mencionó, las mismas se determinaron tanto para acero laminado en caliente como de chapa plegada en frío (acero conformado). El perfil adoptado resultó ser, en el primer caso, un IPN N° 100 y, en el segundo, un perfil C 140x60x20x3.6. La adopción del mismo, es el resultado de un proceso iterativo de ida y vuelta.

En este punto resulta importante recordar que las cargas de viento son normales a la cubierta y las cargas por peso propio son gravitatorias, lo que determina la necesidad de descomponer las cargas en función de los ejes X e Y de los perfiles. Para poder efectuar lo anterior, es preciso conocer el ángulo de inclinación medido entre la horizontal y el eje X del perfil, siendo igual a la pendiente de la cubierta ($\alpha = 16,3^\circ$).

En la Tabla N° 4.13 se resume el análisis de carga para correas:

Tabla N° 4.13. Análisis de cargas para correas. Elaboración propia

Cargas [kN/m ²]		Verticales	Componente en Y	Componente en X
Permanentes	Peso de chapa	0.05	0.048	0.014
	Peso de correa	0.05	0.048	0.014
	Aislante, cielorraso, arriostramientos	0.12	0.115	0.034
Sobrecarga	de Cubierta	0.96	0.922	0.269
	de diseño [kN]	1.00	0.960	0.280
Acción del viento: succión			-1.62	0

Las combinaciones de acciones para estados límites últimos se hallan resumidas en la sección A.4.3 del CIRSOC 303, y las de estados límites de servicios en el apéndice L del CIRSOC 301. Aplicando las mismas al análisis de cargas efectuado, se resumen los valores críticos obtenidos en la Tabla N° 4.14.

Tabla N° 4.14. Combinación de cargas crítico. Elaboración propia

[kN/m ²]	Estados Límites Últimos		Estados Límites de Servicio	
	q _{y-y}	q _{x-x}	q _{y-y}	q _{x-x}
Máximos	1.728	0.504	1.133	0.330
Mínimos	-2.203	-0.642	-1.384	-0.404

Con estos valores se calculan las solicitudes en las correas, considerando lo siguiente:

- Cuando las cargas que actúan tienen la dirección del eje y-y, la luz a considerar será de 4,50 m, considerándolas simplemente apoyadas.
- Cuando las cargas que actúan tienen la dirección del eje x-x, la luz a considerar será de 1,50 m, al disponerse de tillas en los tercios de luz de las correas.

Se pueden observar en la Tabla N° 4.15, los momentos máximos en ambas direcciones a los que está solicitada, tanto para el Estado Límite Último como para el Estado Límite de Servicio.

Tabla N° 4.15. Momentos máximos en correas. Elaboración propia.

<u>Dirección y-y</u>	<u>Dirección x-x</u>	
$M_x = 6.693 \text{ KNm}$	Estado Límite Último	$M_y = 0.173 \text{ KNm}$
$M_x = 4.205 \text{ KNm}$	Estado Límite de Servicio	$M_y = 0,076 \text{ KNm}$

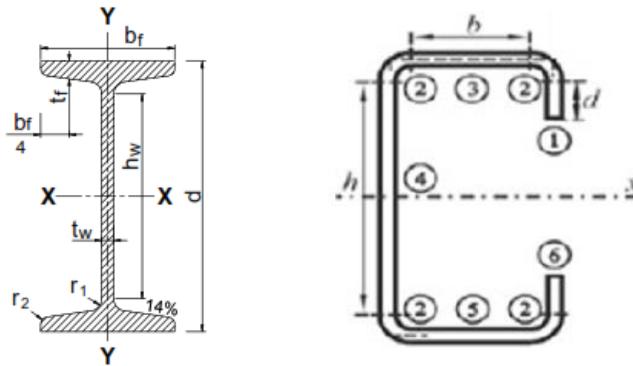
Las verificaciones efectuadas para el perfil laminado fueron:

- Resistencia de diseño a la flexión simple según ambos ejes (BC)
- Resistencia de diseño al pandeo lateral torsional (BC)
- Resistencia de diseño al corte (BC)
- Verificación a flexión oblicua (BC)

Además de éstas, se realizan las siguientes para el perfil de chapa plegada:

- Verificación de las relaciones de esbelteces (BC)
- Determinación de los anchos efectivos de los elementos comprimidos para resistencia (sección totalmente efectiva)
- Resistencia de diseño al pandeo localizado del alma (BC)

Las secciones finalmente resultaron ser las siguientes:



4.6.1 Dimensionado de correas de perfil laminado en caliente

Predimensionamiento de la sección:

La normativa vigente está enfocada sobre la verificación de secciones y no al dimensionado de piezas, es por ello que es oportuno su pre-dimensionado para poder tomar un valor sobre el cual dar inicio a las respectivas verificaciones.

En este caso, se parte de una ecuación obtenida de la CIRSOC 301 (Cap. F.1.1):

$$\begin{aligned}M_{ux} &\leq \phi_b \times M_n \\M_{ux} &\leq \phi_b \times 1,5 \times M_y \\M_{ux} &\leq \phi_b \times 1,5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}\end{aligned}$$

Por lo tanto, considerando la mayor solicitudación en el eje principal "x", se obtiene el modulo resistente necesario mínimo S_x , de acuerdo con la última ecuación:

$$S_{x \text{ nec}} \geq \frac{M_{ux}}{1,5 \times (\phi_b \times F_y)} \times 10^3$$

Donde:

- M_n : es el momento nominal
- M_{ux} : es el momento último resistente
- M_y : es el momento elástico
- ϕ_b : es el coeficiente de mayoración de la carga
- F_y : tensión de fluencia del acero

$$S_{x\ nec} \geq \frac{6,693 \text{ kNm}}{1,5 \cdot (0,90 \cdot 235 \text{ MPa})} \cdot 10^3 = 21,10 \text{ cm}^3$$

A partir del resultado obtenido, se adopta un perfil que posea un Sx cercano superior.

Datos del perfil adoptado

El perfil adoptado es un IPN N° 100, obtenido de la tabla “perfiles laminados para usos estructurales” (IRAM-IAS U 500-511). Se pueden observar sus características en la Figura N° 4.3.

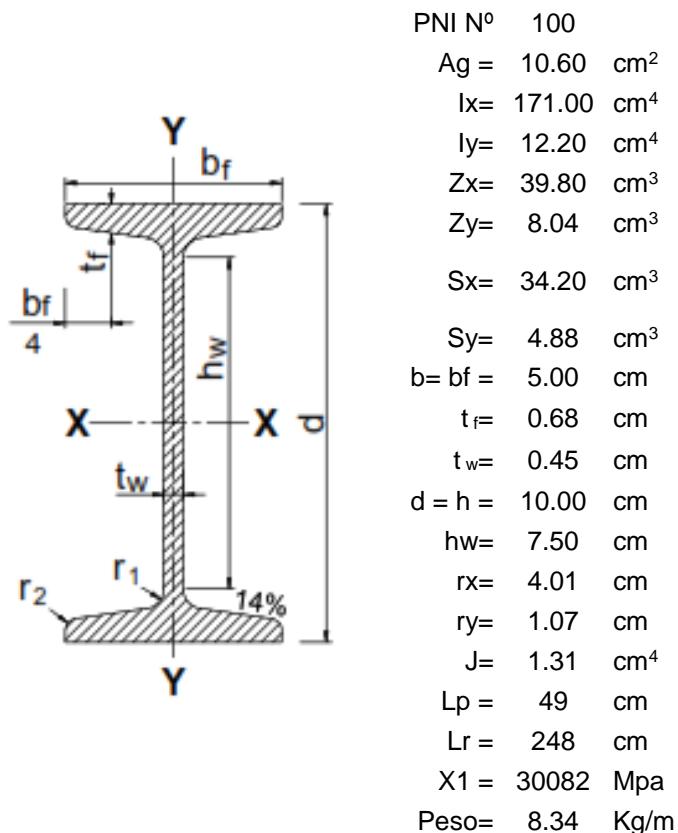


Figura N° 4.4. Característica del perfil. IRAM-IAS U 500-511

Resistencia de diseño a flexión simple según y-y CIRSOC 301 (Capítulo F)

Debiendo cumplirse que la resistencia de diseño “ M_d ” sea mayor que la requerida última “ M_u ”.

$$M_d = \phi_b \cdot M_p \geq M_u$$

Siendo:

ϕ_b el factor de resistencia para flexión, $\phi_b = 0,95$

M_p el momento plástico

(= $F_y Z (10^{-3}) = 1,5 M_y$ para secciones homogéneas), en kNm.



M_y el momento elástico; momento para el cual la fibra más alejada del eje neutro alcanza la fluencia. ($= F_y S (10^{-3})$ para secciones homogéneas; $= F_y f S (10^{-3})$ para secciones híbridas), en kNm.

F_y la tensión de fluencia especificada, 235 MPa.

$F_y f$ la tensión de fluencia especificada del acero del ala, en MPa.

Z el módulo plástico de la sección, 39,80 cm³

S el módulo resistente elástico de la sección, 34,20 cm³

$$\emptyset_b \times M_{p,x} = \emptyset_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1,5 \times \emptyset_b \times M_y = 1,5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}$$

$$M_d = 0,9 \cdot 235 \text{ MPa} \cdot 39,80 \text{ cm}^3 \cdot 10^{-3} \leq 1,5 \cdot 0,9 \cdot 235 \text{ MPa} \cdot 34,20 \text{ cm}^3$$

$$M_d = 8,42 \text{ kNm} < 12,06 \text{ kNm}$$

$$M_d = 8,42 \text{ kNm} > M_u = 6,69 \text{ kNm}$$

VERIFICA

Resistencia de diseño a flexión simple según x-x CIRSOC 301 (Capítulo F)

Como en el caso anterior, debe cumplirse que la resistencia de diseño “Md” sea mayor que la requerida última “Mu”.

$$M_d = \phi_b \cdot M_p \geq M_u$$

$$\emptyset_b \times M_{p,y} = \emptyset_b \times F_y \times Z_y \times 10^{-3} \leq 1,5 \times \emptyset_b \times M_y = 1,5 \times F_y \times S_y \times 10^{-3}$$

$$M_d = 0,9 \cdot 235 \text{ MPa} \cdot 8,04 \text{ cm}^3 \cdot 10^{-3} \leq 1,5 \cdot 0,9 \cdot 235 \text{ MPa} \cdot 4,88 \text{ cm}^3$$

$$M_d = 1,70 \text{ kNm} < 1,72 \text{ kNm}$$

$$M_d = 1,70 \text{ kNm} > M_u = 0,17 \text{ kNm}$$

VERIFICA

Resistencia de diseño al pandeo lateral torsional CIRSOC 301 (Capítulo F)

Para determinar la resistencia al pandeo lateral torsional es necesario conocer la longitud no arriostrada “Lb”.

Alternativa N°1 Lb = 225cm (con tillas a la mitad de la luz)

Alternativa N°2 Lb = 150cm (con tillas en los tercios de la luz)

Entra en consideración el valor de Lb y Lr. Son longitudes lateralmente no arriostradas límites, que se pueden hallar en tabla o se pueden calcular. En este caso, de Tabla de perfiles, Lp= 49cm y Lr = 248 cm.

La resistencia de diseño a flexión, para el estado límite de pandeo lateral-torsional será:

$$M_d = \phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

- a) Alternativa 1: Lb = 225 cm < Lr = 248cm

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301:

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$



C_b es el factor de modificación para diagramas de momento flexor no uniformes, cuando estén arriostrados los extremos del segmento de viga considerado. El reglamento permite adoptar conservadoramente un valor $C_b=1$ para todos los casos de diagramas de momento flexor.

M_r es el momento límite para pandeo lateral-torsional.

$$M_{p,x} = F_y x Zx x 10^{-3} = 235 \text{ MPa} x 39,80 \text{ cm}^3 x 10^{-3} = 9,35 \text{ kNm}$$

Para cargas aplicadas en el ala superior de la viga, teniendo una sección canal, resulta:

$$M_{r,x} = F_L x S_x x 10^{-3} = (235 - 69) \text{ MPa} x 34,20 \text{ cm}^3 x 10^{-3} = 5,68 \text{ kNm}$$

Reemplazando valores en la expresión de M_n resulta:

$$M_n = 1,00 \left[9,35 \text{ kNm} - (9,35 \text{ kNm} - 5,68 \text{ kNm}) \left(\frac{225 \text{ cm} - 49 \text{ cm}}{248 \text{ cm} - 49 \text{ cm}} \right) \right] \leq 9,35 \text{ kNm}$$

$$M_n = 6,10 \text{ kNm} \leq 9,35 \text{ kNm}$$

$$\emptyset_b x M_n = 0,90 \times 6,10 \text{ kNm} = 5,49 \text{ kNm} \not> Mu_x = 6,69 \text{ kNm}$$

NO VERIFICA

- b) Alternativa 2: $L_b = 150 \text{ cm} < L_r = 248 \text{ cm}$

En este caso:

$$M_n = 1,00 \left[9,35 \text{ kNm} - (9,35 \text{ kNm} - 5,68 \text{ kNm}) \left(\frac{150 \text{ cm} - 49 \text{ cm}}{248 \text{ cm} - 49 \text{ cm}} \right) \right] \leq 9,35 \text{ kNm}$$

$$M_n = 7,49 \text{ kNm} \leq 9,35 \text{ kNm}$$

$$\emptyset_b x M_n = 0,90 \times 7,49 \text{ kNm} = 6,74 \text{ kNm} > Mu_x = 6,69 \text{ kNm}$$

VERIFICA

De las dos alternativas, verifica la segunda, por lo que se adoptan dos tillas en los tercios de la luz.

Resistencia de diseño al corte según y-y CIRSOC 301 (Capítulo F.2)

Para almas no rigidizadas, debe verificarse:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{7,50 \text{ cm}}{0,45 \text{ cm}} = 16,67 < 260 \text{ (BC)}$$

Además, para:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{7,50 \text{ cm}}{0,45 \text{ cm}} = 16,67 < 2,45 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,45 \times \sqrt{\frac{200000 \text{ MPa}}{235 \text{ MPa}}} = 71,47$$

$$\rightarrow V_n = 0,6 F_{yw} A_w 10^{-1} = 0,6 \times 235 \text{ MPa} x (7,5 \text{ cm} \times 0,45 \text{ cm}) x 10^{-1} = 47,59 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \emptyset_v V_n \geq V_{u,y}$$

$$\rightarrow 0,90 \times 47,59 \text{ kN} = 42,83 \text{ kN} \geq V_{u,y} = 5,90 \text{ kN}$$

VERIFICA

Resistencia de diseño al corte según x-x CIRSOC 301 (Capítulo F.2)

Para realizar esta verificación, se supone que el corte se encuentra concentrado en las alas del perfil adoptado.



Para almas no rigidizadas, debe verificarse:

$$\frac{b_f}{t_f} = \frac{5,00 \text{ cm}}{0,68 \text{ cm}} = 7,35 < 260 \text{ (BC)}$$

Además, para:

$$\frac{b_f}{t_f} = \frac{5,00 \text{ cm}}{0,68 \text{ cm}} = 7,35 < 2,45 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,45 \times \sqrt{\frac{200000 \text{ MPa}}{235 \text{ MPa}}} = 71,47$$

$$\rightarrow V_n = 0,6 F_{yw} A_w 10^{-1} = 0,6 \times 235 \text{ MPa} \times (2 \times 5 \text{ cm} \times 0,68 \text{ cm}) \times 10^{-1} = 95,88 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \emptyset_v V_n \geq V_{u.x}$$

$$\rightarrow 0,90 \times 95,88 \text{ kN} = 86,29 \text{ kN} \geq V_{u.x} = 1,27 \text{ kN}$$

VERIFICA

Resistencia de diseño a la flexión oblicua CIRSOC 301

Para el control de la flexión oblicua, se emplea el Apéndice del capítulo H, donde aparecen expresiones que verifican la interacción en aquellos casos en que las barras se encuentren biaxialmente solicitadas. Debe tenerse en cuenta que la barra considerada no está sometida a esfuerzos normales.

La expresión a verificar es:

$$\left(\frac{M_{ux}}{\emptyset_b \times M'_{px}} \right)^\xi + \left(\frac{M_{uy}}{\emptyset_b \times M'_{py}} \right)^\xi \leq 1,00$$

Para ello, se calculan los valores interviniéntes:

$$\frac{b_f}{d} = \frac{5 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 0,50 \rightarrow \frac{b_f}{d} \leq 0,50 \rightarrow \xi = 1,00$$

$$\eta = 0,4 + \frac{P_u}{P_y} + \frac{b_f}{d} \geq 1 \rightarrow \eta = 0,4 + 0 + 0,50 = 0,90 \rightarrow \eta = 1,00$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} \left(1 - \frac{P_u}{P_y} \right) \leq M_{px}$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} (1 - 0) \leq M_{px} \rightarrow M'_{px} = M_{px} = 9,35 \text{ kNm}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} \left(1 - \frac{P_u}{P_y} \right) \leq M_{py}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} (1 - 0) \leq M_{py} \rightarrow M'_{py} = M_{py} = 1,89 \text{ kNm}$$

$$Mu_x = 6,69 \text{ kNm}$$

$$Mu_y = 0,173 \text{ kNm}$$

Reemplazando, resulta:

$$\left(\frac{6,69 \text{ kNm}}{0,90 \times 9,35 \text{ kNm}} \right)^{1,00} + \left(\frac{0,173 \text{ kNm}}{0,90 \times 1,89 \text{ kNm}} \right)^{1,00} = 0,71 \leq 1,00$$

VERIFICA

La barra no plastificará en ningún punto.

Resta determinar si fallará de acuerdo a sus momentos nominales:

$$\left(\frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi_b x M'_{nx}} \right)^{\eta} + \left(\frac{C_{my} M_{uy}}{\phi_b x M'_{ny}} \right)^{\eta} \leq 1,00$$

$M'_{nx} = \min(M_{px}, M_n)$ calculado para verificar al P.L.T.)

$$M'_{nx} = \min(9,35 \text{ kNm}, 7,49 \text{ kNm}) = 7,49 \text{ kNm}$$

$$M'_{ny} = M_{py} = 1,89 \text{ kNm}$$

$C_m = 0,85$ según el artículo C.1.4 del CIRSOC 301.

$$\rightarrow \left(\frac{0,85 \times 6,69 \text{ kNm}}{0,90 \times 7,49 \text{ kNm}} \right)^{1,00} + \left(\frac{0,85 \times 0,173 \text{ kNm}}{0,90 \times 1,89 \text{ kNm}} \right)^{1,00} = 0,93 \leq 1,00$$

VERIFICA

4.6.2. Dimensionado de correas de chapa plegada en frío

Predimensionamiento de la sección:

De igual forma que el reglamento CIRSOC 301, el CIRSOC 303 está enfocado sobre la verificación de secciones y no al dimensionado de piezas, es por ello que es oportuno su pre-dimensionado para poder tomar un valor sobre el cual dar inicio a las respectivas verificaciones.

En este caso, se parte del módulo resistente necesario mínimo obtenido para el caso de la correa de perfil laminado:

$$S_{x \text{ nec}} \geq 21,10 \text{ cm}^3$$

A partir del resultado obtenido, se adopta un perfil mayor al necesario, teniendo en cuenta que en realidad el perfil fallará por pandeo lateral torsional y no por flexión simple. De igual manera, más adelante se verifica no haber elegido una pieza sobredimensionada.

Datos del perfil adoptado

El perfil adoptado es obtenido de la tabla “perfiles abiertos de chapa de acero, cincados o no, conformados en frío, para usos estructurales” (IRAM-IAS U 500-206-3), sus especificaciones son las siguientes:

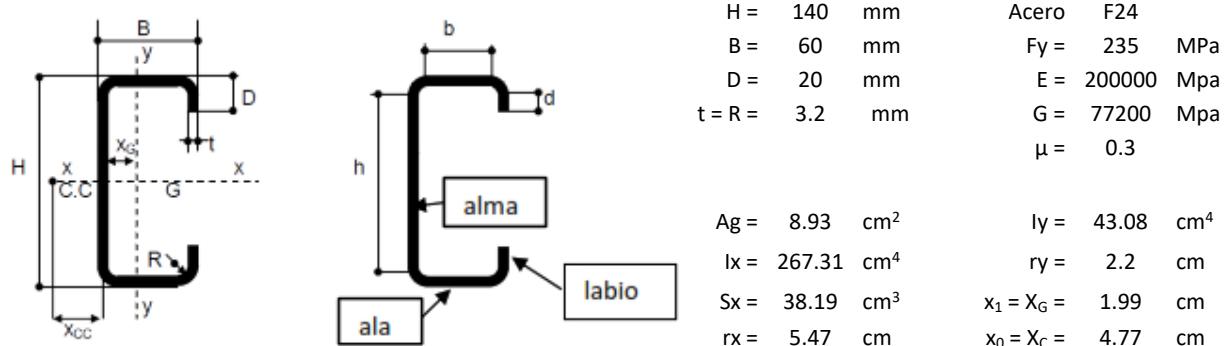


Figura N° 4.5. Característica del perfil. IRAM-IAS U 500-206-3

Lo que se hace para el estudio del elemento es considerar la sección en pequeñas placas (Figura N° 4.5), las cuales se analizan de forma independiente a pesar de estar vinculadas entre sí. Sobre todo, las que están solicitadas a compresión, ya sean tensiones uniformes o variables, por el efecto de abolladura.



Para ello, se calculan los anchos planos, longitudes y distancias útiles:

$$\begin{array}{llll} h = H - 2 \cdot (t + R) = 12.72 \text{ cm} & h_a = H - t = 13.68 \text{ cm} & x_g = x_1 - t/2 = 1.83 \text{ cm} \\ b = B - 2 \cdot (t + R) = 4.72 \text{ cm} & b_a = B - t = 5.68 \text{ cm} & r = R + t/2 = 0.48 \text{ cm} \\ d = D - (t + R) = 1.36 \text{ cm} & d_a = D - t/2 = 1.84 \text{ cm} & x_c = x_0 - x_g = 2.94 \text{ cm} \end{array}$$

Relación de esbelteces

La reglamentación contempla con las siguientes verificaciones, que las placas en que se divide la pieza no superen la limitación de esbeltez que tiene en cuenta la teoría el pandeo de la placa de Euler y parte de la siguiente ecuación:

$$F_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2$$

Donde

F_{cr} = tensión crítica de pandeo elástico de placas MPa

k = coeficiente de abolladuras en placa, adimensional

E = módulo de elasticidad longitudinal del acero, MPa

μ = módulo de Poisson

Y de toda la ecuación, siempre y cuando se mantenga constante el tipo de vínculo y material, lo único que varía es la relación “ b/t ”.

El otro factor a determinar es el “ k ” que depende del tipo de elemento que se está analizando, entre otras cosas.

En este caso vamos a analizar las relaciones máximas entre ancho plano y espesor de elementos comprimidos según CIRSOC 303 para ala, labio y alma (Figura N° 4.5).

Pero antes de dar inicio a dichas verificaciones, es preciso añadir unas definiciones fundamentales para la comprensión de las verificaciones: “elemento comprimido no rigidizado” y “elemento comprimido rigidizado”

Elementos comprimidos no rigidizados: es un elemento comprimido plano que sólo está rigidizado en uno de sus bordes paralelos a la dirección del esfuerzo.

Elementos comprimidos rigidizados: es un elemento comprimido plano en el cual ambos bordes paralelos a la dirección del esfuerzo están rigidizados ya sea por un alma, un ala, un labio rigidizador, un rigidizador intermedio u otro elemento similar.

- a) Ala: corresponde a elemento comprimido rigidizado que posee un borde longitudinal vinculado a un alma o ala y el otro rigidizado por un labio simple (Figura N° 4.5)

$$\frac{b}{t} < 60 \rightarrow \frac{b}{t} = \frac{47,2 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 14,72 < 60 \therefore \text{VERIFICA} \quad (\text{Cap. B.1.1(a)(1)})$$

- b) Labio: elemento comprimido no rigidizado (Figura N° 15).

$$\frac{d}{t} < 60 \rightarrow \frac{d}{t} = \frac{13,6 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 4,25 < 60 \therefore \text{VERIFICA} \quad (\text{Cap. B.1.1(a)(3)})$$

- c) Alma: para almas no rigidizadas, es decir que no posee elemento rigidizador en toda su sección

$$\frac{h}{t} < 200 \rightarrow \frac{h}{t} = \frac{127,2 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 39,75 < 200 \therefore \text{VERIFICA} \quad (\text{Cap. B.1.2(a)})$$

Anchos efectivos de los elementos comprimidos

El ancho efectivo “ be ” es una longitud que genera una sección ficticia, el cual surge como respuesta a la posibilidad de que el ancho real “ b ” del elemento a considerar no

colabora en su totalidad (mecánicamente). Esto sucede por el fenómeno llamado “abolladura”, donde se alcanza la tensión crítica en el borde longitudinal del elemento dejando de colaborar la parte central (Figura N° 4.6). En dicho caso, $b_e \leq b$.

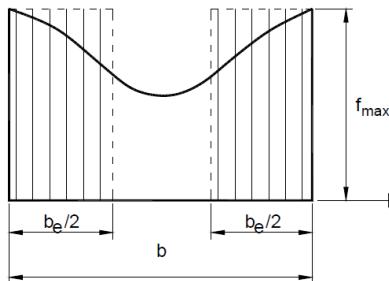


Figura N° 4.6. Distribución de tensiones en elementos comprimidos rigidizados. Comentarios CIRSOC 303.

Una vez que se dé esta situación, todos los parámetros dependientes de dicha sección también variarán, por ejemplo: modulo resistente “S”, momento de inercia “I”, radio de giro “i”, etc.

El ancho efectivo “ b_e ” se debe determinar con:
$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}}$$

Siendo:

$$b_e = b \text{ cuando } \lambda \leq 0,673$$

$$b_e = \rho \times b \text{ cuando } \lambda > 0,673$$

Donde:

F_{cr} : tensión crítica de pandeo elástico de placas MPa

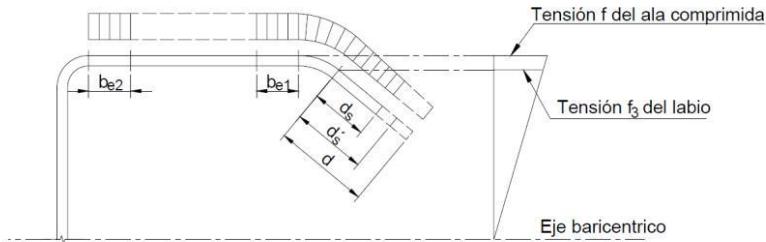
f : tensión de compresión en el elemento determinada en base al ancho efectivo de cálculo.

Tanto F_{cr} como f dependen del elemento a considerar, según lo estipulado por la norma CIRSOC 303. A tal efecto se resuelve:

a) Labios: rigidizadores de borde con tensiones variables CIRSOC 303 - Cap B.3.2(a).

En este caso para calcular el ancho efectivo “ b_e ” se debe tomar $k=0,43$ y $f = f_3$

Siendo f_3 : tensión de compresión máxima del rigidizador.(Figura N° 4.7)



$d_s' =$ Ancho efectivo del rigidizador calculado según el artículo B.3.2

$d_s =$ Ancho efectivo reducido del rigidizador

Figura N° 4.7. Elemento con un labio simple rigidizado de borde.
 Reglamento CIRSOC 303

Se considera $f_3 = F_y = 235$ MPa ya que la diferencia con valor real de f_3 sería muy pequeña y se está del lado de la seguridad.

Por lo tanto:

$$F_{cr} = 0,43 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 200000MPa}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \left(\frac{3,2mm}{13,6mm} \right)^2 = 4303,26 MPa$$



y el valor de la esbeltez sería:

$$\lambda = \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{4303,26 \text{ MPa}}} = 0,23 < 0,673 \quad \therefore \quad b_e = b \quad \text{ancho totalmente efectivo}$$

- b) Ala comprimida: Elemento uniformemente comprimido con rigidizador de borde. El ancho efectivo “be” se debe determinar calculando “k” de la Tabla N° 4.16:

Tabla N° 4.16. Coeficiente de abolladura en chapa “k”. CIRSOC 303 julio del 2013

Labio rigidizador simple ($140^\circ \geq \theta \geq 40^\circ$)		Otros rigidizadores de borde
$D/b \leq 0,25$	$0,25 < D/b \leq 0,8$	
$3,57 (R_I)^n + 0,43 \leq 4$	$\left(4,82 - \frac{5D}{b}\right) (R_I)^n + 0,43 \leq 4$	$3,57 (R_I)^n + 0,43 \leq 4$

Previo al ingreso, a la tabla N° 4.16, es necesario verificar la siguiente ecuación (CIRSOC 303 Cap. B.4.2):

$$\text{Si } b/t \leq 0,328 \times S \quad \text{o si} \quad b/t > 0,328 \times S$$

Donde S es la máxima relación b/t para que el elemento rigidizado sea totalmente efectivo. Siendo:

$$S = 1,28 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_3}}$$

$$\text{con } f_3 = F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow S = 37,34 \quad \wedge \quad 0,328 \cdot S = 12,25 < \frac{b}{t} = 20$$

Como el rigidizador anteriormente verificado es totalmente efectivo, entonces es necesario averiguar cuál es la relación de inercias (R_I) entre:

- 1) Inercia del rigidizador respecto de su eje baricéntrico paralelo al ala:

$$I_s = \frac{t \cdot d^3}{12} = 0,067 \text{ cm}^4$$

- 2) Inercia necesaria del labio rigidizador, para que se comporte como tal:

$$I_a = 399 \cdot t^4 \cdot \left(\frac{b/t}{S} - 0,328 \right)^3 \leq t^4 \cdot \left(115 \cdot \frac{b/t}{S} + 5 \right)$$

$$I_a = 0,00126 < 0,529 \quad \text{y además } I_a < I_s$$

La relación de Inercias (R_I) es:

$$(R_I) = \frac{I_s}{I_a} = 53 \leq 1 \quad \Rightarrow \text{Se adopta } (R_I) = 1$$

Para el empleo de la tabla, se debe calcular “n”

$$n = 0,582 - \frac{b/t}{4 \cdot S} = 0,45 \geq \frac{1}{3}$$

Con $D/b = 0,4$, y los valores de (R_I) y n, se ingresa a la Tabla N° 4.16 para obtener el valor de k.

$$k = \left(4,82 - \frac{5D}{b}\right) (R_I)^n + 0,43 = 3,13 \leq 4$$

Por lo tanto:

$$F_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 2600,56 \text{ MPa}$$

$$\text{Finalmente: } \lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = 0,3 < 0,673 \quad \therefore \quad b_e = b \quad \text{ancho totalmente efectivo}$$

- c) Alma: elemento rigidizado con tensiones linealmente variables. CIRSOC 303 - Cap B.2.3. Para almas con tensiones variables, f1 es la tensión de compresión y la f2 de tracción (Figura N° 4.8).

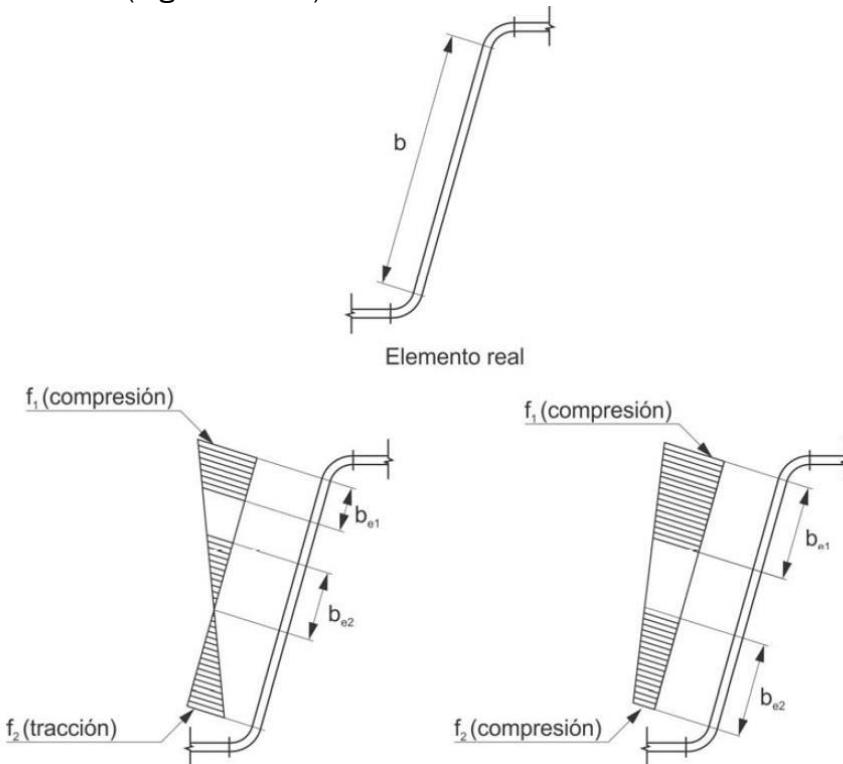


Figura N° 4.8. Almas y otros elementos rigidizadores con tensiones linealmente variables. CIRSOC 303 julio del 2013

Siendo flexión simple resulta $f_1 = f_2$ por lo tanto: $\Psi = |f_1 f_2/| = 1$

El coeficiente de abolladura será: $k = 4 + 2 \cdot (1 + \Psi)^3 + 2 \cdot (1 + \Psi) = 24$

Considerando la tensión en la fibra extrema F_y , la de compresión f_1 es, por relación de triángulos:

$$f_1 = F_y \cdot \frac{h/2}{H/2} = 213,51 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2 = 2745,64 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = 0,28 < 0,673 \quad \therefore \quad b_e = b \quad \text{ancho totalmente efectivo}$$

POR LO TANTO, LA SECCIÓN ES TOTALMENTE EFECTIVA

Resistencia de diseño a flexión simple según “y-y” CIRSOC 303 (Cap.C.3.1.1)

Debiendo cumplirse que la resistencia de diseño “ M_d ” sea mayor que la requerida última “ M_u ”.

$$M_u \leq M_d = \phi_b \times M_n$$

La resistencia nominal “ M_n ” se calculará de la siguiente manera:

$$M_n = S_x \times F_y \times (10^{-3})$$

Con $\phi_b = 0,95$ factor de resistencia para secciones con alas comprimidas rigidizadas
 Siendo S_e = módulo elástico de la sección efectiva $S_e = S_x = 30,80 \text{ cm}^3$



Se calcula la Resistencia Nominal $M_n = 38,19 \text{ cm}^3 * 235 \text{ MPa} * (10^{-3}) = 8,97 \text{ kNm}$
Resistencia de Diseño $M_d = 0,95 * 8,97 \text{ kNm} = 8,52 \text{ kNm}$
Resistencia Requerida $M_u = 6,69 \text{ kNm}$

VERIFICA: $M_d > M_u$

Resistencia al pandeo lateral torsional CIRSOC 303 (Cap.C.3.1.2)

Debiendo cumplirse que la resistencia de diseño “ M_d ” sea mayor que la requerida última “ M_u ”.

$$M_u \leq M_d = \phi_b \times M_n$$

La resistencia nominal “ M_n ” se calculará de la siguiente manera:

$$M_n = S_c \times F_c \times (10^{-3})$$

Con $\phi_b = 0,9$ factor de resistencia para pandeo lateral torsional de barras de sección abierta.

Siendo $S_c = S_x$ módulo elástico de la sección efectiva $S_x = 38,19 \text{ cm}^3$

Para determinar la resistencia al pandeo lateral torsional es necesario conocer la longitud no arriostrada “ L_b ”.

Alternativa N°1 $L_b = 225 \text{ cm}$ (con tillas a la mitad de la luz)

Alternativa N°2 $L_b = 150 \text{ cm}$ (con tillas en los tercios de la luz)

Además, se adopta la condición de vínculo “simplemente apoyado”, implica que el factor de longitud efectiva “ k ” será:

En el caso de torsión $k_t = 1$

Y para pandeo alrededor el eje “ y ” $k_y = 1$

Debido a que el procedimiento indicado en el artículo (b) del capítulo **C.3.1.2.1**, es operativamente más simple y resulta conservador para la zona elástica, se emplea a continuación la siguiente ecuación:

$$F_e = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot d \cdot I_{yc}}{S_f \cdot (k_y \cdot L_y)^2}$$

Siendo:

C_b: coeficiente de flexión que depende del diagrama de momentos. El reglamento permite adoptar **C_b = 1** como valor conservador.

d: altura de la sección. En este caso **14 cm**.

I_{yc}: momento de inercia de la parte comprimida de la sección, respecto del eje baricéntrico de la sección bruta paralelo al alma. Siendo esta **21,54 cm⁴**

S_f: módulo resistente elástico de la sección total referido a la fibra extrema comprimida. El mismo es **38,19 cm³**.

La tensión elástica crítica de pandeo lateral – torsional “ F_e ” calculada se la debe comparar con los siguientes intervalos y de acuerdo a ello se adopta la tensión crítica “ F_c ”.

Para $F_e \geq 2,78 \times F_y \rightarrow F_c = F_y$

Para $2,78 \times F_y > F_e > 0,56 \times F_y \rightarrow F_c = \frac{10}{9} \times F_y \times \left(1 - \frac{10 \times F_y}{36 \times F_e}\right)$

Para $F_e \leq 0,56 \times F_y \rightarrow F_c = F_e$



Siendo: $2,78 \times 235 \text{ MPa} = 653,3 \text{ MPa}$
 $0,56 \times 235 \text{ MPa} = 131,6 \text{ MPa}$

En este caso se analizaron dos alternativas:

a) Alternativa N°1 Lb = 225 cm:

$$F_e = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot d \cdot I_{yc}}{S_f \cdot (k_y \cdot L_y)^2} = 307,89 \text{ MPa}$$

Por lo tanto, como

$$2,78 \times F_y > F_e > 0,56 \times F_y$$

Entonces:

$$F_c = \frac{10}{9} \cdot F_y \cdot \left(1 - \frac{10 \cdot F_y}{36 \cdot F_e}\right) = 205,75 \text{ MPa}$$

Se calcula la Resistencia Nominal $M_n = 38,19 \text{ cm}^3 \cdot 205,75 \text{ MPa} \cdot (10^{-3}) = 7,86 \text{ kNm}$

Resistencia de Diseño $M_d = 0,90 \cdot 7,86 \text{ kNm} = 7,07 \text{ kNm}$

Resistencia Requerida $M_u = 6,69 \text{ kNm}$

VERIFICA:

$$M_d > M_u$$

b) Alternativa N°2 Lb = 150 cm:

$$F_e = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot d \cdot I_{yc}}{S_f \cdot (k_y \cdot L_y)^2} = 692,74 \text{ MPa}$$

Por lo tanto, como

$$F_e \geq 2,78 \times F_y$$

Entonces:

$$F_c = F_y = 235 \text{ MPa}$$

Se calcula la Resistencia Nominal $M_n = 38,19 \text{ cm}^3 \cdot 235 \text{ MPa} \cdot (10^{-3}) = 8,97 \text{ kNm}$

Resistencia de Diseño $M_d = 0,90 \cdot 8,97 \text{ kNm} = 8,07 \text{ kNm}$

Resistencia Requerida $M_u = 6,69 \text{ kNm}$

VERIFICA:

$$M_d > M_u$$

Las dos alternativas verifican, por lo que se debería adoptar la que requiera menos tillas, es decir la alternativa (a) pero, debido a que no verifica la Resistencia a la flexión oblicua, se adopta la segunda alternativa, con tillas en los tercios de la luz.

Resistencia de diseño a flexión simple según “x-x” CIRSOC 303 (Cap.C.3.1.1)

Debiendo cumplirse que la resistencia de diseño “Md” sea mayor que la requerida última “Mu” ($M_u = 0,45 \text{ kNm}$, que surge de la hipótesis de carga para la cual se dimensionó y verifico la flexión simple según “y-y”)

$$M_u \leq M_d = \emptyset_b \times M_n$$

La resistencia nominal “Mn” se calculará de la siguiente manera:

$$M_n = S_e \times F_y \times (10^{-3})$$

Con $\emptyset_b = 0,95$ factor de resistencia para secciones con alas comprimidas rigidizadas
Siendo S_e = módulo elástico de la sección efectiva $S_e = S_y = 10,72 \text{ cm}^3$

Se calcula la Resistencia Nominal $M_n = 10,72 \text{ cm}^3 \cdot 235 \text{ MPa} \cdot (10^{-3}) = 2,52 \text{ kNm}$

Resistencia de Diseño $M_d = 0,95 \cdot 2,52 \text{ kNm} = 2,39 \text{ kNm}$

Resistencia Requerida $M_u = 0,45 \text{ kNm}$

VERIFICA:

$$M_d > M_u$$



Resistencia de diseño a la flexión oblicua CIRSOC 303 (Cap.C.5.2.1)

Las resistencias requeridas para estas verificaciones M_{ux} y M_{uy} deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\left[\frac{M_{ux}}{\phi_b x M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b x M_{ny}} \right] = 0,90 \leq 1,00$$

VERIFICA

Resistencia de diseño al corte CIRSOC 303 (Cap.C.3.2.1)

La resistencia nominal al corte “ V_n ” (en kN) se determina de la siguiente manera:

$$V_n = A_w \times F_v \times (10^{-1})$$

Siendo:

$$A_w = h \times t \text{ (área del alma)}$$

F_v = tensión nominal al corte, en MPa

La tensión nominal “ F_v ” se calcula en función de la esbeltez h/t , de manera tal que:

a) Para $\frac{h}{t} \leq \sqrt{E \times k_v / F_y} \rightarrow F_v = 0,6 \times F_y$

b) Para $\sqrt{E \times k_v / F_y} < \frac{h}{t} \leq 1,51 \times \sqrt{E \times k_v / F_y} \rightarrow F_v = \frac{0,6 \times \sqrt{E \times k_v / F_y}}{(h/t)}$

c) Para $\frac{h}{t} > 1,51 \times \sqrt{E \times k_v / F_y} \rightarrow F_v = 0,904 \times E \times k_v / (h/t)^2$

Donde todos los elementos de las respectivas ecuaciones, mantiene sus significados y unidades. Por su parte, el “ k_v ” por reglamento es: $k_v = 5,34$

Para este caso en particular, se tiene:

$$\sqrt{\frac{E \cdot k_v}{F_y}} = 67,41 > \frac{h}{t} = 39,75$$

$$F_v = 0,60 \cdot F_y = 141 \text{ kN}$$

Se calcula la Resistencia Nominal $V_n = (12,72 \times 0,32) \text{ cm}^2 \times 141 \text{ KN} \times (10^{-1}) = 57,39 \text{ kNm}$

Resistencia de Diseño $V_d = 0,95 \times 57,39 \text{ kNm} = 54,52 \text{ kNm}$

Resistencia Requerida $V_u = 5,95 \text{ kNm}$

VERIFICA:

$$V_d > V_u$$

Resistencia de diseño al pandeo localizado del alma CIRSOC 303 (Cap.C.3.4.1)

La resistencia nominal al pandeo localizado “ P_n ”, para un alma sin perforaciones, se determina por la siguiente expresión:

$$P_n = C \cdot t^2 \cdot F_y \cdot \sin \theta \cdot \left(1 - C_R \cdot \sqrt{\frac{R}{t}} \right) \cdot \left(1 + C_N \cdot \sqrt{\frac{N}{t}} \right) \cdot \left(1 - C_h \cdot \sqrt{\frac{h}{t}} \right) \cdot (10)^{-1}$$

Siendo:

C : coeficiente que se obtiene de tabla dependiendo de la sección del perfil

C_h : coeficiente de esbeltez del alma

C_N : coeficiente de longitud de apoyo

C_R : coeficiente de radio de curvatura interna

h : altura de la parte recta del alma



N: longitud real del apoyo (no menor a 2 cm)

R: radio interno de plegado

t: espesor del alma

θ : ángulo entre el plano del alma y el plano de la superficie de apoyo ($45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$).

Tabla N° 4.17. Coeficientes para la ecuación de “pandeo localizado del alma”, caso: secciones C de alma simple. CIRSOC 303 julio del 2013

Condiciones del ala y del apoyo		Casos de Carga		C	C_R	C_N	C_h	ϕ_w	Limitación
Unida al apoyo	Alas rigidizadas o parcialmente rigidizadas	Sobre un ala	extremas	4	0,14	0,35	0,02	0,85	$R/t \leq 9$
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	0,90	$R/t \leq 5$
	Sobre dos alas	extremas	7,5	0,08	0,12	0,048	0,85	0,85	$R/t \leq 12$
			Interior	20	0,10	0,08	0,031	0,85	$R/t \leq 12$
Sin unir	Alas rigidizadas o parcialmente Rigidizadas	Sobre un ala	extremas	4	0,14	0,35	0,02	0,80	$R/t \leq 5$
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	0,90	$R/t \leq 5$
		Sobre dos alas	extremas	13	0,32	0,05	0,04	0,90	$R/t \leq 3$
			Interior	24	0,52	0,15	0,001	0,80	$R/t \leq 3$
	Alas sin rigidizar	Sobre un ala	extremas	4	0,40	0,60	0,03	0,85	$R/t \leq 2$
			Interior	13	0,32	0,10	0,01	0,85	$R/t \leq 1$
		Sobre dos alas	extremas	2	0,11	0,37	0,01	0,75	$R/t \leq 1$
			Interior	13	0,47	0,25	0,04	0,80	$R/t \leq 1$

Notas:

- (1) Los coeficientes arriba indicados se aplican cuando $h/t \leq 200$, $N/t \leq 210$, $N/h \leq 2,0$ y $\theta = 90^\circ$
 (2) Para reacciones o cargas interiores sobre dos alas cargadas y cuando la barra tiene sus alas unidas al apoyo, la distancia desde el borde del apoyo al extremo de la barra debe ser como mínimo **2,5h**. Para los casos sin unir, la distancia desde el borde del apoyo al extremo de la barra debe ser como mínimo **1,5h**.

1. Para reacción en el apoyo:

Consideraciones: suponemos el ala unida al apoyo

La longitud de apoyo de la viga es $N = 5 \text{ cm}$

La reacción del apoyo actúa en el ala inferior, siendo: $R_u = 5,95 \text{ kN}$

Como la distancia desde el borde de apoyo y extremo de la barra es menor a $1,5h = 22,5 \text{ cm}$ implica carga extrema.

De la tabla N° 4.17 se obtiene:

$$C = 4 \quad C_h = 0,02 \quad C_N = 0,35 \quad C_R = 0,14 \quad \phi_w = 0,85$$

Se calcula la Resistencia Nominal $P_n = 17,24 \text{ kNm}$

Resistencia de Diseño $P_d = \phi_w \times P_n = 0,85 \times 17,24 \text{ kNm} = 14,65 \text{ kNm}$

Resistencia Requerida $P_u = 5,95 \text{ kNm}$

VERIFICA: $V_d > V_u$

2. Para carga concentrada en el tramo:

Consideraciones: suponemos el ala unida al apoyo

La longitud de apoyo de la viga es $N = 5 \text{ cm}$

Se tiene en cuenta la carga de servicio solicitada por el reglamento de: $R_u = 1 \text{ kN}$ actuando a una distancia $l/3 = 150 \text{ cm}$.

Como la distancia desde el borde de apoyo y extremo de la barra es mayor a $1,5h = 22,5 \text{ cm}$ implica carga interna.



De la tabla N° 4.15 se obtiene:

$$C = 13 \quad Ch: 0,01 \quad CN: 0,14 \quad CR: 0,23 \quad \varnothing w = 0,90$$

Se calcula la Resistencia Nominal $P_n = 35,06 \text{ kNm}$

Resistencia de Diseño $P_d = \varnothing w \times P_n = 0,90 \times 35,06 \text{ kNm} = 31,55 \text{ kNm}$

Resistencia Requerida $P_u = 1 \text{ kNm}$

VERIFICA:

$$V_d > V_u$$

Verificación de combinación de Corte y Flexión en el Alma CIRSOC 303 (Cap.C.3.3):

Para vigas solicitadas a flexión y corte, la resistencia requerida a flexión M_u , y a la resistencia requerida al corte V_u , no deben superar a $\varnothing b M_n$ (verificado en 3.4.4.5) y $\varphi v V_n$ (verificado en 3.4.4.6) respectivamente.

Para vigas con almas no rigidizadas, la resistencia requerida a flexión M_u , y la resistencia requerida al corte V_u , deberán también satisfacer la siguiente expresión de interacción:

$$\left(\frac{M_u}{\varnothing b \times M_{nxo}} \right)^2 + \left(\frac{V_u}{\varnothing v \times V_n} \right)^2 \leq 1$$

Siendo:

$\varnothing b$: factor de resistencia para flexión.

$\varnothing v$: factor de resistencia para corte.

M_n : resistencia nominal a la flexión cuando sólo se considera flexión, ver en kNm.

M_{nxo} : resistencia nominal a la flexión respecto al eje baricéntrico x, determinada de acuerdo con el artículo C.3.1.1 de la CIRSOC 303, en kNm.

V_n : resistencia nominal al corte cuando sólo se considera corte, en kN.

M_u : resistencia requerida a flexión, en kNm.

V_u : resistencia requerida a corte, en kN.

Para este caso $M_{nxo} = M_n$. $\rightarrow 0,62 \leq 1,00$

VERIFICA

4.7. Dimensionamiento de largueros laterales y frontales

El cerramiento lateral es el que completa la cobertura de la nave. En general son cuestiones de carácter constructivo y tecnológico, pero no estructural.

Planteamos el uso de paneles de policarbonato por cuestiones estéticas, lumínicas, aislantes y de seguridad, comentadas previamente.

En estos casos se realiza el entramado en forma exterior al extradós de la columna, que generalmente consta de largueros horizontales y pilares (puntales) calculados en función de los esfuerzos a que están sometidos. Por el uso de policarbonato, por cuestiones también estéticas, empleamos perfiles laminados en caliente como largeros y puntales.

El cálculo debe seguir las mismas consideraciones que una correa, con las cargas de la Tabla N° 4.15 para los largueros laterales:

Tabla N° 4.18. Análisis de cargas para largueros. Elaboración propia

	Cargas [kN/m]	Verticales	Horizontales
Permanentes	Peso del larguero	0,132	0
	Peso de cerramiento	0,025	0
Acción del viento		0	1,374

Debido a su posición, las cargas verticales actúan sobre el eje x del perfil, y las horizontales sobre el eje y, dando los resultados de la Tabla N° 4.16 para la combinación de cargas más desfavorable:

Tabla N° 4.19. Combinación de cargas crítico. Elaboración propia

[kN/m]	Estados Límites Últimos		Estados Límites de Servicio	
	q _{y-y}	q _{x-x}	q _{y-y}	q _{x-x}
Máximos	2,062	0,219	1,374	0,157

Con estas cargas se hallan las solicitudes. Resumen de los valores máximos en Tabla N° 4.20:

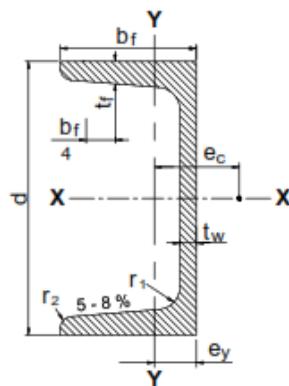
Tabla N° 4.20. Solicitudes máximas en larguero lateral. Elaboración propia

Dirección y-y		Dirección x-x	
$M_x = 5.219 \text{ KNm}$	Estado Límite Último	$M_y = 0.555 \text{ KNm}$	
$M_x = 3.479 \text{ KNm}$	Estado Límite de Servicio	$M_y = 0.396 \text{ KNm}$	

Las verificaciones efectuadas fueron:

- Resistencia de diseño a la flexión simple según ambos ejes (BC)
- Resistencia de diseño al pandeo lateral torsional (BC)
- Resistencia de diseño al corte (BC)
- Verificación a flexión oblicua (BC)

Luego de realizar el proceso iterativo, se determinó que la sección adecuada es la que corresponde a un perfil UPN N° 120.



Al cubrir una luz menor (tramos de 1,20 m y 1,80 m), los largueros frontales terminan resultando de un tamaño menor, más precisamente un UPN N° 50 x 25.

4.8. Dimensionamiento del pilar central sobre viga dintel, del muro hastial

Las cargas variarán debido a la diferencia de separación entre largueros, como se puede observar en la Tabla N° 4.21:

Tabla N° 4.21. Análisis de cargas para pilar central. Elaboración propia

Separación	Cargas [kN]	Verticales	Horizontales
0,52 m	Peso del larguero	0.0682	0
	Permanentes	0.0274	0
	Peso propio del pilar	0.1195	0
Acción del viento		0	1.5088



0,70 m	Permanentes	Peso del larguero	0.0682	0
		Peso de cerramiento	0.0315	0
		Peso propio del pilar	0.1371	
Acción del viento		0	1.4425	
0,75 m	Permanentes	Peso del larguero	0.0682	0
		Peso de cerramiento	0.0326	0
		Peso propio del pilar	0.1421	0
Acción del viento		0	1.7933	

Con estas cargas, se realiza la combinación de acciones:

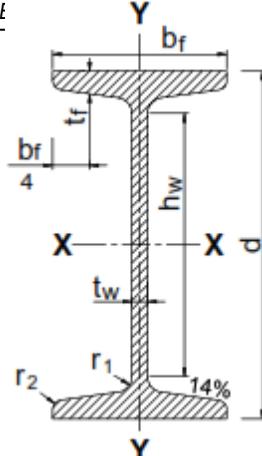
$$\begin{aligned}
 \text{Inicio} \quad 1.4 D &= & F_y &= 0.040 \text{ kN} \\
 L1 \quad (A.4.1) 1.4 (D + F) &= 1.4 D & F_y &= 0.227 \text{ kN} \\
 (A.4.4) 1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{\text{acción del viento}} &= 2.263 \text{ kN} \\
 L2 \quad (A.4.1) 1.4 (D + F) &= 1.4 D & F_y &= 0.246 \text{ kN} \\
 (A.4.4) 1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{\text{acción del viento}} &= 2.597 \text{ kN} \\
 L3 \quad (A.4.1) 1.4 (D + F) &= 1.4 D & F_y &= 0.252 \text{ kN} \\
 (A.4.4) 1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{\text{acción del viento}} &= 2.690 \text{ kN} \\
 \text{Final} \quad 1.4 D &= & F_y &= 0.057 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Luego se calculan las solicitudes:

Esfuerzos Normales	Esfuerzo de corte ($V_{u,y}$):	Momento flector ($M_{u,x}$):
$N_{0-1} = 0.04 \text{ kN}$	$Q_{0-1} = 7.883 \text{ kN}$	$M_0 = 0 \text{ kNm}$
$N_{1-2} = 0.27 \text{ kN}$	$Q_{1-2} = 5.620 \text{ kN}$	$M_1 = 4.099 \text{ kNm}$
$N_{2-3} = 0.51 \text{ kN}$	$Q_{2-3} = 3.023 \text{ kN}$	$M_2 = 8.031 \text{ kNm}$
$N_{3-4} = 0.76 \text{ kN}$	$Q_{3-4} = 0.427 \text{ kN}$	$M_3 = 10.146 \text{ kNm}$
$N_{4-5} = 1.00 \text{ kN}$	$Q_{4-5} = -2.170 \text{ kN}$	$M_4 = 10.445 \text{ kNm}$
$N_{5-6} = 1.25 \text{ kN}$	$Q_{5-6} = -4.766 \text{ kN}$	$M_5 = 8.927 \text{ kNm}$
$N_{6-7} = 1.50 \text{ kN}$	$Q_{6-7} = -7.456 \text{ kN}$	$M_6 = 5.5921 \text{ kNm}$
$P_u = 1.50 \text{ kN}$	$V_{u,y} = 7.883 \text{ kN}$	$M_{u,x} = 10.445 \text{ kNm}$

Se predimensiona por pandeo alrededor del eje x-x, y se adopta un perfil IPN N° 120 con las siguientes características:

$$\begin{aligned}
 A_g &= 14.20 \text{ cm}^2 \\
 I_x &= 328.00 \text{ cm}^4 \\
 I_y &= 21.50 \text{ cm}^4 \\
 Z_x &= 63.60 \text{ cm}^3 \\
 Z_y &= 12.24 \text{ cm}^3 \\
 S_x &= 54.70 \text{ cm}^3 \\
 S_y &= 7.41 \text{ cm}^3 \\
 b &= b_f = 5.80 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



$t_f =$	0.77	cm
$t_w =$	0.51	cm
$d = h =$	12.00	cm
$h_w =$	9.20	cm
$r_x =$	4.81	cm
$r_y =$	1.23	cm
$J =$	2.23	cm^4
$L_p =$	57	cm
$L_r =$	269	cm
$X_1 =$	28382	Mpa
Peso =	11.10	Kg/m

Las verificaciones efectuadas, son las mismas que las realizadas para una correa de perfil laminado, en el ítem 4.6.1. Estas fueron:

- Resistencia de diseño a la flexión simple según ambos ejes (BC)
- Resistencia de diseño al pandeo lateral torsional (BC)
- Resistencia de diseño al corte (BC)
- Verificación a flexión oblicua (BC)

Y se agrega la verificación a la compresión

Área total:

$$A_g = 14.20 \text{ cm}^2 > A_{g_{\text{nec}}} = 0.1 \text{ cm}^2$$

Esbeltz alrededor de x:

$$\lambda_x = Kx L / r_x = 99 < 200$$

Esbeltz alrededor de y:

$$\lambda_y = Ky L / r_y = 56.88 < 200$$

$$\lambda_y < \lambda_x \rightarrow \text{Pandeo alrededor del eje } x - x \rightarrow \lambda_x = 99$$

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1.08$$

Caso (a) para:

$$\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = 144.01 \text{ Mpa}$$

$$P_d = \emptyset_c \times P_n = \emptyset_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 173.82 \text{ kN} > P_u = 1.50 \text{ kN}$$

VERIFICA

4.9. Dimensionamiento de viga dintel, del muro hastial

La viga dintel está sometida a su peso propio, carga de viento en su ancho de influencia, y 3 cargas puntuales debido a los puntales que descargan sobre ella, como se ve a continuación:

Peso propio de la viga: Adopto 2 PNI N°160 = $q_{dy} = 0.28057 \text{ kN/m}$

En el centro del tramo, y a 1,20m de cada extremo, se tiene las reacciones transmitidas por los pilares.

	Central	Laterales
$R_{Dx} =$	7.46 kN	5.78 kN
$R_{Dy} =$	1.56 kN	1.25 kN

Acción del viento en la altura de influencia es de

$$W = 1374.46 \text{ N/m}^2$$

$$W = qx = 0.515 \text{ kN/m}$$

Con estas cargas, se realiza la combinación de acciones:

$$(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D = 0.393 \text{ kN/m}$$

$$(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 L_r = 1,5 W = 0.77 \text{ kN/m}$$

Luego se calculan las solicitudes, considerándola simplemente apoyada, con una luz de 6m.

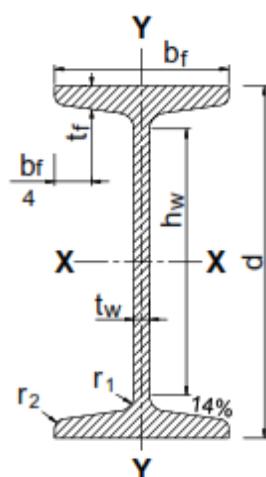
Según eje x-x: $M_{\max y} = 21.591 \text{ KNm}$

$$V_{u_x} = R_A = R_B = 11.820 \text{ KN}$$

Según eje y-y: $M_{\max x} = 6.05 \text{ kNm}$

$$V_{u_y} = R_B = R_A = 3.51 \text{ kN}$$

Se predimensiona por plastificación en dirección y-y, y se adopta dos perfiles IPN N° 140 con las siguientes características:



PNI N°	140
A_g	18.20 cm^2
I_x	573.00 cm^4
I_y	35.20 cm^4
Z_x	95.40 cm^3
Z_y	17.70 cm^3
S_x	91.90 cm^3
S_y	10.70 cm^3
$b = b_f$	6.60 cm
t_f	0.86 cm
t_w	0.57 cm
$d = h$	14.00 cm
h_w	10.90 cm
r_x	5.61 cm
r_y	1.40 cm
J	3.56 cm^4
L_p	65 cm
L_r	293 cm
Peso	14.30 Kg/m

Determinación de valores auxiliares:

$$I_x = 2 \times I_x 1 = 1146 \text{ cm}^4 \quad A_g = 2 \times A_g 1 = 36.40 \text{ cm}^2$$

$$r_x = r_x 1 = 5.61 \text{ cm} \quad r_y = \sqrt{\left(\frac{I_y}{A_g}\right)} = 4.01 \text{ cm}$$

$$Z_x = 2 \times Z_x 1 = 190.80 \text{ cm}^3 \quad Z_y = A_g 1 \times b_f = 120.12 \text{ cm}^3$$

$$S_x = 2 \times S_x 1 = 183.80 \text{ cm}^3 \quad S_y = \frac{I_y}{b_f} = 70.73 \text{ cm}^3$$



$$I_y = 2 \times \left[I_{y1} + A_{g1} \times \left(\frac{bf}{2} \right)^2 \right] = 466.80 \text{ cm}^4 \quad J = 2 \times J_1 = 7.12 \text{ cm}^4$$

Las verificaciones efectuadas, son las mismas que las realizadas para una correa de perfil laminado, en el ítem 4.6.1. Estas fueron:

- Resistencia de diseño a la flexión simple según ambos ejes (BC)
- Resistencia de diseño al pandeo lateral torsional (BC)
- Resistencia de diseño al corte (BC)
- Verificación a flexión oblicua (BC)

En los anexos correspondientes a este capítulo, se encuentra la verificación detallada de este elemento.

4.10. Dimensionamiento del pilar lateral, del muro hastial

Las cargas variarán debido a la diferencia de separación entre largueros, como se puede observar en la Tabla N° 4.21:

Incidencia del peso propio en extremo superior	D pilar = Dpp . Sep L =	0.045	kN
Para largueros con separaciones entre	0.35	y	0.70 m
<u>Carga Permanente:</u>	$D_{Largueros} =$	0.086	kN/m
	$D_{Cerramiento frontal} =$	0,025 kN/m ² . sep L =	0.0131209 kN/m
	$D_{reacción largueros} =$	D . sep _P =	0.178 kN
		D pilar = Dpp . Sep L =	0.135 kN
<u>Accion del viento:</u>		W = pw . sep _P .sep L =	1.298 kN
Para largueros separados entre sí		sep L =	0.70 m
<u>Carga Permanente:</u>	$D_{Largueros} =$	0.086	kN/m
	$D_{Cerramiento frontal} =$	0,025 kN/m ² . sep L =	0.0174918 kN/m
	$D_{reacción largueros} =$	D . sep _P =	0.186 kN
		D pilar = Dpp . Sep L =	0.180 kN
<u>Accion del viento:</u>		W = pw . sep _P .sep L =	1.731 kN
Para largueros con separaciones entre	0.70	y	0.75 m
<u>Carga Permanente:</u>	$D_{Largueros} =$	0.086	kN/m
	$D_{Cerramiento frontal} =$	0,025 kN/m ² . sep L =	0.0181209 kN/m
	$D_{reacción largueros} =$	D . sep _P =	0.187 kN
		D pilar = Dpp . Sep L =	0.186 kN
<u>Accion del viento:</u>		W = pw . sep _P .sep L =	1.793 kN
Para largueros con separaciones entre	0.75	y	1.00 m
<u>Carga Permanente:</u>	$D_{Largueros} =$	0.086	kN/m
	$D_{Cerramiento frontal} =$	0,025 kN/m ² . sep L =	0.021875 kN/m
	$D_{reacción largueros} =$	D . sep _P =	0.194 kN
		D pilar = Dpp . Sep L =	0.225 kN
<u>Accion del viento:</u>		W = pw . sep _P .sep L =	2.165 kN



Para largueros separados entre sí	sep L =	1.00	m
<u>Carga Permanente:</u>	$D_{Largueros} =$	0.086	kN/m
	$D_{Cerramiento frontal} =$	0.025	kN/m
	$D_{reacción largueros} =$	$D \cdot sep_p =$	0.200 kN
		$D \text{ pilar} = D_{pp} \cdot Sep L =$	0.257 kN
<u>Acción del viento:</u>	$W = pw \cdot sep_p \cdot sep L =$	2.474 kN	
Incidencia del peso propio en extremo inferior	$D \text{ pilar} = D_{pp} \cdot Sep L =$	0.129	kN

Además de éstas cargas se deben considerar las reacciones de la viga dintel:

$$R_{xVD} = 11.82 \text{ kN}$$

$$R_{yVD} = 3.51 \text{ kN}$$

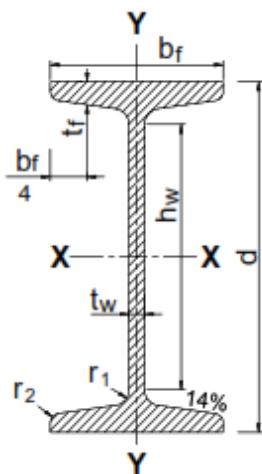
Con estas cargas, se realiza la combinación de acciones:

Langueros sup	(A.4.1)	1.4 D	Fy pp	0.06	kN
	(A.4.3)	$1.2 D + 1.6 Lr + 0.80 W \rightarrow Fy_{reacción largueros} =$	0.44	kN	
	(A.4.4)	$1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{acción del viento} =$	1.95	kN	
Larg med 1	(A.4.3)	$1.2 D + 1.6 Lr + 0.80 W \rightarrow Fy_{reacción largueros} =$	0.51	kN	
	(A.4.4)	$1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{acción del viento} =$	2.60	kN	
Larg med 2	(A.4.3)	$1.2 D + 1.6 Lr + 0.80 W \rightarrow Fy_{reacción largueros} =$	0.52	kN	
	(A.4.4)	$1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{acción del viento} =$	2.69	kN	
Larg med 3	(A.4.3)	$1.2 D + 1.6 Lr + 0.80 W \rightarrow Fy_{reacción largueros} =$	0.59	kN	
	(A.4.4)	$1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{acción del viento} =$	3.25	kN	
Larg inf	(A.4.3)	$1.2 D + 1.6 Lr + 0.80 W \rightarrow Fy_{reacción largueros} =$	0.64	kN	
	(A.4.4)	$1.2 D + 1.5 W + 0.5 Lr \rightarrow Fx_{acción del viento} =$	3.71	kN	

Luego se calculan las solicitudes:

<u>Esfuerzos Normales</u>	<u>Esfuerzo de corte (V_{u,y})</u> :	<u>Momento flector (M_{u,x})</u> :
$N_{0-1} = 0.06 \text{ kN}$	$Q_{0-1} = 19.99 \text{ kN}$	$M_0 = 0.00 \text{ kNm}$
$N_{1-2} = 0.50 \text{ kN}$	$Q_{1-2} = 18.04 \text{ kN}$	$M_1 = 7.00 \text{ kNm}$
$N_{2-3} = 1.01 \text{ kN}$	$Q_{2-3} = 15.45 \text{ kN}$	$M_2 = 19.63 \text{ kNm}$
$N_{3-4} = 1.53 \text{ kN}$	$Q_{3-4} = 12.85 \text{ kN}$	$M_3 = 30.44 \text{ kNm}$
$N_{4-5} = 2.04 \text{ kN}$	$Q_{4-5} = 10.25 \text{ kN}$	$M_4 = 39.43 \text{ kNm}$
$N_{5-6} = 2.56 \text{ kN}$	$Q_{5-6} = 7.56 \text{ kN}$	$M_5 = 46.61 \text{ kNm}$
$N_{6-7} = 6.66 \text{ kN}$	$Q_{6-7} = -7.50 \text{ kN}$	$M_6 = 52.28 \text{ kNm}$
$N_{7-8} = 7.29 \text{ kN}$	$Q_{7-8} = -11.22 \text{ kN}$	$M_7 = 44.78 \text{ kNm}$
$N_{8-9} = 7.93 \text{ kN}$	$Q_{8-9} = -14.93 \text{ kN}$	$M_8 = 33.56 \text{ kNm}$
$N_{9-10} = 8.57 \text{ kN}$	$Q_{9-10} = -18.64 \text{ kN}$	$M_9 = 18.64 \text{ kNm}$
		$M_{10} = 0.00 \text{ kNm}$
$P_u = 8.57 \text{ kN}$	$V_{u,y} = 19.990 \text{ kN}$	$M_{u,x} = 52.28 \text{ kNm}$

Se predimensiona por pandeo alrededor del eje x-x, y se adopta un perfil IPN N° 200 con las siguientes características:



PNI N° 200
 Ag = 33.40 cm²
 Ix= 2140.0 cm⁴
 ly= 117.00 cm⁴
 Zx= 250.00 cm³
 Zy= 43.16 cm³
 Sx= 214.00 cm³
 Sy= 26.00 cm³
 b= bf = 9.00 cm
 t_f= 1.13 cm
 t_w= 0.75 cm
 d = h = 20.00 cm
 hw= 15.90 cm
 rx= 8.00 cm
 ry= 1.87 cm
 J= 11.20 cm⁴
 Lp = 86 cm
 Lr = 359.00 cm
 X1 = 24894 Mpa
 Peso = 26.20 Kg/m

Las verificaciones efectuadas, son las mismas que las realizadas para una correa de perfil laminado, en el ítem 4.6.1. Estas fueron:

- Resistencia de diseño a la flexión simple según ambos ejes (BC)
 - Resistencia de diseño al pandeo lateral torsional (BC)
 - Resistencia de diseño al corte (BC)
 - Verificación a flexión oblicua (BC)

En los anexos correspondientes a este capítulo, se encuentra la verificación detallada de este elemento.

4.11. Dimensionamiento de la columna

Se consideran los estados N3 y N5 por ser los más solicitados según valores ya calculados. Las cargas involucradas y la combinación de estados, son las siguientes:

Estado N3 (1,2 D+1,6 Lr)

Carga por correa

$$D = 0.220 \text{ KN/m}^2 \quad S = 4.50 \text{ m}$$

$$Lr = 0.960 \text{ KN/m}^2 \quad a = 1.20 \text{ m}$$

$$P_z^{\text{COR}} = 1,2 D + 1,6 Lr = -4.860 \text{ KN}$$

Características Geométricas

$$\alpha = 16.253^\circ$$

$$\operatorname{sen} \alpha = 0.28$$

$$\cos \alpha = 0.96$$

$$\beta = -18.428^\circ$$

$$\operatorname{sen} \beta = -0.32$$



$$\cos \beta = 0.95$$

Carga Cordon Superior (N₃)

$$\begin{aligned} P &= -8.99 \text{ kN} \\ P_z^{CS} &= -2.52 \text{ kN} \\ P_x^{CS} &= -8.63 \text{ kN} \end{aligned}$$

Carga Cordon Inferior (N₃)

$$\begin{aligned} P &= 180.33 \text{ kN} \\ P_z^{CI} &= 50.47 \text{ kN} \\ P_x^{CI} &= 173.12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Carga Diagonal (N₃)

$$\begin{aligned} P &= -102.77 \text{ kN} \\ P_z^D &= 32.49 \text{ kN} \\ P_x^D &= -97.50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Carga Largueros Laterales

$$\begin{aligned} 1,4 D &= -0.22 \text{ kN/m} \\ P_z^{LL} &= -0.99 \text{ kN} \\ P_x^{LL} &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

Estado N5" (0,9 D+1,5 W)

Carga por correa

$$\begin{aligned} D &= 0.22 \text{ kN/m}^2 \\ W &= -1.596 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 4.50 \text{ m} \\ a &= 1.20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_z^{COR} &= 0,9 D + 1,5 W = 5.67 \text{ kN} & \text{(Hacia arriba)} \\ P_x^{COR} &= 1,5 W = -1.81 \text{ kN} & \text{(Hacia la izq.)} \end{aligned}$$

Carga Cordon Superior (N_{5"})

$$\begin{aligned} P &= -1.99 \text{ Kg} \\ P_z^{CS} &= -0.56 \text{ Kg} \\ P_x^{CS} &= -1.91 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Carga Cordon Inferior (N_{5"})

$$\begin{aligned} P &= -217.72 \text{ Kg} \\ P_z^{CI} &= -60.94 \text{ Kg} \\ P_x^{CI} &= -209.02 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Carga Diagonal (N_{5"})

$$\begin{aligned} P &= 135.07 \text{ Kg} \\ P_z^D &= -42.70 \text{ Kg} \\ P_x^D &= 128.14 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Carga Largueros Laterales

$$\begin{aligned} 0,9 D &= -0.14 \text{ kg/m} \\ 1,5 W &= 2.06 \text{ kg/m} \\ P_z^{LL} &= -0.63 \text{ Kg} \\ P_x^{LL} &= 9.28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

En el anexo a este capítulo se adjunta el cálculo de solicitudes, considerando a la columna empotrada al suelo. Los valores críticos con los cuales se verificarán los perfiles adoptados, son los siguientes:

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 121 \text{ kN} \\ Q_{\max} &= 134 \text{ kN} \\ N_{\max} &= 74 \text{ kN} \\ N_{\min} &= -102 \text{ kN} \end{aligned}$$

El proceso nuevamente es iterativo, habiendo comenzado con dos perfiles UPN N°200, se llegó a adoptar 2 PNU N° 120, unidos por celosías (columna tipo IV) de PNL 2 1/2" x 3/16".

ADOPTO: Columna Grupo IV

$$\begin{aligned} H &= 4.75 \text{ m} \\ h &= 12 \text{ cm} \\ B &= 24 \text{ cm} \end{aligned}$$



Campos:
 $n = 10$
 $S_1 = 43.50 \text{ cm}$
 $L_D = 32.39 \text{ cm}$
 $\operatorname{tg}\alpha = 1.10$
 $\alpha = 48^\circ$

2 PNU Nº 120 Diagonales PNL2 1/2" x 3/16"

$h = 12 \text{ cm}$ $b = 6.35 \text{ cm}$
 $b = 5.5 \text{ cm}$ $t = 0.48 \text{ cm}$
 $tf = 0.90 \text{ cm}$ $Ag = 6 \text{ cm}^2$
 $hw = 8.2 \text{ cm}$ $r_{min} = 1.2 \text{ cm}$
 $t_w = 0.7 \text{ cm}$ $ey = 1.72 \text{ cm}$
 $Ag_1 = 17.0 \text{ cm}^2$
 $I_{x1} = 364 \text{ cm}^4$
 $S_{x1} = 60.7 \text{ cm}^3$
 $r_x = 4.62 \text{ cm}$
 $Z_x = 72.6 \text{ cm}^3$
 $I_y = 43.2 \text{ cm}^4$
 $S_y = 11.1 \text{ cm}^3$
 $r_y = 1.59 \text{ cm}$
 $Z_y = 21.27 \text{ cm}^3$
 $e_x = 1.6 \text{ cm}$
 $J = 3.84 \text{ cm}^3$
 $s = 20.8 \text{ cm}$

Verificación según eje x-x (Material)

Se considera articulado-empotrado, siendo $K_x = 0,70$

$$\lambda_x = K_x L_x / r_x = 71.97 < 200 \text{ BC}$$

Esbeltaez Adimensional

$$\lambda_c = (KL/\pi r) (f_y/E)^{1/2} = 0.79 < 1.5$$
$$F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) F_y = 182 \text{ Mpa}$$

Resistencia de diseño a compresión a pandeo flexional

$$\phi_c = 0.85$$
$$P_n = F_{cr} A_g (10^{-1}) = 617.24 \text{ KN}$$
$$P_D = \phi_c P_n = 524.66 \text{ KN} > 102 \text{ KN} \text{ BC}$$



Verificación eje -y-y (Inmaterial)

Se considera articulado-empotrado, siendo $K_y = 2$

$$\begin{aligned} k_y L_y = h - a/2 &= 9.5 \text{ m} \\ I_y = 2(I_1 + A g_1 (B/2 - e_x)^2) &= 3764 \text{ cm}^4 \\ r_y = (I_y/A g) &= 10.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_0 &= 2 \\ h &= 20.80 \text{ cm} \\ \lambda_1 = \pi^* (2 A g d^3 / (n_0 A d a h^2))^{1/2} &= 10 \end{aligned}$$

Esbeltez Modificada

$$\lambda_m = ((k_y L_y / r_y)^2 + \lambda_1^2)^{1/2} = 91 < 200 \text{ BC}$$

Determinación de la resistencia requerida:

$$\begin{aligned} P_{u1} &= P_u/n + M_s/n_1 h \\ M_s &= (P_u e_0 + M_u) / (1 - (P_u / P_{cm})) \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} n &= 2 \\ n_1 &= 1 \\ e_0 = k_y L_y / 500 &= 1.9 \text{ cm} \\ P_{cm} = E \pi^2 A g 10^{-1} / \lambda_m^2 &= 813 \text{ kN} \\ P_u = P_{ui}/2 &= 51 \text{ kN} \\ P_u e_0 &= 0.97 \text{ KNm} \\ P_u / P_{cm} &= 0.0625 \\ M_u &= 121 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_s &= (P_u e_0 + M_u) / (1 - (P_u / P_{cm})) = 130 \text{ KNm} \\ P_{u1} &= P_u/n + M_s/n_1 h = 653 \text{ KN} \end{aligned}$$

Resistencia de Diseño Local de la barra

$$\begin{aligned} \lambda_{c1} = (L_1 / r_1 \pi) (F_y / E)^{1/2} &= 0.30 < 1.5 \\ F_{cr} = (0.658 \lambda_{c1}^2) F_y &= 226.4 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia de diseño a compresión a pandeo flexional

$$\begin{aligned} \phi_c &= 0.85 \\ P_n = F_{cr} A g (10^{-1}) &= 769.75 \text{ KN} \\ P_d = \phi_c P_n &= 654.29 \text{ KN} > 653 \text{ KN} \text{ BC} \end{aligned}$$

4.12. Dimensionamiento de la base

a) Datos

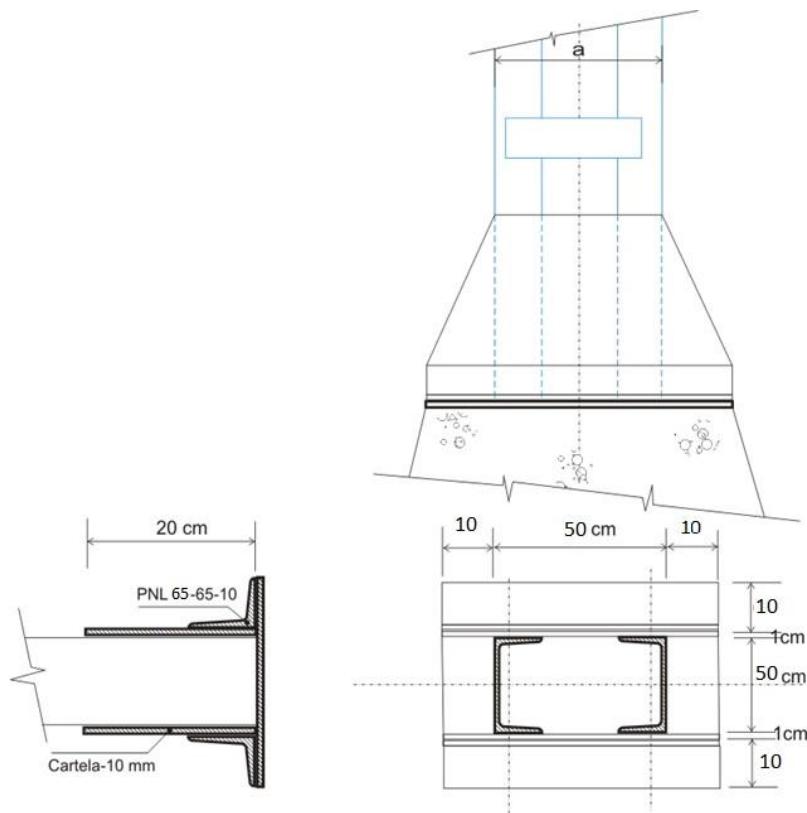
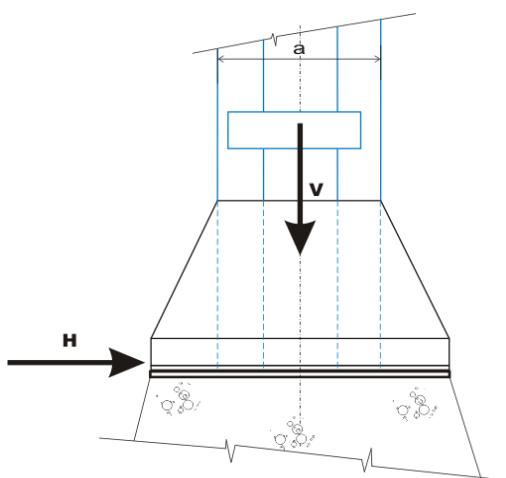
$$\begin{aligned} \text{Hormigón H25. } f_c &= 25 \text{ Mpa} \\ \text{Columna 2 PNI 120} &= 12 \text{ cm} \\ a &= 24 \text{ cm} \end{aligned}$$

Solicitaciones de la columna:

Estado N3 (1,2 D+1,6 Lr)
N = 70,65 KN hacia arriba
H = 27,33 KN
M = 188,36 kNm

Estado N5" (0,9 D+1,5 Lr)
N = 101,68 KN hacia abajo
H = 15,42 KN
M = 108,21 kN

b) Diseño del apoyo





Verificamos la tensión en el Hº de zona encerrada por perfiles.

Resistencia al aplastamiento del Hormigón

$$f'H^o = 0,60 \quad 0,85 \quad f'c = 12,75 \text{ Mpa} = 1,275 \text{ KN/cm}^2$$

$$A1 = 12\text{cm} \cdot 24\text{cm} = 288 \text{ cm}^2$$

$$freq = N/A1 = 0,245 \text{ KN/cm}^2 < 1,275 \text{ KN/cm}^2 \text{ BC}$$

c) Cálculo de placa inferior o de asiento

Se propone una placa de:

$$a = 40 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta angulares de 64x64x10 y cartela de 10 mm

$$q = 0,044 \text{ KN/cm}^2$$

Placa de Acero F24 $Fy = 235 \text{ Mpa}$
 $M_{máx} = \frac{q l^2}{2} = 0,022 \text{ KNcm}$

$$Mu = \phi b Sx Fy = \phi b (b hp^2/6) Fy$$
$$b = 1 \text{ cm}$$
$$\phi b = 0,9$$

→ Despejando hp

$$hp = \sqrt{(6 Mu / \phi b b Fy)} = 0,79 \text{ cm}$$

Por recomendaciones constructivas:

$$\text{Zonas voladizos: } t > l/10 = 1 \text{ cm}$$

Adopto Chapa de 1"

$$\rightarrow tch = 2,54 \text{ cm}$$

CARTELÁ: Se determina en base a disposiciones constructivas, porque el área ya verifica.
Se adopta una altura h = 20cm.

d) Cálculo de pernos de anclaje

Se debe considerar la situación más desfavorable, que es el caso de N = 70,65 KN hacia arriba (Estado N5).

$$Pd = 0,90 \times Fy \times Ag \times (10^{-1}) = 70,65 \text{ KN}$$



$$Agnec = \frac{70,65 \times 10}{2 \times 0,90 \times 235} = 1.67 \text{ cm}^2$$

➔ Se adoptan 2020

e) Longitud de anclaje

El CIRSOC 201-2005, artículo 12.2.3, indica la siguiente expresión general:

$$\frac{\ell_d}{d_b} = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\Psi_t \cdot \Psi_e \cdot \Psi_s \cdot \lambda}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)}$$

$$l_d = 846 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$$

Se adopta $l_d = 90 \text{ cm}$



CAPÍTULO 5

DIMENSIONAMIENTO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

5.1. Introducción

Se adopta pavimento rígido de hormigón, simple y con barras pasadores, para el área de circulación de colectivos y las dársenas.

El diseño se realizará en base al tipo de vehículo que se prevé circulara por la terminal, el cual es un colectivo tipo. Se tomará en cuenta la cantidad de colectivos que circulan a lo largo del día (TMDA).

El método del PCA basa su análisis en la verificación estructural del pavimento bajo dos criterios: el de falla por fatiga, y el de pérdida de soporte por erosión. El criterio de fatiga es el que permite mantener los esfuerzos del pavimento, producidos por la acción repetitiva de cargas, dentro de los límites de seguridad y previniendo el agrietamiento del hormigón. En tanto que el criterio de erosión, se ocupa de limitar los efectos de la deflexión del pavimento en bordes, juntas y esquinas de las losas, controlando así la erosión de los materiales de las capas inferiores.

Los factores principales que afectan a la estructura de una calzada rígida son:

- Variación de temperatura y humedad: Los primeros esfuerzos son provocados por la contracción restringida y luego cuando el pavimento este sujeto a uso de transito aparecen los esfuerzos provocados por el alabeo restringido, debidos a gradientes de temperatura y humedad. Los efectos de la contracción restringida podrían controlarse con la colocación de suficientes juntas transversales de contracción.
- Cargas de diseño, tránsito actual y futuro: originan tensiones de flexión, que se distribuyen en una gran área debido a la elevada rigidez del hormigón. Por lo que transmiten bajas reacciones a la subrasante, siendo el módulo de reacción de la subrasante (k , $kg/cm^2 \times cm$ o MPa/m) un factor de proporcionalidad directa entre las deformaciones que provoca a la subrasante y su reacción
- Subrasante, según condiciones y características: A pesar de que, a los efectos estructurales, es suficiente con la subrasante como soporte del pavimento, suele interponerse una sub-base para prevenir el bombeo, reducir los efectos provocados por los cambios volumétricos de los suelos, mejorar las condiciones de drenaje de la subrasante, proveer una superficie estable, que mejore la calidad del pavimento y facilite su construcción y controlar los efectos de las heladas.

5.2. Factores de diseño

Es necesario conocer las condiciones del lugar para escoger el tipo de pavimento que se va a construir, así como las características de la subbase y tipo de hormigón a utilizar, considerando su resistencia a la flexión.

5.2.1 Resistencia a la flexión del hormigón

Este valor se utiliza en el diseño, bajo el criterio de la fatiga que sufren los materiales por el paso de las cargas impuestas por los vehículos pesados, que tienden a producir agrietamiento en el pavimento. La deformación que se produce en el pavimento por efecto de las cargas, hace que las losas estén sometidas a esfuerzos de tensión y compresión. Por lo que la propiedad a tener en cuenta es el módulo de rotura a flexión (MR)

Se adopta hormigón simple H-30, con un valor medio de rotura del hormigón, ensayado a los 28 días, de $\sigma_f = 50 \text{ kg/cm}^2 = 5,0 \text{ MPa}$

5.2.2 Módulo de reacción de la subrasante

Se determina a través del ensayo del plato de carga, pero debido a su elevado costo y tiempo de ejecución, generalmente se lo estima por correlación con ensayos más simples, como el de valor soporte CBR, o con correlaciones según el tipo de suelo, ya que no es estrictamente necesario un valor exacto de "k", porque variaciones mayores de este no afectan los espesores de diseño.

El suelo de fundación lo constituye arena refulada (SP), de gran espesor, por lo que se adopta un valor de $k = 55 \text{ MPa/m}$ (Fig. 5.1)

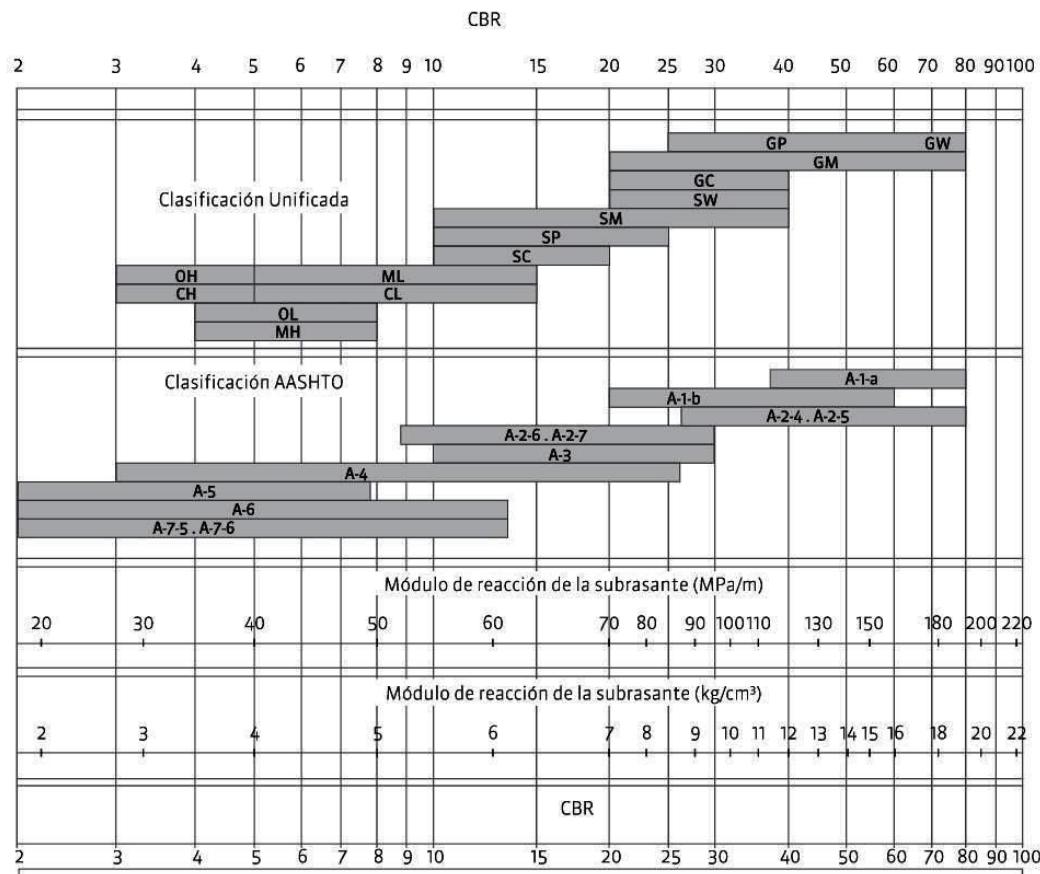


Fig. 5.1: Valores típicos de CBR y MR para distintos tipos de suelos (no tratados) a emplear en bases o subbases. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

5.2.3. Periodo de diseño

Se considera como el período de análisis del tránsito, ya que es difícil hacer la predicción del tránsito con suficiente aproximación para un largo tiempo. Para un pavimento rígido se considera adecuado tomar 20 años como período de diseño.

5.2.4. Tránsito

Las características principales de tránsito que se relacionan con el diseño de pavimentos rígidos son el número de pasadas de ejes y la importancia de las cargas. Las cargas más pesadas por eje que se esperan durante el período de diseño, son las que definen los esfuerzos a los que va a estar sometido dicho pavimento.

De acuerdo a la Fig. 5.2, la hora pico se da entre las 6 y 7 de la mañana, periodo en cual circulan, entre el transporte urbano e interurbano, 53 colectivos; y, el periodo de menor circulación es entre las 1 a 2 de la mañana, con 3 vehículos. El TMD es igual a 690 v/d, para un día de operación normal. El servicio se brinda todos los días de la semana. Esto surge de datos relevados en campo y los proporcionados por el Municipio de Corrientes.

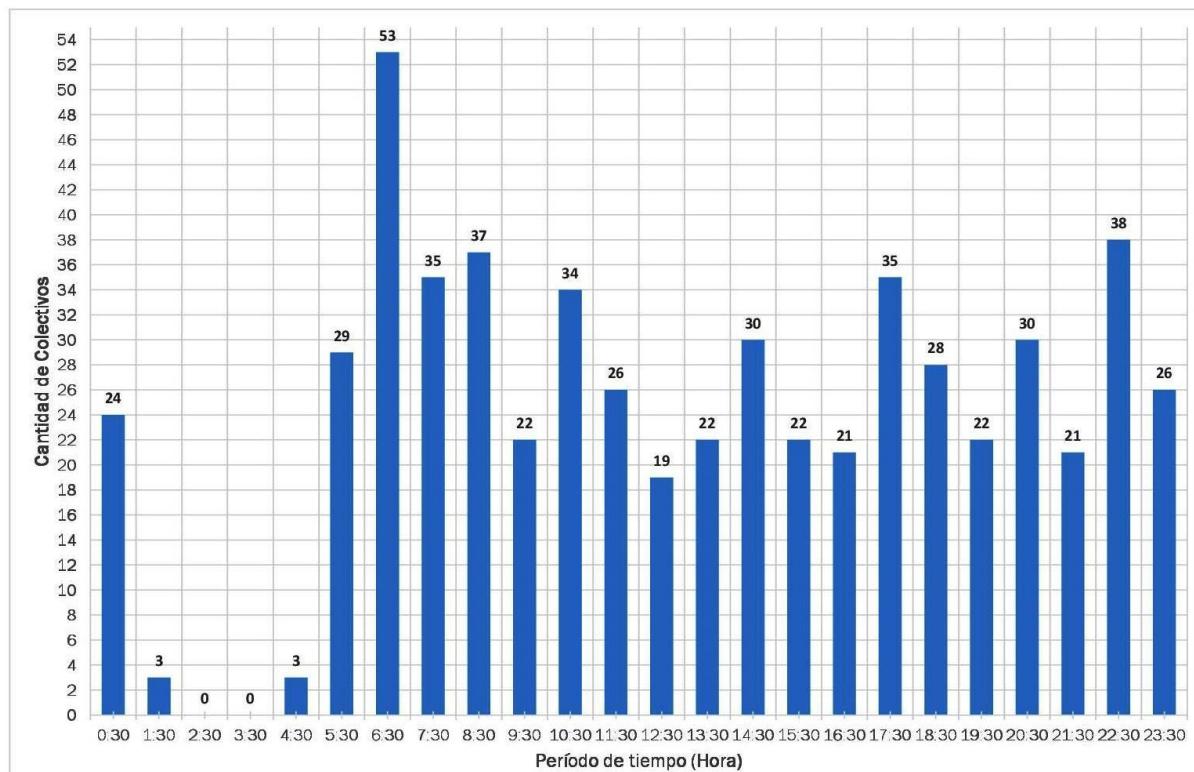


Fig. 5.2: Distribución, por horas, de la cantidad de colectivos (urbanos e interurbanos), que circulan actualmente. Elaboración propia.

La vida útil del pavimento es de 20 años, y la tasa de crecimiento, la sugerida por vialidad nacional, del 3% anual; además, se considera que la obra será inaugurada en 2021, por lo que el TMA de diseño es el correspondiente al año 2041.

$$TMDA_{2041} = 690(1+0,03)^{22} = 1322 \text{ v/d}$$

En cuanto a: el tránsito derivado (el que deja de usar otras alternativas, debido a la obra nueva), el transito inducido (debido a la mejora introducida con el proyecto) y el tránsito generado (también surge por las mejoras motivadas por la obra), se consideran nulos para este tipo de obra.

En el método de diseño del PCA, se puede analizar el tránsito de acuerdo a si se trata de un solo tipo de vehículo o si se trata de transito mixto. En el caso de la terminal de transferencia, se tiene dos tipos de vehículos (Fig. 5.3).

Uno de ellos consta de dos ejes simples, siendo la mayoría de las unidades de este tipo. El segundo, es el colectivo articulado, con tres ejes simples. Son dos unidades articuladas, de un eje simple y dos dobles, con capacidad para 75 pasajeros. No se espera ni está permitido el tráfico, a través de la terminal, de servicios particulares de traslados de pasajeros (combis), tampoco van a circulares colectivos de dos pisos

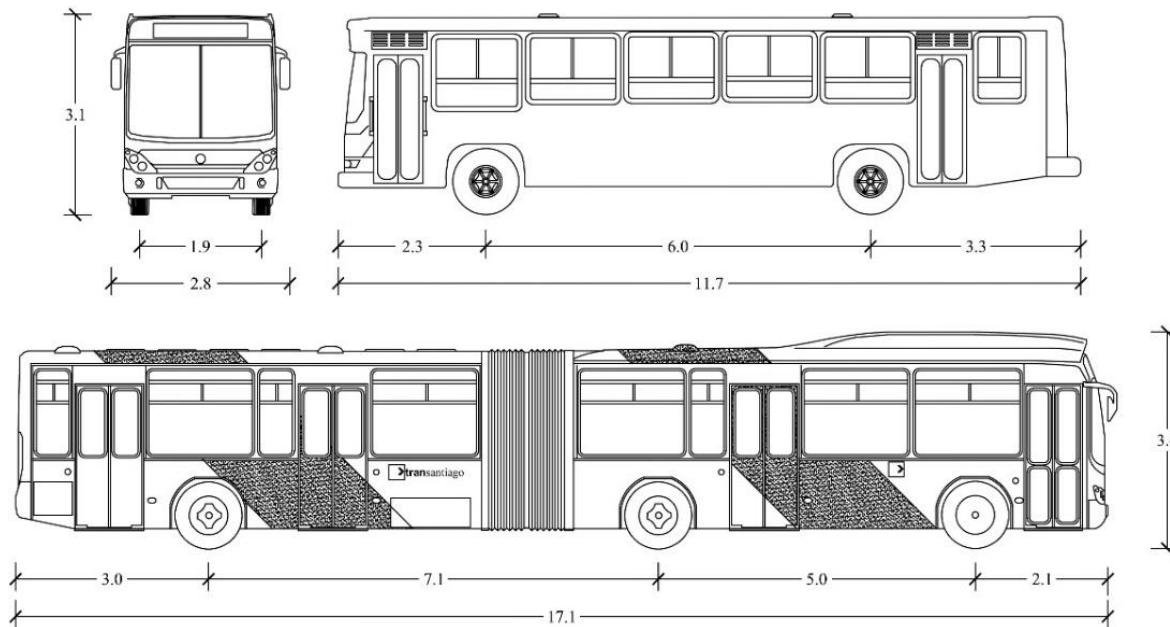


Fig. 5.3: Esquema y dimensiones de diferentes ómnibus tipo

Composición del tránsito:

La Ley de tránsito (Ley N.º 24449) establece, para los vehículos de transporte que circulen en la Argentina, las dimensiones, peso total permitido y carga máxima por eje (Fig. 5.4):

- **S1:** Ejes con ruedas individuales. Eje simple, 2 neumáticos por eje: 6 t
- **D1:** Eje simple con rodados dobles, 4 neumáticos por eje: 10,5 t
- **S2:** Dos ejes con rodados individuales
- **D2:** Dos ejes con rodados dobles
- **D3:** Tres ejes con rodados dobles

Tipo de vehículo	Configuración de ejes	Dimensiones máx.			Peso máx. (Bruto)
		Largo	Ancho	Alto	
	S-1 D-1	13,20	2,60	4,10	16,50
	S-1 D-2	13,20	2,60	4,10	24,00
	S-1 D-3	13,20	2,60	4,10	30,00
	S-2 D-2	13,20	2,60	4,10	28,00
	S-1 D-1 D-1	18,60	2,60	4,10	27,00
	S-1 D-1 D-2	18,60	2,60	4,10	34,50
	S-1 D-1 D-3	18,60	2,60	4,10	42,00
	S-1 D-2 D-2	18,60	2,60	4,10	42,00
	S-1 D-2 D-1 D-1	Tot.= 18,60 Dist. e/ejes de acop. > 2,40	2,60	4,10	45,00
	S-1 D-2 M-3		2,60	4,10	45,00
	S-1 D-2 D o SA-3	18,60	2,60	4,10	45,00
	S-1 D-1 D-1 D-1 D-1	18,60	2,60	4,10	45,00
	S-1 D-1 D-1 D-1 D-1	Tot.= 20,00	2,60	4,10	37,50
	S-1 D-1 D-1 D-2		2,60	4,10	45,00
	S-1 D-2 D-1 D-1	Tot.= 20,00	2,60	4,10	45,00
	S-1 D-2 D-1 D-2		2,60	4,10	45,00
	S-1 D-1 D-1 D-1 D-1	Tot.= 20,50	2,60	4,10	45,00

Fig. 5.4: Configuraciones de ejes usuales de vehículos pesados, con sus pesos y dimensiones máximas.

Fuente: Manual de pavimentos urbanos de hormigón. ICPA. 2016

Pesos máximos permitidos:

Por eje simple:

- Con ruedas individuales: 6 toneladas;
- Con rodado doble: 10,5 toneladas;

Por conjunto (tándem) doble de ejes:

- Con ruedas individuales: 10 toneladas;
- Ambos con rodado doble: 18 toneladas;

Por conjunto (tándem) triple de ejes con rodado doble: 25,5 toneladas

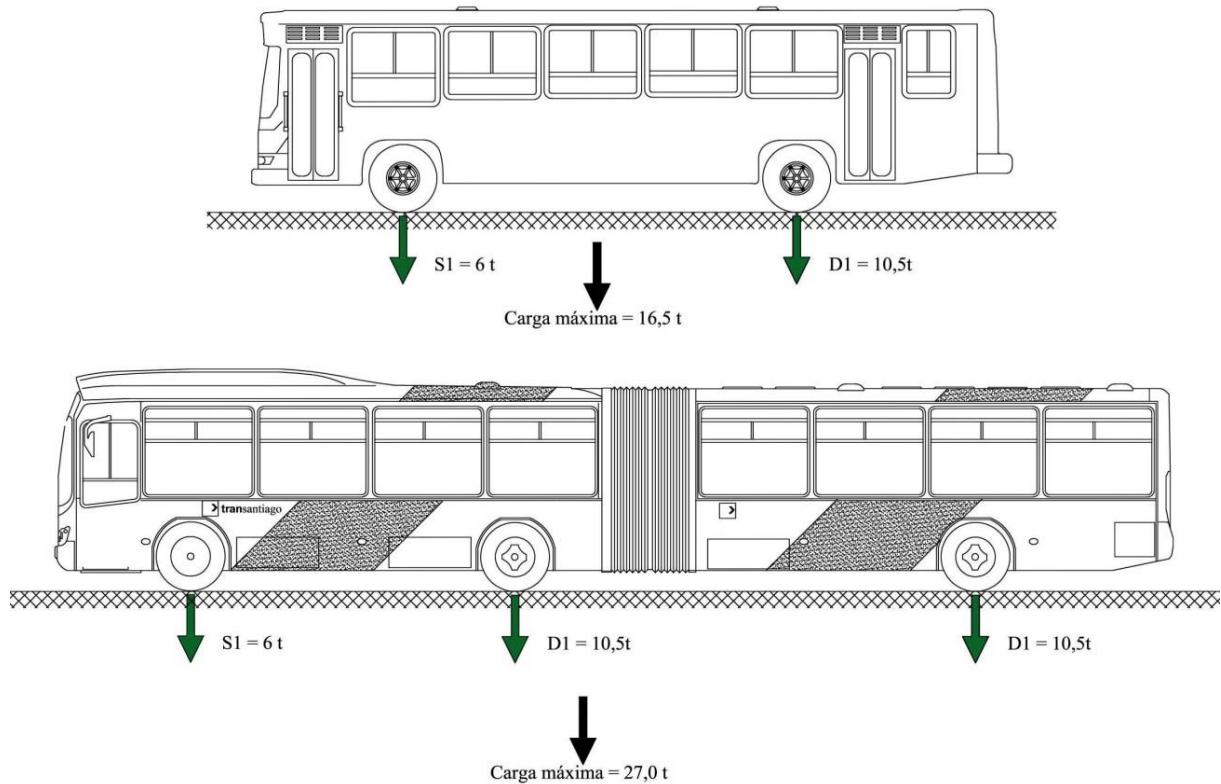


Fig. 5.5: carga máxima permitida para los vehículos de diseño

Del análisis de los vehículos que circularán, y de sus frecuencias, se deduce que la mayor cantidad de vehículos lo constituye el ómnibus y en menor medida el colectivo articulado, para ambos casos, la carga máxima por eje simple de rueda doble es de 10,5 t = 103 KN (Fig. 5.5)

Factor de seguridad de cargas

El método de diseño del PCA exige que las cargas reales esperadas se multipliquen por factores de seguridad de carga (Fsc), cuyo valor depende de:

- Para pavimentos de rutas sometidas a tránsito pesado y frecuente, como el de las rutas nacionales y provinciales importantes y calles municipales de tránsito general, $Fsc = 1,2$.
- Para caminos con tránsito de peso y frecuencias medias y calles municipales arteriales. Tránsito pesado reducido, $Fsc = 1,1$.
- para caminos y calles de tránsito liviano y residencial. Tránsito pesado muy reducido, $Fsc = 1,0$

En el caso de la terminal de transferencia, si bien no se espera tránsito excesivamente pesado, éste es moderado; y, además, ininterrumpido, por lo cual se adopta $Fsc = 1,2$.

5.3. Base

Si se tiene una sub-base de buena calidad, el método del PCA no exige la construcción de una base, a menos que, se encuentre prevista la circulación de vehículos pesados. Además, previene la erosión por bombeo. El ICPA, establece que, debe incorporarse en

forma obligatoria en aquellos casos en los que se prevé la circulación de más de 100 vehículos pesados por día.

Los tres tipos más difundidos son las granulares o no tratadas, las tratadas con cemento o con hormigón pobre, y las tratadas con asfalto. se construye casi siempre con materiales tratados con cemento. El manual del ICPA considera que no es necesario ni económicamente conveniente emplear espesores superiores a los 15 cm por lo que recomienda la siguiente tabla que en función de la cantidad de vehículos pesados previstos y define el tipo de suelo a emplear, así como su espesor. (Tabla 5.1)

Tabla 5.1: Tipos de suelos recomendados en función del volumen de tránsito pesado. Manual de pavimentos urbanos de hormigón. ICPA. 2016

Cantidad de Vehículos Pesados	Tipo de Suelo recomendado	Espesor
>400	A1, A2-4, A2-5 y A3	Entre 10 y 15 cm
< 400	Ídem más A-4 y A-5	Entre 10 y 15 cm

El tipo de suelo que se dispone en el lugar es arena refulada, clasificada según H.R.B como A3. Se adopta entonces una base de suelo-arena estabilizado con cemento, con un espesor de 15 cm.

La incorporación de la base, implica un aumento de la capacidad soporte del pavimento en su conjunto, lo que se tiene en cuenta a través del módulo de reacción de la subrasante combinado k_{COMB} (Tabla. 5.2)

Tabla 5.2: valores típicos del módulo combinado de la subrasante-base para bases tratadas con cemento. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

Espesor de la base → $k_{subrasante}$ [MPa/m] ↓	100 mm	150 mm	225 mm	300 mm
20	60	80	105	135
40	100	130	185	230
60	140	190	245	—

El espesor, adoptado, de la base de suelo-arena tratada con cemento es de 15 cm y para la subrasante el MR es igual a 55 MPa/m, por lo que, de acuerdo a la Tabla 4.2, resulta $k_{COMB} = 175$ MPa/m (interpolado linealmente)

5.4. Cálculo del espesor del pavimento

Se procede a adoptar un espesor del pavimento y a verificar que cumpla con las condiciones de daños por fatiga y erosión, causados por el tránsito y para las condiciones del proyecto.

Las características del pavimento adoptado son:

- juntas con pasadores
- sin banquina de hormigón



- módulo de rotura, $MR = 5,0 \text{ MPa}$
- módulo de reacción combinado $k_{COMB} = 175 \text{ MPa/m}$
- factor de seguridad de cargas, $F_{SC} = 2$
- Carga máxima por eje = 10,5 t
- Espesor de losa adoptado = 20 cm

Actualmente circulan 680 v/d, de los cuales, 110 v/d corresponden al transporte interurbano, que es el que cuenta con 2 unidades articuladas, incluidas dentro de las 13 que cuenta en total. El transito proyectado es de 1322 v/d, y suponiendo que se mantienen las cantidades de vehículos articulados. (Tabla 5.3 y Tabla 5.4)

Tabla 5.3: distribución del transito

		2019	2041
Transporte urbano		580	1127
Transporte interurbano	unidades simples S1 – D1	93	165
	unidades articuladas: S1 – D1 – D1	17	30
Total		680	1322

Se confecciona la Tabla N° 5.4. de repeticiones de cargas.

Tabla 5.4: Repeticiones esperadas de cargas, según vehículos tipo

	Repeticiones por día	Repeticiones por año	Repeticiones durante la vida útil
unidades simples	1292	471580	9431600
unidades articuladas	30	10950	219000
Total	1322	482530	9650600

5.5. Procedimiento de verificación – método gráfico

Luego de analizar los distintos factores involucrados en el diseño, el procedimiento requiere, en primera instancia, la definición de un espesor de losa de prueba, para el cual se calculan los daños por fatiga y erosión causados por el tránsito y para las condiciones de proyecto analizadas.

Tabla 5.5: Planilla de cálculo para la verificación del espesor adoptado. Elaboración propia

Proyecto:	Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes					
Espesor estimado:	20 cm					
K_{COMB} :	175 Mpa/m					
MR:	50 Mpa					
F_{SC} :	1,2					
Juntas con pasadores	Si					
Banquina de hormigón	No					
Periodo de diseño:	20 años					
1	2	3	4	5	6	7
Carga por eje (t)	Carga mayorada (t)	Repeticiones esperadas	Análisis por fatiga		Análisis por erosión	
			Repeticiones admisibles	% de fatiga	Repeticiones admisibles	% de daño
Tensión equivalente = 1,37			F.R.T = 0,27		Factor de erosión = 2,78	
10,5	12,6	9650600	ilimitadas	0	1700000	567,7

Se completan los datos de diseño para el espesor de prueba, el k combinado, el módulo de rotura a flexión, el factor de seguridad de cargas, la transferencia de carga en Juntas y bordes, y el período de diseño (Tabla N° 5.5). Se llena la columna 1 con la distribución de cargas y la columna 3 con las repeticiones esperadas en el carril de diseño durante todo el período de análisis. Se multiplica la columna 1 por el Factor de Seguridad de cargas y se completa la columna 2.

5.6. Análisis por fatiga

Con el espesor de prueba, para la verificación, de 20 cm, el valor k combinado subrasante-base y dependiendo del empleo o no de banquinas de hormigón, se determina, mediante la Tabla 5.6, la tensión equivalente para cada tipo de eje. El primer valor corresponde a ejes simples, por lo que es el utilizado. El segundo y tercero, separados por barras, corresponden a ejes tandem y triples, respectivamente.

Tabla 5.6: Tensión equivalente para E = 20 cm. Sin banquina de hormigón.

Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

Espesor de la losa (mm)	k subrasante-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	5,42 / 4,39 / 3,36	4,75 / 3,83 / 3,10	4,38 / 3,59 / 3,02	4,13 / 3,44 / 2,98	3,66 / 3,22 / 2,94	3,45 / 3,15 / 2,93
110	4,74 / 3,88 / 2,92	4,16 / 3,35 / 2,64	3,85 / 3,12 / 2,55	3,63 / 2,97 / 2,50	3,23 / 2,76 / 2,45	3,06 / 2,68 / 2,44
120	4,19 / 3,47 / 2,60	3,69 / 2,98 / 2,30	3,41 / 2,75 / 2,20	3,23 / 2,62 / 2,14	2,88 / 2,40 / 2,08	2,73 / 2,33 / 2,07
130	3,75 / 3,14 / 2,35	3,30 / 2,68 / 2,04	3,06 / 2,46 / 1,93	2,89 / 2,33 / 1,87	2,59 / 2,13 / 1,80	2,46 / 2,05 / 1,78
140	3,37 / 2,87 / 2,15	2,97 / 2,43 / 1,83	2,76 / 2,23 / 1,72	2,61 / 2,10 / 1,65	2,34 / 1,90 / 1,58	2,23 / 1,83 / 1,55
150	3,06 / 2,64 / 1,99	2,70 / 2,23 / 1,67	2,51 / 2,04 / 1,55	2,37 / 1,92 / 1,48	2,13 / 1,72 / 1,40	2,03 / 1,65 / 1,37
160	2,79 / 2,45 / 1,85	2,47 / 2,06 / 1,54	2,29 / 1,87 / 1,41	2,17 / 1,76 / 1,34	1,95 / 1,57 / 1,25	1,86 / 1,50 / 1,23
170	2,56 / 2,28 / 1,73	2,26 / 1,91 / 1,43	2,10 / 1,74 / 1,30	1,99 / 1,63 / 1,23	1,80 / 1,45 / 1,14	1,71 / 1,38 / 1,11
180	2,37 / 2,14 / 1,62	2,09 / 1,79 / 1,34	1,94 / 1,62 / 1,21	1,84 / 1,51 / 1,14	1,66 / 1,34 / 1,04	1,58 / 1,27 / 1,01
190	2,19 / 2,01 / 1,53	1,94 / 1,67 / 1,26	1,80 / 1,51 / 1,13	1,71 / 1,41 / 1,06	1,54 / 1,25 / 0,96	1,47 / 1,18 / 0,92
200	2,04 / 1,90 / 1,45	1,80 / 1,58 / 1,19	1,67 / 1,42 / 1,07	1,59 / 1,33 / 0,99	1,43 / 1,17 / 0,89	1,37 / 1,11 / 0,85
210	1,91 / 1,79 / 1,37	1,68 / 1,49 / 1,13	1,56 / 1,34 / 1,01	1,48 / 1,25 / 0,93	1,34 / 1,10 / 0,83	1,28 / 1,04 / 0,79
220	1,79 / 1,70 / 1,30	1,57 / 1,41 / 1,07	1,46 / 1,27 / 0,95	1,39 / 1,18 / 0,88	1,26 / 1,03 / 0,78	1,20 / 0,98 / 0,74
230	1,68 / 1,62 / 1,24	1,48 / 1,34 / 1,02	1,38 / 1,21 / 0,91	1,31 / 1,12 / 0,84	1,18 / 0,98 / 0,73	1,13 / 0,92 / 0,70
240	1,58 / 1,55 / 1,18	1,39 / 1,28 / 0,97	1,30 / 1,15 / 0,87	1,23 / 1,06 / 0,80	1,11 / 0,93 / 0,69	1,06 / 0,87 / 0,66
250	1,49 / 1,48 / 1,13	1,32 / 1,22 / 0,93	1,22 / 1,09 / 0,83	1,16 / 1,01 / 0,76	1,05 / 0,88 / 0,66	1,00 / 0,83 / 0,62
260	1,41 / 1,41 / 1,07	1,25 / 1,17 / 0,89	1,16 / 1,05 / 0,79	1,10 / 0,97 / 0,73	0,99 / 0,84 / 0,63	0,95 / 0,79 / 0,59
270	1,34 / 1,36 / 1,02	1,18 / 1,12 / 0,86	1,10 / 1,00 / 0,76	1,04 / 0,93 / 0,70	0,94 / 0,80 / 0,60	0,90 / 0,75 / 0,57

Se divide la tensión equivalente por el módulo de rotura del hormigón, para obtener los factores de relación de tensiones para cada tipo de eje. Mediante el empleo de la Figura 4.6 se determina, el número de repeticiones permitidas por fatiga, en función del factor de relación de tensiones y se completa la columna 4 (Tabla 4.5)

Se divide la cantidad de repeticiones esperadas (columna 3) con las permitidas (columna 4). La relación entre ellas se computa como el porcentaje de daño por fatiga para cada carga de cada tipo de eje y se agrega en la columna 5. Finalmente se suman dichos porcentajes para hallar el daño total por fatiga de ejes simples, dobles y triples y la fatiga total de la verificación.

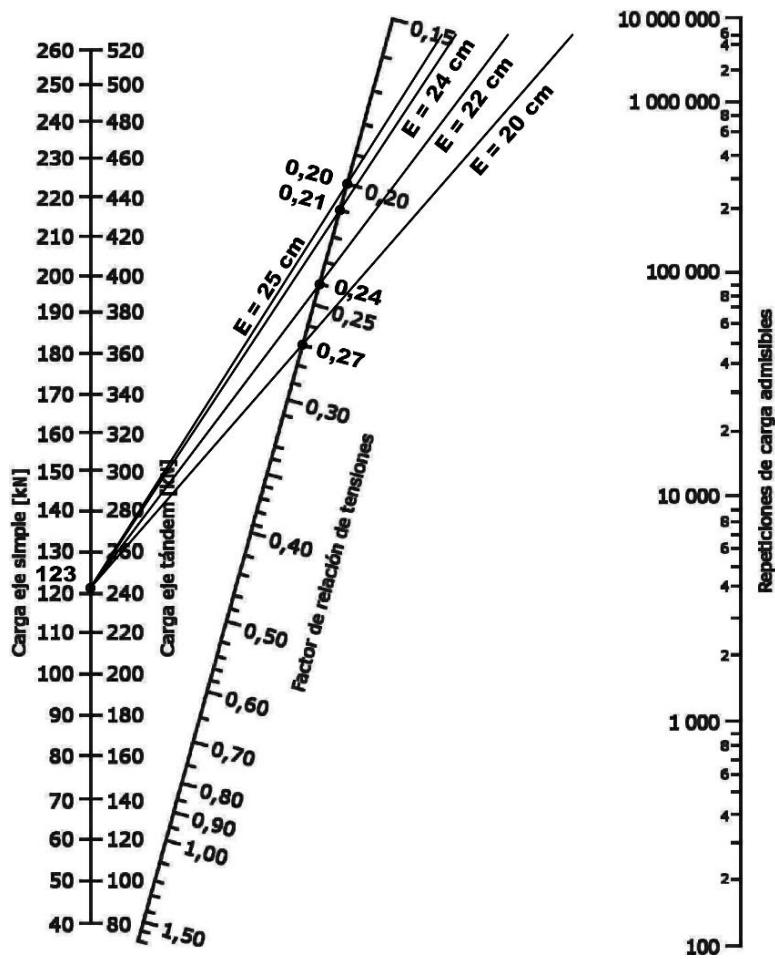


Fig. 4.6: Análisis por fatiga, repeticiones admisibles. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

5.7. Análisis por erosión

En función del mecanismo de transferencia de carga en juntas transversales y bordes de calzada se emplea la Tabla 5.7 para determinar, en función del espesor de la losa y el valor k combinado, el factor de erosión para ejes dobles.

Mediante el empleo de la Figura, 5.7, se determina, según el tipo de eje y cada carga mayorada (columna 2), el número de repeticiones permitidas por erosión, en función del factor de erosión, y se completa la columna 6.

Se divide la cantidad de repeticiones esperadas (columna 3) con las permitidas (columna 6). La relación entre ellas se computa como el porcentaje de daño por erosión para cada carga de cada tipo de eje y se agrega en la columna 7. Finalmente se suman dichos porcentajes para hallar el daño total por erosión de ejes simples, dobles y triples, y el daño por erosión total de la verificación.

Es recomendable, para un correcto dimensionamiento, que el porcentaje de daño este entre el 90% y 100%. En este caso, se inició el cálculo con un espesor supuesto de 20 cm, el cual dio como resultado un pavimento subdimensionado, por lo que se procedió con otros valores del espesor (Tabla 5.8). Se adopta un espesor del pavimento igual a 24 cm.

Tabla 5.7: Factor de erosión para $E = 20$ cm. Pavimento con pasadores y sin banquina de hormigón. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

Espesor de la losa (mm)	k subrasante-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3,76/3,80/3,86	3,75/3,79/3,80	3,74/3,77/3,75	3,74/3,76/3,71	3,72/3,72/3,62	3,70/3,70/3,56
110	3,63/3,71/3,76	3,62/3,67/3,69	3,61/3,65/3,65	3,61/3,63/3,62	3,59/3,60/3,53	3,58/3,58/3,48
120	3,52/3,61/3,68	3,50/3,56/3,60	3,49/3,54/3,56	3,49/3,52/3,52	3,47/3,49/3,45	3,46/3,47/3,40
130	3,74/3,52/3,60	3,39/3,47/3,51	3,39/3,44/3,47	3,38/3,43/3,44	3,37/3,39/3,37	3,35/3,37/3,33
140	3,31/3,43/3,53	3,30/3,38/3,43	3,29/3,35/3,39	3,28/3,33/3,36	3,27/3,30/3,29	3,26/3,28/3,26
150	3,22/3,36/3,47	3,21/3,30/3,36	3,20/3,27/3,31	3,19/3,25/3,28	3,17/3,21/3,22	3,16/3,19/3,19
160	3,14/3,28/3,41	3,12/3,22/3,30	3,11/3,19/3,25	3,10/3,17/3,21	3,09/3,13/3,15	3,08/3,12/3,12
170	3,06/3,22/3,35	3,04/3,15/3,24	3,03/3,12/3,19	3,02/3,10/3,15	3,01/3,06/3,08	3,00/3,04/3,05
180	2,99/3,16/3,30	2,97/3,09/3,19	2,96/3,06/3,13	2,95/3,03/3,09	2,93/2,99/3,02	2,92/2,97/2,99
190	2,92/3,10/3,25	2,90/3,03/3,14	2,88/2,99/3,08	2,88/2,97/3,04	2,86/2,93/2,96	2,85/2,91/2,93
200	2,85/3,05/3,21	2,83/2,97/3,09	2,82/2,94/3,03	2,81/2,91/2,99	2,79/2,87/2,91	2,78/2,85/2,88
210	2,79/2,99/3,16	2,77/2,92/3,05	2,75/2,88/2,99	2,75/2,86/2,94	2,73/2,81/2,86	2,72/2,79/2,83
220	2,73/2,95/3,12	2,71/2,87/3,01	2,69/2,83/2,94	2,69/2,80/2,90	2,67/2,76/2,82	2,66/2,73/2,78
230	2,67/2,90/3,08	2,65/2,82/2,97	2,64/2,78/2,90	2,63/2,75/2,86	2,61/2,70/2,77	2,60/2,68/2,74
240	2,62/2,86/3,05	2,60/2,78/2,93	2,58/2,73/2,86	2,57/2,71/2,82	2,55/2,66/2,73	2,54/2,63/2,69
250	2,57/2,80/3,01	2,54/2,73/2,89	2,53/2,69/2,83	2,52/2,66/2,78	2,50/2,61/2,69	2,49/2,59/2,65
260	2,52/2,78/2,98	2,49/2,69/2,86	2,48/2,65/2,79	2,47/2,62/2,74	2,45/2,56/2,66	2,44/2,54/2,62
270	2,47/2,74/2,94	2,44/2,65/2,82	2,43/2,61/2,76	2,42/2,58/2,71	2,40/2,52/2,62	2,39/2,50/2,58

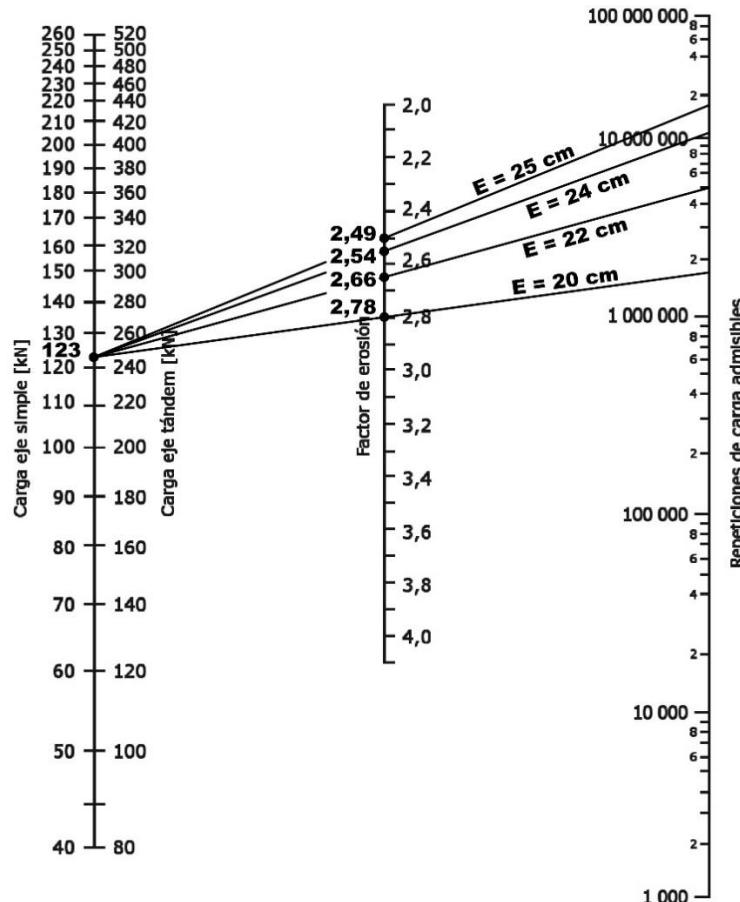


Fig. 5.7: Análisis por erosión, repeticiones admisibles. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014



Tabla 5.8: planilla de cálculo, método PCA, verificación por fatiga y erosión, para diferentes espesores

<p>Proyecto: Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes</p> <p>K_{COMB}: 175 Mpa/m</p> <p>MR: 5 Mpa</p> <p>F_{SC}: 1,2</p> <p>Juntas con pasadores Si</p> <p>Banquina de hormigón No</p> <p>Periodo de diseño: 20 años</p>							
Espesor	Carga por eje (t)	Carga mayorada (t)	Repeticiones esperadas	Analisis por fatiga		Analisis por erosión	
				Repeticiones admisibles	% de fatiga	Repeticiones admisibles	% de daño
20 cm	10.5	12.6	9650600	Tension equivalente F.R.T	1,37 0,27	Factor de erosión	2,78
				ilimitadas	0	ilimitadas	0
22 cm	10.5	12.6	9650600	Tension equivalente F.R.T	1,20 0,24	Factor de erosión	2,66
				ilimitadas		3000000	32.2%
24 cm	10.5	12.6	9650600	Tension equivalente F.R.T	1,06 0,21	Factor de erosión	2,54
				ilimitadas	0	10000000	96.5%
25 cm	10.5	12.6	9650600	Tension equivalente F.R.T	1,00 0,20	Factor de erosión	2,49
				ilimitadas	0	3000000	322%

Como se observa en la Tabla 5.8, el criterio predominante es el de erosión. Finalmente, se adopta un espesor de 24 cm

5.8. Dimensionamiento de las juntas

Las juntas delimitan el tamaño de las losas, contribuyen en el proceso de transferencia de carga, permiten el movimiento relativo de las losas, y facilitan la división y sectorización de la construcción. Asimismo, permiten controlar la formación de fisuras intermedias, tanto a edad temprana como en servicio.

Se adoptan los siguientes tipos de juntas:

- Juntas transversales de contracción: controlan la formación de fisuras intermedias en las losas en el momento de construcción y en la puesta en servicio. Se materializan a través del aserrado, a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa. Para mejorar la eficiencia en la transferencia de cargas, se adopta la incorporación de barras pasadores
- Juntas longitudinales de contracción o de articulación: se realizan con el objeto de controlar la fisuración cuando dos o más carriles se ejecutan simultáneamente. Al igual que las anteriores, son aserradas y selladas para impedir el ingreso de agua a la estructura. Por su parte, la transferencia de carga se realiza mediante la trabazón de agregados, y por la utilización de barras de unión para mantener anclada la junta.
- Juntas de dilatación: se ejecutan para absorber movimientos relativos entre dos zonas pavimentadas, o contra una estructura fija. En nuestro caso son construidas junto al pavimento existente.

Tabla 5.9: características de los pasadores. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

Tipo de hierro	Barra redonda lisa. Tipo I. AL-220.
Superficie	Lisa, libre de óxido y con tratamiento que impida la adherencia al hormigón en todo su largo.
Largo	45 cm.
Diámetro	25 mm para $e \leq 20$ cm. 32 mm para $20 \text{ cm} < e \leq 25$ cm. 38 mm para $e > 25$ cm.
Separación	30 cm de centro a centro, 15 cm de centro a borde.
Ubicación	Paralelo a la superficie del pavimento y al eje de calzada. Mitad del espesor de losa. Mitad a cada lado de la junta transversal.

Juntas transversales de contracción

Según la recomendación del MDCPH del ICPA (Tabla 4.8), se adopta, para las barras pasadoras:

Barra redonda lisa tipo: AL-220

Diámetro: 32 mm para $e = 24$ cm

Longitud: 45 cm

Colocación: disposición manual mediante canastos.

Separación: 30 cm de centro a centro

15 cm de centro a borde

En la Fig. 5.8 se dan las características de la junta transversal de contracción, así como la ubicación de pasador.

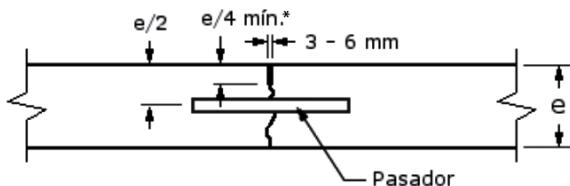


Fig. 5.8: junta transversal de contracción con barra pasador. Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA. 2014

La separación máxima entre juntas, recomendada, está dada por la siguiente expresión, del ICPA:

$$S_{\max} = k \times e$$

Donde:

k = constante, 21 para bases tratadas con cemento

e = espesor del pavimento, 24 cm

$$S_{\max} = k \times e = 21 \times 0,24 = 5,04m$$

Se adopta, la separación entre juntas transversales de contracción, igual a 4,0 metros.



Juntas longitudinales de contracción o de articulación

Se materializan con barras de acero nervadas, las cuales se realizan con el objeto de controlar la fisuración cuando dos o más carriles se ejecutan simultáneamente. Al igual que las de contracción, son aserradas y selladas para impedir el ingreso de agua a la estructura.

La transferencia de carga se materializa por trabazón de agregados, en tanto que se emplean barras de unión para mantener anclada la junta, garantizando una adecuada eficiencia en la transferencia de carga a largo plazo.

En la zona de la parada de colectivos urbanos, el ancho de calzada es de 6,0 m, por lo que en esa zona se adopta una única junta longitudinal central.

Disposición de las barras de unión

Se emplean para el anclaje de la junta. En este caso, no es crítica su orientación, pero es recomendable que se coloquen lo más perpendicular posible a la dirección longitudinal y siempre a mitad de profundidad en el espesor de calzada.

Su dimensionamiento se basa en calcular el esfuerzo que deben soportar para mantener unidas a las losas, y éste dependerá del espesor de losa, la distancia al borde libre más cercano y la fricción en el plano de contacto.

Conocido el esfuerzo, con la tensión admisible del acero puede determinarse la cuantía necesaria para absorber este esfuerzo de tracción mediante la aplicación de la ecuación 5.1

$$A_{BU} = \frac{\gamma \times E \times L \times \mu \times S}{f_a} \quad \text{Ecuación 5.1}$$

A_{BU} : Sección mínima de acero de las barras de unión por cada losa de pavimento (cm^2)

γ : Peso unitario del hormigón = 2400 kg/m³

E: Espesor de la losa = 0,24 m

L: Distancia al borde libre más cercano = 4 m (adoptado)

μ : Coeficiente de fricción entre la losa y el apoyo (Tabla 5.10) = 1.8

f_a : Tensión admisible del acero = 2400 kg/cm²

S: Separación entre juntas transversales = 4 m

Tabla 5.10: Coeficientes de fricción recomendados. Manual de pavimentos urbanos de hormigón. ICPA. 2016

Tipo de Material en el apoyo de la calzada	Coeficiente de Fricción, μ
Tratamiento superficial	2,2
Estabilizado con cal/cemento/asfalto	1,8
Material granular	1,5
Subrasante Natural	0,9

Juntas de aislación

Cuando es necesario ubicar juntas que puedan absorber mayores movimientos relativos, puede no ser factible la incorporación de pasadores, dado que restringirían el movimiento de las juntas. En estos casos se disponen juntas de aislación que, a diferencia de las anteriores, se caracterizan por no contar con pasadores (Fig. 5.9).

En el caso que estas juntas se encuentren en la zona de circulación, debe incrementarse el espesor del pavimento un 20 % en coincidencia con la junta, el que brinda capacidad estructural adicional, para suplir la falta de transferencia de carga en dicho sector, contra el pavimento existente o una estructura fija (Fig. 5.10).

Este sobre espesor se reduce gradualmente hasta el valor original en un tramo aproximado de 8 veces su espesor.

Por lo que:

Para un espesor de losa adoptado: $e=24\text{cm}$, resulta el sobreespesor
 $1,2 \times e = 29\text{ cm}$

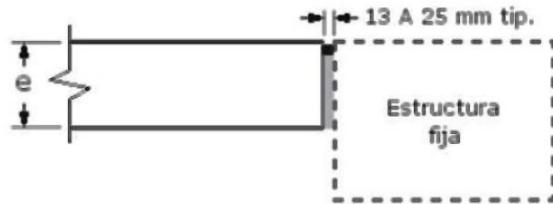


Fig. 5.9: junta de aislación, tipo F1. Manual de pavimentos urbanos de hormigón. ICPA. 2016

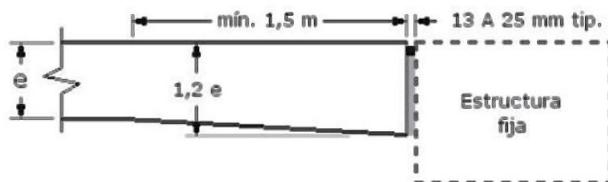


Fig. 5.10: junta de aislación, tipo F1. Manual de pavimentos urbanos de hormigón. ICPA. 2016



CAPÍTULO 6

DESAGÜES PLUVIALES

6.1. Introducción

En la zona de interés para la obra, se observa escurrimiento en dirección NO-NE, hacia los puntos menos elevados de las calles. A lo largo de la avenida Costanera General San Martín, se encuentran ubicados varios sumideros, del tipo mixto o combinado.

En base a la ubicación de los sumideros, y el sentido de escurrimiento, se verificará que la introducción de la obra no sobrepase la capacidad del sistema.

Para la estimación del caudal de diseño, se utilizará el método racional, el cual calcula el escurrimiento superficial directo que provoca una tormenta de diseño, con una duración igual al tiempo de concentración de cada cuenca. Para lo que se debe conocer el caudal pico, volumen y forma del hidrograma para un tiempo de recurrencia (Tr) acorde con la obra que se proyecta. La ecuación del método racional es:

$$Q_p = 0,275 \times C \times I \times A \quad \text{Ec. 6.1}$$

Donde:

Q_p = Caudal pico (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = intensidad media de precipitación (mm/h)

A = área de la cuenca (km^2)

6.2. Determinación del área de aporte

Se plantean 8 sub-áreas con pendiente y sentido de escurrimiento superficial homogéneo, como se muestra en la Tabla 6.1 y se señala en el plano N° 8.

Tabla 6.1. Superficies de las sub-áreas de aporte. Elaboración propia

Sub-área	Superficie (m^2)
1-Pavimento	1839.70
2-Cubierta nave	762.78
3-Cubierta dársenas	495.81
4-Cubierta nave	381.39
5-Cubierta nave	381.39
6-Espacio verde	243.30
7-Espacio verde	249.47
8-Vereda y espacio verde	323.63
TOTAL	4677.47

Se considera que las sub-áreas 3 a 7, erogarán sus caudales hacia el río Paraná, y las 1 y 2, harán lo propio hacia el imbornal existente, mediante el conjunto de canaleta, caño de lluvia, pileta de piso tapada y albañal hacia la calzada.

área de aporte del imbornal: **2602.48 m^2**

El área que puede desaguar una canaleta y caño de lluvia, se determina con la Tabla 6.2 y 6.3, respectivamente.



Tabla 6.2. Capacidad de evacuación de canaletas por m².

Sección	Superficie a servir m ²
0,10 m x 0,10 m	300
0,15 m x 0,15 m	600
0,15 m x 0,25 m	1200
0,15 m x 0,30 m	1800

Tabla 6.3. Capacidad de evacuación de caños de lluvia por m².

Diámetro del C.LL.	0,060 (**)	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250
Techos planos (pend. hasta 5 %)	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
Techos inclinados	65	220	320	550	620	820	1.040	1.290
C.Ll. ventilados (C.V. o R.A.)	180	600	900	1.500	1.800	2.340	2.960	3.660

Tabla 6.4. Superficie máxima de desagüe para conductales (calculados a sección llena)

PENDIENTE		C.M.V.		C.B.C.		C.Ab.C		
Total aprox.	mm por m	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250
1: 100	10	426	780	1.235	1.883	2.672	3.686	4.858
1: 110	9	404	740	1.172	1.786	2.596	3.496	4.609
1: 125	8	381	697	1.104	1.684	2.390	3.296	4.346
1: 140	7	356	652	1.033	1.575	2.236	3.084	4.065
1: 165	6	330	604	957	1.462	2.070	2.855	3.763
1: 200	5	301	552	873	1.367	1.890	2.606	3.435
1: 250	4	269	493	777	1.187	1.745	2.331	3.073
1: 330	3	228	418	706	1.031	1.464	2.019	2.661
1: 500	2	190	349	552	842	1.195	1.648	2.169
1: 1000	1	134	241	390	596	845	1.170	1.536

El caudal de la sub-área 3, reunida por canaletas (0,15m x 0,15m la sección este; 0,1m x 0,1m, la sección oeste), volcará por medio de 3 caños de lluvia (diámetro 0,100m) directamente sobre un nivel inferior que desagua hacia el río por escurrimiento sobre superficie libre, ya que es una zona no transitable y con marcada pendiente hacia el río.

El caudal de la sub-área 4, reunida por canaletas (medidas: 0,15m x 0,15m), volcará por medio de 1 caño de lluvia (diámetro 0,150m) sobre una zona verde de amortiguación (sub-área 6), para luego dirigirse por superficie hacia el río, atravesando la baranda de seguridad en el punto más bajo, mediante 2 caños de PVC de 60cm de largo y 0,100m de diámetro (pendiente 6mm/m).

Por su parte, la sub-área 5, con iguales medidas de canaletas y caño que la SA4, descarga el fluido al nivel del suelo, donde escurre por superficie libre unos 6 metros, hasta encauzarse por un canal, que también reúne el caudal de la sub-área 8, terminando en el río al atravesar la baranda de seguridad con dos caños de 60cm de largo y 0,125m de diámetro (pendiente 4mm/m). Se adopta una sección de canal y se verifica, al final del capítulo.

Por último, la sub-área 7, siendo una superficie absorbente, escurre el excedente de lluvia en forma superficial hasta el punto más bajo, donde evacúa al río por los mismos conductales que las sub-áreas 5 y 8.

A continuación, se procede con el análisis del caudal de las sub-áreas 1 y 2.

6.3. Tiempo de retorno

Depende del tipo de ocupación de área para la cual se diseña la obra (Tabla 6.4). En este caso se trata de verificar que el aporte de la obra no implique nuevas obras de desagües.

Se trata de microdrenaje y edificios públicos, por lo que se adopta $Tr = 10$ años, dada la incertidumbre en la obtención de las curvas IDF.

Tabla 6.4: tiempos de retorno de diseño sugeridas para obras del sistema de microdrenaje y macrodrenaje. Manual para el diseño de planes maestros para la mejora de la infraestructura y la gestión del drenaje urbano. 2003

Zonificación	Tr			
	Macrodrainaje		Microdrainaje	
	medio	mínimo	medio	mínimo
Comercial	10	5	5	2
Industrial	10	5	5	2
Edificios públicos	10	5	5	2
Residencial multifamiliar	5	2	2	2
Residencial unifamiliar	2	2	2	2
Zonas recreativas de alto valor y uso	2	2	2	2
Zonas de expansión	2	2	2	2

6.4. Coeficiente de escorrentía

Es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores, se determina la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. Su valor está comprendido entre 0 y 1.

Se obtiene de la Tabla 6.5 “Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional” del libro Hidrología aplicada de los autores Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W.Mays.

Tabla 6.5: Coeficientes de escorrentía. Hidrología aplicada, Ven Te Chow
Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60

Al tratarse de pavimento de hormigón y cubierta, se adopta: $Ce = 0,83$

6.5. Intensidad de precipitación

La intensidad de la lluvia “i” es la tasa promedio de lluvia en mm/h para una cuenca o subcuenca en particular. Se obtiene de las curvas IDF para el periodo de retorno de diseño y una duración equivalente al tiempo de concentración del escurrimiento (Tabla 6.6)

Para la obtención de estas curvas, se aplicó la Distribución de Gumbel a partir de información existente de lluvias, de la estación meteorológica “Corrientes Aero” con coeficientes de ajuste variables según la cantidad de datos de considerados, a la serie anual de precipitaciones máximas, correspondientes a las duraciones de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 45, 50, 60, 90, 120, 180, 240, 360 y 720 minutos.

Tabla 6.6: Intensidades (mm/h) obtenidas mediante la distribución de Gumbel para distintos períodos de retornos y duraciones.

Tr t	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	45 min	50 min	60 min	90 min	120 min	180 min	240 min	360 min	720 min
5 años	182.86	122.97	98.54	88.77	78.08	71.58	68.29	64.45	59.70	49.17	40.90	31.22	26.10	19.21	10.61
10 años	218.61	147.99	117.14	105.46	92.61	84.62	80.49	75.82	70.24	58.34	48.59	37.25	31.34	23.18	12.80
25 años	263.79	179.61	140.63	126.54	110.97	101.09	95.91	90.18	83.56	69.93	58.31	44.87	37.95	28.20	15.56
50 años	297.31	203.06	158.06	142.18	124.59	113.30	107.35	100.84	93.44	78.52	65.52	50.52	42.86	31.92	17.61
75 años	316.79	216.69	168.18	151.27	132.51	120.41	114.00	107.03	99.18	83.52	69.71	53.80	45.71	34.08	18.80
100 años	330.57	226.34	175.35	157.70	138.11	125.43	118.71	111.42	103.24	87.06	72.68	56.12	47.73	35.61	19.64

Los valores de intensidad dados por las curvas IDF corresponden a valores puntuales representativos de áreas relativamente pequeñas.

6.6. Tiempo de concentración

Es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice cuando ocurre una precipitación con intensidad constante sobre toda la cuenca; el tiempo que tarda una gota de agua en llegar desde el lugar más alejado de la cuenca hasta su desembocadura.

Kirpich (1940) propone una ecuación muy simple y de uso muy difundido:

$$tc = 0.4 * (3.989 * L^{0.77} * S^{-0.385})$$

Dónde:

tc: tiempo de concentración en minutos

L: longitud de recorrido de agua más largo (km) 0.135

S: pendiente media de la cuenca (m/m) 0,002

Entonces:

$$tc = 3,7 \text{ min}$$

Como la tabla IDF disponible, parte de un tiempo de concentración mínimo de 5 minutos, se adopta la intensidad de precipitación “i” que le corresponde a éste para un TR=10 años. Considerando que el método de Kirpich es conservador, se trabaja con el siguiente valor para el nivel de anteproyecto.

$$I = 218,61 \text{ mm/h}$$

6.7. Cálculo de caudal:

Aplicando la fórmula del método racional se calcula el caudal correspondiente al área de aporte en estudio:

$$Q = 0,13 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Este caudal, descarga al sumidero **S1** (Ver Fig 6.3 y Plano N° 8), de las siguientes características:

Mixto, de reja y de ventana.

Reja de 85cm x 45cm. 4 filas de vanos, cada fila con 10 aberturas, de 30 cm² c/u
3 ventanas de 26 cm, separadas por dos barras centrales de 3,5 cm.



Fig. 6.2: tipos de sumideros

El caudal que puede recibir, se halla con las siguientes ecuaciones:

$$Q_{\text{reja/cuneta}} = 1,7 \cdot P \cdot y^{2/3}$$

$$Q_{\text{ventana/cordón}} = 1,7 \cdot L \cdot y^{3/2}$$

Donde

y: altura del pelo de agua. Se toma 0,10m

P es el perímetro de la reja

L es el largo de la ventana

En total, el sumidero puede tomar un caudal de 1m³/seg, superior a Q=0,13 m³/seg.

Por lo que se concluye que no se necesita una nueva instalación de desagüe pluvial, ya que la actual, con las consideraciones proyectadas mencionadas, es suficiente.

6.8. Determinación de las dimensiones de los conductos de vinculación

De acuerdo con la Tabla 6.3 de "superficies máximas de desagüe (medidos en proyección horizontal) del "Reglamento de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales de Obras Sanitarias de La Nación, para diámetros de 0,100m y 0,150m, se obtuvieron 2 bajadas de 0,150m, debido a que la superficie es de 752m², reunida por canaletas de 0,150m x 0,150m (Tabla 6.2).

El caño de lluvia del lado oeste termina sobre la calzada, y el del lado este, primero pasa por una Pileta de Piso Tapada, para evitar la salpicadura por la caída del agua sobre la vereda, y luego, por medio de un conductal de 0,100m de diámetro (pendiente de 8mm/m), también termina el fluido sobre la calzada.

En este proyecto se adoptaron conductos circulares de PVC.



Fig. 6.3: ubicación de los sumideros

Se supone un canal de 0,20m por 0,20m ($A=0,04m^2$) con pendiente 1:100 ($S = 0,01 m/m$) y se verifica que pueda evacuar la superficie de las sub-áreas 5, 7 y 8 ($955m^2$),

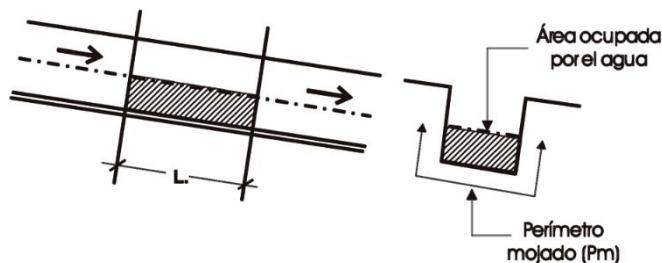


Fig. 6.4. Obtención del radio hidráulico

Radio hidráulico (Fig. 6.4) igual a: $R_h = A/Pm = 0,04/0,6 = 0,067 m$

n: un coeficiente que depende de la naturaleza y aspereza de las paredes.

Para revoque de cemento, $1/n = 90$

El caudal que puede evacuar a sección llena, por la fórmula de Manning, es:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2} = 90 \times 0,04 \times (0,067)^{2/3} \times (0,01)^{1/2} = 0,06 \frac{m^3}{s} = 60 \frac{l}{s}$$

Y la velocidad es:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,04} = 1,50 m/s$$

Estos son valores máximos, suponiendo la sección trabajando llena.

Para las áreas que sirves es: $Q_p = 0,275 \times C \times I \times A$

Por lo que

$$A = \frac{Q_p}{0,275 \times C \times I} = \frac{0,06}{0,275 \times 0,60 \times 218,61} = 0,0016 km^2 = 1600 m^2$$

Significa que verifica esta sección y pendiente, ya que el área a evacuar es de $955m^2$



CAPÍTULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1. Introducción

Este capítulo tiene como objeto analizar la evaluación socioeconómica del proyecto en estudio. A partir de dicho análisis, se propone el método de los beneficios y costos sociales para la evaluación socioeconómica de proyectos de obras civiles.

Sin embargo, en la práctica se observa cierta dificultad en aplicarlo por la cantidad de información a procesar y por la complejidad de los cálculos que deben realizarse.

Con la intención de validar los procedimientos, en éste capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del estudio del anteproyecto aplicando el método de los beneficios y costos sociales con el apoyo de herramientas informáticas. La aplicación de la metodología de evaluación implicó analizar la incidencia que tendría la ejecución del proyecto en el área de la ciudad afectada por la misma, para cuantificar los costos y beneficios sociales.

Para alcanzar el objetivo, se realizó la evaluación socioeconómica del anteproyecto de la Estación de Transferencia de la ciudad de Corrientes. Se determinaron los procesos de cálculo involucrados y las necesidades de información para los mismos.

Posteriormente, con la ayuda de planillas de cálculo, se elaboró una herramienta informática que asistiera en los procesos de sistematización de información, realización de cálculos repetitivos y obtención de resultados.

7.2.- Metodología de evaluación

Evaluar un proyecto consiste en identificar los aspectos positivos y negativos de su implementación y, mediante un juicio de valor sobre los mismos, establecer si conviene implementarlo o desecharlo.

En términos generales, cinco son los estudios que deben realizarse para evaluar un proyecto de ingeniería, ellos son: los de viabilidad comercial, técnica, legal, organizacional y financiera, si se trata de un inversionista privado, o socioeconómica, si se trata de evaluar el impacto en la estructura económica del país.

Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determina que el proyecto no debe llevarse a cabo.

En el caso de la evaluación socio-económica el procedimiento consiste en identificar, medir y valorar en términos monetarios los beneficios y costos sociales que generará el proyecto a futuro (durante un período de tiempo denominado comúnmente horizonte de evaluación). Como costos se identifican usualmente las inversiones y los costos anuales de operación y mantenimiento y como beneficios se estima la valoración que hace la sociedad de los bienes y servicios que producirá el proyecto.

Posteriormente se determina el flujo de beneficios netos anuales (diferencia entre beneficios y costos sociales) a partir del cual se calculan un conjunto de indicadores que



determinan la conveniencia, o no, de implementar el proyecto, y que permiten también compararlos con otros proyectos para asignarles un orden de prioridad.

Los indicadores más utilizados son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Retorno Instantánea (TRI). El VAN expresa, en términos monetarios y a valores del presente, los beneficios netos totales que generará el proyecto. La TIR expresa, en términos porcentuales, la rentabilidad social anual que generará el proyecto; y la TRI permite definir con precisión el momento óptimo de implementarlo.

Como ventajas de este método pueden citarse la posibilidad de valorar no solo los beneficios que perciben los usuarios de la terminal, sino también los que percibe el resto de la sociedad (externalidades). También se minimizan los problemas de subjetividades propios del método de valoración contingente.

A continuación, se describe sintéticamente el procedimiento para aplicar la metodología de evaluación antes descripta.

1. Realizar una lista enumerando los problemas que se pretenden solucionar con la ejecución del proyecto analizado.
2. Valorar físicamente cada uno de los ítems que se enumeraron en la lista.
3. Cuantificarlos económicoamente; es decir definir en términos monetarios cuánto valora la sociedad el hecho de que se lleve a cabo el proyecto. Aquellos ítems que son muy difíciles de valorarlos o que no se los puede valorar se denominan Beneficios Intangibles.
4. Realizar un análisis de cada ítem, definiendo los beneficios que producen a la sociedad, desde el punto de vista de la situación sin proyecto y la situación con proyecto, obteniendo de la diferencia entre ambos, los beneficios netos anuales.
5. Determinar los beneficios económicos netos totales de cada problema analizado y, para cada usuario afectado por el proyecto, para todo el horizonte de evaluación, resultante de la suma de los beneficios netos anuales anteriormente obtenidos.
6. Estimar los costos de inversión, operación y mantenimiento del sistema para todo el horizonte de evaluación.
7. Realizar el flujo económico de beneficios y costos; para luego obtener los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR) y el momento óptimo de realizar las inversiones.

7.3.- Aplicación de la metodología

En este apartado se presenta la evaluación del proyecto de la terminal de Transferencia propuesta para la zona del puerto en la ciudad de Corrientes. Se parte de la hipótesis que el nuevo proyecto eliminará los actuales problemas que presenta el sistema de transporte urbano e interurbano, durante todo el horizonte de evaluación considerado.



7.3.1.- Lista de problemas a solucionar

En el anteproyecto se optó por solucionar todos aquellos problemas que presenta actualmente las paradas de colectivos urbanos e interurbanos ubicados en la zona del puerto correntino, algunos de ellos son:

1. Insuficientes plataformas adecuadas para el abordaje de pasajeros.
2. Desorden y congestionamiento vehicular dentro de la estación.
3. Elevado tiempo de abordaje de los pasajeros, debido a ítem 1 y 2, causando demoras
4. Falta de lugar para que los pasajeros aguarden protegidos del clima.
5. Insuficientes baños públicos
6. Insuficiencia de primeros auxilios.
7. Insuficiencia de personal de seguridad. Falta de iluminación.
8. Excedencia de locales comerciales informales.
9. Inadecuada salida vehicular de la terminal.

7.4.- Beneficios económicos

En este estudio fueron valorados dos tipos de beneficios económicos, analizados física y económicamente, tanto para la situación sin proyecto como para la situación con proyecto, obteniendo finalmente los beneficios netos anuales que generan a la sociedad.

- Beneficios percibidos por mejorar la calidad de los servicios internos de la estación
- Beneficios por disminución de costos que actualmente implica el congestionamiento y la mala ubicación de las unidades dentro de la estación

Beneficios por mejorar la calidad de los servicios

Debido a que este proyecto en particular posee muchos beneficios difíciles de valorar físicamente y poder cuantificarlos, para luego poder ligarlo a un cierto valor económico, fue necesario determinar los beneficios económicos para cada usuario de la terminal, considerando los grupos de consumidores presentes en él.

Para este caso, en el que se están valorando los beneficios que se producen debido a la estación de ómnibus propiamente dicho, se analizó desde dos perspectivas diferentes:

En la primera de ellas lo que se realizó es el análisis de todo lo que fuese debido a la mejora en los servicios que se brindan para el transporte de pasajeros, como ser amplias superficies para la circulación y maniobras de los ómnibus, mayor número de dársenas adecuadas para su uso, amplias instalaciones en las cuales las personas pueden permanecer, y esto se refleja en salidas a horario, menores tiempos de espera, menores tiempos improductivos para la sociedad y mayor satisfacción y comodidad para los usuarios.

Se presentan varios problemas resueltos que son difícilmente valorables, como ser la satisfacción de las personas al saber de la existencia de primeros auxilios, o de la seguridad que se les brinda, dentro y a los alrededores de la obra, que no se pueden cuantificar económicamente, por lo que se los denomina Beneficios Intangibles. Por este



motivo, lo que se realizó fue una valoración desde el punto de vista del tiempo, es decir los minutos ganados debido a la mejor disposición y organización que se propone.

Si los pasajeros fueran al baño existente en la estación (en muy malas condiciones), deberían esperar un promedio de 10 minutos, por la gran cantidad de gente y pocos artefactos. A este, se le suma el tiempo para volver a esperar el colectivo que haya perdido. Se toma entonces unos 13 minutos que el proyecto ahorraría.

Por colectivo se considera tres choferes (uno por turno), con un sueldo básico inicial de \$30.300 mensuales (valor tomado de acuerdo salarial UTA 1592/2019 del mes de julio de 2019).

En base a las observaciones realizadas en el lugar a distintas horas, se calculó por un lado un promedio de treinta pasajeros por coche, a los que se los subdividen en pasajeros en horas de ocio (vacaciones, visitas, etc.) y pasajeros en horas laborales. Por otro lado, se estimó que un 30% son pasajeros por ocio y 70% restante son laborales. Se tomó como sueldo básico promedio mínimo de la provincia el Salario Mínimo Vital y móvil vigente desde el 1ro de octubre de 2019: \$16875; para los cuales se estima el 100% para personas en horas laborales y el 40% del mismo para personas en tiempos de ocio.

Beneficios por disminución de costos que implica la mala circulación vehicular

Actualmente, a causa del exceso de ocupación de veredas y calle por locales informales de venta, y debido a la falta de señalética, se genera un desorden en el tránsito interno que eleva los tiempos para circular por la misma, para que los usuarios ingresen, como así también la probabilidad de que ocurran accidentes.

En la planilla mencionada, se estudiaron los beneficios por la disminución de costos que se pretende generar con la implementación del nuevo proyecto. Lo que se busca es mejorar el tránsito vehicular interno, generando menor congestionamiento y un mayor orden en la circulación, que implícitamente producirá menores tiempos improductivos para los conductores y pasajeros, menores accidentes viales, menor contaminación sonora debido a bocinas, por lo tanto, mejor estilo de vida.

Esto se conseguirá con el desplazamiento del mercado informal, la materialización de una isla de espera/ acceso a los colectivos y colocación de diversas señaléticas, lo que disminuirá el tiempo de acceso del vehículo a su lugar predeterminado y el tiempo desde que el ómnibus frena y abre sus puertas, hasta que el pasajero que estuvo esperando en esa ubicación, accede al mismo.

Los beneficios que esto produce se obtuvo de la siguiente manera: al conocer los choferes el lugar pre-determinado donde debe frenar para que ingresen los pasajeros, se ahorra en promedio 2 minutos en maniobrar entre otros vehículos buscando lugar para estacionar cerca de algún cordón. Por el mismo motivo, al saber los pasajeros dónde esperar su colectivo, no debe caminar de más entre los vehículos por la calle interna, una vez que visualiza al ómnibus detenerse, se obtiene una diferencia de tiempo de 1 minuto.

Para confeccionar la planilla se realizaron las siguientes hipótesis: por cada colectivo que ingresa a la estación existen en promedio 30 personas, con el salario básico mínimo, tomando como promedio el 60% del mismo. Ver Anexo N°4



7.5.- Costos económicos

Los costos económicos (sociales) se determinaron a partir de los costos de mercado que implicarán las inversiones para implementar el proyecto y de los costos de operación y mantenimiento incrementales a la situación actual.

Estos costos de mercado fueron corregidos, mediante la aplicación de un coeficiente de corrección igual a 0,70 según lo recomendado para estos casos en los que no se pueden realizar análisis detallados de los costos sociales, a efectos de determinar el verdadero costo (costo de oportunidad) que implica para la sociedad materializar el proyecto.

En este sentido se eliminaron las transferencias debido a impuestos y se corrigió el costo de mercado de la mano de obra desocupada y el costo de mercado de los insumos que pueden ser transables en el mercado internacional.

7.6.- Procedimiento de evaluación

El procedimiento de evaluación consiste básicamente, en identificar, cuantificar y valorar en términos monetarios todos los beneficios y los costos antes mencionados. Una vez cuantificados todos los beneficios y los costos durante el horizonte de evaluación escogido, se determina el Valor Actual Neto Social (VAN social) del proyecto empleando una tasa de descuento de 12% anual, el que si resulta positivo indica que es conveniente la ejecución de la misma.

A continuación, considerando la inversión y los costos de operación y mantenimiento incrementales para cada alternativa analizada, elaboramos el flujo de beneficios netos y se determinaron los indicadores de rentabilidad.

El monto de inversión corresponde al monto destinado a las obras necesarias para la materialización del proyecto. Dicho valor se obtiene del presupuesto, es decir a precio de mercado; por lo que para su utilización en este análisis se lo ha afectado con un coeficiente de corrección para su conversión a valor social. Por otra parte, el monto correspondiente al mantenimiento lo consideramos a igual al 6% de la inversión, expresado en costo anual.

7.7. Presupuesto

Para presupuestar el proyecto se realizó el correspondiente cómputo métrico subdividiendo los trabajos en rubros e ítems elementales, agrupados y ordenados según la secuencia lógica de ejecución. En dichos trabajos se estimaron las cantidades de materiales, mano de obra y equipos que serán necesarios para la materialización del mismo.

El proceso de cómputo y presupuesto se realizó siguiendo las recomendaciones del libro Cómputos y Presupuestos de Mario E. Chandías – José Martín Ramos.

El método empleado para obtener el costo-costo es el método de análisis de precios unitarios, en el cual el mismo se define como la suma de los costos de materiales más los costos de la mano de obra de cada trabajo considerado como ítem.



Computo métrico

El objetivo del cómputo es medir cada uno de los trabajos que se deben realizar en una obra para establecer el costo de la misma y determinar así la cantidad de materiales necesarios para poder llevarla a cabo. Se reduce a cuantificar longitudes, superficies y volúmenes de los siguientes rubros:

Análisis de precios unitarios

Para obtener el costo de producción de la unidad de un bien, se realiza un despiece de los costos fijos y variables como son la mano de obra y el precio de materiales, se afecta a cada una de estas partes por un coeficiente que corresponde al rendimiento que tienen en el rubro estudiado dentro del ítem, luego se suman estos valores y se obtiene el precio por unidad del rubro, que combinados con los valores obtenidos del cómputo métrico, servirán más adelante, para determinar el costo-costo de la obra.

Para establecer el consumo de horas hombre, que se requiere, para realizar determinados trabajos y la cantidad de material necesaria para generar la unidad de la tarea estudiada, se recurrió al libro “Cómputo y presupuesto” del ing. Mario E. Chandías (2006).

Costo de la mano de obra

Se adoptó para este proyecto la forma de pago más habitual en obras civiles que es por contrato, en la cual el obrero recibe un jornal diario correspondiente a una jornada de trabajo de ocho horas. Este jornal diario se obtiene a partir del jornal básico horario acordado anualmente por convenio colectivo de trabajo nº 76/75, cuyo valor empleado es el que entrará en vigencia en enero 2020.

Costo – Costo

El costo-costo comprende la suma del costo de los materiales más el costo de la mano de obra.

Cuando se analiza el costo de los materiales se consideran al pie de obra, para ello se deben tener en cuenta distintos factores, como ser el precio en origen, distancia del lugar de origen hasta la obra, pérdidas, gastos de carga y descarga.

Los precios se han obtenido de consultas realizadas a proveedores locales y de revistas especializadas.

Otro elemento que se tiene en cuenta es el equipamiento empleado. Para ello se definen gastos fijos en función de la amortización del capital invertido, intereses del capital no amortizado, gastos de seguro, patente, entre otros.

El costo de la mano de obra, por su parte, depende del rendimiento y de la valorización de este.

El rendimiento es la cantidad de obra hecha en la unidad de tiempo y está condicionado principalmente por la forma de contratación del obrero, el clima, capacitación del obrero, equipamiento y la organización de la obra.

Costo

El costo es todo aquello que queda representado físicamente en la obra y comprende la suma del costo – costo más los gastos generales.



Los gastos generales son todas las inversiones que deben efectuar la empresa para poder materializar la obra y que no forman parte del costo – costo. En la práctica se traduce a porcentajes del costo – costo y pueden ser directos o indirectos.

Gastos generales directos: son los que surgen por la sola existencia de la obra o como consecuencia de esta.

Gastos generales indirectos: son los que surgen de la existencia de la empresa, haya o no obras en ejecución.

PRESUPUESTO – PRECIO DE OFERTA

El precio final de la obra se obtuvo sumando el costo – costo total más los siguientes porcentajes de corrección:

Gastos generales: como se dijo son aquellos gastos de la empresa para materializar la obra que no forman parte del costo – costo, incluyendo los gastos directos e indirectos. Por corresponder el presente trabajo a la etapa de anteproyecto es suficiente estimarlos como un 15% del costo – costo.

Beneficios: es la pretensión de la retribución del empresario, que varía según la ley de oferta y demanda entre el 7% y el 15% de la suma del costo más. Se adoptó un valor medio del 10%.

Impuestos: los gravámenes que afectan a la actividad de la construcción que fueron considerados son el impuesto al valor agregado (IVA = 21%) y el impuesto a los ingresos brutos de la provincia de 3,75%. Estos se calcularon como un porcentaje de la suma de los conceptos anteriores.

El costo total de la obra resulta de \$ 58,156,569.84 (ver Tabla N°7.1).

Tabla N° 7.1. Cómputo y presupuesto de la obra. Elaboración propia

ITEM	RUBROS, SUBRUBROS E ITEMS	COSTO - COSTO		TOTAL	INCIDENCIA
		UNITARIO	SUB-TOTAL		
		\$	\$		
1	GENERALIDADES Y TRABAJOS PRELIMINARES			\$ 890,153.68	2.2%
	Limpieza de terreno y nivelación	\$ 103.45	\$ 310,341.00		
	Cerco de Obra	\$ 1,287.12	\$ 361,680.65		
	Agua para la construcción	\$ 7,112.96	\$ 7,112.96		
	Electricidad para la construcción	\$ 48,912.55	\$ 48,912.55		
	Cartel de Obra	\$ 2,609.70	\$ 15,658.22		
	Obrador (incluye Sanitario de obra)	\$ 3,946.81	\$ 59,202.15		
	Replanteo de terreno	\$ 87,246.15	\$ 87,246.15		
2	MOVIMIENTO DE SUELO			\$ 444,413.13	1.1%
	Excavación para Bases aisladas de Nave	\$ 533.41	\$ 163,650.80		
	Relleno y compactación de fundaciones	\$ 385.24	\$ 11,310.71		
	Excavación para pavimento	\$ 352.16	\$ 97,703.27		
	Retiro de suelo excedente	\$ 728.29	\$ 171,748.36		
3	ESTRUCTURA DE FUNDACIONES			\$ 7,943,535.32	20.0%
	Hormigón de Limpieza de Bases	\$ 3,870.57	\$ 51,072.15		
	Hormigón para Bases aisladas de Nave	\$ 14,647.36	\$ 4,493,809.62		
	Troncos de columnas	\$ 27,798.78	\$ 487,868.67		
4	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			\$ 2,910,784.88	7.3%



	Ejecucion de base, suelo arena-cemento, 0,15 m de espesor, 6% de peso ss.	\$ 399.42	\$ 461,729.52		
	Pavimento de Hº simple, espesor 0,24 m, con cordón integral, con aserrado y tomado de J	\$ 2,118.56	\$ 2,449,055.36		
5	ESTRUCTURA METÁLICA RESISTENTE			\$ 16,615,162.46	41.8%
	Placas de anclaje de Columnas a Fuste de HºAº	\$ 4,650.17	\$ 120,904.30		
	Pórtico principal de perfiles laminados en caliente (luz=26m)	\$ 547,601.85	\$ 14,237,648.22		
	Arriostramientos (Cruces de San Andres)	\$ 5,054.37	\$ 20,217.47		
	Arriostramientos (Tillas)	\$ 3,241.15	\$ 2,236,392.47		
6	MAMPOSTERÍAS			\$ 245,796.80	0.6%
	Mampostería de Fundación de Ladrillos macizo 0,15m	\$ 963.91	\$ 245,796.80		
7	AISLACIONES			\$ 115,831.58	0.3%
	Capa Aisladora doble sellada tipo cajón para mampostería en general	\$ 454.24	\$ 115,831.58		
8	CONTRAPISOS			\$ 1,657,454.45	4.2%
	Hormigón Armado (H21) e:0.15m - sobre terreno natural compactado	\$ 1,280.88	\$ 1,657,454.45		
9	CUBIERTAS Y CERRAMIENTOS			\$ 3,292,792.24	8.3%
	Cubierta de NAVE chapa ondulada galvanizada N°25 sobre correas de perfiles chapa plegada C160-60-20-2.5mm con aislante isolant sujetada mediante malla galvanizada	\$ 1,368.66	\$ 2,058,468.12		
	Cerramiento Lateral de NAVE - Plicarbonato alveolar, 10 mm de espesor	\$ 1,555.82	\$ 1,028,833.36		
	Canaletas de desagüe de chapa galvanizada N°22	\$ 797.40	\$ 122,002.66		
	Cenefas de chapa galvanizada N°22	\$ 797.40	\$ 38,833.53		
	Cumbrera Nave de chapa galvanizada N°22	\$ 797.40	\$ 44,654.57		
10	CARPINTERÍAS			\$ 111,668.00	0.3%
	Puerta metálica aluminio 2.05x0.80	\$ 10,719.00	\$ 42,876.00		
	Ventana 2 hojas corredivas (1.80x1.20) - marco y celosía metálico	\$ 8,599.00	\$ 68,792.00		
11	REVOQUES			\$ 80,291.07	0.2%
	Jaharro impermeable (Azotado+Grueso)	\$ 429.36	\$ 80,291.07		
12	CIELORRASOS			\$ 2,021,383.89	5.1%
	Placa de roca de yeso - junta tomada	\$ 1,562.12	\$ 2,021,383.89		
13	PISOS Y ZÓCALOS			\$ 373,749.65	0.9%
	Porcelanato 30x30	\$ 280.00	\$ 362,320.00		
	Zócalo alisado de cemento de 5cm	\$ 86.59	\$ 11,429.65		
14	REVESTIMIENTOS			\$ 1,136,209.94	2.9%
	Cerramiento lateral interno de placas de roca de yeso con aislante térmico	\$ 1,718.20	\$ 1,136,209.94		
15	INSTALACIONES ELÉCTRICAS			\$ 163,399.25	0.4%
	Corrientes fuertes (Incluye bajada y descarga a tierra)	\$ 143,572.23	\$ 143,572.23		
	Corrientes débiles	\$ 19,827.02	\$ 19,827.02		



16	INSTALACIÓN SANITARIA			\$ 493,171.64	1.2%
	Instalación completa para baño con ducha (Incluye obra gruesa)	\$ 392,874.95	\$ 392,874.95		
	Instalación completa para office (Incluye obra gruesa)	\$ 47,438.47	\$ 47,438.47		
	Desagües pluviales	\$ 16,759.92	\$ 16,759.92		
	Conexión Tanques de bombeo y reserva elevado	\$ 36,098.30	\$ 36,098.30		
17	PINTURAS			\$ 876,869.91	2.2%
	PINTURA INTERIOR				
	Látex para interiores en paredes	\$ 452.94	\$ 299,522.99		
	Látex para interiores en cielorraso	\$ 446.17	\$ 577,346.92		
18	VARIOS			\$ 349,051.83	0.9%
	Limpieza Mensual de Obra	\$ 9,641.44	\$ 173,545.92		
	Limpieza Final de Obra	\$ 14,462.16	\$ 14,462.16		
	Servicio de vigilancia	\$ 161,043.75	\$ 161,043.75		
				\$ 39,721,719.72	
				GASTOS GENERALES (10%)	\$ 3,972,171.97
				BENEFICIOS (10%)	\$ 4,369,389.17
				IVA (21%)	\$ 10,093,288.98
					\$ 58,156,569.84

7.8. Flujo de beneficios y costos económicos e indicadores de rentabilidad

Los beneficios y costos económicos totales resultantes del análisis antes expuesto se indican en la tabla N°7.2, los cuales arrojan un valor actual neto (VAN) de \$77.797.743,7 empleando una tasa social de descuento del 12% anual y una tasa interna de retorno (TIR) de 20%.

Tabla N° 7.2. Flujo de beneficios y costos económicos Elaboración propia

Horizonte de análisis	Beneficios netos por año (\$/año)	Inversión inicial (\$/año)	Costo de mantenimiento (\$/año)	Flujo de beneficios netos (\$/año)
2020		35173582.8		-35173583
2021	11265936.13		2110414.97	9155521.16
2022	11952031.64		2110414.97	9841616.67
2023	12679910.37		2110414.97	10569495.4
2024	13452116.91		2110414.97	11341701.9
2025	14271350.83		2110414.97	12160935.9
2026	15140476.09		2110414.97	13030061.1
2027	16062531.09		2110414.97	13952116.1
2028	17040739.23		2110414.97	14930324.3
2029	18078520.25		2110414.97	15968105.3
2030	19179502.13		2110414.97	17069087.2
2031	20347533.81		2110414.97	18237118.8
2032	21586698.62		2110414.97	19476283.7



2033	22901328.57	2110414.97	20790913.6
2034	24296019.48	2110414.97	22185604.5
2035	25775647.06	2110414.97	23665232.1
2036	27345383.97	2110414.97	25234969
2037	29010717.85	2110414.97	26900302.9
2038	30715932.46	2110414.97	28605517.5
2039	31637410.44	2110414.97	29526995.5
2040	32586532.75	2110414.97	30476117.8
2041	33564128.73	2110414.97	31453713.8

VAN 12% = 77797743.7

TIR = 20 > 12%

7.9. Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos y expresados en las tablas precedentes, se observa que los indicadores de rentabilidad arrojan valores que demuestran factibilidad socioeconómica para el estudio realizado, ya que:

VAN > 0

TIR > 12%

Lo que indica que el anteproyecto, estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de la ciudad de Corrientes, desde el punto de vista social, es factible de ser materializado.

De los resultados arribados, se obtienen los siguientes valores de rentabilidad, para el anteproyecto en cuestión,

VAN_{12%} = \$77797743.7

TIR = 20%

Se puede concluir diciendo que la evaluación es positiva desde el punto de vista de la sociedad. En este caso el Estado debería alentar y facilitar la ejecución del proyecto, si no hay otro proyecto que arroje una TIR mayor, ya que a mayor TIR, mayor prioridad en su materialización.

Bibliografía

- Apuntes de Cátedra. Construcciones Metálicas. Facultad de Ingeniería. UNNE
- Aquino, C.; Barón, F.; Campomanes, R. (2016). *Anteproyecto de la costanera norte de la ciudad de Corrientes - tramo: Molina Punta – Perichón*. Trabajo Final. Facultad de Ingeniería. UNNE
- Aquino, X.; Sotelo, J. (2018). *Diseño Estructural de Nave Industrial, en función de luces y materiales*. Trabajo Final. Facultad de Ingeniería. UNNE.
- Arguelles Álvarez, R. (1983). *La estructura metálica hoy*.
- Ayala, V.; Gualtieri, G.; 3. Holsbach, N. (2017) *Anteproyecto de la nueva terminal de ómnibus del Área Metropolitana del Gran Resistencia*
- Chandías, M. E. (1951). *Cómpicos y presupuestos*. Ed. Alsina.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., & Saldarriaga, J. G. (1994). *Hidrología aplicada* (No. 551.48 C4H5).
- Cirsoc 101-2005: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
- Cirsoc 102-2005: Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones.
- Cirsoc 201-2005: Reglamento argentino de estructuras de hormigón.
- Cirsoc 301-2005: Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios
- Cirsoc 303-2009: Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío.
- Cirsoc 304 - 2007: Reglamento argentino para la soldadura de estructuras de acero
- Cirsoc 305-2007: Recomendación para uniones estructurales con bulones de alta resistencia
- Cirsoc 308-2007: Reglamento argentino de estructuras livianas para edificios con barras de acero de sección circular.
- Cirsoc 302-2005: Reglamento argentino de elementos estructurales de tubos de acero para edificios
- Código de Edificación de la Ciudad de Corrientes. Segundo texto actualizado y ordenado al 30 de septiembre de 2017.
- Código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Corrientes. Cuarto texto actualizado y ordenado al 31 de octubre de 2017.
- Fernández, R. (1999). *Teoría de Tráfico*. División Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile
- Instituto del Cemento Portland Argentino (2014). *Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón*.
- Instituto del Cemento Portland Argentino (2016). *Manual de pavimentos urbanos de hormigón*
- Obras Sanitarias de La Nación. *Reglamento de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales*.
- Olalla, V. (1983). Diseño de estaciones de autobuses. *Informes de la Construcción*, 35(351-352), 5-22.
- Panero, J., & Zelnik, A. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Plazola, A. (1977). *Enciclopedia de arquitectura Plazola*. Volumen (2).



- Presidencia de la Nación. (2003). *Manual para el Diseño de Planes Maestros para la Mejora de la Infraestructura y la Gestión del Drenaje Urbano*.
- Revista “Área Urbana”. Junio de 2019
- Revista “El constructor”. Noviembre de 2019
- Sage, K. (1980). *Instalaciones técnicas en edificios, instalaciones de ventilación y acondicionamiento de aire, instalaciones sanitarias, instalaciones industriales de elevación y transporte*. Gustavo Gili.
- Scornik, C. O., Petrovic, J. C., Godoy, S., Nogueira, J. B., Scornik, M., Pérez, M., ... & Marín, C. R. (2012). *Consideraciones sobre el proceso de metropolización del Gran Corrientes-Gran Resistencia*. Cuaderno urbano, 13(13), 175-191.
- Troglia, G. R. (2008). *Estructuras metálicas: proyecto por estados límites* (No. 624.014). Jorge Sarmiento.



ANEXO 1: Resultados de estudios de suelos

A1.1. Resultados de los datos de la DNVC:

OBRA: PROYECTO DE OBRA EN EL PUERTO LOCAL
UBICACION: AVENIDA JUAN DE VERA ENTRE MENDOZA Y CORDOBA - CTES - CTAL.
SOLICITANTE: INGENIERIA VIAL D.P.V. CORRIENTES

PERFORACION N°: 1 (UNO)
FECHA: 23 de Marzo de 1.993

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
 LABORATORIO CENTRAL
 CORRIENTES

PROFUNDIDAD mts	DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS	ENSAYO DE PENETRACION NORMAL		CARACTERISTICAS FISICAS								CLASIFICACION METODO UNIFICADO	CLASIFICACION SEGUN HRB	DENSIDAD		PERFIL EDAFOLÓGICO	
		GOLPES Nº	TEN. ADMISIBLE kg/cm²	H.MAT.	LL	LP	IP	#10	#40	#100	#200			%	%	%	
				%	%	%	%	%	%	%	%						
1.00 - 1.45	ARENA REFULADA	4	0.500	15.90	NO PLASTICO	100	95.00	2.00	0.10	SP	A-3(0)	—	—				
2.00 - 2.45	ARENA REFULADA	7	0.875	15.30	NO PLASTICO	99	92.00	1.00	0.80	SP	A-3(0)	—	—				
3.00 - 3.45	ARENA REFULADA	15	2.000	14.70	NO PLASTICO	100.00	95.00	4.00	3.00	SP	A-3(0)	—	—				
4.00 - 4.45	ARENA REFULADA	15	2.000	13.90	NO PLASTICO	98.00	95.00	2.00	1.00	SP	A-3(0)	—	—				
5.00 - 5.45	ARENA REFULADA	19	2.400	12.10	NO PLASTICO	100.00	97.00	3.00	1.50	SP	A-3(0)	—	—				
6.00 - 6.45	ARENA REFULADA	20	2.868	11.80	NO PLASTICO	98.00	91.00	3.00	1.70	SP	A-3(0)	—	—				
7.00 - 7.45	ARENA REFULADA	20	2.868	11.60	NO PLASTICO	98.00	90.00	2.00	1.60	SP	A-3(0)	—	—				
8.00 - 8.45	ARENA REFULADA	20	2.868	11.50	NO PLASTICO	100.00	93.00	4.00	1.60	SP	A-3(0)	—	—				
9.00 - 9.20	ARENA REFULADA	>30	>4.000	10.40	NO PLASTICO	100.00	86.00	3.00	1.90	SP	A-3(0)	—	—				

Fig. A1.1: Sondeo N° 1

OBRA: PROYECTO DE OBRA EN EL PUERTO LOCAL
UBICACION: AVENIDA JUAN DE VERA Y SAN JUAN - CTES - CTAL.
SOLICITANTE: INGENIERIA VIAL D.P.V. CORRIENTES

PERFORACION N°: 2 (DOS)
FECHA: 26 de Marzo de 1.993

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
 LABORATORIO CENTRAL
 CORRIENTES

PROFUNDIDAD mts	DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS	ENSAYO DE PENETRACION NORMAL		CARACTERISTICAS FISICAS								CLASIFICACION METODO UNIFICADO	CLASIFICACION SEGUN HRB	DENSIDAD		PERFIL EDAFOLÓGICO	
		GOLPES Nº	TEN. ADMISIBLE kg/cm²	H.MAT.	LL	LP	IP	#10	#40	#100	#200			%	%	%	
				%	%	%	%	%	%	%	%						
1.00 - 1.45	RELENO	—	—	15.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.00 - 2.45	RELENO CON ESCOMERO	—	—	14.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.00 - 3.45	RELENO CON ESCOMERO	3	0.375	8.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4.00 - 4.45	RELENO CON ESCOMERO	4	0.500	8.40	NO PLASTICO	80.10	85.40	55.30	3.20	SP	A-3(0)	—	—				
5.00 - 5.45	ARENA GRUESA	8	1.000	8.10	NO PLASTICO	89.80	80.80	53.20	3.80	S ²	A-3(0)	—	—				
6.00 - 6.35	ARENCA	>30	>4.000	3.30	NO PLASTICO	85.70	69.20	50.50	2.80	GM	A-1b (0)	—	—	96	95	92	90

Fig. A1.2: Sondeo N° 2

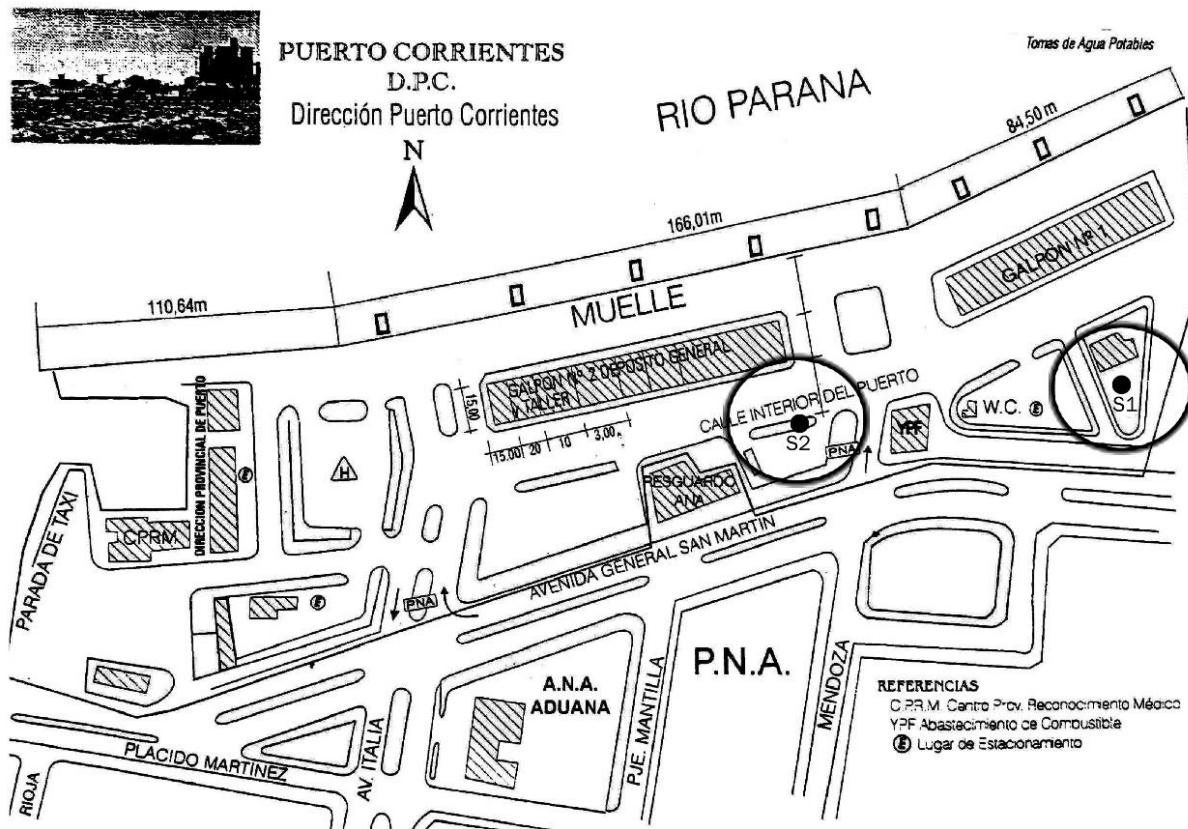


Fig. A1.3: Croquis de ubicación

A1.2. Resultados del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Fac. de Ing. de la UNNE:

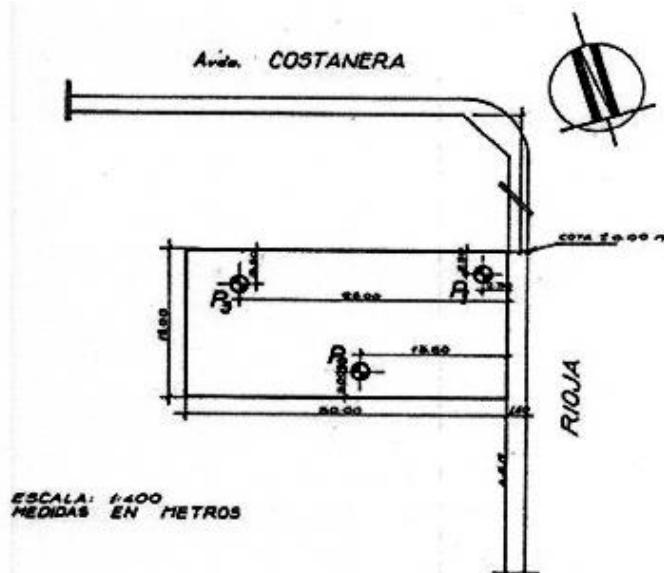


Fig. A1.4: Croquis de ubicación

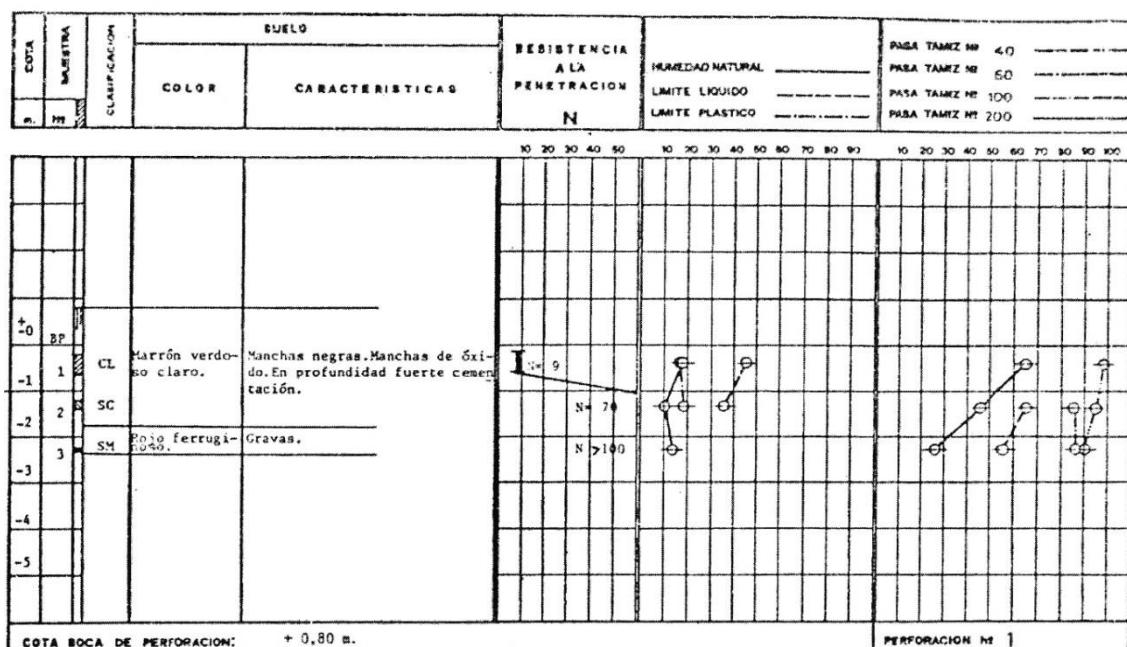


Fig. A1.5: Sondeo 1

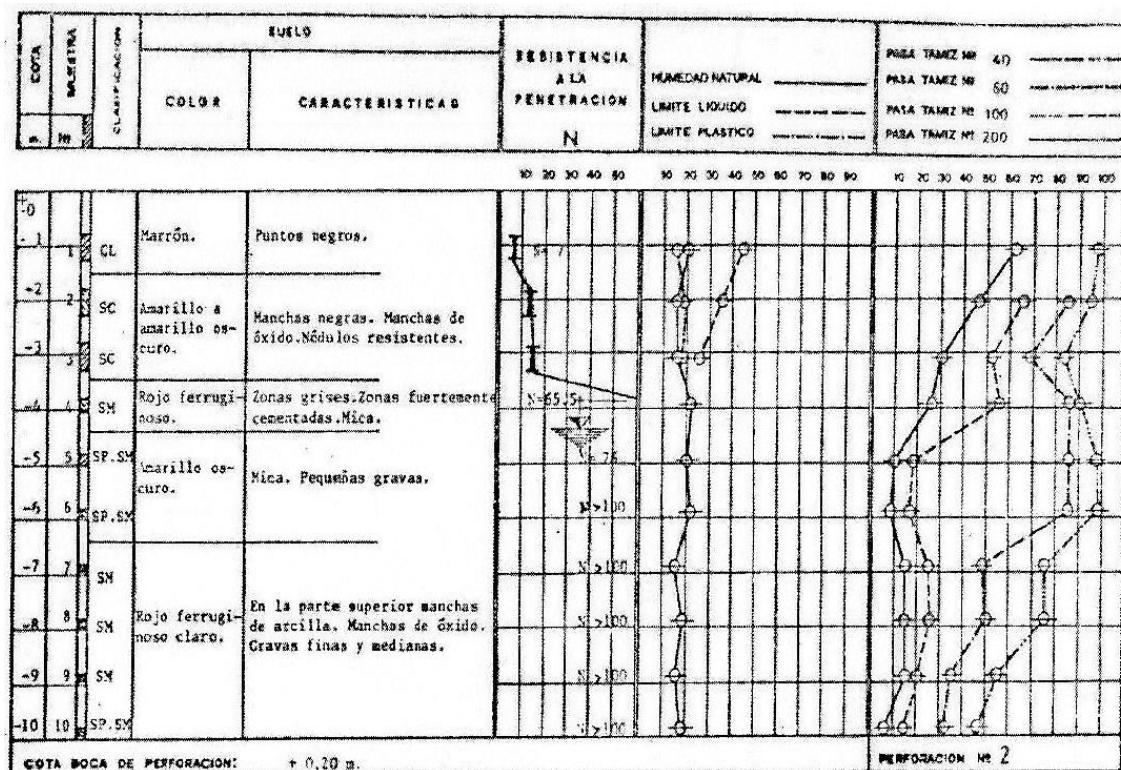


Fig. A1.6: Sondeo 2

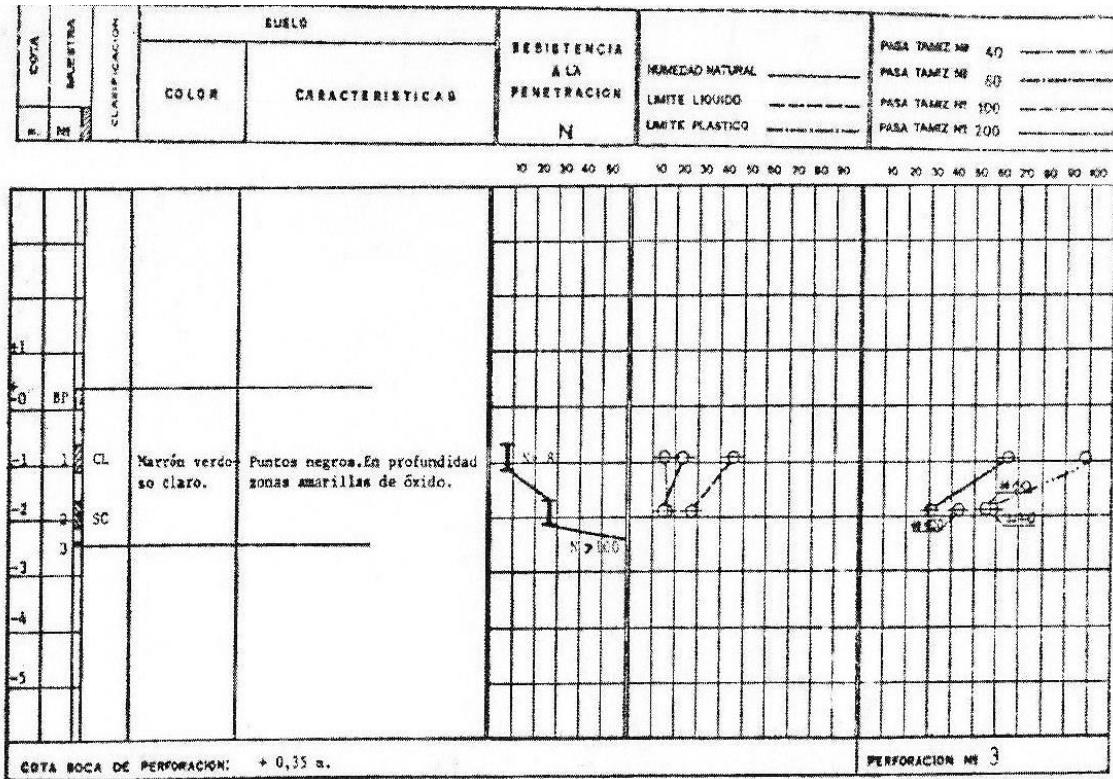


Fig. A1.7: Sondeo 3

A1.3. Resultados de la Consultora de Ingeniería:

SONDEO N°: S1

PROF. (m) 0,00 = T. N.	COLOR DE SUELO	HUM. NAT.	P. 10	P. 40	P. 100	P. 200	L.L.	L.P.	I.P.	CLAS. SUCS	SPT N
0,00-0,45	relleno	18,50%	100,0%	100,0%	100,0%	41,1%	33,8	19,6	14,2	SC	
0,45-1,00	gris	18,70%	100,0%	100,0%	100,0%	48,3%	44,3	21,1	23,2	SC	
1,00-1,45	gris	19,40%	100,0%	100,0%	100,0%	45,7%	42,5	21,4	21,1	SC	17
1,45-2,00	gris	19,90%	100,0%	100,0%	100,0%	44,4%	38,8	21,3	17,5	SC	
2,00-2,45	gris	18,50%	100,0%	100,0%	100,0%	42,5%	35,5	20,2	15,3	SC	18
2,45-3,00	gris	17,70%	100,0%	100,0%	100,0%	43,2%	42,1	22,8	19,3	SC	
3,00-3,45	gris	17,90%	100,0%	100,0%	100,0%	38,8%	37,7	21,2	16,5	SC	19
3,45-4,00	gris	18,30%	100,0%	100,0%	100,0%	36,5%	37,4	21,4	16,0	SC	
4,00-4,45	gris	16,90%	100,0%	100,0%	100,0%	37,4%	34,5	19,7	14,8	SC	19
4,45-5,00	gris	17,80%	100,0%	100,0%	100,0%	36,2%	37,5	21,9	15,6	SC	
5,00-5,45	gris	24,50%	100,0%	100,0%	100,0%	35,5%	35,5	20,4	15,1	SC	12

Fig. A1.8: Sondeo 1

SONDEO N°: S2

PROF.(m) 0,00 = T. N.	COLOR DE SUELO	HUM. NAT.	P. 10	P. 40	P. 100	P. 200	L.L.	L.P.	I.P.	CLAS.	SPT
0,00-0,45	relleno	18,30%	100,0%	100,0%	100,0%	40,2%	32,1	17,6	14,5	SC	
0,45-1,00	gris	17,60%	100,0%	100,0%	100,0%	48,5%	44,2	21,9	22,3	SC	
1,00-1,45	gris	18,50%	100,0%	100,0%	100,0%	45,2%	41,5	20,5	21,0	SC	16
1,45-2,00	gris	19,10%	100,0%	100,0%	100,0%	44,3%	37,6	19,0	18,6	SC	
2,00-2,45	gris	18,30%	100,0%	100,0%	100,0%	41,5%	34,8	19,6	15,2	SC	15
2,45-3,00	gris	17,20%	100,0%	100,0%	100,0%	42,6%	42,8	23,9	18,9	SC	
3,00-3,45	gris	16,80%	100,0%	100,0%	100,0%	38,1%	38,3	22,1	16,2	SC	18
3,45-4,00	gris	17,30%	100,0%	100,0%	100,0%	35,2%	35,1	18,7	16,4	SC	
4,00-4,45	gris	15,80%	100,0%	100,0%	100,0%	36,8%	33,8	19,7	14,1	SC	19
4,45-5,00	gris	17,50%	100,0%	100,0%	100,0%	36,9%	36,7	21,4	15,3	SC	
5,00-5,45	gris	22,30%	100,0%	100,0%	100,0%	36,2%	35,7	19,2	16,5	SC	10

Fig. A1.9: Sondeo 2

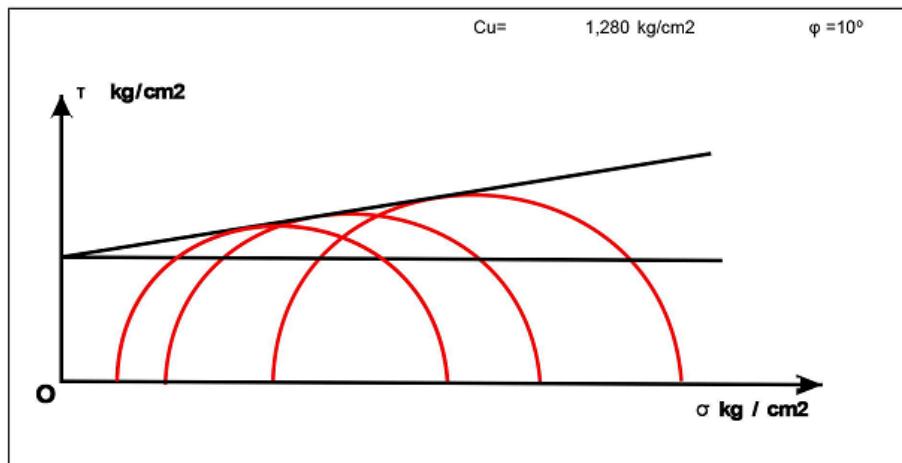


Fig. A1.10: Resultados del ensayo triaxial

TRABAJO FINAL : NAVE INDUSTRIAL

Construcción de una Nave Industrial con las siguientes características:

Ubicación:

CORRIENTES

Destino:

Estación de transferencia

Dimensión en Planta:

$A = 27.60$ m

$B = 54.00$ m

Cerchas de Cordones Paralelos

Altura de columna:

$h_c = 4.00$ m

Altura de la cercha:

$h = 0.75$ m

Flecha:

$f = 4.03$ m

Altura total:

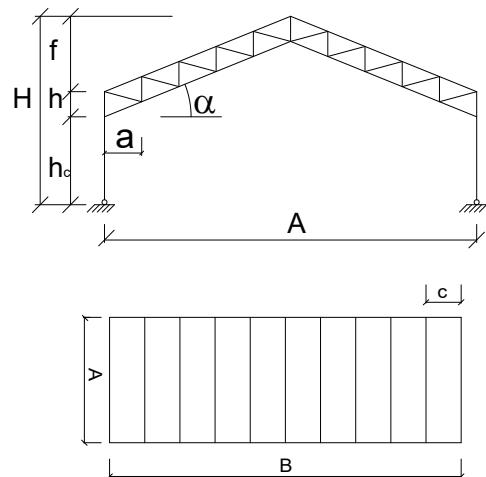
$H = 8.78$ m

Separación de nudos:

$a = 1.20$ m

Separación de cerchas:

$s = 4.50$ m



1- Determinación de características geométricas

$$\alpha = \arctan \frac{f}{(A/2)}$$

$$\alpha = 16.3^\circ$$

pendiente = 29.17 %

$$\beta = \arctan \frac{(h - a \cdot \tan \alpha)}{a}$$

$$\beta = 18.4283^\circ$$

Numeros de Cuadros:

$$n = 23$$

Diferencia de alt entre nudos: $d = a \cdot \tan \alpha =$

$$0.35 \text{ m}$$

Longitud Cordón Superior: $L_{CS} = d / \sin \alpha =$

$$1.25 \text{ m}$$

Longitud Cordón Inferior: $L_{CI} = d / \sin \alpha =$

$$1.25 \text{ m}$$

Longitud Montante:

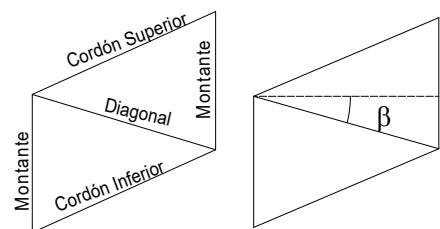
$$L_M = 0.75 \text{ m}$$

Longitud Diagonal:

$$L_D = 1.28 \text{ m}$$

Número de cerchas:

$$N = 13$$



2- Determinación de cargas actuantes

2.1- Cálculo del peso propio

En esta primera etapa se adoptará un valor aproximado del peso propio de la cercha, la cual se verificará cuando se dimensionen efectivamente esos elementos.

Peso de Cercha y Correa: $q_{pp\ cercha} = 0.2 \text{ kN/m}^2$

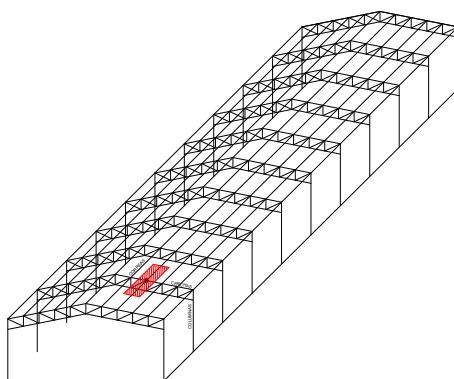
Peso de chapa: $q_{chapa} = 0.05 \text{ kN/m}^2$

Aislante, cielorraso, arriostramiento: $q_{cub} = 0.12 \text{ kN/m}^2$

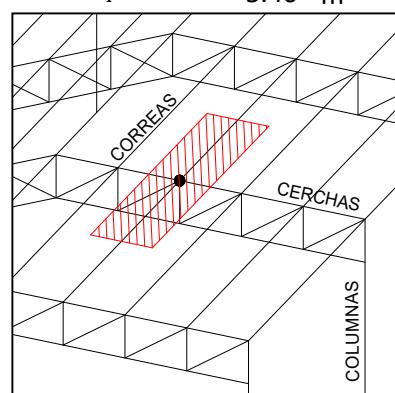
Carga Permanente $q_{PT} = 0.37 \text{ kN/m}^2$

2.2- Cálculo del área de influencia

Área de influencia de un nudo intermedio de cercha:



$$A_T = s \cdot a = 5.40 \text{ m}^2$$



2.3- Cargas Permanentes (D) "CIRSOC 101"

Carga permanente en un nudo intermedio de la cercha: $D_1 = A_T \cdot q_{PT} = 1.998 \text{ kN}$ 0.918

Carga permanente en un nudo extremo de la cercha: $D_2 = A_T \cdot q_{PT}/2 = 0.999 \text{ kN}$ 0.459

sin q_{pp} cercha

2.4- Cargas Variables (L)

Según CIRSOC 101 - Artículo 4.9, la sobrecarga variable mínima para cubiertas será:

$$Lr = 0.96 \cdot R_1 \cdot R_2 [\text{kN}/\text{m}^2] \quad \text{Siendo } 0.58 \leq Lr \leq 0.96$$

$$\begin{array}{ll} A_T = 5.40 \text{ m}^2 & \leq 19 \text{ m}^2 \longrightarrow R_1 = 1 \\ F = 0,12 \cdot \text{pendiente (\%)} & F = 3.50 \% \leq 4 \% \longrightarrow R_2 = 1 \\ Lr = 0.96 \text{ kN/m}^2 & \longrightarrow \text{Buenas condiciones} \end{array}$$

Carga variable en un nudo intermedio de la cercha: $L_1 = A_T \cdot Lr = 5.184 \text{ kN}$
Carga variable en un nudo extremo de la cercha: $L_2 = A_T \cdot Lr/2 = 2.592 \text{ kN}$

2.5- Carga de viento

2.5.1- Velocidad del viento

Ciudad: CORRIENTES

Cap. 5.4 Fig 1B

$V = 46 \text{ m/s}$

2.5.2- Presión Dinámica

$$qz = 0,613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I$$

K_d : Factor de direccionalidad del viento

Art 5.4.4 Tabla 6

SPRV

Kd=	0.85
Kd=	0.85

Componentes y revestimientos

K_z : Coeficiente de exposición

Art 5.6 Tabla 5

Exposición Tipo	D	
	z (m)	Kz
0-4.75	1.05	
6	1.08	
6.39	1.090	
7.5	1.12	
8.78	1.151	
10	1.18	

K_{zt} : Factor topográfico

Art 5.7

$$H = 5.26 \text{ m} \quad L_H = 0.95 \text{ m} \quad x = 7.8 \text{ m}$$

$$H / L_H = 5.54 > 0.5$$

$$\longrightarrow H / L_H = 0.5 \wedge L_H = 10.52 \text{ m}$$

$$k_1 / (H / L_H) = 0.95 \longrightarrow k_1 = 0.475$$

$$\mu_{BV} = 1.5 \quad \mu_{SV} = 4 \quad \gamma = 2.5$$

$$K_2 = \left(1 - \frac{|x|}{\mu \cdot L_H} \right) = 0.815$$

z (m)	$K_3 = e^{-\gamma \cdot z / L_H}$	K_{ZT}
0-4.75	0.569	1.220
6.39	0.219	1.085
8.78	0.124	1.048

I: Factor de Importancia

Categoría III | I | 1.15

Art 5.5 Tabla 1
Apéndice A (Tabla A1)
Cap. 5.10

Determinación de q_z

z (m)	K_z	K_{ZT}	$q_z (N/m^2)$
0-4.75	1.05	1.220	1624.29
6.39	1.090	1.085	1499.70
8.78	1.151	1.048	1529.02

2.5.3- Carga de viento de diseño en edificios cerrados y parcialmente cerrados

Sistema principal resistente a la fuerza del viento(SPRV)

Estación de transferencia Edificio cerrado

Edificio rígido de todas las alturas:	$p = q * G * C_p - q_i * (G C_p i)$
Efecto de rafaga	$G = 0.85$

Coeficiente de presión en PAREDES			C_p
Pared a barlovento			0.8
Paredes laterales			-0.7
Pared a sotavento	Normal a la cumbre:	L/B	0.51
	Paralelo a la cumbre:	L/B	1.957
			-0.309

Coeficiente de presión en CUBIERTAS					C_p
Normal a la cumbre:	h/L	0.231	Distancia horizontal desde el borde:	0 a 4.75	-0.9
				4.75 a 9.5	-0.5
				> 9.5	-0.3
				0 a 2.35	-1.04
				> 2.35	-0.7
Paralelo a la cumbre:					

Coeficiente de Presión Interna $GC_{pi} = (+/-) 0.18$

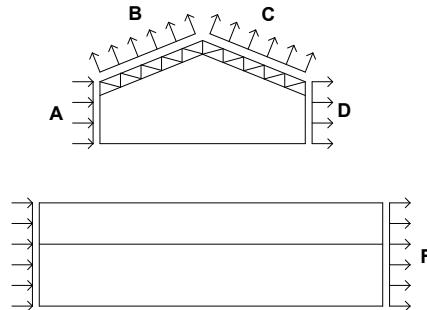
Presiones de viento SPRFV			p_z	
incidiendo normalmente a la cumbre			$pi > 0$	$pi < 0$
Paredes a barlovento	$z = 0-4.75$	834.57	1374.46	
Paredes a sotavento		-907.32	-367.43	
Paredes laterales		-1162.27	-622.38	
Cubierta a barlovento		-1417.22	-877.32	
Cubierta a sotavento		-907.32	-367.43	
		-652.37	-112.48	

Presiones de viento SPRFV			p_z	
incidiendo paralelo a la cumbre			$pi > 0$	$pi < 0$
Paredes a barlovento	$z = 0-4.75$	834.57	1374.46	
	$z = 6.3875$	749.85	1289.74	
	$z = 8.775$	769.79	1309.68	
Paredes a sotavento		-663.45	-123.56	
Paredes laterales		-1162.27	-622.38	
Cubierta a barlovento	0 a 2.35	-1595.68	-1055.79	
	> 2.35	-1162.27	-622.38	

A continuación se presenta un cuadro resumen con las máximas presiones producidas en cada caso.

Las presiones están en $[N/m^2]$

Estados	A	B	C	D	E	F
Carga Normal a la Cumbre [N/m ²]	pz(pi>0) 1	834.57	-1417.22	-652.37	-907.32	-1162.27
Carga Paralela a la Cumbre [N/m ²]	pz(pi<0) 2	1374.46	-877.32	-112.48	-367.43	-622.38
Carga Normal a la Cumbre [N/m ²]	pz(pi>0) 3	-1162.27	-1595.68	-1595.68	-1162.27	834.57
Carga Paralela a la Cumbre [N/m ²]	pz(pi<0) 4	-622.38	-1055.79	-1055.79	-622.38	1374.46
						-123.56



Analizando las cargas por metro lineal, considerándolas aplicadas sobre columnas y cordones de las cerchas, y recordando que la separación entre cerchas es 4.50 m, resulta:

Estados	A	B	C	D	E	F
Carga Normal a la Cumbre [N/m]	pz(pi>0) 1	3755.57	-6377.47	-2935.66	-4082.93	-5230.20
Carga Paralela a la Cumbre [N/m]	pz(pi<0) 2	6185.08	-3947.96	-506.15	-1653.42	-2800.69
Carga Normal a la Cumbre [N/m]	pz(pi>0) 3	-5230.20	-7180.56	-7180.56	-5230.20	3755.57
Carga Paralela a la Cumbre [N/m]	pz(pi<0) 4	-2800.69	-4751.05	-4751.05	-2800.69	6185.08
						-556.03

Como se necesita expresar las cargas B y C en forma puntual sobre los nudos de la cercha,

se plantea:

$$B_1 = B \cdot L_{CS} \quad C_1 = C \cdot L_{CS}$$

$$B_2 = B \cdot L_{CS}/2 \quad C_2 = C \cdot L_{CS}/2$$

Estados	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
1	-7971.55	-3985.77	-3669.44	-1834.72
2	-4934.77	-2467.38	-632.66	-316.331
3	-8975.37	-4487.68	-8975.37	-4487.68
4	-5938.59	-2969.3	-5938.59	-2969.3

Valores expresados
en [N]

Además, es necesario descomponerlas según la dirección x e y:

$$B_{1x} = B_1 \cdot \sin \alpha \quad B_{2x} = B_2 \cdot \sin \alpha \quad C_{1x} = C_1 \cdot \sin \alpha \quad C_{2x} = C_2 \cdot \sin \alpha$$

$$B_{1y} = B_1 \cdot \cos \alpha \quad B_{2y} = B_2 \cdot \cos \alpha \quad C_{1y} = C_1 \cdot \cos \alpha \quad C_{2y} = C_2 \cdot \cos \alpha$$

Estados	B _{1x}	B _{1y}	B _{2x}	B _{2y}	C _{1x}	C _{1y}	C _{2x}	C _{2y}
1	-2231.068	-7652.96	-1115.53	-3826.48	-1027	-3522.79	-513.5	-1761.40
2	-1381.137	-4737.55	-690.569	-2368.77	-177.069	-607.378	-88.5345	-303.69
3	-2512.018	-8616.67	-1256.01	-4308.34	-2512.02	-8616.67	-1256.01	-4308.34
4	-1662.087	-5701.26	-831.043	-2850.63	-1662.09	-5701.26	-831.043	-2850.63

Valores expresados
en [N]

Estados	B_{1x}	B_{1y}	B_{2x}	B_{2y}	C_{1x}	C_{1y}	C_{2x}	C_{2y}
1	-2.23	-7.65	-1.12	-3.83	-1.03	-3.52	-0.51	-1.76
2	-1.38	-4.74	-0.69	-2.37	-0.18	-0.61	-0.09	-0.30
3	-2.51	-8.62	-1.26	-4.31	-2.51	-8.62	-1.26	-4.31
4	-1.66	-5.70	-0.83	-2.85	-1.66	-5.70	-0.83	-2.85

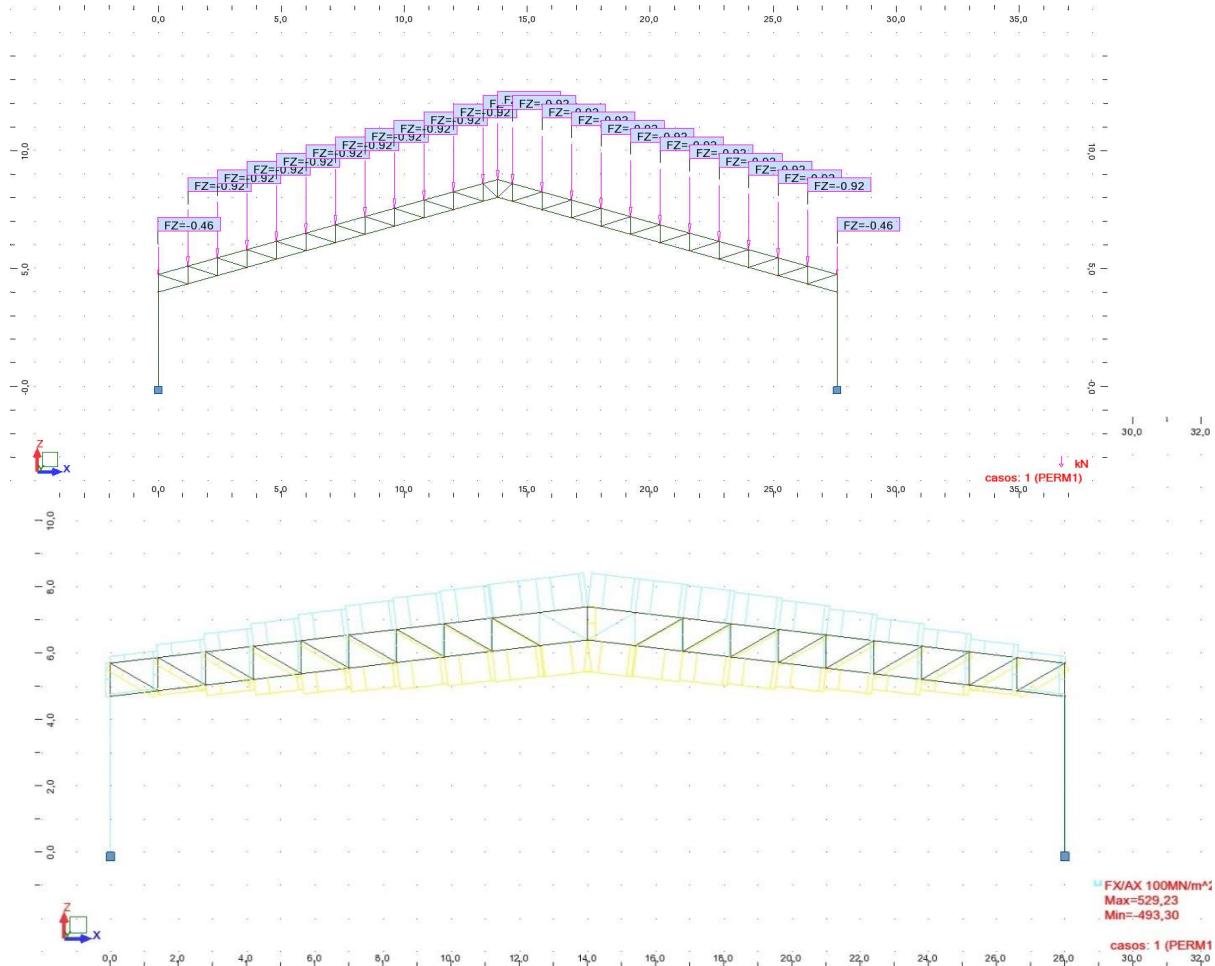
Valores expresados
en [kN]

Lista	Fx	Fz
Permanent 29a51	0.00	-0.92
Permanent 28 52	0.00	-0.46
Variable 29a51	0.00	-5.18
Variable 28 52	0.00	-2.59
Viento 1 28	-1.12	3.83
Viento 1 29a40	-2.23	7.65
Viento 1 41a51	1.03	3.52
Viento 1 52	0.51	1.76
Viento 2 28	-0.69	2.37
Viento 2 29a40	-1.38	4.74
Viento 2 41a51	0.18	0.61
Viento 2 52	0.09	0.30
Viento 3 28	-1.26	4.31
Viento 3 29a40	-2.51	8.62
Viento 3 41a51	2.51	8.62
Viento 3 52	1.26	4.31
Viento 4 28	-0.83	2.85
Viento 4 29a40	-1.66	5.70
Viento 4 41a51	1.66	5.70
Viento 4 52	0.83	2.85

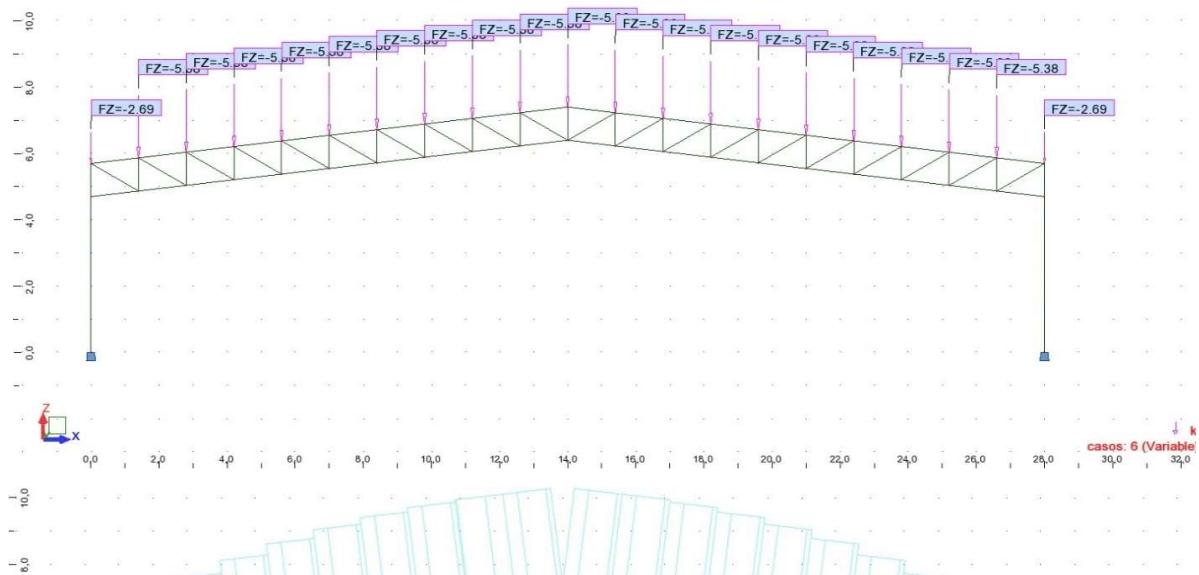
3- Cálculo de solicitudes

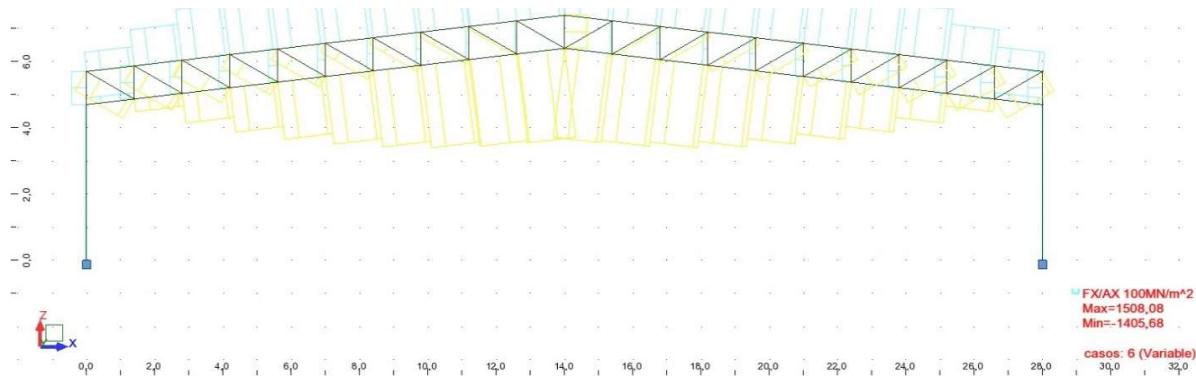
3.1- Generadas por el peso propio

Como en el software resulta necesario definir las secciones a emplear en los elementos de la cercha y columnas, se decidió descontar el peso de los perfiles a emplearse en la cercha de las cargas puntuales aplicadas en los nodos. Dichos perfiles a adoptar no han sido dimensionados aún, razón por la cual se optó por tomar un valor medio de los mismos, resultando así:



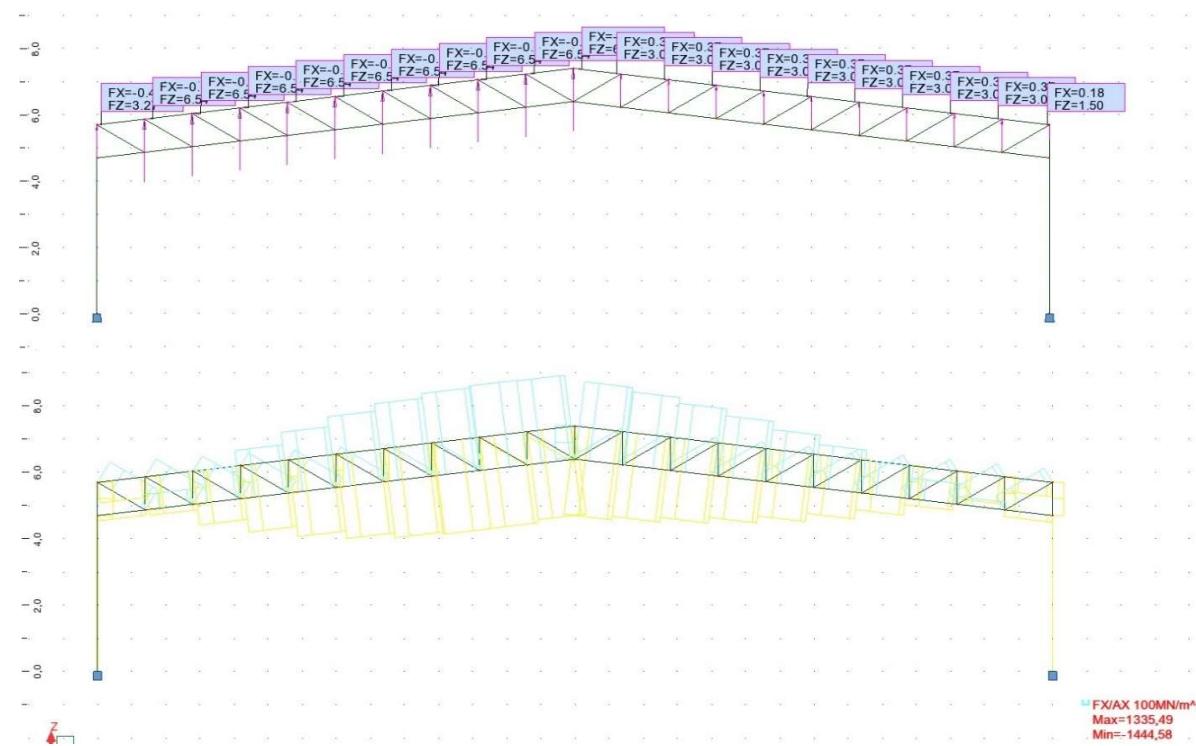
3.2- Generadas por sobrecarga (L)



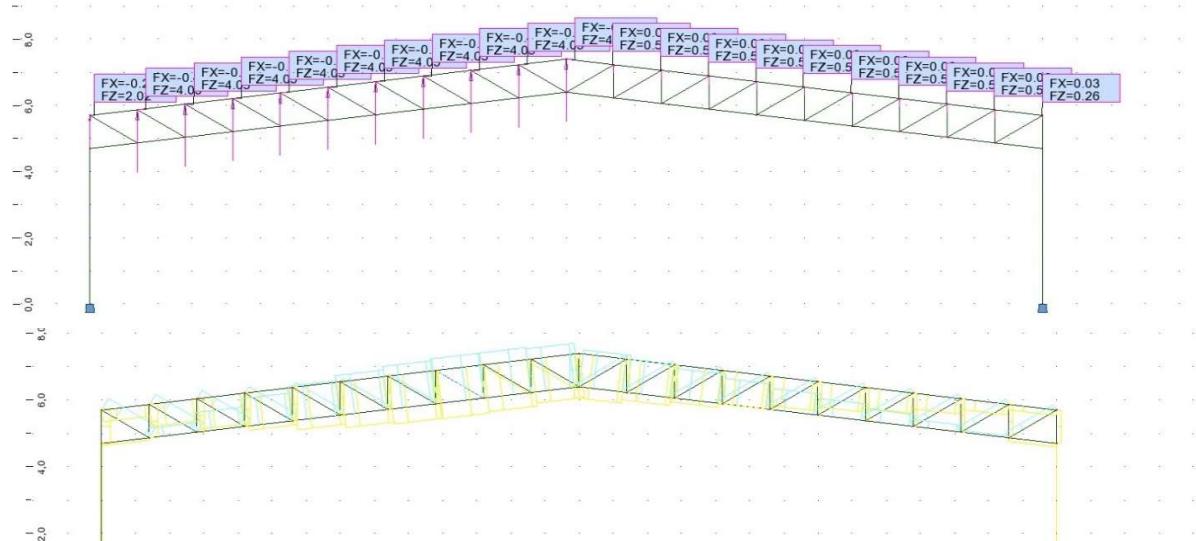


3.3- Generada por el viento (W)

3.3.1- Estado 1

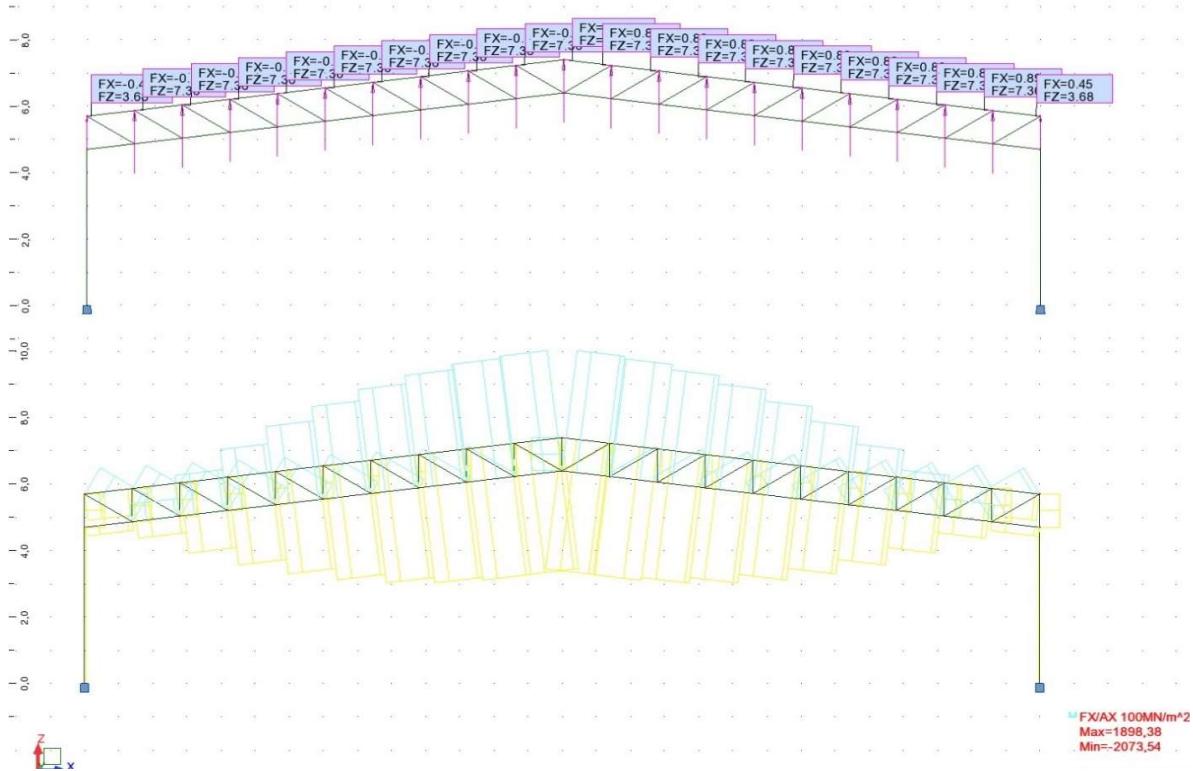


3.3.2- Estado 2

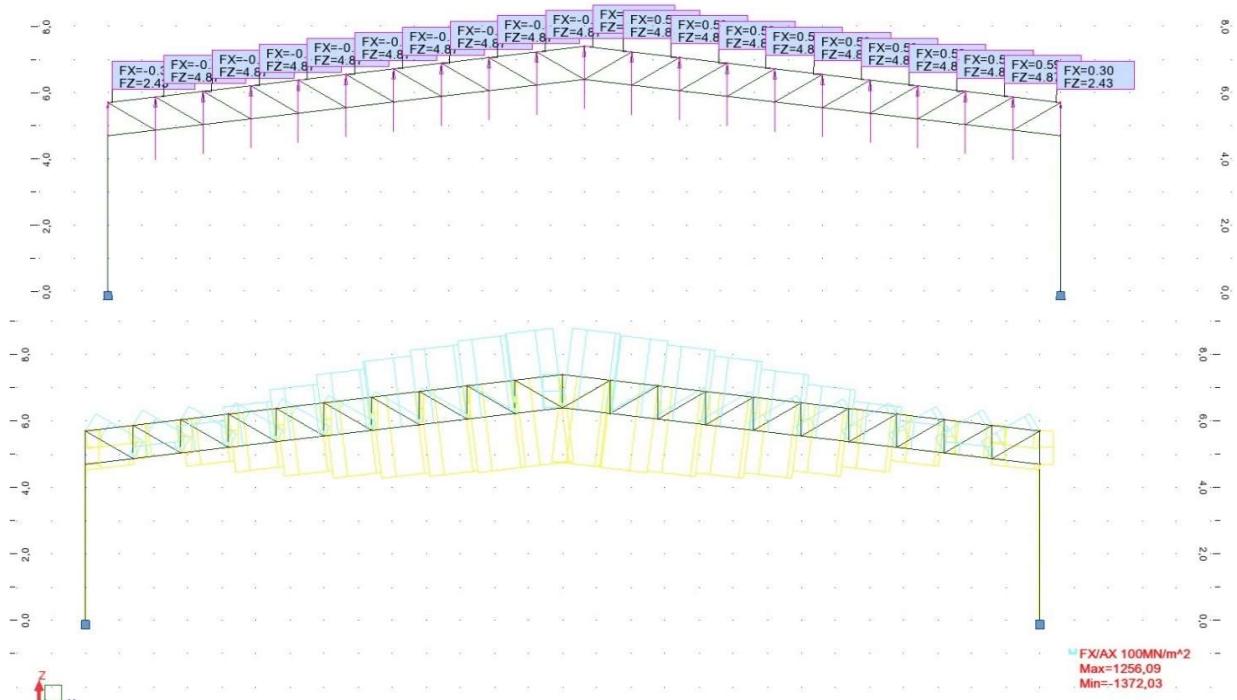




3.3.3- Estado 3



3.3.4- Estado 4



ESFUERZO NORMAL (KN)

Barra	Denominación	D	L	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄
1	C1	11.02	62.21	-77.17	-42.45	-102.84	-68
2	I1	17.62	99.49	-79.92	-27.37	-155.72	-102.97
3	I2	4.10	23.14	21.97	31.55	-28.44	-18.8
4	I3	-9.11	-51.46	116.34	84.51	94.21	62.3
5	I4	-21.03	-118.76	198.10	129.41	203.42	134.52
6	I5	-31.40	-177.32	266.08	165.83	296.93	196.35
7	I6	-40.28	-227.46	320.56	193.87	375.24	248.13
8	I7	-47.66	-269.14	361.48	213.52	438.28	289.82
9	I8	-53.54	-302.36	388.86	224.78	486.07	321.42
10	I9	-57.93	-327.12	402.70	227.65	518.59	342.92
11	I10	-60.82	-343.44	403.00	222.13	535.86	354.35
12	I11	-62.21	-351.28	389.73	208.19	537.88	355.68
13	I12	-61.68	-348.29	361.07	185.22	521.05	344.55
14	I13	-61.68	-348.29	337.84	162.14	520.63	344.27
15	I14	-62.21	-351.28	328.04	146.89	536.73	354.92
16	I15	-60.82	-343.44	308.97	128.76	533.94	353.07
17	I16	-57.93	-327.12	283.70	109.58	515.89	341.14
18	I17	-53.54	-302.36	252.21	89.32	482.6	319.12
19	I18	-47.66	-269.14	214.49	67.98	434.04	287.02
20	I19	-40.28	-227.46	170.52	45.56	370.23	244.82
21	I20	-31.40	-177.32	120.32	22.05	291.15	192.52
22	I21	-21.03	-118.76	63.94	-2.51	196.87	130.18
23	I22	-9.11	-51.46	0.96	-28.36	86.87	57.45
24	I23	4.10	23.14	-66.72	-54.39	-36.48	-24.12
25	I24	17.62	99.49	-132.27	-76.89	-164	-108.45
26	C2	11.02	62.21	-58.94	-23.81	-104.04	-68.8
27	S1	-0.88	-4.96	-34.78	-34.49	-0.8	-0.53
28	S2	13.52	76.34	-137.42	-91.26	-136.67	-90.37
29	S3	25.45	143.74	-221.85	-137.88	-248.69	-164.45
30	S4	35.90	202.72	-292.78	-176.12	-345.51	-228.47
31	S5	44.85	253.29	-350.21	-205.99	-427.14	-282.45
32	S6	52.31	295.38	-394.08	-227.46	-493.51	-326.33
33	S7	58.26	329.02	-424.41	-240.55	-544.61	-360.13
34	S8	62.72	354.20	-441.19	-245.24	-580.45	-383.83
35	S9	65.69	370.93	-444.44	-241.54	-601.04	-397.45
36	S10	67.14	379.14	-434.09	-229.43	-606.3	-400.92
37	S11	67.14	379.12	-410.45	-209.09	-596.58	-394.5
38	S12	65.91	372.19	-390.11	-193.80	-581.6	-384.59
39	S13	65.91	372.19	-391.89	-194.71	-584.18	-386.3
40	S14	67.14	379.12	-389.55	-187.46	-598.71	-395.91
41	S15	67.14	379.14	-375.31	-170.19	-607.67	-401.83
42	S16	65.69	370.93	-354.97	-151.88	-601.64	-397.84
43	S17	62.72	354.20	-328.34	-132.46	-580.28	-383.71
44	S18	58.26	329.02	-295.49	-111.96	-543.67	-359.5
45	S19	52.31	295.38	-256.40	-90.39	-491.79	-325.2
46	S20	44.85	253.29	-211.08	-67.73	-424.66	-280.81
47	S21	35.90	202.72	-159.51	-43.98	-342.25	-226.32
48	S22	25.45	143.74	-101.78	-19.19	-244.66	-161.78
49	S23	13.52	76.34	-37.84	6.66	-131.87	-87.2
50	S24	-0.88	-4.96	39.31	37.55	5.16	3.42
51	M1	1.29	7.28	-31.38	-25.77	-16.55	-10.94
52	M2	10.46	59.08	-72.16	-39.34	-97.21	-64.28
53	M3	7.71	43.51	-55.39	-31.22	-71.61	-47.35
54	M4	7.06	39.89	-48.54	-26.68	-64.75	-42.82
55	M5	6.15	34.75	-40.42	-21.69	-55.52	-36.71
56	M6	5.27	29.77	-32.44	-16.73	-46.52	-30.76
57	M7	4.39	24.78	-24.44	-11.78	-37.51	-24.81
58	M8	3.50	19.78	-16.44	-6.82	-28.5	-18.85
59	M9	2.62	14.79	-8.44	-1.87	-19.49	-12.89
60	M10	1.73	9.77	-0.43	3.09	-10.44	-6.91
61	M11	0.89	5.04	7.35	7.96	-1.82	-1.2

62	M12	-1.19	-6.73	21.42	15.67	17.02	11.25
63	M13	-31.08	-175.49	182.22	89.73	274.03	181.2
64	M14	-1.19	-6.73	-0.67	-6.27	16.57	10.96
65	M15	0.89	5.04	-11.60	-10.84	-2.27	-1.5
66	M16	1.73	9.77	-14.98	-11.31	-10.89	-7.2
67	M17	2.62	14.79	-18.69	-11.96	-19.95	-13.19
68	M18	3.50	19.78	-22.37	-12.60	-28.95	-19.15
69	M19	4.39	24.78	-26.05	-13.24	-37.96	-25.1
70	M20	5.27	29.77	-29.73	-13.88	-46.98	-31.06
71	M21	6.15	34.75	-33.40	-14.51	-55.97	-37.01
72	M22	7.06	39.89	-37.27	-15.25	-65.22	-43.12
73	M23	7.71	43.51	-39.16	-14.87	-71.96	-47.59
74	M24	10.46	59.08	-56.65	-23.43	-98.39	-65.06
75	M25	1.29	7.28	12.59	17.13	-13.47	-8.91
76	D1	-10.04	-56.70	83.71	51.27	96.07	63.53
77	D2	-12.71	-71.78	90.61	50.80	117.93	77.98
78	D3	-11.28	-63.71	77.60	42.73	103.3	68.31
79	D4	-9.81	-55.42	64.46	34.64	88.35	58.42
80	D5	-8.39	-47.40	51.55	26.63	73.83	48.82
81	D6	-6.97	-39.33	38.59	18.60	59.23	39.16
82	D7	-5.54	-31.28	25.64	10.58	44.64	29.52
83	D8	-4.11	-23.21	12.69	2.56	30.05	19.87
84	D9	-2.69	-15.16	-0.25	-5.46	15.47	10.23
85	D10	-1.25	-7.06	-13.25	-13.51	0.81	0.54
86	D11	0.18	1.00	-26.09	-21.41	-13.82	-9.14
87	D12	-0.37	-2.08	-16.75	-14.94	-5.32	-3.52
88	D13	-0.37	-2.08	12.10	13.73	-4.81	-3.18
89	D14	0.18	1.00	11.14	15.59	-13.15	-8.7
90	D15	-1.25	-7.06	17.26	16.77	1.49	0.99
91	D16	-2.69	-15.16	23.26	17.82	16.15	10.68
92	D17	-4.11	-23.21	29.21	18.85	30.73	20.32
93	D18	-5.54	-31.28	35.18	19.88	45.32	29.97
94	D19	-6.97	-39.33	41.14	20.92	59.91	39.62
95	D20	-8.39	-47.40	47.10	21.95	74.51	49.27
96	D21	-9.81	-55.42	53.01	22.95	89.03	58.87
97	D22	-11.28	-63.71	59.27	24.16	104	68.77
98	D23	-12.71	-71.78	65.21	25.16	118.62	78.44
99	D24	-10.04	-56.70	41.56	9.47	95.06	62.86

4- Esfuerzos normales en los cordones de la cercha según diversas cargas

COMBINACIONES DE ACCIONES - ESTADOS LIMITES ULTIMOS																							
CORDON SUPERIOR	D	Lr	W (VIENTO)				N1	N2	N3	N4	N5	N 4 '	N5 '	N 4 ''	N5 ''	N 4'''	N5'''	MAXIMO DE LA BARRA	MAXIMO DEL CORDON	+	-	+	-
			W1	W2	W3	W4																	
S ₁	-0.88	-4.96	-34.78	-34.49	-0.80	-0.53	-1.23	-3.54	-8.99	-53.23	-52.96	-52.79	-52.53	-2.26	-1.99	-1.85	-1.59	-1.23	-53.23	687.19	-851.08		
S ₂	13.52	76.34	-137.42	-91.26	-136.67	-90.37	18.93	54.39	138.37	-189.91	-193.96	-120.67	-124.72	-188.78	-192.84	-119.33	-123.39	138.37	-193.96				
S ₃	25.45	143.74	-221.85	-137.88	-248.69	-164.45	35.63	102.41	260.52	-302.24	-309.87	-176.28	-183.92	-342.50	-350.13	-216.14	-223.77	260.52	-350.13				
S ₄	35.90	202.72	-292.78	-176.12	-345.51	-228.47	50.26	144.44	367.43	-396.09	-406.86	-221.10	-231.87	-475.19	-485.96	-299.63	-310.40	367.43	-485.96				
S ₅	44.85	253.29	-350.21	-205.99	-427.14	-282.45	62.79	180.47	459.08	-471.50	-484.95	-255.17	-268.62	-586.89	-600.35	-369.86	-383.31	459.08	-600.35				
S ₆	52.31	295.38	-394.08	-227.46	-493.51	-326.33	73.23	210.46	535.38	-528.35	-544.04	-278.42	-294.11	-677.49	-693.19	-426.72	-442.42	535.38	-693.19				
S ₇	58.26	329.02	-424.41	-240.55	-544.61	-360.13	81.56	234.42	596.34	-566.70	-584.18	-290.91	-308.39	-747.00	-764.48	-470.28	-487.76	596.34	-764.48				
S ₈	62.72	354.20	-441.19	-245.24	-580.45	-383.83	87.81	252.36	641.98	-586.52	-605.34	-292.60	-311.41	-795.41	-814.23	-500.48	-519.30	641.98	-814.23				
S ₉	65.69	370.93	-444.44	-241.54	-601.04	-397.45	91.97	264.29	672.32	-587.83	-607.54	-283.48	-303.19	-822.73	-842.44	-517.35	-537.05	672.32	-842.44				
S ₁₀	67.14	379.14	-434.09	-229.43	-606.30	-400.92	94.00	270.14	687.19	-570.57	-590.71	-263.58	-283.72	-828.88	-849.02	-520.81	-540.95	687.19	-849.02				
S ₁₁	67.14	379.12	-410.45	-209.09	-596.58	-394.50	94.00	270.13	687.16	-535.11	-555.25	-233.07	-253.21	-814.30	-834.44	-511.18	-531.32	687.16	-834.44				
S ₁₂	65.91	372.19	-390.11	-193.80	-581.60	-384.59	92.27	265.19	674.60	-506.07	-525.85	-211.61	-231.38	-793.31	-813.08	-497.79	-517.57	674.60	-813.08	687.19	-851.08		
S ₁₃	65.91	372.19	-391.89	-194.71	-584.18	-386.30	92.27	265.19	674.60	-508.74	-528.52	-212.97	-232.75	-797.18	-816.95	-500.36	-520.13	674.60	-816.95				
S ₁₄	67.14	379.12	-389.55	-187.46	-598.71	-395.91	94.00	270.13	687.16	-503.76	-523.90	-200.62	-220.76	-817.50	-837.64	-513.30	-533.44	687.16	-837.64				
S ₁₅	67.14	379.14	-375.31	-170.19	-607.67	-401.83	94.00	270.14	687.19	-482.40	-502.54	-174.72	-194.86	-830.94	-851.08	-522.18	-542.32	687.19	-851.08				
S ₁₆	65.69	370.93	-354.97	-151.88	-601.64	-397.84	91.97	264.29	672.32	-453.63	-473.33	-148.99	-168.70	-823.63	-843.34	-517.93	-537.64	672.32	-843.34				
S ₁₇	62.72	354.20	-328.34	-132.46	-580.28	-383.71	87.81	252.36	641.98	-417.25	-436.06	-123.43	-142.24	-795.16	-813.97	-500.30	-519.12	641.98	-813.97				
S ₁₈	58.26	329.02	-295.49	-111.96	-543.67	-359.50	81.56	234.42	596.34	-373.32	-390.80	-98.03	-115.51	-745.59	-763.07	-469.34	-486.82	596.34	-763.07				
S ₁₉	52.31	295.38	-256.40	-90.39	-491.79	-325.20	73.23	210.46	535.38	-321.83	-337.52	-72.81	-88.51	-674.91	-690.61	-425.03	-440.72	535.38	-690.61				
S ₂₀	44.85	253.29	-211.08	-67.73	-424.66	-280.81	62.79	180.47	459.08	-262.80	-276.26	-47.78	-61.23	-583.17	-596.63	-367.40	-380.85	459.08	-596.63				
S ₂₁	35.90	202.72	-159.51	-43.98	-342.25	-226.32	50.26	144.44	367.43	-196.19	-206.96	-22.89	-33.66	-470.30	-481.07	-296.40	-307.17	367.43	-481.07				
S ₂₂	25.45	143.74	-101.78	-19.19	-244.66	-161.78	35.63	102.41	260.52	-122.13	-129.77	1.76	-5.88	-336.45	-344.09	-212.13	-219.77	260.52	-344.09				
S ₂₃	13.52	76.34	-37.84	6.66	-131.87	-87.20	18.93	54.39	138.37	-40.54	-44.59	26.21	22.16	-181.58	-185.64	-114.58	-118.63	138.37	-185.64				
S ₂₄	-0.88	-4.96	39.31	37.55	5.16	3.42	-1.23	-3.54	-8.99	57.91	58.17	55.27	55.53	6.68	6.95	4.07	4.34	58.17	-8.99				

COMBINACIONES DE ACCIONES - ESTADOS LIMITE ULTIMOS														MAXIMO DE LA BARRA		MAXIMO DEL CORDON					
CORDON INFERIOR	D	Lr	W (VIENTO)				N1	N2	N3	N4	N5	N 4 '	N 5 '	N 4 ''	N 5 ''	N 4'''	N 5'''	+	-	+	-
			W1	W2	W3	W4															
I ₁	17.62	99.49	-79.92	-27.37	-155.72	-102.97	24.67	70.89	180.33	-98.74	-104.02	-19.91	-25.20	-212.44	-217.72	-133.31	-138.60	180.33	-217.72	750.83	-636.70
I ₂	4.10	23.14	21.97	31.55	-28.44	-18.80	5.74	16.49	41.94	37.88	36.65	52.25	51.02	-37.74	-38.97	-23.28	-24.51	52.25	-38.97		
I ₃	-9.11	-51.46	116.34	84.51	94.21	62.30	-12.75	-36.66	-93.27	163.58	166.31	115.83	118.57	130.38	133.12	82.52	85.25	166.31	-93.27		
I ₄	-21.03	-118.76	198.10	129.41	203.42	134.52	-29.44	-84.62	-215.25	271.91	278.22	168.88	175.19	279.89	286.20	176.54	182.85	286.20	-215.25		
I ₅	-31.40	-177.32	266.08	165.83	296.93	196.35	-43.96	-126.34	-321.39	361.44	370.86	211.07	220.49	407.72	417.14	256.85	266.27	417.14	-321.39		
I ₆	-40.28	-227.46	320.56	193.87	375.24	248.13	-56.39	-162.07	-412.27	432.50	444.59	242.47	254.55	514.52	526.61	323.86	335.94	526.61	-412.27		
I ₇	-47.66	-269.14	361.48	213.52	438.28	289.82	-66.72	-191.76	-487.82	485.03	499.33	263.09	277.39	600.23	614.53	377.54	391.84	614.53	-487.82		
I ₈	-53.54	-302.36	388.86	224.78	486.07	321.42	-74.96	-215.43	-548.02	519.04	535.10	272.92	288.98	664.86	680.92	417.88	433.94	680.92	-548.02		
I ₉	-57.93	-327.12	402.70	227.65	518.59	342.92	-81.10	-233.08	-592.91	534.53	551.91	271.96	289.34	708.37	725.75	444.86	462.24	725.75	-592.91		
I ₁₀	-60.82	-343.44	403.00	222.13	535.86	354.35	-85.15	-244.70	-622.49	531.52	549.76	260.21	278.46	730.81	749.05	458.54	476.79	749.05	-622.49		
I ₁₁	-62.21	-351.28	389.73	208.19	537.88	355.68	-87.09	-250.29	-636.70	509.94	528.61	237.63	256.30	732.17	750.83	458.87	477.53	750.83	-636.70		
I ₁₂	-61.68	-348.29	361.07	185.22	521.05	344.55	-86.35	-248.16	-631.28	467.59	486.09	203.81	222.32	707.56	726.06	442.81	461.31	726.06	-631.28		
I ₁₃	-61.68	-348.29	337.84	162.14	520.63	344.27	-86.35	-248.16	-631.28	432.74	451.25	169.19	187.70	706.93	725.43	442.39	460.89	725.43	-631.28		
I ₁₄	-62.21	-351.28	328.04	146.89	536.73	354.92	-87.09	-250.29	-636.70	417.41	436.07	145.68	164.35	730.44	749.11	457.73	476.39	749.11	-636.70		
I ₁₅	-60.82	-343.44	308.97	128.76	533.94	353.07	-85.15	-244.70	-622.49	390.47	408.72	120.16	138.40	727.93	746.17	456.62	474.87	746.17	-622.49		
I ₁₆	-57.93	-327.12	283.70	109.58	515.89	341.14	-81.10	-233.08	-592.91	356.03	373.41	94.85	112.23	704.32	721.70	442.19	459.57	721.70	-592.91		
I ₁₇	-53.54	-302.36	252.21	89.32	482.60	319.12	-74.96	-215.43	-548.02	314.07	330.13	69.73	85.79	659.65	675.71	414.43	430.49	675.71	-548.02		
I ₁₈	-47.66	-269.14	214.49	67.98	434.04	287.02	-66.72	-191.76	-487.82	264.54	278.84	44.78	59.08	593.87	608.17	373.34	387.64	608.17	-487.82		
I ₁₉	-40.28	-227.46	170.52	45.56	370.23	244.82	-56.39	-162.07	-412.27	207.44	219.53	20.00	32.09	507.01	519.09	318.89	330.98	519.09	-412.27		
I ₂₀	-31.40	-177.32	120.32	22.05	291.15	192.52	-43.96	-126.34	-321.39	142.80	152.22	-4.61	4.82	399.05	408.47	251.10	260.52	408.47	-321.39		
I ₂₁	-21.03	-118.76	63.94	-2.51	196.87	130.18	-29.44	-84.62	-215.25	70.67	76.98	-29.00	-22.69	270.07	276.38	170.03	176.34	276.38	-215.25		
I ₂₂	-9.11	-51.46	0.96	-28.36	86.87	57.45	-12.75	-36.66	-93.27	-9.49	-6.76	-53.47	-50.74	119.37	122.11	75.24	77.98	122.11	-93.27		
I ₂₃	4.10	23.14	-66.72	-54.39	-36.48	-24.12	5.74	16.49	41.94	-95.16	-96.39	-76.67	-77.90	-49.80	-51.03	-31.26	-32.49	41.94	-96.39		
I ₂₄	17.62	99.49	-132.27	-76.89	-164.00	-108.45	24.67	70.89	180.33	-177.26	-182.55	-94.19	-99.48	-224.86	-230.14	-141.53	-146.82	180.33	-230.14		

MONTANTES	D	Lr	COMBINACIONES DE ACCIONES - ESTADOS LIMITES ULTIMOS												MAXIMO DE LA BARRA	MAXIMO DEL CORDON		
			W (VIENTO)				1,4 D				1,2 D + 0,5 Lr							
			W1	W2	W3	W4	N1	N2	N3	N4	N5	N 4 '	N5 '	N 4 ''	N5 ''	N 4'''	N5'''	
M ₁	1.29	7.28	-31.38	-25.77	-16.55	-10.94	1.81	5.19	13.20	-45.52	-45.91	-37.11	-37.49	-23.28	-23.66	-14.86	-15.25	
M ₂	10.46	59.08	-72.16	-39.34	-97.21	-64.28	14.64	42.09	107.08	-95.69	-98.83	-46.46	-49.60	-133.26	-136.40	-83.87	-87.01	
M ₃	7.71	43.51	-55.39	-31.22	-71.61	-47.35	10.79	31.01	78.87	-76.15	-37.58	-39.89	-98.16	-100.48	-61.77	-64.09	78.87	-100.48
M ₄	7.06	39.89	-48.54	-26.68	-64.75	-42.82	9.88	28.42	72.30	-64.34	-66.46	-31.55	-33.67	-88.65	-90.77	-55.76	-57.88	
M ₅	6.15	34.75	-40.42	-21.69	-55.52	-36.71	8.61	24.76	62.98	-53.25	-55.10	-25.16	-27.00	-75.90	-77.75	-47.69	-49.53	
M ₆	5.27	29.77	-32.44	-16.73	-46.52	-30.76	7.38	21.21	53.96	-42.34	-43.92	-18.77	-20.35	-63.46	-65.04	-39.82	-41.40	
M ₇	4.39	24.78	-24.44	-11.78	-37.51	-24.81	6.15	17.66	44.92	-31.39	-32.71	-12.40	-13.72	-51.00	-52.31	-31.95	-33.26	
M ₈	3.50	19.78	-16.44	-6.82	-28.50	-18.85	4.90	14.09	35.85	-20.46	-21.51	-6.03	-7.08	-38.55	-39.60	-24.08	-25.13	
M ₉	2.62	14.79	-8.44	-1.87	-19.49	-12.89	3.67	10.54	26.81	-9.52	-10.30	0.34	-0.45	-26.09	-26.88	-16.19	-16.98	
M ₁₀	1.73	9.77	-0.43	3.09	-10.44	-6.91	2.42	6.96	17.71	1.43	0.91	6.71	6.19	-13.58	-14.10	-8.29	17.71	
M ₁₁	0.89	5.04	7.35	7.96	-1.82	-1.20	1.25	3.59	9.13	12.09	11.83	13.01	12.74	-1.66	-1.93	-0.73	13.01	
M ₁₂	-1.19	-6.73	21.42	15.67	17.02	11.25	-1.67	-4.79	-12.20	30.70	31.06	22.08	22.43	24.10	24.46	15.45	15.80	
M ₁₃	-31.08	-175.49	182.22	89.73	274.03	181.20	-43.51	-125.04	-318.08	236.03	245.36	97.30	106.62	373.75	383.07	234.50	243.83	
M ₁₄	-1.19	-6.73	-0.67	-6.27	16.57	10.96	-1.67	-4.79	-12.20	-2.43	-2.08	-10.83	-10.48	23.43	23.78	15.01	15.37	
M ₁₅	0.89	5.04	-11.60	-10.84	-2.27	-1.50	1.25	3.59	9.13	-16.33	-16.60	-15.19	-15.46	-2.34	-2.60	-1.18	-1.45	
M ₁₆	1.73	9.77	-14.98	-11.31	-10.89	-7.20	2.42	6.96	17.71	-20.39	-20.91	-14.89	-15.41	-14.26	-14.78	-8.72	-9.24	
M ₁₇	2.62	14.79	-18.69	-11.96	-19.95	-13.19	3.67	10.54	26.81	-24.89	-25.68	-14.80	-15.58	-26.78	-27.57	-16.64	-17.43	
M ₁₈	3.50	19.78	-22.37	-12.60	-28.95	-19.15	4.90	14.09	35.85	-29.36	-30.41	-14.70	-15.75	-39.23	-40.28	-24.53	-25.58	
M ₁₉	4.39	24.78	-26.05	-13.24	-37.96	-25.10	6.15	17.66	44.92	-33.81	-35.12	-14.59	-15.91	-51.67	-52.99	-32.38	-33.70	
M ₂₀	5.27	29.77	-29.73	-13.88	-46.98	-31.06	7.38	21.21	53.96	-38.27	-39.85	-14.50	-16.08	-64.15	-65.73	-40.27	-41.85	
M ₂₁	6.15	34.75	-33.40	-14.51	-55.97	-37.01	8.61	24.76	62.98	-42.72	-44.57	-14.39	-16.23	-76.58	-78.42	-48.14	-49.98	
M ₂₂	7.06	39.89	-37.27	-15.25	-65.22	-43.12	9.88	28.42	72.30	-47.43	-49.55	-14.40	-16.52	-89.36	-91.48	-56.21	-58.33	
M ₂₃	7.71	43.51	-39.16	-14.87	-71.96	-47.59	10.79	31.01	78.87	-49.49	-51.80	-13.05	-15.37	-98.69	-101.00	-62.13	-64.45	
M ₂₄	10.46	59.08	-56.65	-23.43	-98.39	-65.06	14.64	42.09	107.08	-72.42	-75.56	-22.59	-25.73	-135.03	-138.17	-85.04	-88.18	
M ₂₅	1.29	7.28	12.59	17.13	-13.47	-8.91	1.81	5.19	13.20	20.43	20.05	27.24	26.86	-18.66	-19.04	-11.82	-12.20	

383.07 -318.08

COMBINACIONES DE ACCIONES - ESTADOS LIMITE ULTIMOS																					
DIAGONALES	D	Lr	W (VIENTO)				N1	N2	N3	N4	N5	N 4 '	N5 '	N 4 ''	N5 ''	N 4'''	N5'''	MAXIMO DE LA BARRA		MAXIMO DEL CORDON	
			W1	W2	W3	W4												+	-	+	-
D ₁	-10.04	-56.70	83.71	51.27	96.07	63.53	-14.06	-40.40	-102.77	113.52	116.53	64.86	67.87	132.06	135.07	83.25	86.26	135.07	-102.77	166.49	-130.10
D ₂	-12.71	-71.78	90.61	50.80	117.93	77.98	-17.79	-51.14	-130.10	120.66	124.48	60.95	64.76	161.64	165.46	101.72	105.53	165.46	-130.10		
D ₃	-11.28	-63.71	77.60	42.73	103.30	68.31	-15.79	-45.39	-115.47	102.86	106.25	50.56	53.94	141.41	144.80	88.93	92.31	144.80	-115.47		
D ₄	-9.81	-55.42	64.46	34.64	88.35	58.42	-13.73	-39.48	-100.44	84.92	87.86	40.19	43.13	120.75	123.70	75.86	78.80	123.70	-100.44		
D ₅	-8.39	-47.40	51.55	26.63	73.83	48.82	-11.75	-33.77	-85.91	67.26	69.77	29.88	32.39	100.68	103.19	63.16	65.68	103.19	-85.91		
D ₆	-6.97	-39.33	38.59	18.60	59.23	39.16	-9.76	-28.03	-71.29	49.52	51.61	19.54	21.63	80.48	82.57	50.38	52.47	82.57	-71.29		
D ₇	-5.54	-31.28	25.64	10.58	44.64	29.52	-7.76	-22.29	-56.70	31.81	33.47	9.22	10.88	60.31	61.97	37.63	39.29	61.97	-56.70		
D ₈	-4.11	-23.21	12.69	2.56	30.05	19.87	-5.75	-16.54	-42.07	14.10	15.34	-1.09	0.14	40.14	41.38	24.87	26.11	41.38	-42.07		
D ₉	-2.69	-15.16	-0.25	-5.46	15.47	10.23	-3.77	-10.81	-27.48	-3.60	-2.80	-11.42	-10.61	19.98	20.78	12.12	12.92	20.78	-27.48		
D ₁₀	-1.25	-7.06	-13.25	-13.51	0.81	0.54	-1.75	-5.03	-12.80	-21.38	-21.00	-21.77	-21.39	-0.29	0.09	-0.69	-0.32	0.09	-21.77		
D ₁₁	0.18	1.00	-26.09	-21.41	-13.82	-9.14	0.25	0.72	1.82	-38.92	-38.97	-31.90	-31.95	-20.51	-20.57	-13.49	-13.55	1.82	-38.97		
D ₁₂	-0.37	-2.08	-16.75	-14.94	-5.32	-3.52	-0.52	-1.48	-3.77	-25.57	-25.46	-22.85	-22.74	-8.42	-8.31	-5.72	-5.61	-0.52	-25.57		
D ₁₃	-0.37	-2.08	12.10	13.73	-4.81	-3.18	-0.52	-1.48	-3.77	17.71	17.82	20.15	20.26	-7.66	-7.55	-5.21	-5.10	20.26	-7.66		
D ₁₄	0.18	1.00	11.14	15.59	-13.15	-8.70	0.25	0.72	1.82	16.93	16.87	23.60	23.55	-19.51	-19.56	-12.83	-12.89	23.60	-19.56		
D ₁₅	-1.25	-7.06	17.26	16.77	1.49	0.99	-1.75	-5.03	-12.80	24.39	24.77	23.66	24.03	0.74	1.11	-0.02	0.36	24.77	-12.80		
D ₁₆	-2.69	-15.16	23.26	17.82	16.15	10.68	-3.77	-10.81	-27.48	31.66	32.47	23.50	24.31	21.00	21.80	12.79	13.60	32.47	-27.48		
D ₁₇	-4.11	-23.21	29.21	18.85	30.73	20.32	-5.75	-16.54	-42.07	38.88	40.12	23.34	24.58	41.16	42.40	25.55	26.78	42.40	-42.07		
D ₁₈	-5.54	-31.28	35.18	19.88	45.32	29.97	-7.76	-22.29	-56.70	46.12	47.78	23.17	24.83	61.33	62.99	38.31	39.97	62.99	-56.70		
D ₁₉	-6.97	-39.33	41.14	20.92	59.91	39.62	-9.76	-28.03	-71.29	53.35	55.44	23.02	25.11	81.50	83.59	51.07	53.16	83.59	-71.29		
D ₂₀	-8.39	-47.40	47.10	21.95	74.51	49.27	-11.75	-33.77	-85.91	60.58	63.10	22.86	25.37	101.70	104.21	63.84	66.35	104.21	-85.91		
D ₂₁	-9.81	-55.42	53.01	22.95	89.03	58.87	-13.73	-39.48	-100.44	67.74	70.69	22.65	25.60	121.77	124.72	76.53	79.48	124.72	-100.44		
D ₂₂	-11.28	-63.71	59.27	24.16	104.00	68.77	-15.79	-45.39	-115.47	75.37	78.75	22.70	26.09	142.46	145.85	89.62	93.00	145.85	-115.47		
D ₂₃	-12.71	-71.78	65.21	25.16	118.62	78.44	-17.79	-51.14	-130.10	82.56	86.38	22.49	26.30	162.68	166.49	102.41	106.22	166.49	-130.10		
D ₂₄	-10.04	-56.70	41.56	9.47	95.06	62.86	-14.06	-40.40	-102.77	50.29	53.30	2.16	5.17	130.54	133.55	82.24	85.25	133.55	-102.77		

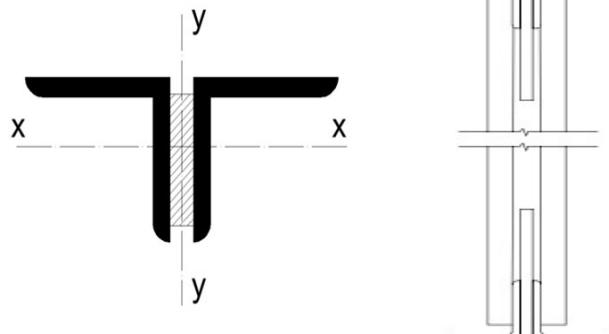
5- Dimensionado de los cordones de la cercha

Para dimensionar, se consideran las barras más solicitadas de cada componente de la cercha.

Tipo de sección: 2 PNL soldados a una presilla

Solicitaciones Máximas y Mínimas

	Tracción [kN]	Compresión [kN]
CS	687.19	851.08
CI	750.83	636.70
M	383.07	318.08
D	166.49	130.10



5.1- Dimensionamiento del cordón superior

5.1.1- Dimensionamiento a compresión

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$P = 851.08 \text{ KN}$$

$$L_{cs} = 1.25 \text{ m}$$

Longitudes de pandeo

C.2.3

$$\text{Long Equivalente } L_p = k L$$

$$K_x = 1$$

$$L_{px} = 125 \text{ cm}$$

$$L_{py} = 625 \text{ cm}$$

Pandeo alrededor del eje x-x:

$$\text{Se supone } \lambda_x = 100 \leq 200 \text{ aceptable compresión}$$

Radio de giro necesario:

$$r_x = K_x L / \lambda_x = 1.2 \text{ cm}$$

Resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional

$$\text{Esbeltz Adimensional: } \lambda_c = (1/\pi) (kL/r) (f_y/E)^{1/2} = 1.1 \quad \text{Elementos no esbeltos } \lambda_c < 1.5$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y = 143 \text{ MPa}$$

Se supone sección no esbelta: $Q = 1$

$$P_d = \phi_c P_n$$

$$P_n = F_{cr} A_g (10^{-1})$$

$$P_d = \phi_c F_{cr} A_g (10^{-1})$$

$$\phi_c = 0.85$$

$$P_u = 851.08 \text{ kN}$$

$$A_g = 10 P_d / \phi_c F_{cr} = 70.13 \text{ cm}^2$$

$$A_g^1 = A_g / 2 = 35.06 \text{ cm}^2$$

Adopto 2 perfiles L de alas iguales 6"x1/2"

$$A_g^1 = 37.27 \text{ cm}^2$$

$$b = 15.24 \text{ cm}$$

$$I_x = I_y = 808.39 \text{ cm}^4$$

$$t = 1.27 \text{ cm}$$

$$r_x = r_y = 4.66 \text{ cm}$$

$$e_x = e_y = 4.20 \text{ cm}$$

Verificaciones de las consideraciones previas:

Relaciones ancho-espesor para verificar el Q adoptado:

Tabla B.5.1- Caso 6

$$\lambda_f = b / t = 12 < \lambda_r = 200 / (F_y)^2 = 13.05$$

como $\lambda_f < \lambda_r$ el ala no es esbelta, entonces $Q = 1$

Área total: $A_g = 2 \times A_g^1 = 74.54 \text{ cm}^2 > A_{g_{nec}} = 70.1 \text{ cm}^2$
Radio de giro: $r_x = 4.66 \text{ cm} > r_{x_{nec}} = 1.2 \text{ cm}$
Ebeltez alrededor de x: $\lambda_x = Kx / r_x = 27$

Resistencia de diseño: $\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.29$
Caso (a) para: $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = 226.715 \text{ MPa}$
 $P_d = \emptyset_c \times P_n = \emptyset_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 1436.44 \text{ kN} > P_u = 851.08 \text{ kN}$

VERIFICA

Verificación del pandeo alrededor del eje inmaterial y-y

Se predimensionan las presillas con un espesor de $e_p = 1.27 \text{ cm}$

El momento de inercia alrededor del eje y-y resulta, de acuerdo al teorema de Steiner:

$$I_y = 2 \times \left[I_1 + A_g^1 x \left(e_x + \frac{e_p}{2} \right)^2 \right] = 3359 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 6.7 \text{ cm}$$

$$h = 2 \times e_x + e_p = 9.67 \text{ cm}$$

$$e'_x / e_x = 2.63$$

$$\alpha = \text{Relación de separación} = h / 2 r_{i_b} = 1.0$$

$$(K_y L / r_{yT}) = 93$$

Adopto número de campos mínimo: $n = 10$

Separación de Presillas $a = L/n = 62.50 \text{ cm}$

Además, el resto de los valores necesarios: $r_{i_b} = r_{yT} = 4.66$

Ebeltez modificada:

$$\lambda_{my} = \sqrt{\left(\frac{k \times L}{r} \right)_o^2 + 0.82 \times \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2)} \times \left(\frac{a}{r_{i_b}} \right)^2} = 93.51 < 200$$

VERIFICA

Verificación de pandeo local:

$$\left(\frac{a}{r_i} \right)_{local} = 13.42 < \frac{3}{4} \left(\frac{k \times L}{r} \right)_{global} = 70.13$$

VERIFICA

Ebeltez adimensional:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1.02$$

Caso (a) para: $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) F_y = 152.00 \text{ MPa}$

La Resistencia de Diseño Result

$$P_d = \emptyset_c \times P_n = \emptyset_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 963 \text{ kN} > P_u = 851.08 \text{ kN}$$

VERIFICA

5.1.2- Verificación a tracción:

$$E = 200000 \text{ MPa} \quad P = 687 \text{ kN}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa} \quad L_{CS} = 1.25 \text{ m}$$

$$F_u = 370 \text{ MPa} \quad \phi_T = 0.9$$

Pandeo alrededor del eje x-x: Se supone $\lambda_x = 100 \leq 300$ aceptable tracción

$$A_{e_{nec}} = 10 P_D / \phi_T F_y = 32.5 \text{ cm}^2$$

< a la sección adoptada: BC!!

> a P BC!!

> a P BC!!

° Fluencia en sección bruta: (D.1.1) $R_d = 0.9 * F_y * A_g / 10 = 1576.5 \text{ kN}$

° Rotura en sección neta: (D.1.2) $R_d = 0.75 * F_u * A_g / 10 = 2068.5 \text{ kN}$

5.1.3- Cálculo de la soldadura en las presillas intermedias:

La resistencia nominal para el corte en el área efectiva:

$$\Phi = 0.60$$

$$F_{exx} = 480 \text{ Mpa}$$

$$F_w = 0,60 * F_{exx} = 288 \text{ Mpa}$$

La resistencia de diseño de un cordón de soldadura es:

$$R_d = \Phi * F_w * A_w$$

Por lo tanto, la R_d para 1 cm² será:

$$R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$$

Esfuerzo de corte Ideal:

$$V = 0.02 * \Phi * P_n$$

E 4.3.2 Grupo II- fig E.4.3

$$V = 0,02 * \emptyset_c * P_n = 19.26 \text{ kN}$$

Por equilibrio de Nudo:

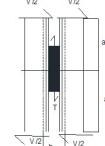
$$T * h/2 = 2 * V/2 * a/2$$

$$T = V * a/h = 124.49 \text{ kN}$$

Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$T = 124.49 \text{ kN}$$

$$M = T * h/2 = 601.90 \text{ kNm}$$



Cordones de Filetes

$$\text{Espesor del material mas grueso} = 12.70 \text{ mm} \rightarrow d_{w \min} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material} = 10.70 \text{ mm}$$

$$\text{Adopto } d_w = 5 \text{ mm}$$

Siendo e_g el espesor de garganta efectiva, y se define como:

$$e_g = 0,707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$$

La longitud efectiva mínima

$$L_w \min = 4 * d_w = 2 \text{ cm}$$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$$L_w \max = 100 * d_w = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Se supone un } L_w = 21 \text{ cm}$$

Tabla J.2.4

El área efectiva de la soldadura es:

$$A_w = 2 * e_g * L_w = 14.847 \text{ cm}^2$$

La inercia de la soldadura en un plano

$$I_w = 2 * (e_g * L_w^3 / 12) = 545.63 \text{ cm}^4$$

$$\text{Tensión Tangencial máxima en la soldadura } F_v = 3/2 * T/A_w = 12.58 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tensión Normal Máxima en la soldadura } F_n = M / I_w * L_w/2 = 11.58 \text{ kN/cm}^2$$

Si tomamos ambos máximos como si se dieran en la misma fibra

$$\text{Tensión de comparación } f = 17.10 \text{ kN/cm}^2$$

$$< R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$$

BC!!

Espacio en extremos de soldaduras

$$L_{ext} = 2 * d_w = 1 \text{ cm}$$

Se adopta una presilla de dimensiones: Largo = $L_w + 2 L_{ext}$ = 23 cm

$$\text{Alto máx} = b - 2 * (d_w + 0.2 \text{ cm}) = 13.84 \text{ cm}$$

$$\text{Adopto Alto} = 13 \text{ cm}$$

5.2- Dimensionamiento del cordón inferior

5.2.1- Dimensionamiento a compresión

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$P = 636.70 \text{ KN}$$

$$L_{ci} = 1.25 \text{ m}$$

Longitudes de pandeo

C.2.3

Long Equivalente $L_p = k L$

$$K_x = k_y = 1$$

$$L_{px} = 125 \text{ cm}$$

$$L_{py} = 624.977 \text{ cm}$$

Pandeo alrededor del eje x-x:

Se supone $\lambda_x = 100 \leq 200$ aceptable compresión

Radio de giro necesario:

$$r_x = K_x L / \lambda_x = 1.2 \text{ cm}$$

Resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional

Esbeltz Adimensional: $\lambda_c = (1/\pi) (kL/r) (f_y/E)^{1/2} = 1.1$ Elementos no esbeltos $\lambda_c < 1.5$
 $F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y = 143 \text{ MPa}$

Se supone sección no esbelta: $Q = 1$

$$\begin{aligned} P_d &= \phi_c P_n \\ P_n &= F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ P_d &= \phi_c F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ \phi_c &= 0.85 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} P_d &= 636.70 \text{ kN} \\ A_g &= 10 P_d / \phi_c F_{cr} = 52.5 \text{ cm}^2 \\ A_g^1 &= A_g/2 = 26.24 \text{ cm}^2 \end{aligned} \right\}$$

Adopto 2 perfiles L de alas iguales 5"x1/2"

$$\begin{aligned} A_g &= 30.86 \text{ cm}^2 & b &= 12.70 \text{ cm} \\ I_x = I_y &= 461.04 \text{ cm}^4 & t &= 1.27 \text{ cm} \\ r_x = r_y &= 3.87 \text{ cm} & e_x = e_y &= 3.59 \text{ cm} \end{aligned}$$

Verificaciones de las consideraciones previas:

Relaciones ancho-espesor para verificar el Q adoptado:

$$\lambda_f = b/t = 10 < \lambda_r = 200/(F_y)^2 = 13.05$$

como $\lambda_f < \lambda_r$ el ala no es esbelta, entonces $Q = 1$

Tabla B.5.1- Caso 6

Área total:

$$A_g = 2 \times A_g^1 = 61.72 \text{ cm}^2 > A_{g,nec} = 52.5 \text{ cm}^2$$

Radio de giro:

$$r_x = 3.87 \text{ cm} > r_{x,nec} = 1.2 \text{ cm}$$

Esbeltz alrededor de x:

$$\lambda_x = K_x L/r_x = 32$$

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.35$$

Caso (a) para: $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = 223.067 \text{ MPa}$

$$P_d = \phi_c \times P_n = \phi_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 1170.26 \text{ kN} > P_u = 636.70 \text{ kN}$$

VERIFICA

Verificación del pandeo alrededor del eje inmaterial y-y

Se predimensionan las presillas con un espesor de $e_p = 1.27 \text{ cm}$

El momento de inercia alrededor del eje y-y resulta, de acuerdo al teorema de Steiner:

$$I_y = 2 \times \left[I_1 + A_g^1 x \left(e_x + \frac{e_p}{2} \right)^2 \right] = 2024 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 5.7 \text{ cm}$$

$$h = 2 \times e_x + e_p = 8.45 \text{ cm}$$

$$e'_x/e_x = 2.54$$

$$\alpha = \text{Relación de separación} = h/2r_y = 1.1$$

$$(K_y L/r_y) = 109$$

Adopto número de campos mínimo:

$$n = 10$$

$$\text{Separación de Presillas} a = L/n = 62.50 \text{ cm}$$

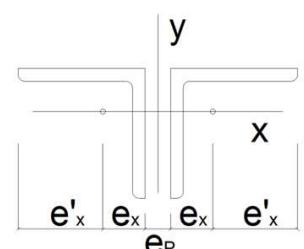
Además, el resto de los valores necesarios: $r_{ib} = r_{y1} = 3.87$

Esbeltz modificada:

(E.4.2)

$$\lambda_{my} = \sqrt{\left(\frac{k_x L}{r}\right)^2 + 0.82 x \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2)} x \left(\frac{a}{r_{ib}}\right)^2} = 109.68 < 200$$

VERIFICA



Verificación de pandeo local:

$$\left(\frac{a}{r_i}\right)_{local} = 16.17 \quad < \frac{3}{4} \left(\frac{k * L}{r}\right)_{global} = 82.26$$

VERIFICA

Ebelz adimensional:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1.20$$

$$\text{Caso (a) para: } \lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) F_y = 129.05 \text{ MPa}$$

La Resistencia de Diseño Result

$$P_d = \emptyset_c x P_n = \emptyset_c x F_{cr} x A_g (10^{-1}) = 677 \text{ kN} > P_u = 636.70 \text{ kN}$$

VERIFICA

5.2.2- Verificación a tracción:

$E = 200000 \text{ MPa}$	$P = 751 \text{ kN}$
$F_y = 235 \text{ MPa}$	$L_{CI} = 1.25 \text{ m}$
$F_u = 370 \text{ Mpa}$	$\phi_T = 0.9$

Pandeo alrededor del eje x-x: Se supone $\lambda x = 100 \leq 300$ aceptable tracción

$$A_{e_nec} = 10 P_D / \phi_T F_y = 35.5 \text{ cm}^2$$

< a la sección adoptada: BC!!

> a P BC!!

$$\circ \text{Fluencia en sección bruta: } (D.1.1) R_d = 0.9 * F_y * A_g / 10 = 1305.4 \text{ kN}$$

$$\circ \text{Rotura en sección neta: } (D.1.2) R_d = 0.75 * F_u * A_g / 10 = 1712.7 \text{ kN}$$

> a P BC!!

5.2.3- Cálculo de la soldadura en los forros intermedios:

La resistencia nominal para el corte en el área efectiva:

$\Phi = 0.60$	$F_{exx} = 480 \text{ Mpa}$
$F_w = 0.60 * F_{exx} = 288 \text{ Mpa}$	

La resistencia de diseño de un cordón de soldadura es:

$$R_d = \Phi * F_w * A_w$$

Por lo tanto, la R_d para 1cm^2 será:

$$R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$$

Esfuerzo de corte Ideal:

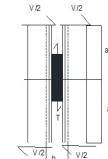
$$V = 0.02 * \Phi * P_n$$

$$V = 0.02 * \emptyset_c * P_n = 13.54 \text{ kN}$$

E 4.3.2 Grupo II- fig E.4.3

Por equilibrio de Nudo:

$$T * h/2 = 2 * V/2 * a/2$$



Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$T = 100.15 \text{ kN}$$

$$M = T * h/2 = 423.13 \text{ kNm}$$

Cordones de Filetes

Tabla J.2.4

$$\text{Espesor del material mas grueso} = 12.70 \text{ mm} \rightarrow d_{w\min} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material} = 10.70 \text{ mm}$$

$$\text{Adopto } d_w = 5 \text{ mm}$$

Siendo eg el espesor de garganta efectiva, y se define como:

$$e_g = 0.707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$$

La longitud efectiva mínima

$$L_w \min = 4 * d_w = 2 \text{ cm}$$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$$L_w \max = 100 * d_w = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Se supone un } L_w = 18 \text{ cm}$$

El área efectiva de la soldadura es:

$$A_w = 2 * e_g * L_w = 12.726 \text{ cm}^2$$

La inercia de la soldadura en un plano

$$I_w = 2 * (e_g * L_w^3 / 12) = 343.60 \text{ cm}^4$$

$$\text{Tensión Tangencial máxima en la soldadura} = 3/2 * T/A_w = 11.80 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tensión Normal Máxima en la soldadura} = M / I_w * L_w / 2 = 11.08 \text{ kN/cm}^2$$

Si tomamos ambos máximos como si se dieran en la misma fibra

$$\text{Tensión de comparación } f = 16.19 \text{ kN/cm}^2$$

< $R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$
BCII

Espacio en extremos de soldaduras $L_{ext} = 2 * dw = 1 \text{ cm}$
 Se adopta una presilla: Largo = $Lw + 2 L_{ext} = 20 \text{ cm}$
 Alto máx = $b - 2 * (dw + 0,2\text{cm}) = 11.3 \text{ cm}$
 Adopto Alto = 11 cm

5.3- Dimensionamiento del montante

5.3.1- Dimensionamiento a compresión

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} \\ P &= 318.08 \text{ KN} \\ L_M &= 0.75 \text{ m} \end{aligned}$$

Longitudes de pandeo

C.2.3

Long Equivalente $L_p = k L$
 $K_x = K_y = 1$ $L_{px} = L_{py} = 75 \text{ cm}$

Pandeo alrededor del eje x-x:

Se supone $\lambda_x = 100 \leq 200$ aceptable compresión

Radio de giro necesario: $r_x = K_x L / \lambda_x = 0.8 \text{ cm}$

Resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional

Esbeltz Adimensional: $\lambda_c = (1/\pi) (kL/r) (f_y/E)^{1/2} = 1.1$ Elementos no esbeltos $\lambda_c < 1.5$
 $F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y = 143 \text{ MPa}$

Se supone sección no esbelta: $Q = 1$

$$\begin{aligned} P_d &= \phi_c P_n \\ P_n &= F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ P_d &= \phi_c F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ \phi_c &= 0.85 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} P_d &= 318.08 \text{ kN} \\ A_g &= 10 P_d / \phi_c F_{cr} = 26.2 \text{ cm}^2 \\ A_g^1 &= A_g / 2 = 13.11 \text{ cm}^2 \end{aligned} \right\}$$

Adopto 2 perfiles L de alas iguales 3 1/2" x 5/16"

$$\begin{aligned} A_g &= 13.57 \text{ cm}^2 & b &= 8.89 \text{ cm} \\ I_x = I_y &= 99.66 \text{ cm}^4 & t &= 0.79 \text{ cm} \\ r_x = r_y &= 2.71 \text{ cm} & e_x = e_y &= 2.47 \text{ cm} \end{aligned}$$

Verificaciones de las consideraciones previas:

Relaciones ancho-espesor para verificar el Q adoptado:

Tabla B.5.1- Caso 6

$$\lambda_f = b / t = 11 < \lambda_r = 200 / (F_y)^{1/2} = 13.05$$

como $\lambda_f < \lambda_r$ el ala no es esbelta, entonces $Q = 1$

Área total:

$$A_g = 2 \times A_g^1 = 27.14 \text{ cm}^2 > A_{g,nec} = 26.2 \text{ cm}^2$$

Radio de giro:

$$r_x = 2.71 \text{ cm} > r_{x,nec} = 0.8 \text{ cm}$$

Esbeltz alrededor de x:

$$\lambda_x = K_x L / r_x = 28$$

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.30$$

Caso (a) para: $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = 226.2 \text{ MPa}$

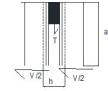
$$P_d = \phi_c \times P_n = \phi_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 521.82 \text{ kN} > P_u = 318.08 \text{ kN}$$

VERIFICA

Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$T = 42.01 \text{ kN}$$

$$M = T * h/2 = 130.46 \text{ kNm}$$



Cordones de Filetes

$$\text{Espesor del material mas grueso} = 12.70 \text{ mm} \rightarrow d_w \text{ min} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material} = 10.70 \text{ mm}$$

$$\text{Adopto } d_w = 5 \text{ mm}$$

Siendo e_g el espesor de garganta efectiva, y se define como:

$$e_g = 0.707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$$

La longitud efectiva mínima

$$L_w \text{ min} = 4 * d_w = 2 \text{ cm}$$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$$L_w \text{ máx} = 100 * d_w = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Se supone un } L_w = 9 \text{ cm}$$

El área efectiva de la soldadura es:

$$A_w = 2 * e_g * L_w = 6.363 \text{ cm}^2$$

La inercia de la soldadura en un plano

$$I_w = 2 (e_g * L_w^3 / 12) = 42.95 \text{ cm}^4$$

$$\text{Tensión Tangencial máxima en la soldadura} = 3/2 * T/A_w = 9.90 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tensión Normal Máxima en la soldadura} = M / I_w * L_w / 2 = 13.67 \text{ kN/cm}^2$$

Si tomamos ambos máximos como si se dieran en la misma fibra

$$\text{Tensión de comparación } f = 16.88 \text{ kN/cm}^2$$

$< R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$
BC!!

Espacio en extremos de soldaduras $L_{ext} = 2 * d_w = 1 \text{ cm}$

Se adopta una presilla de dimensiones: Largo = $L_w + 2 L_{ext} = 11 \text{ cm}$

$$\text{Alto máx} = b - 2 * (d_w + 0.2 \text{ cm}) = 7.49 \text{ cm}$$

$$\text{Adopto Alto} = 7 \text{ cm}$$

5.4- Dimensionamiento de las diagonales

5.4.1- Dimensionado a tracción:

$$E = 200000 \text{ MPa} \quad P = 166.49 \text{ kN}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa} \quad L_D = 1.28 \text{ m}$$

$$F_u = 370 \text{ Mpa} \quad \phi_T = 0.9$$

Longitudes de pandeo

C.2.3

Long Equivalente $L_p = k L$

$$K_x = K_y = 1 \quad L_{px} = L_{py} = 128 \text{ cm}$$

Se supone $\lambda_x = 100 \leq 200$ aceptable compresión

Radio de giro necesario: $r_x = K_x L / \lambda_x = 0.1 \text{ cm}$

El área efectiva A_e es igual al área bruta A_g , al ser la unión por soldadura y no haber perforaciones.

Para el estado límite de fluencia de la sección bruta, la resistencia de diseño es: $P_d = \phi_t \times P_n$

$$P_n = F_y * A_g * (10^{-3})$$

Igualando a la carga última sería: $P_d = \phi_t \times F_y * A_g * (10^{-3}) > P_u$

$$\rightarrow A_g \text{ necesaria} = \frac{P_u * 10}{\phi_t * F_y} = 7.87 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow A_g^{-1} \text{ necesaria} = \frac{A_g \text{ necesaria}}{2} = 3.94 \text{ cm}^2$$

Adopto 2 perfiles L de alas iguales 2" x 3/16"

$$A_{g1} = 4.72 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 11.26 \text{ cm}^4$$

$$r_x = r_y = 1.54 \text{ cm}$$

$$b = 5.08 \text{ cm}$$

$$t = 0.48 \text{ cm}$$

$$e_x = e_y = 1.42 \text{ cm}$$

5.4.2- Verificación a compresión:

Verificación del pandeo alrededor del eje x-x (Eje material)

Relaciones ancho-espesor para verificar el Q adoptado:

$$\lambda_f = b / t = 10.58 < \lambda_r = 0.45 * (E/F_y)^2 = 13.13$$

como $\lambda_f < \lambda_r$ el ala no es esbelta, entonces $Q = 1$

Área total: $A_g = 2 \times A_g^1 = 9.44 \text{ cm}^2 > A_{g,\text{nec}} = 7.9 \text{ cm}^2$

Radio de giro: $r_x = 1.54 \text{ cm} > r_{x,\text{nec}} = 0.1 \text{ cm}$

Ebeltez alrededor de x: $\lambda_x = K_x L / r_x = 83$

Tabla B.5.1- Caso 6

Verificación del pandeo alrededor del eje inmaterial y-y

Se predimensionan las presillas con un espesor de $e_p = 1.27 \text{ cm}$

El momento de inercia alrededor del eje y-y resulta, de acuerdo al teorema de Steiner:

$$I_y = 2 \times \left[I_1 + A_g^1 x \left(e_x + \frac{e_p}{2} \right)^2 \right] = 62 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = 2.6 \text{ cm}$$

$$h = 2 \times e_x + e_p = 4.11 \text{ cm}$$

$$e'_x / e_x = 2.58$$

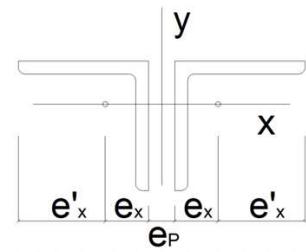
$$\alpha = \text{Relación de separación} = h / 2 r_i = 1.3$$

$$(K_y L / r_{y,T}) = 50$$

Adopto número de campos mínimo: $n = 3$

$$\text{Separación de Presillas a} = L/n = 43 \text{ cm}$$

Además, el resto de los valores necesarios: $r_{ib} = r_{y1} = 1.54 \text{ cm}$



Ebeltez modificada:

(E.4.2)

$$\lambda_{my} = \sqrt{\left(\frac{k_x L}{r}\right)^2 + 0.82 x \frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2)} x \left(\frac{\alpha}{r_{ib}}\right)^2} = 53.72 < 200$$

VERIFICA

Al ser $\lambda_x > \lambda_{my}$ domina el pandeo alrededor del eje x

además ambas esbelteces son menores que 200, según lo especificado en el Cap. B.7.

Verificación de pandeo local:

$$\left(\frac{a}{r_i}\right)_{\text{local}} = 27.66 < \frac{3}{4} \left(\frac{k * L}{r}\right)_{\text{global}} = 40.29$$

VERIFICA

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.91 \quad \text{Caso (a) para: } \lambda_c < 1,5$$

$$F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) F_y = 166.752 \text{ Mpa}$$

$$P_d = \emptyset_c x P_n = \emptyset_c x F_{cr} x A_g (10^{-1}) = 133.80 \text{ kN} > P_u = 130.10 \text{ kN}$$

VERIFICA

5.3.3- Cálculo de la soldadura en los forros intermedios:

La resistencia nominal para el corte en el área efectiva:

$$\Phi = 0.60$$

$$F_{exx} = 480 \text{ Mpa}$$

$$F_w = 0.60 * F_{exx} = 288 \text{ Mpa}$$

La resistencia de diseño de un cordón de soldadura es:

$$R_d = \Phi * F_w * A_w$$

Por lo tanto, la R_d para 1cm² será:

$$R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$$

Esfuerzo de corte Ideal:

$$V = 0.02 * \Phi * P_n$$

E 4.3.2 Grupo II- fig E.4.3

$$V = 0.02 * \emptyset_c * P_n = 1.66 \text{ kN}$$

v2 v2

Por equilibrio de Nudo:

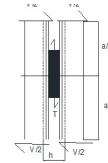
$$T * h/2 = 2 * V/2 * a/2$$

$$T = V * a/h = 17.25 \text{ kN}$$

Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$T = 17.25 \text{ kN}$$

$$M = T * h/2 = 35.45 \text{ kNm}$$



Cordones de Filetes

Tabla J.2.4

$$\text{Espesor del material mas grueso} = 12.70 \text{ mm} \rightarrow d_w \text{ min} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material} = 10.70 \text{ mm}$$

$$\text{Adopto } d_w = 5 \text{ mm}$$

Siendo e_g el espesor de garganta efectiva, y se define como:

$$e_g = 0,707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$$

La longitud efectiva mínima

$$L_w \text{ min} = 4 * d_w = 2 \text{ cm}$$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$$L_w \text{ máx} = 100 * d_w = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Se supone un } L_w = 5 \text{ cm}$$

El área efectiva de la soldadura es:

$$A_w = 2 * e_g * L_w = 3.535 \text{ cm}^2$$

La inercia de la soldadura en un plano

$$I_w = 2 * (e_g * L_w^3 / 12) = 7.36 \text{ cm}^4$$

$$\text{Tensión Tangencial máxima en la soldadura} = 3/2 * T/A_w = 7.32 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tensión Normal Máxima en la soldadura} = M / I_w * L_w / 2 = 12.03 \text{ kN/cm}^2$$

Si tomamos ambos máximos como si se dieran en la misma fibra

$$\text{Tensión de comparación } f = 14.08 \text{ kN/cm}^2$$

< $R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$
BC!!

Espacio en extremos de soldaduras $L_{ext} = 2 * d_w = 1 \text{ cm}$

Se adopta una presilla de dimensiones: Largo = $L_w + 2 L_{ext} = 7 \text{ cm}$

$$\text{Alto máx} = b - 2 * (d_w + 0.2 \text{ cm}) = 3.68 \text{ cm}$$

$$\text{Adopto Alto} = 3 \text{ cm}$$

5.4- Dimensionado de chapa de nudo:

Se dimensiona la unión soldada de las barras a la chapa de nudo y las dimensiones de la misma. Se utilizan para ello los esfuerzos obtenidos de la combinación N5": 0,9 D + 1,5 W

5.4.1- Solicitaciones últimas

$$C_s 1 = -1.99 \text{ kN} \quad D 2 = 165.46 \text{ kN}$$

$$C_s 2 = -192.84 \text{ kN} \quad M 2 = -136.40 \text{ kN}$$

5.4.2- Dimensionamiento de la unión soldada

La resistencia nominal para el corte en el área efectiva:

$$\Phi = 0.60$$

$$F_{exx} = 480 \text{ Mpa}$$

$$F_w = 0,60 * F_{exx} = 288 \text{ Mpa}$$

La resistencia de diseño de un cordón de soldadura es:

$$R_d = \Phi * F_w * A_w$$

El área efectiva de la soldadura es:

$$A_w = e_g * L_w$$

Siendo e_g el espesor de garganta efectiva, y se define como:

$$e_g = 0,707 * d_w$$

Por lo tanto, la resistencia de diseño de 1 cm de lado y 1 cm de longitud será:

$$R_d = 17.28 \text{ kN/cm}^2$$

El espesor de la chapa de nudo será el mismo espesor adoptado para las presillas: 1.27 cm

CORDÓN INFERIOR:

Se dispondrán de 4 cordones, 2 por cada perfil, ya que tenemos 2 perfiles en L que conforman la sección del cordón en cuestión

$$V_u = V_1 + V_2$$

$$V_1 = (C_s 1 - C_s 2) / 2 = 97.41 \text{ kN}$$

Donde:

$$V_2 = \frac{M}{h \cdot n^0} = \frac{(Cs_1 - Cs_2) \cdot e}{h \cdot n^0}$$

La excentricidad e entre la resultante de los cordones y el baricentro es la mitad de la altura del perfil menos la posición del eje baricéntrico del perfil, es decir:

$$e = 3.42 \text{ cm}$$

$$V2 = 21.86 \text{ kN}$$

Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$Vu = 119.28 \text{ kN}$$

Cordones de Filetes

Tabla J.2.4

$$\text{Espesor del material mas grueso} = 12.70 \text{ mm} \rightarrow d_{w \min} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material} = 10.70 \text{ mm}$$

$$\text{Adopto } dw = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Siendo } e_g \text{ el espesor de garganta efectiva, y se define como: } e_g = 0.707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$$

La longitud efectiva mínima

$$L_w \min = 4 * dw = 2 \text{ cm}$$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$$L_w \max = 100 * dw = 50 \text{ cm}$$

Se debe verificar que

$$R_d = 17,28 \frac{kN}{cm^2} \geq \frac{V_u}{A_w} = \frac{V_u}{e_g \cdot L_w} \Rightarrow L_w \geq \frac{V_u}{e_g \cdot 17,28 \text{ kN/cm}^2} = 19.53 \text{ cm}$$

$$L_w = L_1 + L_2 \rightarrow L_1 = L_w - L_2$$

$$L_1 \cdot ex = L_2 \cdot (h - ex) \rightarrow L_2 = L_w \cdot ex/h$$

$$L_2 = 5.38 \text{ cm}$$

$$L_1 = 14.14 \text{ cm}$$

Se adopta:

$$L_1 = 15.00 \text{ cm}$$

$$L_2 = 6.00 \text{ cm}$$

MONTANTE:

Se dispondrán de 4 cordones, 2 por cada perfil, ya que tenemos 2 perfiles en L que conforman la sección del cordón en cuestión

$$V_u = V_1 + V_2$$

$$V1 = (M2) / 2 = 68.20 \text{ kN}$$

$$V_2 = \frac{M}{h \cdot n^0} = \frac{(M_2) \cdot e}{h \cdot n^0}$$

La excentricidad e entre la resultante de los cordones y el baricentro es la mitad de la altura del perfil menos la posición del eje baricéntrico del perfil, es decir:

$$e = 1.975 \text{ cm}$$

$$V2 = 15.15 \text{ kN}$$

Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$Vu = 83.35 \text{ kN}$$

Cordones de Filetes

Tabla J.2.4

$$\text{Espesor del material mas grueso} = 12.70 \text{ mm} \rightarrow d_{w \min} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material} = 10.70 \text{ mm}$$

$$\text{Adopto } dw = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Siendo } e_g \text{ el espesor de garganta efectiva, y se define como: } e_g = 0.707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$$

La longitud efectiva mínima

$$L_w \min = 4 * dw = 2 \text{ cm}$$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$$L_w \max = 100 * dw = 50 \text{ cm}$$

Se debe verificar que

$$R_d = 17,28 \frac{kN}{cm^2} \geq \frac{V_u}{A_w} = \frac{V_u}{e_g \cdot L_w} \Rightarrow L_w \geq \frac{V_u}{e_g \cdot 17,28 \text{ kN/cm}^2} = 13.65 \text{ cm}$$

$$L_w = L_1 + L_2 \rightarrow L_1 = L_w - L_2$$

$$L_1 \cdot ex = L_2 \cdot (h - ex) \rightarrow L_2 = L_w \cdot ex/h$$

$$L_2 = 6.35 \text{ cm}$$

$$L_1 = 7.29 \text{ cm}$$

Se adopta:

$$L_1 = 8.00 \text{ cm}$$

$$L_2 = 7.00 \text{ cm}$$

DIAGONAL:

Se dispondrán de 4 cordones, 2 por cada perfil, ya que tenemos 2 perfiles en L que conforman la sección del cordón en cuestión

$$V_u = V_1 + V_2$$

Donde:

$$V_1 = (D2) / 2 = 82.73 \text{ kN}$$

$$V_2 = \frac{M}{h \cdot n^o} = \frac{(M_2) \cdot e}{h \cdot n^o}$$

La excentricidad e entre la resultante de los cordones y el baricentro es la mitad de la altura del perfil menos la posición del eje baricéntrico del perfil, es decir:

$$e = 1.12 \text{ cm} \quad V_2 = 18.24 \text{ kN}$$

Las solicitudes sobre la soldadura serán

$$V_u = 100.97 \text{ kN}$$

Cordones de Filetes

Tabla J.2.4

Espesor del material mas grueso = 12.70 mm -> $d_{w \min} = 5 \text{ mm}$

El lado máx es 2 mm menos que el espesor del material = 10.70 mm

Adopto $d_w = 5 \text{ mm}$

Siendo e_g el espesor de garganta efectiva, y se define como: $e_g = 0.707 * d_w = 0.35 \text{ cm}$

La longitud efectiva mínima

$L_w \min = 4 * d_w = 2 \text{ cm}$

La longitud efectiva máxima, con $\beta=1$

$L_w \max = 100 * d_w = 50 \text{ cm}$

Se debe verificar que

$$R_d = 17,28 \frac{kN}{cm^2} \geq \frac{V_u}{A_w} = \frac{V_u}{e_g \cdot L_w} \Rightarrow L_w \geq \frac{V_u}{e_g \cdot 17,28 \frac{kN}{cm^2}} = 16.53 \text{ cm}$$

$$L_w = L_1 + L_2 \rightarrow L_1 = L_w - L_2$$

$$L_1 \cdot e_g = L_2 \cdot (h - e_g) \rightarrow L_2 = L_w \cdot e_g / h$$

$$L_2 = 4.62 \text{ cm}$$

$$L_1 = 11.91 \text{ cm}$$

Se adopta:

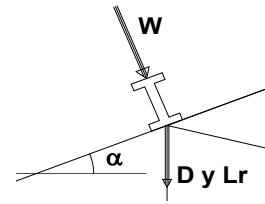
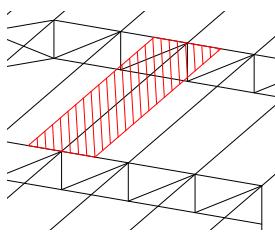
$$L_1 = 12.00 \text{ cm}$$

$$L_2 = 5.00 \text{ cm}$$

6- Dimensionado de la correa más solicitada

Datos :

$$\begin{aligned} S &= 4.50 \text{ m} \\ a &= 1.20 \text{ m} \\ \alpha &= 16.3^\circ \\ \cos \alpha &= 0.960 \\ \operatorname{sen} \alpha &= 0.280 \\ \operatorname{tag} \alpha &= 0.292 \end{aligned}$$



6.1- Análisis de Carga

Carga Permanente: Peso de la cubierta (chapa, cielorraso, et D = 0.22 kN/m² = 0.26 kN/m

Sobrecarga mínima de cubierta

Según CIRSOC 101 - Artículo 4.9, la sobrecarga variable mínima para cubierta

$$Lr = 0,96 \cdot R_1 \cdot R_2 [\text{kN/m}^2]$$

$$A_T = 5.40 \text{ m}^2 \leq 19 \text{ m}^2$$

$$F = 0,12 \cdot \text{pendiente} (\%)$$

$$F = 3.50 \% \leq 4 \%$$

$$\text{Siendo } 0,58 \leq Lr \leq 0,96$$

$$R_1 = 1$$

$$R_2 = 1$$

$$Lr = 0.96 \text{ kN/m}^2 = 1.152 \text{ kN/m}$$

Buenas condiciones

Sobrecarga de Diseño:

Carga concentrada 1 KN en posición más desfavorable

Acción del viento:

$$P = 1.0 \text{ kN}$$

$$W = -1.596 \text{ kN/m}^2 = -1.915 \text{ kN/m}$$

6.2- Combinación de acciones

6.2.1- Combinación de acciones - Estados Límites Últimos

$$(A.4.1) 1,4 D =$$

$$0.308 \text{ kN/m}^2$$

$$(A.4.2) 1,2 D + f_1 L_r =$$

$$\rightarrow f_1 = 0.5 \quad 0.744 \text{ kN/m}^2$$

D+P

$$0.264 \text{ kN/m}^2 + 1.0 \text{ kN}$$

$$(A.4.3) 1,2 D + 1,6 L_r =$$

$$1.728 \text{ kN/m}^2$$

$$(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W =$$

$$-2.140 \text{ kN/m}^2$$

$$(A.4.5) 1,2 D + 1,0 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S =$$

$$0.744 \text{ kN/m}^2$$

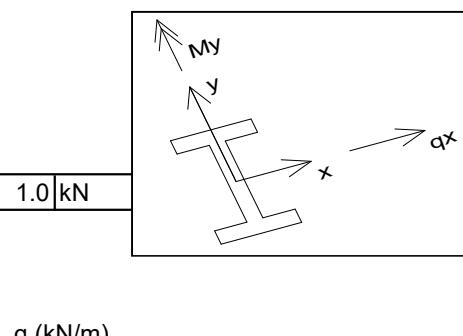
$$(A.4.6) 0,9 D + 1,5 W =$$

$$-2.203 \text{ kN/m}^2$$

En (A.4.3) y (A.4.4) no se considera la carga de viento si es favorable.

Cuando interviene en la fórmula la acción del viento considero en función de su dirección. Por lo que deberá calcularse la componente de D y Lr en dicha dirección. (D y Lr verticales-W normal al faldón)

E.L.U.	q (kN/m ²)			
	Dirección	q	q _{y-y}	q _{x-x}
A.4.1	0.308	0.296	0.086	1.0 kN
	0.744	0.714	0.208	
	0.264	0.253	0.074	
	1.800	1.728	0.504	
	-2.229	-2.140	-0.624	
	0.744	0.714	0.208	
	-2.295	-2.203	-0.642	
	Maximos	1.728	0.504	
	Minimos	-2.203	-0.642	



q (kN/m)

6.2.2- Combinación de acciones -Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

(A-L.1.1) (D+F)+ (Σ Li o W) =	1.180 kN/m ²
Dy+W =	-1.384 kN/m ²
(A-L.1.2) (D+F) + 0,7 [(Σ Li+W) o (W+T) o (SLi+T)] =	-0.261 kN/m ²
(A-L.1.3) (D+F) + 0,6 Σ Li + 0,6 W + 0,6 T =	-0.906 kN/m ²
	-0.193 kN/m ²

q (kN/m ²)				
E.L.S.	A-L.1.1 (a)	1.180	1.133	0.330
	A-L.1.1 (b)	-1.442	-1.384	-0.404
	A-L.1.2	-0.271	-0.261	-0.076
		-0.943	-0.906	-0.264
	A-L.1.3	-0.201	-0.193	-0.056
Maximos		1.133	0.330	
Minimos		-1.384	-0.404	

6.3- Cálculo de solicitudes

6.3.1- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

$$L = S = 4.50 \text{ m}$$

$$a = 1.20 \text{ m}$$

Para estado de cargas mas desfavorable:

$$q_y = 2.64 \text{ kN/m}$$

$$R_A^y = R_B^y = Q_{\max}^y = q_y L / 2 = 5.95 \text{ kN}$$

$$M_{\max}^x = q_y L^2 / 8 = 6.69 \text{ kNm}$$

$$q_x = 0.771 \text{ kN/m}$$

Disponemos de TILLAS para la cual consideramos la siguiente configuración de solicitudes.

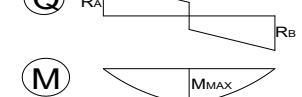
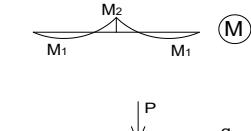
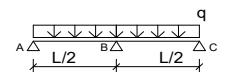
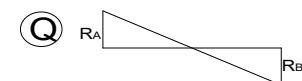
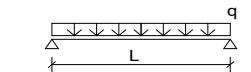
$$a = 1.20 \text{ m} \quad I = L/2 = 2.25 \text{ m}$$

$$M_1 = 9 q I^2 / 128 = 0.274 \text{ KNm}$$

$$M_2 = q I^2 / 8 = 0.488 \text{ KNm}$$

$$R_A = R_C = 3 q I / 8 = 0.650 \text{ kN}$$

$$(Tilla) \quad R_B = 5 q I / 4 = 2.168 \text{ kN}$$



Para Montaje con carga concentrada:

$$q = 0.317 \text{ kN/m}$$

$$P = 1.000 \text{ kN}$$

$$q_y = q \cos a = 0.304 \text{ kN/m}$$

$$P_y = P \cos a = 0.960 \text{ kN}$$

$$R_A^y = R_B^y = Q_{\max}^y = q_y L / 2 + P_y / 2 = 1.164 \text{ kN}$$

$$M_{\max}^x = q_y L^2 / 8 + P_y L / 4 = 1.850 \text{ kNm}$$

$$q_x = q \sin a = 0.089 \text{ kN/m}$$

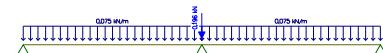
$$P_x = P \sin a = 0.280 \text{ kN}$$

$$R_A^x = R_C^x = 0.075 \text{ kN}$$

$$R_B^x = 0.250 \text{ kN}$$

$$M_1 = 0.032 \text{ kNm}$$

$$M_2 = -0.056 \text{ kNm}$$



6.3.2- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

$$q_y = 1.66 \text{ kN/m}$$

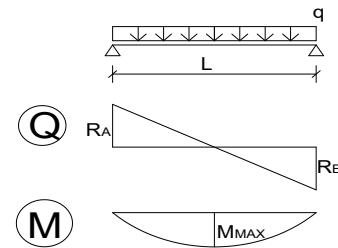
$$R_A^y = R_B^y = Q_{\max}^y = q_y L / 2 = 3.74 \text{ kN}$$

$$M_{\max}^y = q_y L^2 / 8 = 4.21 \text{ kNm}$$

$$q_x = 0.48 \text{ kN/m}$$

$$R_A^x = R_B^x = Q_{\max}^x = q_x L / 2 = 1.35 \text{ kN}$$

$$M_{\max}^y = q_x L^2 / 8 = 0.30 \text{ kNm}$$



6.4- Predimensionado de la sección

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$L = 4.50 \text{ m}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

Para flecha: Coef. Tabla A-L.4.1 : 150

Dirección y-y

$$M_x = 6.693 \text{ KNm}$$

Estado Límite Último

$$M_x = 4.205 \text{ KNm}$$

Estado Límite de Servicio

Dirección x-x

$$M_y = 0.488 \text{ KNm}$$

$$M_y = 0.304 \text{ KNm}$$

Por condición de plastificación a flexión en dirección y-y

$$\phi_b = 0.9$$

$$Z_{nec.x} = \frac{M_{u.x}}{\phi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 31.65 \text{ cm}^3$$

$$S_{nec.x} = \frac{M_{u.x}}{\phi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 21.10 \text{ cm}^3$$

Por condición de deformación (ELS) en dirección y-y

$$f_{max} = 0.00542 \times \frac{M_{max.x} \times \frac{128}{9} \times l^2}{E \times I_x} \leq f_{adm} = \frac{l}{150} = 0.030 \text{ m}$$

$$\rightarrow I_{nec.x} = 109.41 \text{ cm}^4$$

Adopción del perfil predimensionado:

$$PNI \text{ N}^{\circ} \quad 100$$

$$A_g = 10.60 \text{ cm}^2$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

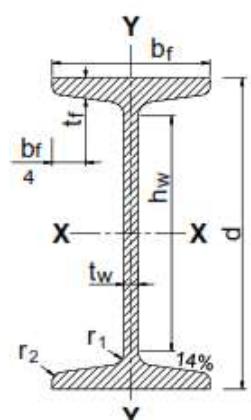
BC

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

BC

$$G = 77200 \text{ MPa}$$

BC



$$I_x = 171.00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 12.20 \text{ cm}^4$$

$$Z_x = 39.80 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 8.04 \text{ cm}^3$$

$$S_x = 34.20 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 4.88 \text{ cm}^3$$

$$b = b_f = 5.00 \text{ cm}$$

$$t_f = 0.68 \text{ cm}$$

$$t_w = 0.45 \text{ cm}$$

$$d = h = 10.00 \text{ cm}$$

$$h_w = 7.50 \text{ cm}$$

$$r_x = 4.01 \text{ cm}$$

$$r_y = 1.07 \text{ cm}$$

$$J = 1.31 \text{ cm}^4$$

$$L_p = 49 \text{ cm}$$

$$L_r = 248 \text{ cm}$$

$$X_1 = 30082 \text{ Mpa}$$

Carga en ala

$$Peso = 8.34 \text{ Kg/m}$$

superior

$$0.0818 \text{ kN/m}$$

6.5- Verificación del perfil

6.5.1- Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

$$\phi_b \times M_{p,x} = \phi_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1,5 \times \phi_b \times M_y = 1,5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}$$

$M_{dx} = 8.42 \text{ KNm}$	$<$	12.06 KNm
$M_{dy} = 8.42 \text{ KNm}$	$>$	$M_{ux} = 6.69 \text{ KNm}$
$M_{px} = 9.353 \text{ KNm}$	$$	VERIFICA

El momento plástico valdrá:

B) Pandeo lateral torsional

$$\phi_b = 0.9$$

$L_b = 225.00 \text{ cm}$	$>$	$L_p = 49 \text{ cm}$
$L_b = 225 \text{ cm}$	$<$	$L_r = 248.00 \text{ cm}$

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$M_r = F_L S_x (10^{-3})$$

Conservadoramente: $C_b = 1$

$$M_r = 5.6772 \text{ kNm}$$

$$M_n = 6.102 \text{ kNm}$$

$$M_{px} = 9.35 \text{ KNm}$$

La resistencia nominal a flexión será:

$$M_n = 6.102 \text{ kNm}$$

La resistencia de diseño a flexión será:

$$M_d = 5.492 \text{ kNm}$$

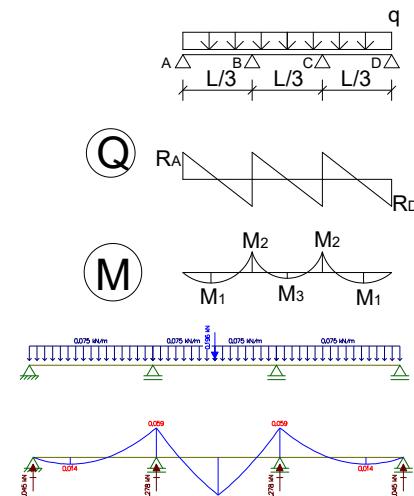
$$M_{ux} = 6.69 \text{ KNm}$$

NO VERIFICA

Modifico la configuración en la dirección x-x, disponiendo de una tilla más en dicha dirección.

La configuración será la siguiente:

$L = 4.50 \text{ m}$	$q_x = 0.771 \text{ KN/m}$
$l=L/3 = 1.50 \text{ m}$	$M_1 = 0.093 \text{ KNm}$
$a = 1.20 \text{ m}$	$M_{apoyos} = -0.173 \text{ KNm}$
(Tilla)	$M_3 = 0.029 \text{ KNm}$
(Tilla)	$R_A = R_D = 0.463 \text{ KN}$
(Tilla)	$R_B = R_C = 1.272 \text{ KN}$
(Tilla)	$q_x = q \operatorname{sen} a = 0.089 \text{ kNm/m}$
(Tilla)	$P_x = P \operatorname{sen} a = 0.280 \text{ kN}$
(Tilla)	$R_A = R_D = 0.032 \text{ kN}$
(Tilla)	$R_B = R_C = 0.308 \text{ kN}$
ELU	$M_1 = 0.006 \text{ kNm}$
ELS	$M_2 = -0.052 \text{ kNm}$
ELS	$M_3 = 0.079 \text{ kNm}$



$$L_b = 150.00 \text{ cm}$$

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$M_r = 5.6772 \text{ kNm}$$

$$M_n = 7.4874 \text{ kNm}$$

$$M_d = 6.7387 \text{ kNm}$$

$$M_r = F_L S_x (10^{-3})$$

$$M_{px} = 9.35 \text{ KNm}$$

$$M_{ux} = 6.69 \text{ KNm}$$

VERIFICA

C)Pandeos locales

Alas	$\lambda f = (b/2)/t = 3.68$				
	$\lambda p = 0.38 (E/F_y)^{1/2} = 11.09$		>	$\lambda f = 3.68$	Sección Compacta
Alma	$\lambda w = h_w/t_w = 16.67$				
	$\lambda p = 3.76 (E/F_y)^{1/2} = 109.69$		>	$\lambda f = 16.67$	Sección Compacta
Sección compacta. No debe verificarse al pandeo localizado					

D)Verificación al corte

Relación $h_w/t_w = 16.67$	<	71.47	$V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$
Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 3.375 \text{ cm}^2$			
$V_n = 47.59 \text{ KN}$			
$\phi v = 0.9$			
$V_d = \phi v \cdot V_n = 42.83 \text{ KN}$	>	$V_{u,y} = 5.9 \text{ KN}$	VERIFICA

E)Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El perfil se predimensionó con esta condición, quedando satisfactoriamente adoptado.

Recordemos que en el Apéndice al Capítulo L se otorgan dos flechas límites:

- Una que debe contrastarse con la acción de las cargas permanentes más sobrecargas.
- Una segunda que debe constatarse con la acción únicamente de las sobrecargas.

Esta segunda verificación no se ha realizado, ya que el perfil cumple ampliamente con las condiciones de deformación con respecto a la primera de las dos flechas límites enumeradas.

6.5.2- Flexión simple según x-x

A)Condición de plastificación

$\phi b = 0.9$			
$\emptyset_b \times M_{p,y} = \emptyset_b \times F_y \times Z_y \times 10^{-3} \leq 1.5 \times \emptyset_b \times M_y = 1.5 \times F_y \times S_y \times 10^{-3}$			
$M_{dy} = 1.70 \text{ KNm}$	<	1.72	KNm
El momento plástico valdrá: $M_{dy} = 1.70 \text{ KNm}$	>	$M_{u,y} = 0.17 \text{ KNm}$	VERIFICA
$M_{py} = 1.89$			

B)Verificación al corte

Relación $b_f/t_f = 7.35$	<	71.47	$V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$
Área del Alma = $2 \cdot h_w \cdot t_w = 6.8 \text{ cm}^2$			
$V_n = 95.88 \text{ KN}$			
$\phi v = 0.9$			
$V_d = \phi v \cdot V_n = 86.29 \text{ KN}$	>	$V_{u,x} = 1.272 \text{ KN}$	VERIFICA

F) Verificación a la flexión oblicua

Para el control de la flexión oblicua, nos referimos al Apéndice del capítulo H, donde aparecen expresiones que verifican la interacción en aquellos casos en que las barras se encuentren biaxialmente solicitadas.

Si analizamos el mencionado capítulo, la reglamentación no incluye a los PNU dentro de esta verificación, pero nosotros lo resolveremos de igual manera, teniendo en cuenta que la barra que estamos considerando no tiene esfuerzos normales.

La expresión a verificar es:

$$\left(\frac{M_{ux}}{\emptyset_b \times M'_{px}} \right)^\xi + \left(\frac{M_{uy}}{\emptyset_b \times M'_{py}} \right)^\xi \leq 1,00$$

Para ello, procedemos a calcular los valores interviniéntes:

$$\frac{b_f}{d} = 0.5 \geq 0,5 \wedge < 1,0 \rightarrow \xi = 1.6$$

$$\eta = 0,4 + \frac{Pu}{Py} + \frac{b_f}{d} \geq 1 \rightarrow \eta = 1$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} \left(1 - \frac{Pu}{Py}\right) \leq M_{px}$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} (1 - 0) \leq M_{px} \rightarrow M'_{px} = M_{px} = 9.35 \text{ kNm}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} \left(1 - \frac{Pu}{Py}\right) \leq M_{py}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} (1 - 0) \leq M_{py} \rightarrow M'_{py} = M_{py} = 1.89 \text{ kNm}$$

$$M_{ux} = 6.693 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 0.173 \text{ kNm}$$

$$0.719 < 1$$

VERIFICA

La barra no plastificará en ningún punto.

Resta determinar si fallará de acuerdo a sus momentos nominales:

$$\left(\frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi_b x M'_{nx}}\right)^\eta + \left(\frac{C_{my} M_{uy}}{\phi_b x M'_{ny}}\right)^\eta \leq 1,00$$

$$M'_{nx} = \min(M_{px}, M_n \text{ calculado para verificar al P.L.T.}) = 7.49 \text{ kNm}$$

$$M'_{ny} = M_{py} = 1.89 \text{ kNm}$$

Por tratarse de una viga continua, los extremos de las barras tendrán una rotación restringida

por tal motivo $C_m = 0.85$ según el artículo C.1.4 del CIRSOC 301

Reemplazando, resulta:

$$0.931 < 1$$

VERIFICA

1- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

H =	140	mm	Acero	F24		Mu =	6.693	kNm	Mu=
B =	60	mm		Fy =	235 MPa	Vu =	5.95	kN	
D =	20	mm		E =	200000 MPa	Pu =	1	kN	
t = R =	3.2	mm		G =	77200 MPa	L =	4.5	m	
				μ =	0.3	tramos =	3		

Según tabla IRAM - IAS U500-206-3:

Ag =	8.93	cm ²	ly =	43.08	cm ⁴
Ix =	267.31	cm ⁴	ry =	2.2	cm
Sx =	38.19	cm ³	x ₁ = X _G =	1.99	cm
rx =	5.47	cm	x ₀ = X _C =	4.77	cm

Se calculan los anchos planos, longitudes y distancias útiles:

$= H - 2t + R = 12.72$ cm	$a = H - t = 13.68$ cm	$x_g = x_1 - t/2 = 1.83$ cm
$b = B - 2t + R = 4.72$ cm	$b_a = B - t = 5.68$ cm	$r = R + t/2 = 0.48$ cm
$d = D - t + R = 1.36$ cm	$d_a = D - t/2 = 1.84$ cm	$x_C = x_0 - x_g = 2.94$ cm

2- DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

2.1- Verificación de relaciones de esbeltez

Relación máxima entre ancho plano y espesor de elementos comprimidos

<u>Ala:</u> Elemento comprimido rigidizado vinculado al alma y a un labio	$b/t = 14.75 < 60$	BUENAS CONDICIONES
<u>Labio:</u> Elemento no rigidizado	$d/t = 4.25 < 60$	BUENAS CONDICIONES
<u>Alma:</u> Elemento no rigidizado (no tiene rigidizador en el alma)	$h/t = 39.75 < 200$	BUENAS CONDICIONES

2.2- Determinación de anchos efectivos:

Elemento 1 Rigidizador. Elemento rigidizado de borde con tensiones variables

Se adopta, por simplificación: $f_3 = F_y = 235$ MPa $k = 0.43$

$$F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{d}\right)^2 = 4303.26 \text{ MPa}$$

Esbeltez del elemento es:

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = 0.23 \quad < 0.673 \text{ por lo tanto de } d$$

Implica que el rigidizador es totalmente efectivo

Elemento 2 Pliegue. Elemento totalmente efectivo por ser pliegue de la sección transversal

Elemento 3 Ala. Elemento totalmente comprimido con rigidizador de borde.

Se considera: $f_3 = F_y = 235$ MPa

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f_3}} = 37.341 \rightarrow 0.328 \quad S = 12.25 \quad < b/t = 14.75$$

Entonces:

$$I_a = 399 t^4 \left(\frac{b/t}{S} - 0.328\right)^3 \leq t^4 \left(115 \frac{b/t}{S} + 5\right)$$

$$(R_I) = \frac{I_s}{I_a} \leq 1$$

$$n = 0.582 \quad \frac{b/t}{4S} \geq \frac{1}{3}$$

$$I_s = \frac{t d^3}{12} = 0.067 \text{ cm}^4$$

$$\rightarrow I_a = 0.00126 < 0.529$$

$$\rightarrow I_a = 0.0013 \text{ cm}^4$$

$$\rightarrow (R_I) = 53.22 > 1$$

$$(R_I) = 1$$

$$\rightarrow n = 0.48 > 0.333$$

$$n = 0.48$$

$$D/b$$

Determinación del coeficiente k:

$$k = \left(4.82 - \frac{5D}{b}\right) (R_I)^n + 0.43 \leq 4$$

$$0.25 < 0.42 < 0.8$$

$$\rightarrow k = 3.13 < 4$$

$$k = 3.13$$

$$F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 2600.56 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = 0.3 \quad < 0.673 \text{ por lo tanto be } = b$$

Implica que el ala es totalmente efectiva

Por ser el rigidizador totalmente rigidizado, resulta:

$$b_{e1} = (b/2) R_I = 2.36 \text{ cm}$$

$$b_{e2} = b - b_{e1} = 2.36 \text{ cm}$$

$$d_s = d' s \quad R_I = 1.36 \text{ cm}$$

Siendo $d' s = 1.36$ cm

Elemento 4 Alma. Elemento rigidizado con tensiones linealmente variables

Siendo flexión simple: $f_1 = f_2$

$$\Psi = |f_1/f_2| = 1$$

$$f_1 = F_y \frac{\sqrt{2}}{H/2} = 213.51 \text{ MPa}$$

Por relación de triángulos: $k = 4 + 2 \frac{(1 + \Psi)^3 + 2(1 + \Psi)^2}{\pi^2 E} = 24$

El coeficiente de abolladura es: $F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{t}{H} \right)^2 = 2745.64 \text{ MPa}$

La tensión de pandeo elástica de la placa es: $\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = 0.28$

Siendo: $b_{ee} = b_e =$

Cuando: $\Psi = 1 > 0.236$

Como: $b_{e1} + b_{e2} \geq /2$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = 0.28 \quad < 0.673 \text{ por lo tanto } h = h$$

$$\frac{b_0}{b_0} = \frac{H}{B} = 2.333 < 4$$

$$b_{e1} = b_{ee} / (3 + \Psi) = 3.18 \text{ cm}$$

$$b_{e2} = b_{ee} / 2 = 6.36 \text{ cm}$$

$$9.54 > 6.36$$

Implica que el alma es totalmente efectiva

Elemento 5 y 6 Ala y rigidizador inferior, totalmente efectivos por ser elementos traccionados

2.3- Determinación de área efectiva y otros parámetros:

De acuerdo al ítem anterior, la SECCIÓN ES TOTALMENTE EFECTIVA. Entonces, se puede decir que:

$$S_{ex} = S_x = 38.19 \text{ cm}^3 \quad I_{yc} = I_y / 2 = 21.54 \text{ cm}^4$$

Radio de giro polar de la totalidad de la sección transversal respecto al centro de corte:

$$r_0 = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_0^2} = 7.58 \text{ cm}$$

3- RESISTENCIA DE DISEÑO A LA FLEXIÓN

3.1- Resistencia nominal de secciones lateralmente arriostrada en forma continua

$$M_n = S_e \cdot F_y \cdot (10)^{-3} = 8.97 \text{ kNm} \quad \phi_b = 0.95$$

$$M_d = \phi_b \cdot M_n = 8.52 \text{ kNm} > M_u = 6.693 \text{ kNm}$$

VERIFICA

3.2- Resistencia al pandeo lateral torsional

Se adopta como condiciones de vínculos:

$$k_y = k_t = 1 \quad L_b = 150 \text{ cm}$$

Longitud no arriostrada de la viga:

Siendo: $d = H = 14 \text{ cm}$
 $S_{ex} = S_x = 38.19 \text{ cm}^3$

$$F_e = \frac{C_b \pi^2 E d I_{yc}}{S_f (k_y L_y)^2} = 692.74 \text{ MPa}$$

$$F_e = 692.74 > 2.78 F_y = 653.3$$

$$F_c = F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$M_n = S_c \cdot F_c \cdot (10)^{-3} = 8.97 \text{ kNm} \quad \phi_b = 0.9$$

$$M_d = \phi_b \cdot M_n = 8.07 \text{ kNm} > M_u = 6.693 \text{ kNm}$$

VERIFICA

4- RESISTENCIA DE DISEÑO AL CORTE

Coeficiente de abolladura por corte para almas no rigidizadas: $k_v = 5.34$

$$\frac{\sqrt{E k_v}}{F_y} = 67.41 > h/t = 39.75$$

$$F_v = 0.60 F_y = 141 \text{ kN}$$

$$V_n = A_w \cdot F_v \cdot (10)^{-1} = 57.39 \text{ kN} \quad \phi_v = 0.95$$

$$V_d = \phi_v \cdot V_n = 54.52 \text{ kN} > V_u = 5.95 \text{ kN}$$

VERIFICA

5- RESISTENCIA DE DISEÑO AL PANDEO LOCALIZADO DEL ALMA

Alma sin perforación y cargas concentradas

Para reacción en el apoyo:

De la tabla para sección unida al apoyo, alas rigidizadas y carga extrema sobre un ala, resulta:

$$C = 4 \quad C_R = 0.14 \quad C_N = 0.35 \quad C_h = 0.02$$

Siendo: $\theta = 90$

$$R = 0.32 \text{ cm}$$

$$N = 5 \text{ cm}$$

$$h = 12.72 \text{ cm}$$

$$P_n = C t^2 F_y \sin \theta \left(1 + C_R \sqrt{\frac{R}{t}} \right) \left(1 + C_N \sqrt{\frac{N}{t}} \right) \left(1 + C_h \sqrt{\frac{h}{t}} \right) (10)^{-1} = 17.24 \text{ kN}$$

$$P_n = 17.24 \text{ kN}$$

$$\phi_w = 0.85$$

$$P_d = \phi_w \cdot P_n = 14.65 \text{ kN} > P_u = 5.95 \text{ kN}$$

VERIFICA

Para carga concentrada en el tramo:

De la tabla para sección unida al apoyo, alas rigidizadas y carga extrema sobre un ala, resulta:

$$\begin{aligned}
 C &= 13 & C_R &= 0.23 & C_N &= 0.14 & C_h &= 0.01 \\
 \text{Siendo: } \theta &= 90 & R &= 0.32 \text{ cm} & N &= 5 \text{ cm} & h &= 12.72 \text{ cm} \\
 P_n &= C \cdot t^2 \cdot F_y \cdot \sin \theta \left(1 + C_R \sqrt{\frac{R}{t}} \right) \left(1 + C_N \sqrt{\frac{N}{t}} \right) \left(1 + C_h \sqrt{\frac{h}{t}} \right) (10)^{-1} = 35.06 \text{ kN} \\
 P_n &= 35.06 \text{ kN} & \phi_W &= 0.9 & P_d &= \phi_W \cdot P_n = 31.55 \text{ kN} & & \text{VERIFICA}
 \end{aligned}$$

3.1- Resistencia nominal de secciones lateralmente arriostrada en forma continua

$$\begin{aligned}
 M_n &= S_y \cdot F_y \cdot (10)^3 = 2.5192 \text{ kNm} & \phi_b &= 0.95 \\
 M_d &= \phi_b \cdot M_n = 2.39 \text{ kNm} & & > \quad M_u = 0.173 \text{ kNm} & & \text{VERIFICA}
 \end{aligned}$$

Resistencia de diseño a la flexión oblicua CIRSOC 303 (Cap.C.5.2.1)

$$\left[\frac{M_{ux}}{\phi_b \times M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \times M_{ny}} \right] \leq 1.00 \quad 0.90175$$

Verificación de combinación de Corte y Flexión en el Alma CIRSOC 303 (Cap.C.3.3):

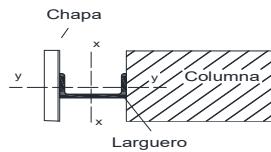
$$\left(\frac{M_u}{\phi_b \times M_{nxo}} \right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v \times V_n} \right)^2 \leq 1 \quad 0.61745$$

7- Dimensionado de los largueros laterales

Datos :

$$L = S = 4.50 \text{ m}$$

$$a = 1.00 \text{ m}$$



7.1- Análisis de Carga

Carga Permanente:

$$\text{Peso propio de el larguero: Adopto PNU N°120} = 0.1315 \text{ kN/m}$$

$$\text{Peso propio del cerramiento de chapa: } 0,025 \text{ kN/m}^2 \times 1\text{m} = 0.025 \text{ kN/m}$$

$$D = 0.1565 \text{ kN/m}$$

Acción del viento: $W = 1 \text{ m} \times 1374.5 \text{ N/m}^2 = 1.374 \text{ kN/m}$

Como la mayor solicitudación generalmente la genera la acción del viento, que es horizontal, se dispone del perfil de los largueros laterales de tal forma que su mayor resistencia la tenga respecto del eje. En este caso, para la consideración de las cargas, no tenemos en cuenta la sobrecarga ni tampoco la sobrecarga por montaje.

7.2- Combinación de acciones

7.2.1- Combinación de acciones - Estados Límites Ultimos

$$(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D = 0.219 \text{ kN/m}$$

$$(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 L_r = 1,5 W = 2.06 \text{ kN/m}$$

7.2.2- Combinación de acciones -Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

$$(A-L.1.1) (D+F) + (\sum L_i \text{ o } W) = D = 0.157 \text{ kN/m}$$

$$W = 1.374 \text{ kN/m}$$

7.3- Cálculo de solicitudes

7.3.1- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

$$L_x = 4.50 \text{ m} \quad L_y = 4.50 \text{ m}$$

Según eje y-y:

$$q_y = 2.06 \text{ kN/m}$$

$$R_A^y = R_B^y = Q_{\max}^y = q_y L / 2 = 4.64 \text{ kN}$$

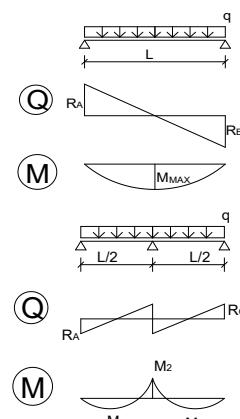
$$M_{\max}^y = q_y L^2 / 8 = 5.22 \text{ kNm}$$

Según eje x-x:

$$q_x = 0.219 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max}^y = q_x L^2 / 8 = 0.555 \text{ KNm}$$

$$R_A^x = R_B^x = Q_{\max}^x = q_x L / 2 = 0.493 \text{ KN}$$



7.3.2- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

$$Lx = 4.50 \text{ m} \quad Ly = 4.50 \text{ m}$$

Según eje y-y:

$$\begin{aligned} q_y &= 1.37 \text{ kN/m} \\ R_A^y = R_B^y &= Q_{\max}^y = q_y L / 2 = 3.09 \text{ kN} \\ M_{\max}^y &= q_y L^2 / 8 = 3.48 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Según eje x-x:

$$\begin{aligned} q_x &= 0.157 \text{ kN/m} \\ M_{\max}^y &= q_x L^2 / 8 = 0.396 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$R_A^x = R_B^x = Q_{\max}^x = q_x L / 2 = 0.352 \text{ KN}$$

7.4- Predimensionado de la sección

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} & Ly &= 4.50 \text{ m} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} & Lx &= 4.50 \text{ m} \end{aligned}$$

Para flecha: Coef. Tabla A-L.4.1 : 150

<u>Dirección y-y</u>	<u>Dirección x-x</u>	
$M_x = 5.219 \text{ KNm}$	Estado Límite Último	$M_y = 0.555 \text{ KNm}$
$M_x = 3.479 \text{ KNm}$	Estado Límite de Servicio	$M_y = 0.396 \text{ KNm}$

Por condicion de plastificacion a flexion en dirección y-y

$$\begin{aligned} \Phi b &= 0.9 \\ Z_{nec.x} &= \frac{M_{u.x}}{\Phi b \times F_y \times 10^{-3}} = 24.67 \text{ cm}^3 \\ S_{nec.x} &= \frac{M_{u.x}}{\Phi b \times F_y \times 10^{-3}} = 16.45 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

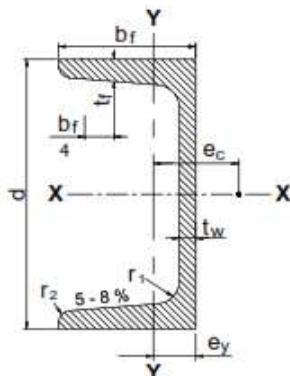
Por condicion de deformación (ELS) en dirección y-y

El reglamento establece dos flechas máximas admisibles, una total (para cargas permanentes y cargas variables), y una por carga variable. Debido a la disposición del larguero, en el sentido para el cual se predimensiona sólo actúan cargas variables (cargas de viento), por lo que se debe verificar con la misma carga ambas flechas admisibles.

$$\begin{aligned} f_{máx} &= \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x I x} & q_y = W &= 2.06 \text{ kN/m} \\ f_{adm} &= \frac{l}{150} = 0.030 \text{ m} \\ f_{adm} &= \frac{l}{180} = 0.025 \text{ m} \\ \rightarrow I_{nec.x} &= \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x f_{adm}} = 220.16 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Adopción del perfil predimensionado:

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} \\ G &= 77200 \text{ MPa} \end{aligned}$$



PNU N°	120		
A_g	17.00 cm^2		
I_x	364.00 cm^4		BC
I_y	43.20 cm^4		
Z_x	72.60 cm^3		BC
Z_y	21.27 cm^3		
S_x	60.70 cm^3		BC
S_y	11.10 cm^3		
b	$b_f = 5.50 \text{ cm}$		
t_f	0.90 cm		
t_w	0.70 cm		
$d = h$	12.00 cm		
h_w	8.20 cm		
r_x	4.62 cm		
r_y	1.59 cm		
J	cm^4		
L_p	74 cm	Carga en ala	
L_r	450 cm	superior	
X_1	Mpa	Peso permanente	
Peso	13.4 Kg/m	0.1315 kN/m	0.1565 kN/m

7.5- Verificación del perfil

7.5.1- Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

$$\begin{aligned} \varphi b &= 0.9 \\ \varnothing_b \times M_{p,x} &= \varnothing_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1.5 \times \varnothing_b \times M_y = 1.5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3} \\ M_{dx} &= 15.35 \text{ KNm} < 21.40 \text{ KNm} \\ M_{dx} &= 15.35 \text{ KNm} > M_{ux} = 5.22 \text{ KNm} \end{aligned}$$

El momento plástico valdrá: $M_{px} = 17.061 \text{ KNm}$

VERIFICA

B) Pandeo lateral torsional

$$\begin{aligned} \varphi b &= 0.9 \\ L_b &= 450.00 \text{ cm} > L_p = 74 \text{ cm} \\ L_b &= 450 \text{ cm} < L_r = 450 \text{ cm} \end{aligned}$$

**Se debe verificar el
pandeo lateral torsional**

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

Conservadoramente: $C_b = 1$

$$M_{p,x} = F_y \times Z_x \times 10^{-3} = 17.06 \text{ kNm}$$

$$M_{r,x} = F_L \times S_x \times 10^{-3} = 10.08 \text{ kNm}$$

$$M_n = 10.08 \text{ kNm} < M_{px} = 17.06 \text{ KNm}$$

La resistencia nominal a flexión será:

$$M_n = 10.076 \text{ kNm}$$

La resistencia de diseño a flexión será:

$$M_d = 9.069 \text{ kNm}$$

$$M_{ux} = 5.22 \text{ KNm}$$

VERIFICA

C)Pandeos locales

Alas	$\lambda_f = (b/2)/t = 6.11$	$\lambda_p = 0.38 (E/F_y)^{1/2} = 11.09$	$\lambda_f = 6.11$
Alma	$\lambda_w = h_w/t_w = 11.71$	$\lambda_p = 3.76 (E/F_y)^{1/2} = 109.69$	$\lambda_f = 11.71$
Sección compacta. No debe verificarse al pandeo localizado			

D)Verificación al corte

Relación $h_w/t_w = 11.71$	$<$	71.47	$V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$
Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 5.74 \text{ cm}^2$			
$V_n = 80.93 \text{ KN}$			
$\phi v = 0.9$			
$V_d = \phi v \cdot V_n = 72.84 \text{ KN}$	$>$	$V_{u,y} = 4.6 \text{ KN}$	VERIFICA

E)Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El perfil se predimensionó con esta condición, quedando satisfactoriamente adoptado.

7.5.2- Flexión simple según x-x

A)Condición de plastificación

$\phi b = 0.9$			
$\emptyset_b \times M_{p,y} = \emptyset_b \times F_y \times Z_y \times 10^{-3} \leq 1.5 \times \emptyset_b \times M_y = 1.5 \times F_y \times S_y \times 10^{-3}$			
$M_{dy} = 4.50 \text{ KNm}$	$>$	3.91 KNm	
$M_{dy} = 3.91 \text{ KNm}$	$>$	$M_{uy} = 0.55 \text{ KNm}$	

El momento plástico valdrá: $M_{py} = 4.35$

B)Verificación al corte

Relación $b_f/t_f = 6.11$	$<$	71.47	$V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$
Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 9.9 \text{ cm}^2$			
$V_n = 139.59 \text{ KN}$			
$\phi v = 0.9$			
$V_d = \phi v \cdot V_n = 125.63 \text{ KN}$	$>$	$V_{u,x} = 0.493 \text{ KN}$	VERIFICA

F) Verificación a la flexión oblicua

Para el control de la flexión oblicua, nos referimos al Apéndice del capítulo H, donde aparecen expresiones que verifican la interacción en aquellos casos en que las barras se encuentren biaxialmente. Si analizamos el mencionado capítulo, la reglamentación no incluye a los PNU dentro de esta verificación, pero nosotros lo resolveremos de igual manera, teniendo en cuenta que la barra que estamos considerando no tiene esfuerzos normales.

La expresión a verificar es:

$$\left(\frac{M_{ux}}{\emptyset_b \times M'_{px}} \right)^\xi + \left(\frac{M_{uy}}{\emptyset_b \times M'_{py}} \right)^\xi \leq 1,00$$

Para ello, procedemos a calcular los valores intervinientes:

$$\frac{b_f}{d} = 0.45833 < 0,5 \quad \rightarrow \xi = 1$$

$$\eta = 0,4 + \frac{Pu}{Py} + \frac{b_f}{d} \geq 1 \rightarrow \eta = 1$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} \left(1 - \frac{Pu}{Py}\right) \leq M_{px}$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} (1 - 0) \leq M_{px} \rightarrow M'_{px} = M_{px} = 17.06 \text{ kNm}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} \left(1 - \frac{Pu}{Py}\right) \leq M_{py}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} (1 - 0) \leq M_{py} \rightarrow M'_{py} = M_{py} = 4.35 \text{ KNm}$$

$$M_{ux} = 5.219 \text{ KNm}$$

$$M_{uy} = 0.555 \text{ KNm}$$

$$0.482 < 1$$

VERIFICA

La barra no plastificará en ningún punto.

Resta determinar si fallará de acuerdo a sus momentos nominales:

$$\left(\frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi_b x M'_{nx}}\right)^\eta + \left(\frac{C_{my} M_{uy}}{\phi_b x M'_{ny}}\right)^\eta \leq 1,00$$

$$M'_{nx} = \min(M_{px}, M_n \text{ calculado para verificar al P.L.T.}) = 10.08 \text{ kNm}$$

$$M'_{ny} = M_{py} = 4.35 \text{ kNm}$$

Por tratarse de una viga continua, los extremos de las barras tendrán una rotación restringida

por tal motivo $C_m = 0.85$ según el artículo C.1.4 del CIRSOC 301

Reemplazando, resulta:

$$0.610 < 1$$

VERIFICA

Cargas [kN/m]		Verticales	Horizontales
Permanentes	Peso del larguero	0.132	0
	Peso de cerramiento	0.025	0
Sobrecarga	de diseño [kN]	1.00	0
Acción del viento		0	1.374

[kN/m]	Estados Límites Últimos		Estados Límites de Servicio	
	q_{y-y}	q_{x-x}	q_{y-y}	q_{x-x}
Máximos	2.062	0.219	1.374	0.157

8- Verificación de los largueros frontales (2 tramos)

Datos : $L = S = 3.00$ m
 $a = 1.00$ m

8.1- Análisis de Carga

Carga Permanente:

Peso propio de el larguero: Adopto PNU N°80 = 0.086 kN/m
 Peso propio del cerramiento de chapa: 0.025 kN/m² x 1m = 0.025 kN/m
 $D = 0.111$ kN/m

Sobrecarga de diseño

Carga concentrada de 1 kN en posición más desfavorable. $P = 1.0$ kN

Acción del viento: $W = 1 \text{ m} \times 1374.5 \text{ N/m}^2 = 1.374 \text{ kN/m}$

Como la mayor solicitudación generalmente la genera la acción del viento, que es horizontal, se dispone del perfil de los largueros laterales de tal forma que su mayor resistencia la tenga respecto del eje vertical.

En este caso, para la consideración de las cargas, no tenemos en cuenta la sobrecarga ni tampoco la sobrecarga por montaje.

8.2- Combinación de acciones

8.2.1- Combinación de acciones - Estados Límites Ultimos

(A.4.1) $1,4(D + F) = 1,4D = 0.155$ kN/m
 (A.4.4) $1,2D + 1,5W + 0,5L_r = 1,5W = 2.06$ kN/m

8.2.2- Combinación de acciones - Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

(A-L.1.1) $(D+F) + (\sum L_i \text{ o } W) = D = 0.111$ kN/m
 $W = 1.374$ kN/m

8.3- Cálculo de solicitudes

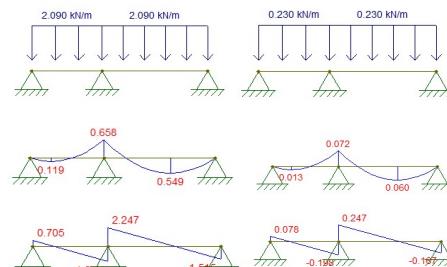
En ambas direcciones, se considera una viga continua con dos tramos de $L_1 = 1,20\text{m}$ y $L_2 = 1,80\text{m}$

8.3.1- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

$L_1 = 1.20 \text{ m}$ $L_2 = 1.80 \text{ m}$

Según eje y-y:

$q_y = 2.06$ kN/m
 $M_{1x} = 0.119$ kNm
 $M_{2x} = -0.650$ kNm
 $M_{2x} = 0.543$ kNm
 $R_{Ay} = 0.695$ kN
 $R_{By} = 3.996$ kN
 $R_{Cy} = 1.494$ kN



Según eje x-x:

$q_x = 0.155$ kN/m
 $M_{1y} = 0.009$ KNm
 $M_{2y} = -0.049$ KNm
 $M_{2y} = 0.041$ KNm
 $R_{Ax} = 0.052$ kN
 $R_{Bx} = 0.301$ kN
 $R_{Cx} = 0.113$ kN

8.3.2- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

$$L1 = 1.20 \text{ m} \quad L2 = 1.80 \text{ m}$$

Según eje y-y:

$$\begin{aligned} q_y &= 1.37 \text{ kN/m} \\ M_{1x} &= 0.079 \text{ KNm} \\ Ma &= -0.433 \text{ KNm} \\ M_{2x} &= 0.362 \text{ KNm} \\ R_{Ay} &= 0.463 \text{ kN} \\ R_{By} &= 2.664 \text{ kN} \\ R_{Cy} &= 0.996 \text{ kN} \end{aligned}$$

Según eje x-x:

$$\begin{aligned} q_x &= 0.111 \text{ kN/m} \\ M_{1y} &= 0.006 \text{ KNm} \\ Ma &= -0.035 \text{ KNm} \\ M_{2y} &= 0.029 \text{ KNm} \\ R_{Ax} &= 0.037 \text{ kN} \\ R_{Bx} &= 0.215 \text{ kN} \\ R_{Cx} &= 0.080 \text{ kN} \end{aligned}$$

8.4- Predimensionado de la sección

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} & Ly &= 1.80 \text{ m} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} & Lx &= 1.20 \text{ m} \end{aligned}$$

Para flecha: Coef. Tabla A-L.4.1 : 150

<u>Dirección y-y</u>		<u>Dirección x-x</u>
$M_x = 0.543 \text{ KNm}$	Estado Límite Último	$M_y = 0.041 \text{ KNm}$
$M_x = 0.362 \text{ KNm}$	Estado Límite de Servicio	$M_y = 0.029 \text{ KNm}$

Por condición de plastificación a flexión en dirección y-y

$$\begin{aligned} \varphi_b &= 0.9 \\ Z_{nec.x} &= \frac{M_{u.x}}{\varnothing_b \times F_y \times 10^{-3}} = 2.57 \text{ cm}^3 \\ S_{nec.x} &= \frac{M_{u.x}}{\varnothing_b \times F_y \times 10^{-3}} = 1.71 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

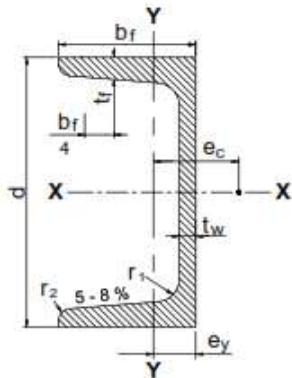
Por condición de deformación (ELS) en dirección y-y

El reglamento establece dos flechas máximas admisibles, una total (para cargas permanentes y cargas variables), y una por carga variable. Debido a la disposición del larguero, en el sentido para el cual se predimensiona sólo actúan cargas variables (cargas de viento), por lo que se debe verificar con la misma carga ambas flechas admisibles.

$$\begin{aligned} f_{máx} &= \frac{5}{384} \times \frac{q_y \times l^4}{E \times I_x} & q_y = W &= 2.06 \text{ kN/m} \\ f_{adm} &= \frac{l}{150} = 0.012 \text{ m} \\ f_{adm} &= \frac{l}{180} = 0.010 \text{ m} \\ \rightarrow I_{nec.x} &= \frac{5}{384} \times \frac{q_y \times l^4}{E \times f_{adm}} = 14.09 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Adopción del perfil predimensionado:

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} \\ G &= 77200 \text{ MPa} \end{aligned}$$



PNI N°	50 x 25	
A_g	4.92 cm^2	
I_x	16.80 cm^4	BC
I_y	2.49 cm^4	
Z_x	8.41 cm^3	BC
Z_y	cm^3	
S_x	6.73 cm^3	BC
S_y	1.48 cm^3	
$b = b_f$	2.50 cm	
t_f	0.60 cm	
t_w	0.50 cm	
$d = h$	5.00 cm	
h_w	2.50 cm	
r_x	1.85 cm	
r_y	0.71 cm	
J	0.52 cm^4	
L_p	33 cm	Carga en ala
L_r	254 cm	superior
X_1	65604 MPa	Peso permanente
Peso	3.86 Kg/m	0.03787 kN/m
		0.06287

8.5- Verificación del perfil

8.5.1- Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

El momento plástico valdrá:

$$\begin{aligned} \varphi b &= 0.9 \\ \varnothing_b \times M_{p,x} &= \varnothing_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1.5 \times \varnothing_b \times M_y = 1.5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3} \\ M_{dx} &= 1.78 \text{ KNm} & < & 2.37 \text{ KNm} \\ M_{dx} &= 1.78 \text{ KNm} & > & M_{ux} = 0.54 \text{ KNm} \\ M_{px} &= 1.9752 \text{ KNm} & & \text{VERIFICA} \end{aligned}$$

B) Pandeo lateral torsional

$$\begin{aligned} \varphi b &= 0.9 \\ L_b &= 180.00 \text{ cm} & > & L_p = 33 \text{ cm} \\ L_b &= 180 \text{ cm} & < & L_r = 253.70 \text{ cm} \end{aligned}$$

Se debe verificar el pandeo lateral torsional

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$\begin{aligned} \text{Conservadoramente: } C_b &= 1 \\ M_{p,x} &= F_y \times Z_x \times 10^{-3} = 1.98 \text{ kNm} \\ M_{r,x} &= F_L \times S_x \times 10^{-3} = 1.12 \text{ kNm} \\ M_n &= 1.40 \text{ kNm} & < & M_{px} = 1.98 \text{ kNm} \\ M_n &= 1.404 \text{ kNm} \\ M_d &= 1.263 \text{ kNm} & > & M_{ux} = 0.54 \text{ kNm} \end{aligned}$$

La resistencia nominal a flexión será:

La resistencia de diseño a flexión será:

VERIFICA

C)Pandeos locales

Alas

$$\lambda_f = (b/2)/t = 4.17$$

$$\lambda_p = 0.38 (E/F_y)^{1/2} = 11.09 > \lambda_f = 4.17$$

Sección Compacta

Alma

$$\lambda_w = h_w/t_w = 5.00$$

$$\lambda_p = 3.76 (E/F_y)^{1/2} = 109.69 > \lambda_f = 5.00$$

Sección Compacta

Sección compacta. No debe verificarse al pandeo localizado

D)Verificación al corte

Relación $h_w/t_w = 5.00 < 71.47$ $V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$

Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 1.25 \text{ cm}^2$

$$V_n = 17.63 \text{ KN}$$

$$\phi_v = 0.9$$

$$V_d = \phi_v \cdot V_n = 15.86 \text{ KN} > V_{u,y} = 4.0 \text{ KN}$$

VERIFICA

E)Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El perfil se predimensionó con esta condición, quedando satisfactoriamente adoptado.

8.5.2- Flexión simple según x-x

A)Condición de plastificación

$$\phi_b = 0.9$$

$$\emptyset_b \times M_{p,y} = \emptyset_b \times F_y \times Z_y \times 10^{-3} \leq 1.5 \times \emptyset_b \times M_y = 1.5 \times F_y \times S_y \times 10^{-3}$$

$$M_{dy} = 0.00 \text{ KNm} < 0.52 \text{ KNm}$$

$$M_{dy} = 0.52 \text{ KNm} > M_{uy} = 0.04 \text{ KNm}$$

El momento plástico valdrá: $M_{py} = 0.58$

VERIFICA

B)Verificación al corte

Relación $b_f/t_f = 4.17 < 71.47$ $V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$

Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 3 \text{ cm}^2$

$$V_n = 42.30 \text{ KN}$$

$$\phi_v = 0.9$$

$$V_d = \phi_v \cdot V_n = 38.07 \text{ KN} > V_{u,x} = 0.301 \text{ KN}$$

VERIFICA

F) Verificación a la flexión oblicua

Para el control de la flexión oblicua, nos referimos al Apéndice del capítulo H, donde aparecen expresiones que verifican la interacción en aquellos casos en que las barras se encuentren biaxialmente solicitadas.

Si analizamos el mencionado capítulo, la reglamentación no incluye a los PNU dentro de esta verificación, pero nosotros lo resolveremos de igual manera, teniendo en cuenta que la barra que estamos considerando no tiene esfuerzos normales.

La expresión a verificar es:

$$\left(\frac{M_{ux}}{\emptyset_b \times M'_{px}} \right)^\xi + \left(\frac{M_{uy}}{\emptyset_b \times M'_{py}} \right)^\xi \leq 1,00$$

Para ello, procedemos a calcular los valores interviniéntes:

$$\frac{b_f}{d} = 0.5 \geq 0.5 \wedge < 1,0 \rightarrow \xi = 1.6$$

$$\eta = 0,4 + \frac{Pu}{Py} + \frac{b_f}{d} \geq 1 \rightarrow \eta = 1$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} \left(1 - \frac{Pu}{Py}\right) \leq M_{px}$$

$$M'_{px} = 1,2 M_{px} (1 - 0) \leq M_{px} \rightarrow M'_{px} = M_{px} = 1.98 \text{ kNm}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} \left(1 - \frac{Pu}{Py}\right) \leq M_{py}$$

$$M'_{py} = 1,2 M_{py} (1 - 0) \leq M_{py} \rightarrow M'_{py} = M_{py} = 0.58 \text{ KNm}$$

$$\text{Mux} = 0.543 \text{ KNm}$$

$$\text{Muy} = 0.041 \text{ KNm}$$

$$0.167 < 1$$

Reemplazando, resulta:

VERIFICA

La barra no plastificará en ningún punto.

Resta determinar si fallará de acuerdo a sus momentos nominales:

$$\left(\frac{C_{mx} M_{ux}}{\varnothing_b \times M'_{nx}}\right)^\eta + \left(\frac{C_{my} M_{uy}}{\varnothing_b \times M'_{ny}}\right)^\eta \leq 1,00$$

$$M'_{nx} = \min(M_{px}, M_n \text{ calculado para verificar al P.L.T.}) = 1.40 \text{ kNm}$$

$$M'_{ny} = M_{py} = 0.58 \text{ kNm}$$

Por tratarse de una viga continua, los extremos de las barras tendrán una rotación restringida por tal motivo $C_m = 0.85$ según el artículo C.1.4 del CIRSOC 301

Reemplazando, resulta:

0.432 < 1

VERIFICA

9- Dimensionado del muro hastial

9.1- Pilar sobre viga dintel (CENTRAL)

Separación de Cerchas = 4.50 m

Separación entre pilares = 1.80 m

Separación entre pilares = 1.20 m

Separación entre correas = 1.80 m

$\alpha = 16.3^\circ$

$\cos \alpha = 0.960$

$\sin \alpha = 0.280$

$\operatorname{tg} \alpha = 0.292$

9.1.1- Análisis de Carga

Incidencia del peso propio en extremo superior D pilar = Dpp . Sep L = 0.028 kN

Para largueros con separaciones entre

0.52 m y 0.70

$D_{Largueros} = 0.038 \text{ kN/m}$

$D_{Cerramiento frontal} = 0,025 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep}_L = 0.01525 \text{ kN/m}$

$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = 0.096 \text{ kN}$

D pilar = Dpp . Sep L = 0.066 kN

$W = pw \cdot \text{sep}_P \cdot \text{sep}_L = 1.509 \text{ kN}$

Acción del viento:

Para largueros separados entre sí

sep L = 0.70 m

$D_{Largueros} = 0.038 \text{ kN/m}$

$D_{Cerramiento frontal} = 0,01 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep}_L = 0.01749 \text{ kN/m}$

$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = 0.100 \text{ kN}$

D pilar = Dpp . Sep L = 0.076 kN

$W = pw \cdot \text{sep}_P \cdot \text{sep}_L = 1.731 \text{ kN}$

Acción del viento:

Para largueros con separaciones entre

0.70 m y 0.75 m

$D_{Largueros} = 0.038 \text{ kN/m}$

$D_{Cerramiento frontal} = 0,1 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep}_L = 0.01812 \text{ kN/m}$

$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = 0.101 \text{ kN}$

D pilar = Dpp . Sep L = 0.079 kN

$W = pw \cdot \text{sep}_P \cdot \text{sep}_L = 1.793 \text{ kN}$

Acción del viento:

Incidencia del peso propio en extremo inferior D pilar = Dpp . Sep L = 0.041 kN

9.2- Combinación de acciones

9.2.1- Combinación de acciones - Estados Límites Últimos

Inicio	1.4 D =	Fy =	0.040	kN
L1	(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D =	Fy =	0.227	kN
	(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr $\rightarrow Fx_{acción del viento} =$		2.263	kN
L2	(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D =	Fy =	0.246	kN
	(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr $\rightarrow Fx_{acción del viento} =$		2.597	kN
L3	(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D =	Fy =	0.252	kN
	(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr $\rightarrow Fx_{acción del viento} =$		2.690	kN
Final	1.4 D =	Fy =	0.057	kN

9.2.2- Combinación de acciones -Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

$$(A-L.1.1) (D+F) + (\Sigma L_i \text{ o } W) = \quad F_y = \quad 0.028 \text{ kN}$$

$$F_{y_{\text{reacción largueros}}} = \quad 0.176 \text{ kN}$$

$$F_{x_{\text{acción del viento}}} = \quad 1.731 \text{ kN}$$

$$\text{Para el último larguero variará: } F_{y_{\text{reacción largueros}}} = \quad 0.180 \text{ kN} \quad 0.162 \text{ kN}$$

$$F_{x_{\text{acción del viento}}} = \quad 1.793 \text{ kN} \quad 1.509 \text{ kN}$$

$$F_y = \quad 0.041 \text{ kN}$$

9.3- Cálculo de solicitudes

9.3.1- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

Cálculo de reacciones:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_B^V = \quad 1.560 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A^H = \quad 7.883 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow R_B^H = \quad 7.456 \text{ kN}$$

Cálculo solicitudes:

Distancias:

$$d_{0-1} = \quad 0.52 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = \quad 0.70 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = \quad 0.70 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = \quad 0.70 \text{ m}$$

$$d_{4-5} = \quad 0.70 \text{ m}$$

$$d_{5-6} = \quad 0.70 \text{ m}$$

$$d_{6-7} = \quad 0.75 \text{ m}$$

Esfuerzos Normales

$$N_{0-1} = \quad 0.04 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = \quad 0.27 \text{ kN}$$

$$N_{2-3} = \quad 0.51 \text{ kN}$$

$$N_{3-4} = \quad 0.76 \text{ kN}$$

$$N_{4-5} = \quad 1.00 \text{ kN}$$

$$N_{5-6} = \quad 1.25 \text{ kN}$$

$$N_{6-7} = \quad 1.50 \text{ kN}$$

$$P_u = \quad 1.50 \text{ kN}$$

Esfuerzo de corte ($V_{u,y}$):

$$Q_{0-1} = \quad 7.883 \text{ kN}$$

$$Q_{1-2} = \quad 5.620 \text{ kN}$$

$$Q_{2-3} = \quad 3.023 \text{ kN}$$

$$Q_{3-4} = \quad 0.427 \text{ kN}$$

$$Q_{4-5} = \quad -2.170 \text{ kN}$$

$$Q_{5-6} = \quad -4.766 \text{ kN}$$

$$Q_{6-7} = \quad -7.456 \text{ kN}$$

$$V_{u,y} = \quad 7.883 \text{ kN}$$

Momento flector ($M_{u,y}$):

$$M_0 = \quad 0 \text{ kNm}$$

$$M_1 = \quad 4.099 \text{ kNm}$$

$$M_2 = \quad 8.031 \text{ kNm}$$

$$M_3 = \quad 10.146 \text{ kNm}$$

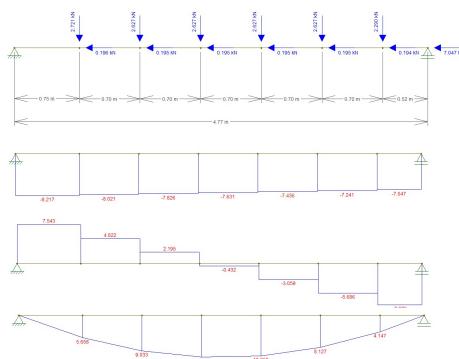
$$M_4 = \quad 10.445 \text{ kNm}$$

$$M_5 = \quad 8.927 \text{ kNm}$$

$$M_6 = \quad 5.5921 \text{ kNm}$$

$$0$$

$$M_{u,x} = \quad 10.445 \text{ kNm}$$



9.3.2- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

Cálculo de reacciones:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_B^V = 1.114 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A^H = 5.255 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow R_B^H = 4.971 \text{ kN}$$

Cálculo solicitudes:

Distancias:

$$d_{0-1} = 0.52 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{4-5} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{5-6} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{6-7} = 0.75 \text{ m}$$

Esfuerzos Normales

$$N_{0-1} = 0.03 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0.19 \text{ kN}$$

$$N_{2-3} = 0.37 \text{ kN}$$

$$N_{3-4} = 0.54 \text{ kN}$$

$$N_{4-5} = 0.72 \text{ kN}$$

$$N_{5-6} = 0.89 \text{ kN}$$

$$N_{6-7} = 1.07 \text{ kN}$$

$$P_u = 1.07 \text{ kN}$$

Esfuerzo de corte (V_{u,y}):

$$Q_{0-1} = 5.255 \text{ kN}$$

$$Q_{1-2} = 3.747 \text{ kN}$$

$$Q_{2-3} = 2.016 \text{ kN}$$

$$Q_{3-4} = 0.285 \text{ kN}$$

$$Q_{4-5} = -1.446 \text{ kN}$$

$$Q_{5-6} = -3.178 \text{ kN}$$

$$Q_{6-7} = -4.971 \text{ kN}$$

$$V_{u,y} = 5.255 \text{ kN}$$

Momento flector (M_{u,x}):

$$M_0 = 0 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 2.733 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 5.354 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 6.764 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 6.963 \text{ kNm}$$

$$M_5 = 5.951 \text{ kNm}$$

$$M_6 = 3.728 \text{ kNm}$$

$$M_{u,x} = 0.000 \text{ kNm}$$

$$M_{u,x} = 6.963 \text{ kNm}$$

9.4- Predimensionado de la sección

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

Para flecha: Coef. Tabla A-L.4.1 : 150

Dirección y-y

$$M_x = 10.445 \text{ KNm}$$

Estado Límite Último

$$M_x = 6.963 \text{ KNm}$$

Estado Límite de Servicio

Por condicion de plastificación a flexión en dirección y-y

$$\varphi_b = 0.9$$

$$Z_{nec,x} = \frac{M_{u,x}}{\varphi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 49.39 \text{ cm}^3$$

$$S_{nec,x} = \frac{M_{u,x}}{\varphi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 32.92 \text{ cm}^3$$

Por condicion de deformación (ELS) en dirección y-y

El reglamento establece dos flechas máximas admisibles, una total (para cargas permanentes y cargas variables), y una por carga variable. Debido a la disposición del larguero, en el sentido para el cual se predimensiona sólo actúan cargas variables (cargas de viento), por lo que se debe verificar con la misma carga ambas flechas

admisibles.

$$f_{máx} = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x I_x} \quad q_y = W = 2.47 \text{ kN/m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{150} = 0.032 \text{ m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{180} = 0.026 \text{ m}$$

$$\rightarrow Inec. x = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x f_{adm}} = 314.34 \text{ cm}^4$$

Por condición de pandeo alrededor del eje x-x:

$$E = 200000 \text{ MPa} \quad P = 1.50 \text{ KN}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa} \quad L_c = 4.77 \text{ m}$$

Longitudes de pandeo

C.2.3

Long Equivalente $L_p = k L$

$$K_x = 1 \quad L_{px} = 477 \text{ cm}$$

Pandeo alrededor del eje x-x: Se supone $\lambda_x = 100 \leq 200$ aceptable compresión

$$\text{Radio de giro necesario: } r_x = K_x L / \lambda_x = 4.8 \text{ cm}$$

Resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional

$$\text{Esbeltez Adimensional: } \lambda_c = (1/\pi) (kL/r) (f_y/E)^{1/2} = 1.1 \quad \text{Elementos no esbeltas } \lambda_c < 1.5$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y = 143 \text{ MPa}$$

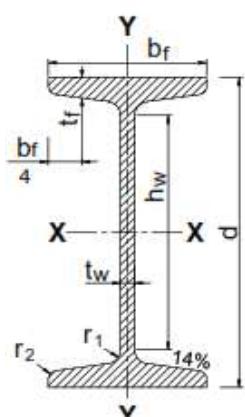
Se supone sección no esbelta: $Q = 1$

$$\left. \begin{array}{l} P_d = \phi_c P_n \\ P_n = F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ P_d = \phi_c F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ \phi_c = 0.85 \end{array} \right\} \begin{array}{l} P_d = 1.50 \text{ kN} \\ A_g = 10 P_d / \phi_c F_{cr} = 0.124 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Adopción del perfil predimensionado:

PNI N° 120

$$\begin{array}{lll} E = 200000 \text{ MPa} & A_g = 14.20 \text{ cm}^2 & \text{BC} \\ F_y = 235 \text{ MPa} & I_x = 328.00 \text{ cm}^4 & \text{BC} \\ G = 77200 \text{ MPa} & I_y = 21.50 \text{ cm}^4 & \text{BC} \\ & Z_x = 63.60 \text{ cm}^3 & \text{BC} \\ & Z_y = 12.24 \text{ cm}^3 & \text{BC} \\ & S_x = 54.70 \text{ cm}^3 & \text{BC} \\ & S_y = 7.41 \text{ cm}^3 & \text{BC} \end{array}$$



$$\begin{array}{lll} d = h = 12.00 \text{ cm} & L_p = 57 \text{ cm} & \text{Carga en ala} \\ h_w = 9.20 \text{ cm} & L_r = 269 \text{ cm} & \text{superior} \\ r_x = 4.81 \text{ cm} & X_1 = 28382 \text{ Mpa} & \\ r_y = 1.23 \text{ cm} & Peso = 11.10 \text{ Kg/m} & 0.10889 \text{ kN/m} \end{array}$$

9.5- Verificación del perfil

9.5.1- Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

$$\phi_b \times M_{p,x} = \phi_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1.5 \times \phi_b \times M_y = 1.5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}$$

Mdx = 13.45 KNm	<	19.28 KNm
El momento plástico valdrá: Mdx = 13.45 KNm	>	Mux = 10.45 KNm
Mpx = 14.946 KNm		VERIFICA

B) Pandeo lateral torsional

$$\phi_b = 0.9$$

Lb = 70 cm	>	Lp = 57 cm
Lb = 70 cm	<	Lr = 269.00 cm

**Se debe verificar el
pandeo lateral torsional**

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad M_r = F_L S_x (10^{-3})$$

$$M_r = 12.8545 \text{ kNm}$$

Mn = 14.8181 kNm	<	Mpx = 14.95 KNm
Md = 13.3363 kNm	>	Mux = 10.45 KNm

VERIFICA

C) Pandeos locales

Alas	$\lambda_f = (b/2)/t = 3.77$	
$\lambda_p = 0.38 (E/F_y)^{1/2} = 11.09$	>	$\lambda_f = 3.77$

Sección Compacta

Alma

En función del valor de la siguiente relación, será el límite λ_p a considerar:

$$P_y = A_g \times F_y \times 10^{-1} = 333.70 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = 0.01 < 0.125$$

$$\rightarrow \lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 109.69$$

$$\rightarrow \frac{h}{t_w} = 23.53 < \lambda_p$$

La sección clasifica como sección compacta, por lo que los estados límites de pandeo local para el alma y para el ala no ocurrirán y sus cálculos no son aplicables.

D) Verificación al corte

Relación $h_w/t_w = 18.04$	<	71.47	$V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$
Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 4.692 \text{ cm}^2$			
$V_n = 66.16 \text{ KN}$			
$\phi_v = 0.9$			
$V_d = \phi_v \cdot V_n = 59.54 \text{ KN}$	>	$V_{uy} = 7.88 \text{ KN}$	

VERIFICA

E) Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El perfil se predimensionó con esta condición, quedando satisfactoriamente adoptado.

9.5.2- Resistencia a la compresión

Relaciones ancho-espesor para verificar el Q adoptado:

$$\lambda_f = \frac{b}{tf} = 4 \quad < \quad \lambda_r = 0,56 \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 16.34 \quad \lambda_f < \lambda_r \rightarrow \text{El ala no es esbelta}$$

$$\lambda_w = \frac{h}{tw} = 23.5294 \quad < \quad \lambda_r = 1,49 \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 43.47 \quad \lambda_w < \lambda_r \rightarrow \text{El alma no es esbelta}$$

$$\rightarrow Q = 1$$

Área total:

$$A_g = 14.20 \text{ cm}^2 > A_{g,\text{nec}} = 0.1 \text{ cm}^2$$

Ebeltez alrededor de x:

$$\lambda_x = K_x L / r_x = 99 < 200$$

BC

Ebeltez alrededor de y:

$$\lambda_y = K_y L / r_y = 56.88 < 200$$

BC

$$\lambda_y < \lambda_x \rightarrow \text{Pandeo alrededor del eje } x - x \rightarrow \lambda_x = 99$$

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{Fy}{E}} = 1.08$$

Caso (a) para: $\lambda_c < 1,5$ $F_{cr} = 144.01 \text{ Mpa}$

$$P_d = \emptyset_c \chi P_n = \emptyset_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 173.82 \text{ kN} > P_u = 1.50 \text{ kN}$$

VERIFICA

9.5.3- Solitación combinada:

Según el capítulo H:

$$\frac{P_u}{\emptyset P_n} = 0.009 < 0,20 \rightarrow \frac{P_u}{2 \emptyset P_n} + \left[\frac{M_{u,x}}{\emptyset_b M_{nx}} + \frac{M_{u,y}}{\emptyset_b M_{ny}} \right] \leq 1,00$$

Como $M_{u,y} = 0 \rightarrow$

$$\frac{P_u}{2 \emptyset P_n} + \left[\frac{M_{u,x}}{\emptyset_b M_{nx}} \right] \leq 1,00$$

$$0.78753 \leq 1,00$$

BC

9.1- Pilar sobre viga dintel (A 1,20m DE LOS APOYOS)

Separación de Cerchas = 4.50 m
 Separación entre pilares = 1.80 m
 Separación entre pilares = 1.20 m
 Separación entre correas = 1.50 m
 $\alpha = 16.3^\circ$
 $\cos \alpha = 0.960$
 $\sin \alpha = 0.280$
 $\tan \alpha = 0.292$

9.1.1- Análisis de Carga

Incidencia del peso propio en extremo superior D pilar = Dpp . Sep L = 0.038 kN

Para largueros separados entre sí

sep L = 0.70 m

Carga Permanente:

$D_{Largueros} = 0.038$ 0

$D_{Cerramiento frontal} = 0,008 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.017492$ 0

$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = 0.083 \text{ kN}$

D pilar = Dpp . Sep L = 0.076 kN

Acción del viento:

$W = pw \cdot \text{sep}_P \cdot \text{sep L} = 1.443 \text{ kN}$

Para largueros con separaciones entre

0.70 m y 0.75 m

$D_{Largueros} = 0.038 \text{ kN/m}$

$D_{Cerramiento frontal} = 0,1 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.0181 \text{ kN/m}$

$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = 0.101 \text{ kN}$

D pilar = Dpp . Sep L = 0.079 kN

Acción del viento:

$W = pw \cdot \text{sep}_P \cdot \text{sep L} = 1.793 \text{ kN}$

Incidencia del peso propio en extremo inferior D pilar = Dpp . Sep L = 0.041 kN

9.2- Combinación de acciones

9.2.1- Combinación de acciones - Estados Límites Últimos

Inicio	1.4 D =	Fy =	0.053	kN
--------	---------	------	-------	----

(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D = Fy = 0.223 kN

(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr $\rightarrow F_{x_{acción del viento}} = 2.164 \text{ kN}$

Para el último larguero variará:

(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D = Fy = 0.252 kN

(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr $\rightarrow F_{x_{acción del viento}} = 2.690 \text{ kN}$

Final 1.4 D = Fy = 0.057 kN

9.2.2- Combinación de acciones -Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

$$(A-L.1.1) (D+F) + (\Sigma Li o W) =$$

$$Fy = 0.038 \text{ kN}$$

$$Fy_{reacción largueros} = 0.159 \text{ kN}$$

$$Fx_{acción del viento} = 1.443 \text{ kN}$$

Para el último larguero variará:

$$Fy_{reacción largueros} = 0.180 \text{ kN}$$

$$Fx_{acción del viento} = 1.793 \text{ kN}$$

$$Fy = 0.041 \text{ kN}$$

9.3- Cálculo de solicitudes

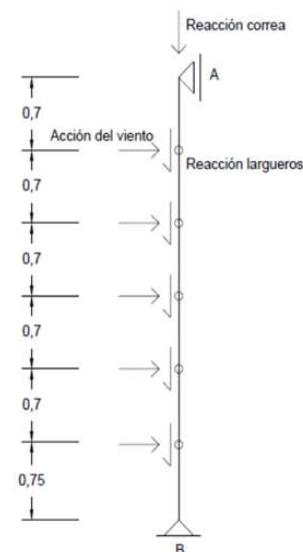
9.3.1- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

Cálculo de reacciones:

$$\sum Fy = 0 \rightarrow R_B^V = 1.254 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A^H = 5.566 \text{ kN}$$

$$\sum Fx = 0 \rightarrow R_B^H = 5.779 \text{ kN}$$



Cálculo solicitudes:

Distancias:

$$d_{0-1} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{4-5} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{5-6} = 0.75 \text{ m}$$

Esfuerzos Normales

$$N_{0-1} = 0.05 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0.28 \text{ kN}$$

$$N_{2-3} = 0.50 \text{ kN}$$

$$N_{3-4} = 0.72 \text{ kN}$$

$$N_{4-5} = 0.94 \text{ kN}$$

$$N_{5-6} = 1.20 \text{ kN}$$

Esfuerzo de corte ($V_{u,y}$):

$$Q_{0-1} = 5.566 \text{ kN}$$

$$Q_{1-2} = 3.403 \text{ kN}$$

$$Q_{2-3} = 1.239 \text{ kN}$$

$$Q_{3-4} = -0.925 \text{ kN}$$

$$Q_{4-5} = -3.089 \text{ kN}$$

$$Q_{5-6} = -5.779 \text{ kN}$$

Momento flector ($M_{u,x}$):

$$M_0 = 0 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 3.895 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 6.275 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 7.142 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 6.495 \text{ kNm}$$

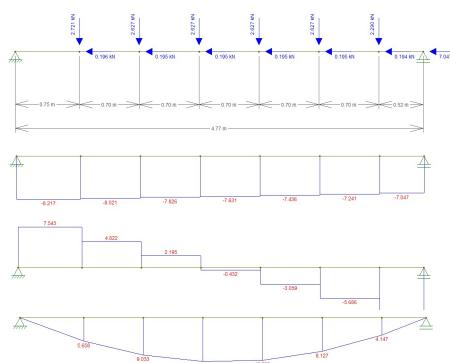
$$M_5 = 4.334 \text{ kNm}$$

$$0.000$$

$$P_u = 1.20 \text{ kN}$$

$$V_{u,y} = -5.779 \text{ kN}$$

$$M_{u,x} = 7.142 \text{ kNm}$$



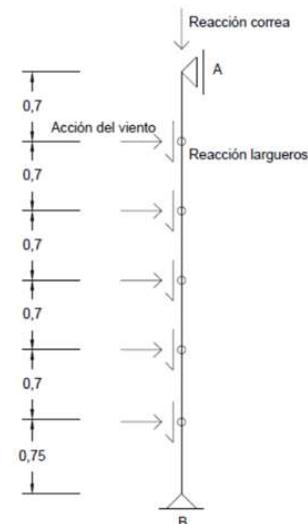
9.3.2- Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

Cálculo de reacciones:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_B^V = 0.896 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A^H = 3.711 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow R_B^H = -3.711 \text{ kN}$$



Cálculo solicitudes:

Distancias:

$$d_{0-1} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{4-5} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{5-6} = 0.75 \text{ m}$$

Esfuerzos Normales

$$N_{0-1} = 0.04 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0.20 \text{ kN}$$

$$N_{2-3} = 0.36 \text{ kN}$$

$$N_{3-4} = 0.52 \text{ kN}$$

$$N_{4-5} = 0.67 \text{ kN}$$

$$N_{5-6} = 0.85 \text{ kN}$$

$$P_u = 0.85 \text{ kN}$$

Esfuerzo de corte ($V_{u,y}$):

$$Q_{0-1} = 3.711 \text{ kN}$$

$$Q_{1-2} = 2.268 \text{ kN}$$

$$Q_{2-3} = 0.826 \text{ kN}$$

$$Q_{3-4} = -0.617 \text{ kN}$$

$$Q_{4-5} = -2.059 \text{ kN}$$

$$Q_{5-6} = -3.852 \text{ kN}$$

$$V_{u,y} = -3.852 \text{ kN}$$

Momento flector ($M_{u,x}$):

$$M_0 = 0 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 2.596 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 4.184 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 4.761 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 4.330 \text{ kNm}$$

$$M_5 = 2.889 \text{ kNm}$$

$$0.000$$

$$M_{u,x} = 4.761 \text{ kNm}$$

9.4- Predimensionado de la sección

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

Para flecha: Coef. Tabla A-L.4.1 : 150

Dirección y-y

$$M_x = 7.142 \text{ KNm}$$

Estado Límite Último

$$M_x = 4.761 \text{ KNm}$$

Estado Límite de Servicio

Por condición de plastificación a flexión en dirección y-y

$$\varphi_b = 0.9$$

$$Z_{nec,x} = \frac{M_{u,x}}{\varphi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 33.77 \text{ cm}^3$$

$$S_{nec,x} = \frac{M_{u,x}}{\varphi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 32.92 \text{ cm}^3$$

Por condición de deformación (ELS) en dirección y-y

El reglamento establece dos flechas máximas admisibles, una total (para cargas permanentes y cargas variables), y una por carga variable. Debido a la disposición del larguero, en el sentido para el cual se predimensiona sólo actúan cargas variables (cargas de viento), por lo que se debe verificar con la misma carga

ambas flechas admisibles.

$$f_{máx} = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x I_x} \quad q_y = W = 2.06 \text{ kN/m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{150} = 0.028 \text{ m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{180} = 0.024 \text{ m}$$

$$\rightarrow Inec. x = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x f_{adm}} = 185.25 \text{ cm}^4$$

Por condición de pandeo alrededor del eje x-x:

$$E = 200000 \text{ MPa} \quad P = 1.20 \text{ KN}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa} \quad L_c = 4.25 \text{ m}$$

Longitudes de pandeo

Long Equivalente $L_p = k L$

$$K_x = 1 \quad L_{px} = 425 \text{ cm}$$

Pandeo alrededor del eje x-x Se supone $\lambda_x = 100 \leq 200$ aceptable compresión

Radio de giro necesario: $r_x = K_x L / \lambda_x = 4.2 \text{ cm}$

Resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional

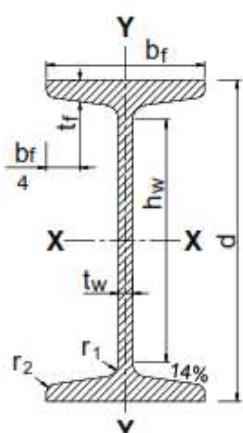
Eobelte Adimensional: $\lambda_c = (1/\pi) (kL/r) (f_y/E)^{1/2} = 1.1$ Elementos no esbeltos $\lambda_c < 1.5$
 $F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y = 143 \text{ MPa}$

Se supone sección no esbelta: $Q = 1$

$$\left. \begin{array}{l} P_d = \phi_c P_n \\ P_n = F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ P_d = \phi_c F_{cr} A_g (10^{-1}) \\ \phi_c = 0.85 \end{array} \right\} \begin{array}{l} P_d = 1.20 \text{ kN} \\ A_g = 10 P_d / \phi_c F_{cr} = 0.099 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Adopción del perfil predimensionado:

E = 200000 MPa	Ag = 14.20 cm ²	BC
F _y = 235 MPa	I _x = 328.00 cm ⁴	BC
G = 77200 MPa	I _y = 21.50 cm ⁴	BC
	Z _x = 63.60 cm ³	BC
	Z _y = 12.24 cm ³	BC
	S _x = 54.70 cm ³	BC
	S _y = 7.41 cm ³	BC
	b = b _f = 5.80 cm	
	t _f = 0.77 cm	
	t _w = 0.51 cm	
	d = h = 12.00 cm	
	h _w = 9.20 cm	
	r _x = 4.81 cm	
	r _y = 1.23 cm	
	J = 2.23 cm ⁴	
	L _p = 57 cm	Carga en ala
	L _r = 269 cm	superior
	X ₁ = 28382 Mpa	
	Peso = 11.10 Kg/m	0.108891 kN/m



9.5- Verificación del perfil

9.5.1- Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

$$\phi_b \times M_{p,x} = \phi_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1,5 \times \phi_b \times M_y = 1,5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}$$

Md _x =	13.45 KNm	<	19.28 KNm
El momento plástico valdrá:	M _{d_x} = 13.45 KNm	>	M _{u_x} = 7.14 KNm
	M _{p_x} = 14.946 KNm		VERIFICA

B) Pandeo lateral torsional

$$\phi_b = 0.9$$

L _b =	70 cm	>	L _p = 57 cm
L _b =	70 cm	<	L _r = 269.00 cm

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$M_r = F_L S_x (10^{-3})$$

M _r = 12.8545 kNm	<	M _{p_x} = 14.95 KNm
M _n = 14.8181 kNm	>	M _{u_x} = 7.14 KNm
M _d = 13.3363 kNm		VERIFICA

C) Pandeos locales

Alas	λ _f = (b/2)/t = 3.77	>	λ _f = 3.77
λ _p = 0,38 (E/F _y) ^{1/2} = 11.09			Sección Compacta

Alma

En función del valor de la siguiente relación, será el límite λ_p a considerar:

$$P_y = A_g \times F_y \times 10^{-1} = 333.70 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = 0.00 < 0.125$$

$$\rightarrow \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 109.69$$

$$\rightarrow \frac{h}{t_w} = 23.53 < \lambda_p$$

La sección clasifica como sección compacta, por lo que los estados límites de pandeo local para el alma y para el ala no ocurrirán y sus cálculos no son aplicables.

D) Verificación al corte

Relación h _w /t _w = 18.04	<	71.47	V _n = 0,6 F _y A _w (10-1)
Área del Alma = h _w t _w = 4.692 cm ²			
V _n = 66.16 KN			
φ _v = 0.9			
V _d = φ _v V _n = 59.54 KN	>	V _{u_y} = -5.78 KN	VERIFICA

E) Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El perfil se predimensionó con esta condición, quedando satisfactoriamente adoptado.

9.5.2- Resistencia a la compresión

Relaciones ancho-espesor para verificar el Q adoptado:

$$\lambda_f = \frac{b}{tf} = 4 \quad < \quad \lambda_r = 0,56 \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 16,34 \quad \lambda_f < \lambda_r \rightarrow \text{El ala no es esbelta}$$

$$\lambda_w = \frac{h}{tw} = 23,5294 \quad < \quad \lambda_r = 1,49 \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 43,47 \quad \lambda_w < \lambda_r \rightarrow \text{El alma no es esbelta}$$

$$\rightarrow Q = 1$$

Área total:

$$A_g = 14,20 \text{ cm}^2 > A_{g,\text{nec}} = 0,1 \text{ cm}^2$$

Ebeltez alrededor de x:

$$\lambda_x = K_x L / r_x = 88 < 200$$

BC

Ebeltez alrededor de y:

$$\lambda_y = K_y L / r_y = 56,88 < 200$$

BC

$$\lambda_y < \lambda_x \rightarrow \text{Pandeo alrededor del eje } x - x \rightarrow \lambda_x =$$

88

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{Fy}{E}} = 0,96$$

Caso (a) para: $\lambda_c < 1,5$ $F_{cr} = 159,312 \text{ Mpa}$

$$P_d = \emptyset_c \chi P_n = \emptyset_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 192,29 \text{ kN} > P_u = 1,20 \text{ kN}$$

VERIFICA

9.5.3- Solitación combinada:

Según el capítulo H:

$$\frac{P_u}{\emptyset P_n} = 0,006 < 0,20 \rightarrow \frac{P_u}{2 \emptyset P_n} + \left[\frac{M_{u,x}}{\emptyset_b M_{nx}} + \frac{M_{u,y}}{\emptyset_b M_{ny}} \right] \leq 1,00$$

Como $M_{u,y} = 0 \rightarrow$

$$\frac{P_u}{2 \emptyset P_n} + \left[\frac{M_{u,x}}{\emptyset_b M_{nx}} \right] \leq 1,00$$

$$0,53865 \leq 1,00$$

BC

9.2- Dimensionado del muro hastial: Viga Dintel

Datos :

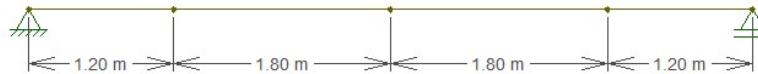
$$L = S = 6.00 \text{ m}$$

$$h = 0.75 \text{ m}$$

$$h_c = 4.00 \text{ m}$$

$$L_1 = L_4 = 1.20 \text{ m}$$

$$L_2 = L_3 = 1.80 \text{ m}$$



9.2.1- Análisis de Carga

Carga Permanente:

Peso propio de la viga: Adopto 2 PNI N°160 = **0.280566 kN/m**

Carga permanente total: **$q_{Dy} = 0.281 \text{ kN/m}$**

En el centro del tramo, y a 1,20m de cada extremo, se tiene las Central Lateral

$$R_{Dx} = 7.46 \text{ kN} \quad 5.78 \text{ kN}$$

$$R_{Dy} = 1.56 \text{ kN} \quad 1.25 \text{ kN}$$

Acción del viento: en la altura de influencia **$W = 1374.46 \text{ N/m}^2$**

$$W = q_x = 0.515 \text{ kN/m}$$

9.2.2- Combinación de acciones

Combinación de acciones - Estados Límites Ultimos

$$(A.4.1) 1,4 (D + F) = 1,4 D = 0.393 \text{ kN/m} \quad y$$

$$(A.4.4) 1,2 D + 1,5 W + 0,5 L_r = 1,5 W = 0.77 \text{ kN/m} \quad x$$

Combinación de acciones - Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

$$(A-L.1.1) (D+F) + (\sum L_i \text{ o } W) = D = 0.281 \text{ kN/m}$$

$$W = 0.515 \text{ kN/m}$$

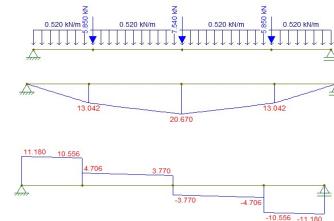
9.2.3- Cálculo de solicitudes

En ambas direcciones, se considera una viga simplemente apoyada con una luz de **6.00 m**

Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

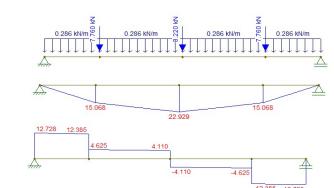
Según eje x-x: $M_{\max y} = 21.591 \text{ KNm}$

$$V_{u_x} = R_A = R_B = 11.820 \text{ KN}$$



Según eje y-y: $M_{\max x} = 6.05 \text{ kNm}$

$$V_{u_y} = R_B = R_A = 3.51 \text{ kN}$$



Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

Según eje x-x: $M_{máx_y} = \frac{q_x \times l^2}{8} + \frac{(R_{Dx} \times l)}{4} = 20.443 \text{ KNm}$

$$V_{u_x} = R_A = R_B = \frac{1}{2} \times q_x \times l + \frac{R_{Dx}}{2} = 11.055 \text{ KN}$$

Según eje y-y: $M_{máx_x} = \frac{q_y \times l^2}{8} + \frac{(R_{Dy} \times l)}{4} = 5.42 \text{ kNm}$

$$V_{u_y} = R_B = R_A = \frac{1}{2} \times q_y \times l + \frac{R_{Dy}}{2} = 3.08 \text{ kN}$$

9.2.4- Predimensionado de la sección

E= 200000 MPa

Ly = 6.00 m

Fy= 235 MPa

Lx = 6.00 m

Para flecha: Coef. Tabla A-L.4.1 : 150

Dirección y-y

$M_x = 6.054 \text{ KNm}$

Estado Límite Último

$M_x = 5.419 \text{ KNm}$

Estado Límite de Servicio

Dirección x-x

$M_y = 21.591 \text{ KNm}$

$M_y = 20.443 \text{ KNm}$

Por condicion de plastificación a flexión en dirección y-y

$\phi_b = 0.9$

$$Z_{nec.x} = \frac{M_{u.x}}{\phi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 28.62 \text{ cm}^3 \quad \text{para un perfil sería: } 14.31 \text{ cm}^3$$

$$S_{nec.x} = \frac{M_{u.x}}{\phi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 19.08 \text{ cm}^3 \quad 9.54 \text{ cm}^3$$

Adopción del perfil predimensionado:

PNI N° 140

Ag = 18.20 cm²

E = 200000 MPa

I_x = 573.00 cm⁴

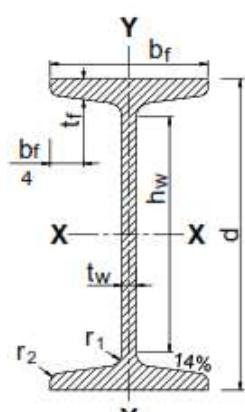
Fy = 235 MPa

I_y = 35.20 cm⁴

G = 77200 MPa

Z_x = 95.40 cm³

BC



Z_y = 17.70 cm³

BC

S_x = 91.90 cm³

S_y = 10.70 cm³

b = b_f = 6.60 cm

t_f = 0.86 cm

t_w = 0.57 cm

d = h = 14.00 cm

h_w = 10.90 cm

r_x = 5.61 cm

r_y = 1.40 cm

J = 3.56 cm⁴

L_p = 65 cm

L_r = 293 cm

Carga en ala superior

Peso = 14.30 Kg/m

0.140283 kN/m

Valores auxiliares de la sección adoptada:

$$Ix = 2 \times Ix1 = 1146 \text{ cm}^4$$

$$rx = rx1 = 5.61 \text{ cm}$$

$$Ag = 2 \times Ag1 = 36.40 \text{ cm}^2$$

$$ry = \sqrt{\left(\frac{Iy}{Ag}\right)} = 4.01 \text{ cm}$$

$$Zx = 2 \times Zx1 = 190.80 \text{ cm}^3$$

$$Sx = 2 \times Sx1 = 183.80 \text{ cm}^3$$

$$Zy = Ag1 \times bf = 120.12 \text{ cm}^3$$

$$Sy = \frac{Iy}{bf} = 70.73 \text{ cm}^3$$

$$Iy = 2 \times \left[Iy1 + Ag1 \times \left(\frac{bf}{2} \right)^2 \right] = 466.80 \text{ cm}^4$$

$$J = 2 \times J1 = 7.12 \text{ cm}^4$$

9.2.5- Verificación del perfil

Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

$$\phi b \times M_{p,x} = \phi_b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1,5 \times \phi_b \times M_y = 1,5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}$$

$$Mdx = 40.35 \text{ KNm} < 64.79 \text{ KNm}$$

$$Mdx = 40.35 \text{ KNm} > Mux = 6.05 \text{ KNm}$$

El momento plástico valdrá: $Mpx = 44.838 \text{ KNm}$

VERIFICA

B) Pandeo lateral torsional

Se considera que el pilar sobre la viga arriostra lateralmente $Lb = 1.80 \text{ cm}$

Considerando a la sección como una sección cajón, la longitud no arriostrada límite es:

$$Lp = \frac{1,3 \times (10^{-3}) \times r_y \times E}{Mp} \sqrt{J \times A} = 361.97 \text{ cm}$$

$$Lb = 1.80 \text{ cm} < Lp = 362 \text{ cm}$$

NO es aplicable el estado límite de pandeo lateral-torsional

C) Pandeos locales

Alas $\lambda_f = (b/2)/t = 3.84$

$$\lambda_p = 0.38 (E/F_y)^{1/2} = 11.09$$

$$\lambda_f = 3.84$$

Sección Compacta

Alma $\lambda_w = h_w/t_w = 19.12$

$$\lambda_p = 3.76 (E/F_y)^{1/2} = 109.69$$

$$\lambda_f = 19.12$$

Sección Compacta

Sección compacta. No debe verificarse al pandeo localizado

D) Verificación al corte

$$\text{Relación } h_w/t_w = 19.12 < 71.47 \quad V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$$

$$\text{Área del Alma} = 2 \cdot h_w \cdot t_w = 12.426 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 175.21 \text{ KN}$$

$$\phi_v = 0.9$$

$$V_d = \phi_v \cdot V_n = 157.69 \text{ KN}$$

$$V_{uy} = 3.5 \text{ KN}$$

VERIFICA

E) Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El reglamento establece dos flechas máximas admisibles, una total (para cargas permanentes y cargas variables), y una por carga variable. Debido a la disposición del larguero, en el sentido para el cual se predimensiona sólo actúan cargas variables (cargas de viento), por lo que se debe verificar con la misma carga ambas flechas admisibles.

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x I_x} \quad q_y = W = 0.52 \text{ kN/m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{150} = 0.040 \text{ m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{180} = 0.033 \text{ m}$$

$$\rightarrow f_{\max} = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x I_x} = 0.008 \text{ m} \quad < f_{adm} = 0.033 \text{ m}$$

VERIFICA

Flexión simple según x-x

A) Condición de plastificación

$$\phi b = 0.9$$

$$\emptyset_b x M_{p,y} = \emptyset_b x F_y x Z_y x 10^{-3} \leq 1.5 x \emptyset_b x M_y = 1.5 x F_y x S_y x 10^{-3}$$

$$M_{dy} = 25.41 \text{ KNm} > 24.93 \text{ KNm}$$

$$M_{dy} = 24.93 \text{ KNm} > M_{uy} = 21.59 \text{ KNm}$$

El momento plástico valdrá: $M_{py} = 27.70$

VERIFICA

B) Pandeo Lateral Torsional:

No será aplicable con respecto al eje de menor momento de inercia.

C) Verificación al corte

$$\text{Relación } b/f = 15.35 < 71.47 \quad V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$$

$$\text{Área del Alma} = h_w \cdot t_w = 11.352 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 320.13 \text{ KN}$$

$$\phi v = 0.9$$

$$V_d = \phi v \cdot V_n = 288.11 \text{ KN} > V_{ux} = 11.820 \text{ KN}$$

VERIFICA

D) Verificación a la flexión oblicua

Para el control de la flexión oblicua, nos referimos al Apéndice del capítulo H, donde aparecen expresiones que verifican la interacción en aquellos casos en que las barras se encuentren biaxialmente solicitadas.

Si analizamos el mencionado capítulo, teniendo en cuenta que la barra que estamos considerando no tiene esfuerzos normales.

La expresión a verificar es:

$$\left(\frac{M_{ux}}{\emptyset_b x M'_{px}} \right)^{\xi} + \left(\frac{M_{uy}}{\emptyset_b x M'_{py}} \right)^{\xi} \leq 1,00$$

Para ello, procedemos a calcular los valores intervinientes:

$$\frac{b_f}{d} = 0.943 \geq 0.5 \wedge < 1,0 \rightarrow \xi = 1.60$$

$$\eta = 0.4 + \frac{P_u}{P_y} + \frac{b_f}{d} \geq 1 \rightarrow \eta = 1.34$$

$$M'_{px} = 1.2 M_{px} \left(1 - \frac{P_u}{P_y} \right) \leq M_{px}$$

$$M'_{px} = 1.2 M_{px} (1 - 0) \leq M_{px} \rightarrow M'_{px} = M_{px} = 44.84 \text{ kNm}$$

$$M'_{py} = 1.2 M_{py} \left(1 - \frac{P_u}{P_y} \right) \leq M_{py}$$

$$M'_{py} = 1.2 M_{py} (1 - 0) \leq M_{py} \rightarrow M'_{py} = M_{py} = 27.70 \text{ KNm}$$

$$M_{ux} = 6.054 \text{ KNm}$$

$$M_{uy} = 21.591 \text{ KNm}$$

Reemplazando, resulta:

$$0.842 < 1$$

VERIFICA

La barra no plastificará en ningún punto.

Resta determinar si fallará de acuerdo a sus momentos nominales:

$$\left(\frac{C_{mx} M_{ux}}{\varnothing_b x M'_{nx}} \right)^{\eta} + \left(\frac{C_{my} M_{uy}}{\varnothing_b x M'_{ny}} \right)^{\eta} \leq 1,00$$

$M'_{nx} = \min(M_{px}, M_n \text{ calculado para verificar al P.L.T.}) = 44.84 \text{ kNm}$

$M'_{ny} = M_{py} = 27.70 \text{ kNm}$

Por tratarse de una viga continua, los extremos de las barras tendrán una rotación restringida por tal motivo $C_m = 1$ según el artículo C.1.4 del CIRSOC 301

Reemplazando, resulta:

0.903

< 1
VERIFICA

9.3- Pilar lateral

Separación de Cerchas =	4.50	m
Separación entre pilares =	1.80	m
separación entre correas a =	1.20	m
separacion largueros sup =	0.35	m
separacion largueros sup =	0.70	m
separacion largueros medio =	0.75	m
separacion largueros inf =	1.00	m

9.3.1- Análisis de Carga

Incidencia del peso propio en extremo superior Dpilar = Dpp . Sep L = **0.045 kN**

Para largueros con separaciones entre 0.35 y 0.70 m

Carga Permanente: $D_{Largueros} = 0.086 \text{ kN/m}$

$$D_{Cerramiento frontal} = 0.025 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.0131 \text{ kN/m}$$

$$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = \mathbf{0.178 \text{ kN}}$$

$$D \text{ pilar} = Dpp \cdot \text{Sep L} = \mathbf{0.135 \text{ kN}}$$

Acción del viento: $W = pw \cdot \text{sepP} \cdot \text{sep L} = \mathbf{1.298 \text{ kN}}$

Para largueros separados entre sí sep L = 0.70 m

Carga Permanente: $D_{Largueros} = 0.086 \text{ kN/m}$

$$D_{Cerramiento frontal} = 0.025 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.0175 \text{ kN/m}$$

$$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = \mathbf{0.186 \text{ kN}}$$

$$D \text{ pilar} = Dpp \cdot \text{Sep L} = \mathbf{0.180 \text{ kN}}$$

Acción del viento: $W = pw \cdot \text{sepP} \cdot \text{sep L} = \mathbf{1.731 \text{ kN}}$

Para largueros con separaciones entre 0.70 y 0.75 m

Carga Permanente: $D_{Largueros} = 0.086 \text{ kN/m}$

$$D_{Cerramiento frontal} = 0.025 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.0181 \text{ kN/m}$$

$$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = \mathbf{0.187 \text{ kN}}$$

$$D \text{ pilar} = Dpp \cdot \text{Sep L} = \mathbf{0.186 \text{ kN}}$$

Acción del viento: $W = pw \cdot \text{sepP} \cdot \text{sep L} = \mathbf{1.793 \text{ kN}}$

Para largueros con separaciones entre 0.75 y 1.00 m

Carga Permanente: $D_{Largueros} = 0.086 \text{ kN/m}$

$$D_{Cerramiento frontal} = 0.025 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.0219 \text{ kN/m}$$

$$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = \mathbf{0.194 \text{ kN}}$$

$$D \text{ pilar} = Dpp \cdot \text{Sep L} = \mathbf{0.225 \text{ kN}}$$

Acción del viento: $W = pw \cdot \text{sepP} \cdot \text{sep L} = \mathbf{2.165 \text{ kN}}$

Para largueros separados entre sí sep L = 1.00 m

Carga Permanente: $D_{Largueros} = 0.086 \text{ kN/m}$

$$D_{Cerramiento frontal} = 0.025 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{sep L} = 0.025 \text{ kN/m}$$

$$D_{reacción largueros} = D \cdot \text{sep}_P = \mathbf{0.200 \text{ kN}}$$

$$D \text{ pilar} = Dpp \cdot \text{Sep L} = \mathbf{0.257 \text{ kN}}$$

Acción del viento: $W = pw \cdot \text{sepP} \cdot \text{sep L} = \mathbf{2.474 \text{ kN}}$

Incidencia del peso propio en extremo inferior Dpilar = Dpp . Sep L = **0.129 kN**

Reacciones de la viga dintel: $R_{xVD} = 11.82 \text{ kN}$

$$R_{yVD} = 3.51 \text{ kN}$$

9.3.2- Combinación de acciones

Combinación de acciones - Estados Límites Últimos

Langueros	(A.4.1)	1.4 D	Fy pp	0.06	kN
Langueros sup	(A.4.3)	1,2 D + 1,6 Lr + 0,80 W \rightarrow Fy _{reacción largueros} =	0.44	kN	
Langueros	(A.4.4)	1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr \rightarrow Fx _{acción del viento} =	1.95	kN	
Larg med 1	(A.4.3)	1,2 D + 1,6 Lr + 0,80 W \rightarrow Fy _{reacción largueros} =	0.51	kN	
Larg med 1	(A.4.4)	1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr \rightarrow Fx _{acción del viento} =	2.60	kN	
Larg med 2	(A.4.3)	1,2 D + 1,6 Lr + 0,80 W \rightarrow Fy _{reacción largueros} =	0.52	kN	
Larg med 2	(A.4.4)	1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr \rightarrow Fx _{acción del viento} =	2.69	kN	
Larg med 3	(A.4.3)	1,2 D + 1,6 Lr + 0,80 W \rightarrow Fy _{reacción largueros} =	0.59	kN	
Larg med 3	(A.4.4)	1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr \rightarrow Fx _{acción del viento} =	3.25	kN	
Larg inf	(A.4.3)	1,2 D + 1,6 Lr + 0,80 W \rightarrow Fy _{reacción largueros} =	0.64	kN	
Larg inf	(A.4.4)	1,2 D + 1,5 W + 0,5 Lr \rightarrow Fx _{acción del viento} =	3.71	kN	
			0.18		

Combinación de acciones - Estados Límites de Servicio (C 301 A-L.1) Cargas Nominales

(A-L.1.1) (D+F) + (Σ Li o W) =	0.045
	Fy _{reacción largueros} = 0.313 kN
	Fx _{acción del viento} = 1.298 kN
Para larguero medio 1:	Fy _{reacción largueros} = 0.366 kN
	Fx _{acción del viento} = 1.731 kN
Para larguero medio 2:	Fy _{reacción largueros} = 0.374 kN
	Fx _{acción del viento} = 1.793 kN
Para larguero medio 3:	Fy _{reacción largueros} = 0.419 kN
	Fx _{acción del viento} = 2.165 kN
Para largueros inferior:	Fy _{reacción largueros} = 0.457 kN
	Fx _{acción del viento} = 2.474 kN
	0.129

9.3.3- Cálculo de solicitudes

Cálculo de solicitudes para los Estados Límites Últimos

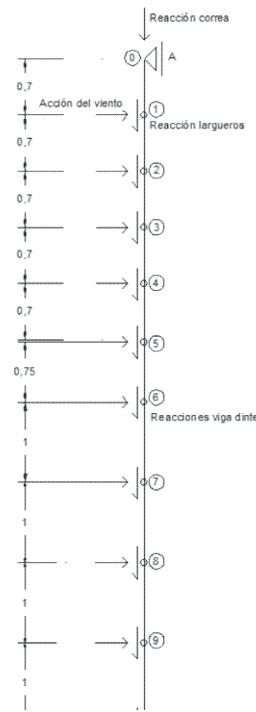
Cálculo de reacciones:

$$\sum Fy = 0 \rightarrow R_B^V = 8.754 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A^H = 19.990 \text{ kN}$$

$$\sum Fx = 0 \rightarrow R_B^H = 18.637 \text{ kN}$$

$$\text{Verificación MA} = 0.000$$



Cálculo solicitudes:

Distancias:

$$d_{0-1} = 0.35 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = 0.70 \text{ m}$$

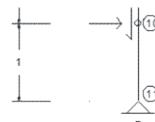
$$d_{4-5} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{5-6} = 0.75 \text{ m}$$

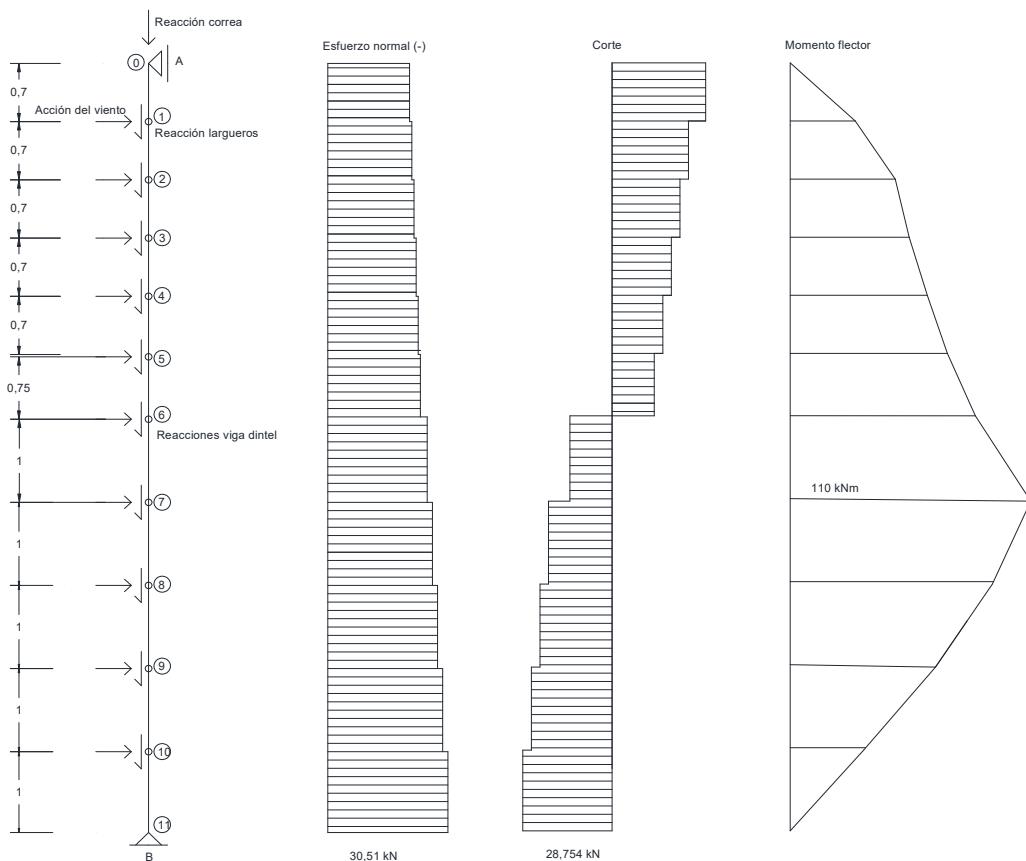
$$d_{6-7} = 1.00 \text{ m}$$

$$d_{7-8} = 1.00 \text{ m}$$

$$d_{8-9} = 1.00 \text{ m}$$



Esfuerzos Normales		Esfuerzo de corte ($V_{u,y}$):			Momento flector ($M_{u,x}$):			
$N_{0-1} =$	0.06	kN	$Q_{0-1} =$	19.99	kN	$M_0 =$	0.00	kNm
$N_{1-2} =$	0.50	kN	$Q_{1-2} =$	18.04	kN	$M_1 =$	7.00	kNm
$N_{2-3} =$	1.01	kN	$Q_{2-3} =$	15.45	kN	$M_2 =$	19.63	kNm
$N_{3-4} =$	1.53	kN	$Q_{3-4} =$	12.85	kN	$M_3 =$	30.44	kNm
$N_{4-5} =$	2.04	kN	$Q_{4-5} =$	10.25	kN	$M_4 =$	39.43	kNm
$N_{5-6} =$	2.56	kN	$Q_{5-6} =$	7.56	kN	$M_5 =$	46.61	kNm
$N_{6-7} =$	6.66	kN	$Q_{6-7} =$	-7.50	kN	$M_6 =$	52.28	kNm
$N_{7-8} =$	7.29	kN	$Q_{7-8} =$	-11.22	kN	$M_7 =$	44.78	kNm
$N_{8-9} =$	7.93	kN	$Q_{8-9} =$	-14.93	kN	$M_8 =$	33.56	kNm
$N_{9-10} =$	8.57	kN	$Q_{9-10} =$	-18.64	kN	$M_9 =$	18.64	kNm
$P_u =$	8.57	kN	$V_{u,y} =$	19.990	kN	$M_{10} =$	0.00	kNm



Cálculo de solicitudes para los Estados Límites de Servicio

Cálculo de reacciones:

$$\sum Fy = 0 \rightarrow R_B^V = 7.254 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A^H = 15.324 \text{ kN}$$

$$\sum Fx = 0 \rightarrow R_B^H = 14.368 \text{ kN}$$

Cálculo solicitudes:

Distancias:

$$d_{0-1} = 0.35 \text{ m}$$

$$d_{1-2} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{2-3} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{3-4} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{4-5} = 0.70 \text{ m}$$

$$d_{5-6} = 0.75 \text{ m}$$

$$d_{6-7} = 1.00 \text{ m}$$

$$d_{7-8} = 1.00 \text{ m}$$

$$d_{8-9} = 1.00 \text{ m}$$

$$d_{9-10} = 1.00 \text{ m}$$

Esfuerzos Normales

$$N_{0-1} = 0.04 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0.36 \text{ kN}$$

$$N_{2-3} = 0.72 \text{ kN}$$

$$N_{3-4} = 1.09 \text{ kN}$$

$$N_{4-5} = 1.46 \text{ kN}$$

$$N_{5-6} = 1.83 \text{ kN}$$

$$N_{6-7} = 5.76 \text{ kN}$$

$$N_{7-8} = 6.21 \text{ kN}$$

$$N_{8-9} = 6.67 \text{ kN}$$

$$N_{9-10} = 7.13 \text{ kN}$$

$$P_u = 7.13 \text{ kN}$$

Esfuerzo de corte (V_{u,y}):

$$Q_{0-1} = 15.324 \text{ kN}$$

$$Q_{1-2} = 14.025 \text{ kN}$$

$$Q_{2-3} = 12.294 \text{ kN}$$

$$Q_{3-4} = 10.563 \text{ kN}$$

$$Q_{4-5} = 8.832 \text{ kN}$$

$$Q_{5-6} = 7.039 \text{ kN}$$

$$Q_{6-7} = -6.946 \text{ kN}$$

$$Q_{7-8} = -9.420 \text{ kN}$$

$$Q_{8-9} = -11.894 \text{ kN}$$

$$Q_{9-10} = -14.368 \text{ kN}$$

$$V_{u,y} = 15.324 \text{ kN}$$

Momento flector (M_{u,x}):

$$M_0 = 0 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 5.363 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 15.181 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 23.787 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 31.181 \text{ kNm}$$

$$M_5 = 37.364 \text{ kNm}$$

$$M_6 = 42.643 \text{ kNm}$$

$$M_7 = 35.697 \text{ kNm}$$

$$M_8 = 26.277 \text{ kNm}$$

$$M_9 = 14.383 \text{ kNm}$$

$$M_{u,x} = 42.643$$

9.3.4- Predimensionado de la sección

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$L = 7.90 \text{ m}$$

Dirección y-y

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$M_x = 52.283 \text{ KNm}$$

Por condición de plastificación a flexión en dirección y-y

$$\phi_b = 0.9$$

$$Z_{nec.x} = \frac{M_{u,x}}{\phi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 247.20 \text{ cm}^3$$

$$S_{nec.x} = \frac{M_{u,x}}{\phi_b \times F_y \times 10^{-3}} = 164.80 \text{ cm}^3$$

Por condición de deformación (ELS) en dirección y-y

El reglamento establece dos flechas máximas admisibles, una total (para cargas permanentes y cargas variables), y una por carga variable. Debido a la disposición del larguero, en el sentido para el cual se predimensiona sólo actúan cargas variables (cargas de viento), por lo que se debe verificar con la misma carga ambas flechas admisibles.

$$f_{máx} = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x I_x}$$

$$q_y = W = 2.90 \text{ kN/m}$$

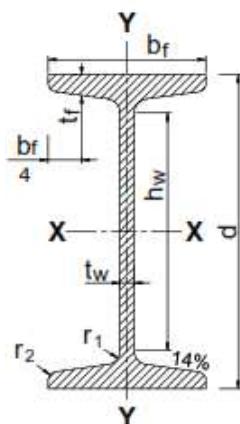
$$f_{adm} = \frac{l}{150} = 0.053 \text{ m}$$

$$f_{adm} = \frac{l}{180} = 0.044 \text{ m}$$

$$\rightarrow I_{nec.x} = \frac{5}{384} \times \frac{q_y x l^4}{E x f_{adm}} = 1675.80 \text{ cm}^4$$

Adopción del perfil predimensionado:

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} \\ G &= 77200 \text{ MPa} \end{aligned}$$



PNI N°	200	
Ag =	33.40 cm ²	
I _x =	2140.0 cm ⁴	BC
I _y =	117.00 cm ⁴	
Z _x =	250.00 cm ³	BC
Z _y =	43.16 cm ³	
S _x =	214.00 cm ³	BC
S _y =	26.00 cm ³	
b = b _f =	9.00 cm	
t _f =	1.13 cm	
t _w =	0.75 cm	
d = h =	20.00 cm	
h _w =	15.90 cm	
r _x =	8.00 cm	
r _y =	1.87 cm	
J =	11.20 cm ⁴	
L _p =	86 cm	Carga en ala
L _r =	359.00 cm	superior
X ₁ =	24894 Mpa	
Peso =	26.20 Kg/m	0.257 kN/m

9.3.5- Verificación del perfil

Flexión simple según y-y

A) Condición de plastificación

$$\phi b \times M_{p,x} = \phi b \times F_y \times Z_x \times 10^{-3} \leq 1,5 \times \phi b \times M_y = 1,5 \times F_y \times S_x \times 10^{-3}$$

M _{dx} =	52.88 KNm	<	75.44 KNm
M _{dx} =	52.88 KNm	>	M _{ux} = 52.28 KNm
M _{px} =	58.75 KNm		VERIFICA

B) Pandeo lateral torsional

$\phi b = 0.9$		
L _b = 100 cm	>	L _p = 86 cm
		Se debe verificar el pandeo lateral torsional
L _b = 100 cm	<	L _r = 359.00 cm

Según la ecuación (F.1.2) del CIRSOC 301

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad M_r = F_L S_x (10^{-3})$$

M _r = 50.29 kNm		
M _n = 58.316 kNm	<	M _{px} = 58.75 KNm
M _d = 52.485 kNm	>	M _{ux} = 52.28 KNm
		VERIFICA

C)Pandeos locales

Alas	$\lambda f = (b/2)/t = 3.98$	$\lambda p = 0.38 (E/F_y)^{1/2} = 11.09$	$\lambda f = 3.98$
Alma	$\lambda w = h_w/t_w = 21.20$	$\lambda p = 3.76 (E/F_y)^{1/2} = 109.69$	$\lambda f = 21.20$

La sección clasifica como sección compacta, por lo que los estados límites de pandeo local para el alma y para el ala no ocurrirán y sus cálculos no son aplicables.

D)Verificación al corte

Relación $h_w/t_w = 21.20$	$<$	71.47	$V_n = 0.6 F_y A_w (10-1)$
Área del Alma = $h_w \cdot t_w = 11.925 \text{ cm}^2$			
$V_n = 168.14 \text{ KN}$			
$\phi v = 0.9$			
$V_d = \phi v \cdot V_n = 151.33 \text{ KN}$	$>$	$V_{uy} = 20.0 \text{ KN}$	VERIFICA

E)Verificación Estado Límite de Servicio (Flecha)

El perfil se predimensionó con esta condición, quedando satisfactoriamente adoptado.

Resistencia a la compresión

Por condición de pandeo alrededor del eje x-x:

$$\begin{aligned} E &= 200000 \text{ MPa} & P &= 8.57 \text{ KN} \\ F_y &= 235 \text{ MPa} & L_c &= 7.90 \text{ m} \end{aligned}$$

Longitudes de pandeo

C.2.3

$$\text{Long Equivalente } L_p = k L$$

$$K_x = 1 \quad L_{px} = 790 \text{ cm}$$

$$\text{Ebeltez alrededor de x: } \lambda_x = K_x L / r_x = 99 < 200$$

BC

$$\begin{aligned} \lambda f &= \frac{b}{t f} = 4 & \lambda r &= 0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 16.34 & \lambda f < \lambda r \rightarrow \text{El ala no es esbelta} \\ \lambda w &= \frac{h}{t_w} = 26.6667 & \lambda r &= 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 43.47 & \lambda w < \lambda r \rightarrow \text{El alma no es esbelta} \\ & & & & \rightarrow Q = 1 \end{aligned}$$

Resistencia de diseño:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{kL}{r} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1.08$$

$$\text{Caso (a) para: } \lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = 144.56 \text{ Mpa}$$

$$P_d = \emptyset_c \times P_n = \emptyset_c \times F_{cr} \times A_g (10^{-1}) = 410.40 \text{ kN} > P = 8.57 \text{ kN}$$

VERIFICA

Por condición de pandeo alrededor del eje y-y:

$$\text{Ebeltez alrededor de y: } \lambda_y = K_y L / r_y = 37.42 < 200$$

BC

$$\lambda_y < \lambda_x \rightarrow \text{Pandeo alrededor del eje x - x} \rightarrow \lambda_x = 99$$

Solicitud combinada:

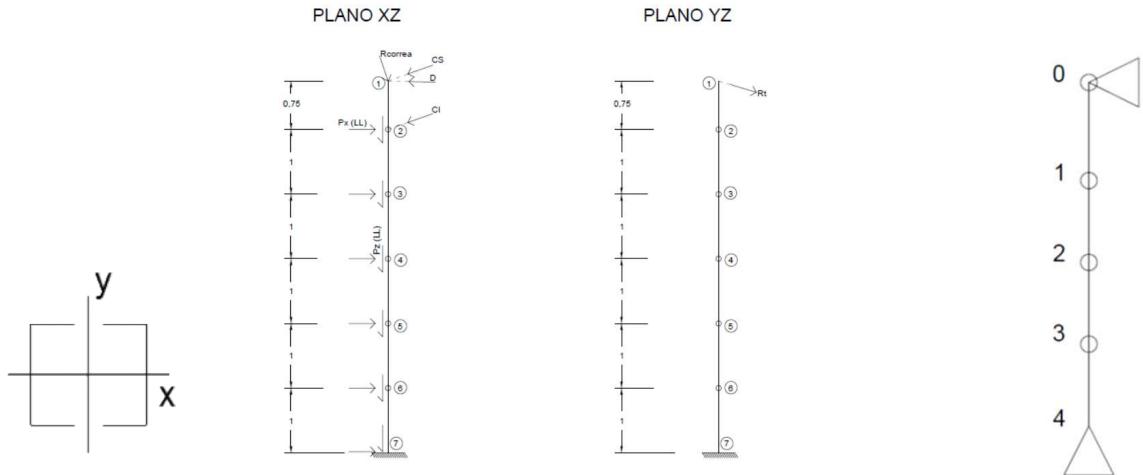
Según el capítulo H:

Como $M_{u,y} = 0 \rightarrow$

$$\frac{P_u}{\emptyset P_n} = 0.021 < 0,20 \rightarrow \frac{P_u}{2 \emptyset P_n} + \left[\frac{M_{u,x}}{\emptyset_b M_{nx}} + \frac{M_{u,y}}{\emptyset_b M_{ny}} \right] \leq 1,00$$
$$\frac{P_u}{2 \emptyset P_n} + \left[\frac{M_{u,x}}{\emptyset_b M_{nx}} \right] \leq 1,00$$
$$1.00 \leq 1,00$$

BC

10- Dimensionado de columna



10.1- Análisis de Carga y Combinación de Acciones

Considero los estados N_3 y N_5 por ser los más solicitados según valores ya calculados

Estado N_3 (1,2 D + 1,6 Lr)

Carga por correa

$$D = 0.220 \text{ KN/m}^2$$

$$Lr = 0.960 \text{ KN/m}^2$$

$$P_z^{\text{COR}} = 1,2 D + 1,6 Lr = -4.860 \text{ KN}$$

$$S = 4.50 \text{ m}$$

$$a = 1.20 \text{ m}$$

Características Geométricas

$$\alpha = 16.253^\circ$$

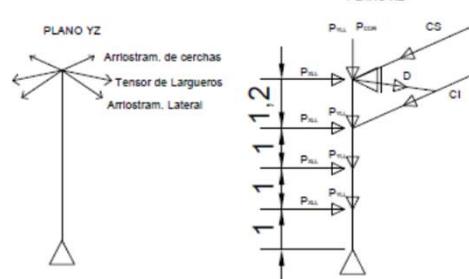
$$\operatorname{sen} \alpha = 0.28$$

$$\cos \alpha = 0.96$$

$$\beta = -18.428^\circ$$

$$\operatorname{sen} \beta = -0.32$$

$$\cos \beta = 0.95$$



Carga Cordon Superior (N_3)

$$P = -8.99 \text{ kN}$$

$$P_z^{\text{CS}} = -2.52 \text{ kN}$$

$$P_x^{\text{CS}} = -8.63 \text{ kN}$$

Carga Cordon Inferior (N_3)

$$P = 180.33 \text{ kN}$$

$$P_z^{\text{CI}} = 50.47 \text{ kN}$$

$$P_x^{\text{CI}} = 173.12 \text{ kN}$$

Carga Diagonal (N_3)

$$P = -102.77 \text{ kN}$$

$$P_z^{\text{D}} = 32.49 \text{ kN}$$

$$P_x^{\text{D}} = -97.50 \text{ kN}$$

Carga Largueros Laterales

$$1,4 D = -0.22 \text{ kN/m}$$

$$P_z^{\text{LL}} = -0.99 \text{ kN}$$

$$P_x^{\text{LL}} = 0.00 \text{ kN}$$

Estado N_5 (0,9 D + 1,5 W)

Carga por correa

$$D = 0.22 \text{ kN/m}^2$$

$$W = -1.596 \text{ kN/m}^3$$

$$S = 4.50 \text{ m}$$

$$a = 1.20 \text{ m}$$

$$P_z^{\text{COR}} = 0,9 D + 1,5 W = 5.67 \text{ kN}$$

$$P_x^{\text{COR}} = 1,5 W = -1.81 \text{ kN}$$

(Hacia arriba)

(Hacia la izq.)

Carga Cordon Superior (N₅')

$$\begin{aligned} P &= -1.99 \text{ Kg} \\ P_z^{CS} &= -0.56 \text{ Kg} \\ P_x^{CS} &= -1.91 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Carga Cordon Inferior (N₅')

$$\begin{aligned} P &= -217.72 \text{ Kg} \\ P_z^{CI} &= -60.94 \text{ Kg} \\ P_x^{CI} &= -209.02 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Carga Diagonal (N₅')

$$\begin{aligned} P &= 135.07 \text{ Kg} \\ P_z^D &= -42.70 \text{ Kg} \\ P_x^D &= 128.14 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Estados Límites de Solicitaciones

Estado N3 (1,2 D+1,6 Lr)

Solicitud Vertical

$$\begin{aligned} P_z^{COR} &= -4.86 \text{ Kg} \\ P_z^{CS} &= -2.52 \text{ Kg} \\ P_z^D &= 32.49 \text{ Kg} \\ P_z^{CI} &= 50.47 \text{ Kg} \\ P_z^{LL} &= -0.99 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Esfuerzo Normal (-) Compresión

$$\begin{aligned} N_1 &= 24.12 \text{ Kg} \\ N_2 &= 73.61 \text{ kg} \\ N_3 &= 72.62 \text{ kg} \\ N_4 &= 71.64 \text{ kg} \\ N_5 &= 70.65 \text{ kg} \end{aligned}$$

Solicitud Horizontal

$$\begin{aligned} P_x^{COR} &= 0.00 \text{ Kg} \\ P_x^{CS} &= -8.63 \text{ Kg} \\ P_x^D &= -97.50 \text{ Kg} \\ P_x^{CI} &= 173.12 \text{ Kg} \\ P_x^{LL} &= 0.00 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Esfuerzo de Corte (-) Hacia afuera

$$\begin{aligned} Q_1 &= -106 \text{ Kg} \\ Q_2 &= 67 \text{ Kg} \\ Q_3 &= 67 \text{ Kg} \\ Q_4 &= 67 \text{ Kg} \\ Q_5 &= 67 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Momentos Distancias Parciales

$$\begin{aligned} d_{1-2} &= 0.75 \text{ m} \\ d_{2-3} &= 1.00 \text{ m} \\ d_{3-4} &= 1.00 \text{ m} \\ d_{4-5} &= 1.00 \text{ m} \\ d_{5-6} &= 1.00 \text{ m} \\ \text{Total} &= 4.75 \text{ m} \end{aligned}$$

Carga Largueros Laterales

$$\begin{aligned} 0,9 D &= -0.14 \text{ kg/m} \\ 1,5 W &= 2.06 \text{ kg/m} \\ P_z^{LL} &= -0.63 \text{ Kg} \\ P_x^{LL} &= 9.28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

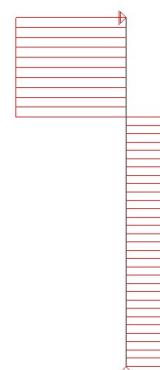
Reacciones

$$R_{4y} = 70.65 \text{ Kg}$$



Reacciones

$$R_{4x} = 27.33 \text{ Kg}$$



$$\begin{aligned} M_0 &= 0 \text{ Kgm} \\ M_1 &= -79.60 \text{ Kgm} \\ M_2 &= -12.61 \text{ Kgm} \\ M_3 &= 54.38 \text{ Kgm} \\ M_4 &= 121.37 \text{ Kgm} \\ M_5 &= 188.36 \text{ Kgm} \end{aligned}$$



Estado N5" (0,9 D+1,5 Lr)

Solicitud Vertical

$$\begin{aligned} P_z^{\text{COR}} &= 5.67 \text{ Kg} \\ P_z^{\text{CS}} &= -0.56 \text{ Kg} \\ P_z^{\text{D}} &= -42.70 \text{ Kg} \\ P_z^{\text{CI}} &= -60.94 \text{ Kg} \\ P_z^{\text{LL}} &= -0.63 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Reacciones

$$R_{4y} = -101.68 \text{ Kg}$$



Esfuerzo Normal (-) Compresión

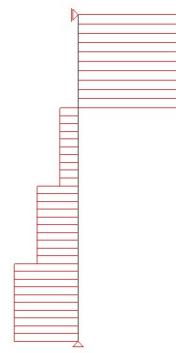
$$\begin{aligned} N_1 &= -38.22 \text{ Kg} \\ N_2 &= -99.79 \text{ Kg} \\ N_3 &= -100.42 \text{ Kg} \\ N_4 &= -101.05 \text{ Kg} \\ N_5 &= -101.68 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Solicitud Horizontal

$$\begin{aligned} P_x^{\text{COR}} &= -1.81 \text{ Kg} \\ P_x^{\text{CS}} &= -1.91 \text{ Kg} \\ P_x^{\text{D}} &= 128.14 \text{ Kg} \\ P_x^{\text{CI}} &= -209.02 \text{ Kg} \\ P_x^{\text{LL}} &= 9.28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

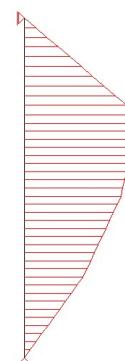
Reacciones

$$R_{4x} = 15.42 \text{ Kg}$$



Esfuerzo de Corte (-) Hacia afuera

$$\begin{aligned} Q_1 &= 133.70 \text{ Kg} \\ Q_2 &= -66.04 \text{ Kg} \\ Q_3 &= -56.76 \text{ Kg} \\ Q_4 &= -47.48 \text{ Kg} \\ Q_5 &= -38.20 \text{ Kg} \end{aligned}$$



Momentos

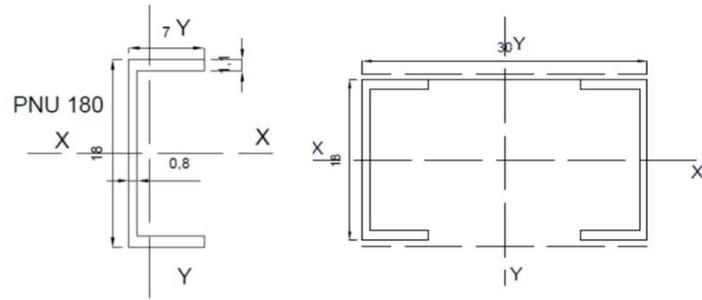
$$\begin{aligned} M_0 &= 0 \text{ Kgm} \\ M_1 &= 100.275 \text{ Kgm} \\ M_2 &= 34.235 \text{ Kgm} \\ M_3 &= -22.525 \text{ Kgm} \\ M_4 &= -70.005 \text{ Kgm} \\ M_5 &= -108.21 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Solicitudes de cálculo

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 188 \text{ KNm} \\ Q_{\max} &= 134 \text{ KN} \\ N_{\max} &= 74 \text{ KN} \\ N_{\min} &= -102 \text{ KN} \end{aligned}$$

ADOPTO:

Columna Grupo IV
H = 4.75 m
h = 14 cm
B = 32 cm
Campos:n = 7
S₁ = 62.14 cm
L_D = 44.60 cm
tg α = 1.03
 α = 46 °
cos α = 0.70
sen α = 0.72



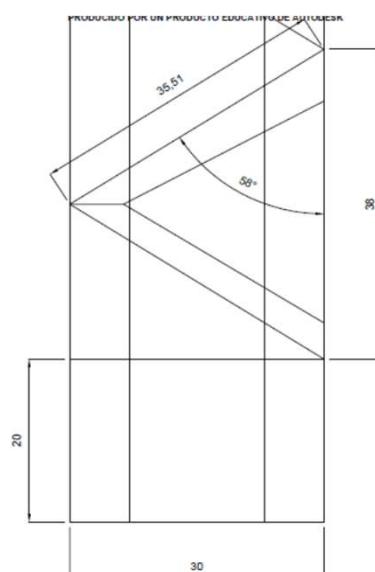
Adopto 2 PNU N'

140
h = 14 cm
b = 6 cm
tf = 1.00 cm
hw = 9.8 cm
t_w = 0.7 cm
Ag₁ = 20.4 cm²
Ix₁ = 605 cm⁴
Sx1= 86.4 cm³
rx = 5.45 cm
Zx = 103 cm³
ly = 62.7 cm⁴
Sy= 14.8 cm³
ry = 1.75 cm
Zy= 28.32 cm³
ex = 1.75 cm
J= 5.37 cm³
s= 28.5 cm

Ag = 40.8 cm²
Fy = 235 MPa
E = 200000 MPa
G= 77200 MPa
F_{EXX}= 480 MPa

Adopto Diagonales PNL

2 1/2" x 3/16"
b = 6.35 cm
t = 0.48 cm
Ag = 6 cm²
r_{min} = 1.2 cm
ey= 1.72 cm



61.01	<	200.00	BC
677.01	>	101.68	BC
67.05	<	200.00	BC
765.35	>	758.73	BC
52.04	<	200.00	BC
104.72	>	96.57	BC

<
<

<
<

Verificación de la Columna

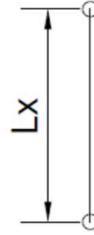
1) Verificación de los Cordones

Verificación según eje x-x (Material)

Consideramos articulado-empotrado en la dirección del eje x-x, mediante cruces

$$k_x = 0.7$$

$$\lambda_x = k_x L_x / r_x = 61.01 < 200 \quad BC$$



Verificación de compacidad

Pandeo local del Ala

Esbeltz del Ala

$$\lambda_f = b_f / t_f = 6.0 < \lambda_p = 0.56 (E/F_y)^{1/2} = 16.34 \quad \text{Sección Compacta}$$

Pandeo local del Alma

Esbeltz del Alma

$$\lambda_w = h_w / t_w = 14.0 < \lambda_p = 1.49 (E/F_y)^{1/2} = 43.47 \quad \text{Sección Compacta}$$

La sección es NO ESBELTA → $Q = 1$

Esbeltz Adimensional

$$\lambda_c = (KL/\pi r) (f_y/E)^{1/2} = 0.67 < 1.5$$

$$F_{cr} = (0.658^2 \lambda_c^2) F_y = 195 \text{ Mpa}$$

Resistencia de diseño a compresión a pandeo flexional

$$\phi_c = 0.85$$

$$P_n = F_{cr} A_g (10^{-1}) = 796.49 \text{ KN}$$

$$P_D = \phi_c P_n = 677.01 \text{ KN} > 102 \text{ KN} \quad BC$$

Verificación según eje -y-y (Inmaterial)

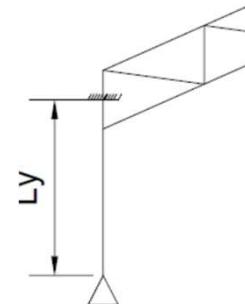
$$K_y = 2$$

Consideramos articulado-empotrado desplazable en la dirección del eje y-y

$$k_y L_y = 9.5 \text{ m}$$

$$I_y = 2(l_1 + A_g (B/2 - e_x)^2) = 8410 \text{ cm}^4$$

$$r_y = (I_y/A_g)^{1/2} = 14.4 \text{ cm}$$



$$n_0 = 2$$

$$h = 28.50 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \pi^2 (2 A_g d^3 / (n_0 A_d a h^2))^{1/2} = 11$$

Esbeltz Modificada

$$\lambda_m = ((k_y L_y / r_y)^2 + \lambda_1^2)^{1/2} = 67 < 200 \quad BC$$

Determinación de la resistencia requerida

$$P_{u1} = P_u / n + M_s / n_1 h$$

$$M_s = (P_u e_0 + M_u) / (1 - (P_u / P_{cm}))$$

$$n = 2$$

$$n_1 = 1$$

$$e_0 = k_y L_y / 500 = 1.9 \text{ cm}$$

$$P_{cm} = E \pi^2 A_g 10^{-1} / \lambda_m^2 = 1791 \text{ kN}$$

$$P_u = 102 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 P_u e_0 &= 1.93 \text{ KNm} \\
 P_u / P_{cm} &= 0.0568 \\
 M_u &= 188 \text{ KNm} \\
 M_s = (P_u e_0 + M_u) / (1 - (P_u / P_{cm})) &= 202 \text{ KNm} \\
 P_{u1} = P_u / n + M_s / n_1 h &= 759 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

a-e..4.2.1

Resistencia de Diseño Local de la barra

$$\begin{aligned}
 \lambda_{c1} = (L_1 / r_1 \pi)^{1/2} &= 0.39 < 1.5 \\
 F_{cr} = (0.658 \lambda c^2) F_y &= 220.7 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Resistencia de diseño a compresión a pandeo flexional

$$\begin{aligned}
 \phi_c &= 0.85 \\
 P_n = F_{cr} A g (10^{-1}) &= 900.41 \text{ KN} \\
 P_d = \phi_c P_n &= 765.35 \text{ KN} > 759 \text{ KN} \quad \text{BC}
 \end{aligned}$$

2) Verificación de las barras de celosía

$$\begin{aligned}
 V_{eu} &= \beta P_u + V_u \\
 \beta = (\pi / 400) (1 - P_u / P_m)^{-1} &= 0.008327 \\
 V_u &= 134 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$V_{eu} = \beta P_u + V_u = 135 \text{ KN}$$

$$\cos \alpha = 0.70$$

Esfuerzo en Diagonal:

$$D_u = V_{eu} / 2 \cos \alpha = 97 \text{ KN}$$

Adopto Diagonal PNL 2 1/2" x 3/16"

$$\begin{aligned}
 b &= 6.35 \text{ cm} \\
 t &= 0.48 \text{ cm} \\
 A &= 6.00 \text{ cm}^2 \\
 r_{min} &= 1.20 \text{ cm} \\
 e_y &= 1.72 \text{ cm} \\
 L_D &= 44.6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Suponiendo } \lambda c < 1 \rightarrow k = 1.4$$

$$\lambda c_D = k L / r_{min} = 52.0 < 200 \quad \text{BC}$$

Esfaltez Adimensional:

$$\begin{aligned}
 \lambda c_D = (k L_1 / r_1 \pi) (F_y / E)^{1/2} &= 0.57 < 1 \rightarrow k = 1.4 \\
 \lambda c_D &= 0.57 < 1.5 \\
 F_{cr} = (0.658 \lambda c^2) F_y &= 205 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Resistencia de diseño

$$\begin{aligned}
 \phi_c &= 0.85 \\
 P_n = F_{cr} A g (10^{-1}) &= 123.20 \text{ KN} \\
 P_d = \phi_c P_n &= 104.72 \text{ KN} > 97 \text{ KN} \quad \text{BC}
 \end{aligned}$$

3) Cálculo de unión soldada

$$P_d = 104.72 \text{ KN}$$

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$t_{min} = 7 \text{ mm} \rightarrow t_{sold} = 0.5 \text{ cm}$$

$$P_d = \phi F_y A_g \text{ ó } P_d = \phi s F_w A_w \rightarrow P_d = 0,9 F_y L_{sold} t_{sold} \text{ ó } P_d = 0,60 F_{EXX} L_{sold} t_{sold}$$

$$\text{El menor de: } \phi F_y = 0,9 F_y = 211.5 \text{ MPa}$$

$$\phi s F_w = 0,6 F_w = 172.8 \text{ MPa}$$

$$L_{sold} = P_d / \phi F_w t_{sold} = 1.71 \text{ cm}$$

$$L_{sold} = L_1 + L_2 = (e'_x/a) L_{sold} + (e_x/a) L_{sold} = 1.25 + 0.46 = 1.71 \text{ cm}$$

$$e'_x = 4.63 \text{ cm} \quad e_x = 1.72 \text{ cm} \quad a = 6.35 \text{ cm}$$

4) Cálculo de las presillas extremas

$$n I_p/h \geq 10 I_1/a$$

$$n = 2$$

$$I_1 = 62.7 \text{ cm}^4$$

$$a = 62.14 \text{ cm}$$

$$h = 28.50 \text{ cm}$$

$$I_p \geq 10 I_1 h / n a = 143.7776 \text{ cm}^4$$

$$\text{Fijando un espesor de presilla } t = 0.635 \text{ cm}$$

$$h = (12 I_p/t)^{1/3} = 13.95 \text{ cm}$$

Se adopta presillas de 20 cm x 0,635 cm

Calculo de Base de columna empotrada

Datos:

Hormigón H25. $f_c = 25$ Mpa
Columna 2 PNU N°140 14 cm
 $a = 32$ cm

Solicitaciones de la columna

Estado N3 (1,2 D+1,6 Lr)

Reacciones

$N = 70.65$ KN hacia arriba
 $H = 27.33$ KN hacia la izq
 $M = 188.36$ KNm $e = Mu / Un = 2.67$ m

Estado N5" (0,9 D+1,5 Lr)

$H = 15.42$ KN hacia la der
 $N = -101.68$ KN hacia abajo
 $M = -108.21$ kNm $e = Mu / Un = 1.06$ m

DISEÑO DEL APOYO

$d = 50$ cm
 $h' = 7.5$ cm
 $h = d-h' = 42.5$ cm

$f_{H^o} = 0.60 \cdot 0.85 = 12.75$ Mpa = 1.275 KN/cm²

$$b = \frac{N_u \cdot \left[e - \left(\frac{d}{2} - h' \right) \right]}{f'_{H^o} \cdot \frac{7}{32} \cdot h^2} = 34.94 \text{ cm} \quad 35 \text{ cm}$$

$$Z_u = f_{H^o} \cdot (h/4) \cdot b + N_u = 544.79 \text{ kN}$$

$d = 50$ cm
 $h' = 5$ cm
 $h = d-h' = 45$ cm

$f_{H^o} = 0.60 \cdot 0.85 = 12.75$ Mpa = 1.275 KN/cm²

$$b = N_u \frac{e + \left(\frac{d}{2} - h' \right)}{f'_{H^o} \cdot \frac{7}{32} \cdot h^2} = 22.76 \text{ cm} \quad 23 \text{ cm}$$

$$Z_u = f_{H^o} \cdot (h/4) \cdot b + N_u = 329.91 \text{ kN}$$

Se adopta: $b = 35$ cm
 $d = 50$ cm

Tensiones de contacto y fuerza de tracción en pernos de anclaje

$$f'_{H^o} = N_u \frac{e + \left(\frac{d}{2} - h' \right)}{b \cdot \frac{7}{32} \cdot h^2} = 1.27 \text{ kN/cm}^2$$

$$Z_u = f'_H \cdot \frac{h}{4} \cdot b + N_u = 543.93 \text{ kN}$$

traccion

$$f'_H = 0.91 \text{ kN/cm}^2$$

$$Z_u = f'_H \cdot \frac{h}{4} \cdot b - N_u = 237.14 \text{ kN}$$

traccion

$$db = 25 \text{ mm}$$

$$Z_u = 543.93 \text{ kN}$$

$$\Phi t = 0.75$$

$$F_u = 390 \text{ Mpa}$$

$$A_b (\Phi 25mm) = 4.91 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 245.00 \text{ Mpa}$$

$$n = 12$$

$$V_u = 27.33 \text{ kN}$$

$$V_{u1} = V_u/n = 2.28$$

$$f_v = \frac{V_{u1}}{0.75 \cdot A_b \cdot 10^{-1}} = 6.19 \text{ Mpa}$$

$$F_t = (390 - 2.5 f_v) = 374.54 \text{ Mpa}$$

< 300 Mpa

Tabla J.3.5

$$F_t = 300.00 \text{ Mpa}$$

$$R_{d1} = \phi_t \cdot F_t \cdot A_b \cdot 0.1 = 110.48 \text{ kN}$$

$$n = \frac{Z_u}{R_{d1}} = 4.92$$

Adopto n = 6

$$s \text{ min} = 3 \cdot db = 7.50 \text{ cm}$$

$$s = 7.5 \text{ cm}$$

$$db \text{ min} = 1.75 \cdot db = 4.38 \text{ cm}$$

$$db = 4.5 \text{ cm}$$

$$db \text{ max} = 12 \cdot t = 45.72 \text{ cm}$$

< 15 cm

Al Corte

$$R_d = \phi \cdot F_v = 102.375 \text{ Mpa} > f_v = 6.19$$

longitud de anclaje necesaria del perno en la base de H°

$$A_{tr} = 1964 \text{ mm}^2$$

$$c_b = 37.5 \text{ mm}$$

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_y}{10 s n} = 160.39$$

$$\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right) = \frac{7.92}{2.5} > 2.5$$

$$L_d = \left[\frac{9}{10} \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right) \right] d_b = 441 \text{ mm}$$

$$44.1 \text{ cm}$$

Adopto 45 cm

CARTELAS DE ASIENTO

$$f'_H \text{ max} =$$

$$1.27 \text{ kN/cm}^2$$

$$z_u/n =$$

$$90.65$$

$$e_c =$$

$$1.59 \text{ cm}$$

$$L_t =$$

$$15.59 \text{ cm}$$

$$Lv = 9.705 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} Mv &= 59.93 \text{ kNcm/cm} \\ Mt &= -21.27 \text{ kNcm/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mv &= 471.38 \text{ kNcm/cm} \\ Mt &= 104.25 \text{ kNcm/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b1 = 2 n1 + dp &= 11.3 \text{ cm} \\ Mv1 &= 41.72 \text{ kN cm/cm} \end{aligned}$$

$$h_p = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{\phi_b \cdot b \cdot F_y}} = 3.44 \text{ cm}$$

Se adopta una placa de espesor (1 1/2 ") 3.81 cm



Transporte Urbano

Horarios de llegada a la Terminal Portuaria de Corrientes:

Línea 102 – A:

00:07	00:41	01:12	04:55	05:59	06:04	06:20	06:37	06:48	06:58	07:12	07:27	07:42	07:58
08:01	8:15	8:33	8:52	9:11	09:14	09:37	10:19	10:44	11:26	11:50	12:01	13:01	14:06
14:17	14:40	15:16	15:37	15:57	16:17	16:37	16:56	17:15	17:44	18:08	18:21	18:31	19:32
19:54	20:14	20:41	21:28	21:35	21:54	22:04	22:15	22:22	22:38	22:53	23:11	23:29	23:48

Línea 102 – B:

00:06	00:24	00:45	05:01	05:27	05:36	06:00	06:12	06:24	06:40	6:57	7:12	7:29
7:46	08:06	08:15	08:44	09:31	10:10	10:45	11:27	11:59	13:12	14:02	14:10	14:31
14:41	15:03	15:25	15:47	16:08	16:29	16:49	17:13	17:43	18:11	18:21	18:32	19:31
19:55	20:21	20:36	21:36	21:46	22:11	22:18	22:52	23:06	23:21	23:34	23:44	19:55

Línea 103 – A

00:12	00:36	00:59	05:40	05:57	06:09	06:24	06:46	06:57	07:07	08:18
08:52	09:31	10:11	10:39	10:47	11:42	12:01	12:11	13:12	14:07	14:17
14:42	15:34	16:13	16:53	17:07	17:10	17:48	18:09	18:38	19:33	19:55
20:45	21:38	21:53	22:45	22:55	23:10	23:29	23:48			

Línea 103 – B:

00:10	00:35	00:50	05:35	05:35	05:55	06:07	06:12	06:23	06:37	07:04	07:16	07:26	07:37
07:47	07:58	08:03	08:08	08:37	08:53	09:29	09:59	10:25	10:44	11:14	11:35	12:04	13:09
14:11	14:28	15:07	15:42	16:18	16:55	17:06	18:00	18:42	19:40	19:57	20:19	20:39	20:42
21:04	21:48	21:55	22:01	22:10	22:16	22:43	22:51	22:56	23:05	23:13	23:29		

Línea 103 – C:

00:06	00:33	05:52	06:31	07:03	07:49	08:35	08:40	09:23	09:33	10:10	11:00
11:44	12:32	13:20	13:31	14:58	15:13	15:43	16:14	16:35	17:24	18:15	19:06
19:57	20:39	20:43	22:08	22:11	22:28	22:45	23:03	23:21	23:42		



Línea 105 – A:

00:08	00:37	01:01	05:22	05:53	06:00	06:15	06:28	06:41	06:54	08:13
09:31	10:22	10:44	11:38	12:05	13:10	14:05	14:21	14:37	17:07	17:41
18:37	19:36	19:50	20:44	21:13	22:19	22:38	22:47	22:58	23:13	23:28

Línea 105 – B:

00:04	00:33	05:26	06:00	06:04	06:21	06:32	06:41	06:51	08:04	09:35
10:25	10:51	11:39	12:00	13:22	14:13	14:19	14:36	16:51	17:11	17:46
18:37	19:31	20:40	21:53	22:46	23:01	23:17	23:34	23:50		

Línea 105 – C:

00:35	06:31	07:06	07:11	07:41	08:03	08:28	08:30	08:44	08:57	09:02
09:27	09:33	11:09	11:38	12:27	12:37	12:41	13:45	13:52	14:50	15:58
17:10	17:42	18:00	19:21	20:05	20:56	22:23	23:28	23:45		

Línea 106 – A:

00:09	00:41	05:40	05:42	06:10	06:33	06:45	07:01	08:12
09:33	10:25	10:52	11:46	11:59	13:14	14:23	14:37	17:08
17:21	17:51	18:43	19:36	20:45	21:45	22:46	23:17	23:46

Línea 106 – B:

00:28	05:41	05:45	06:12	06:23	06:36	06:49	06:58	07:06	07:18	08:06
09:37	10:37	11:13	12:13	13:09	13:32	14:16	14:30	16:56	17:18	17:42
18:21	18:46	19:33	20:33	21:57	22:13	22:30	22:47	23:05	23:30	

Línea 106 – C:

00:32	05:46	05:51	06:20	06:34	06:54	07:11	07:25	07:28
08:01	09:44	10:37	11:09	11:48	12:05	14:11	17:11	18:21
19:18	19:36	20:43	21:02	22:03	22:26	22:44	23:05	23:37

Línea 108 – A:

00:23	00:40	05:15	05:46	05:54	06:14	06:17	06:26	06:37	06:44	07:56	08:04	09:29
10:37	11:03	11:53	12:06	14:25	14:30	14:43	16:57	17:09	17:54	18:21	18:42	19:37
20:59	21:49	21:58	22:08	22:18	22:26	22:38	22:43	22:55	23:04	23:28		



Riachuelo:

06:18	06:35	07:10	07:30	07:58	08:25	08:39	09:20	09:25	10:10
10:15	10:58	11:48	12:30	13:16	14:57	16:12	17:06	17:11	17:19
17:52	17:59	18:40	19:30	20:24	21:07	21:50	22:44		

Transporte Interurbano:

IDA	TERMINAL DE RESISTENCIA	UNNE RESISTENCIA	DIAG. EVA PERON Y AV. LAPRIDA	PEAJE	BAJADA DEL PUENTE	CARREFOUR CORRIENTES	CAMPUS CORRIENTES
CHACO - CORRIENTES	5:30	5:52	6:10	6:21	6:30	6:39	6:58
CHACO - CORRIENTES	6:30	6:52	7:10	7:21	7:30	7:39	7:58
CHACO - CORRIENTES	8:18	8:40	8:58	9:09	9:18	9:27	9:46
CHACO - CORRIENTES	9:18	9:40	9:58	10:09	10:18	10:27	10:46
CHACO - CORRIENTES	11:06	11:28	11:46	11:57	12:06	12:15	12:34
CHACO - CORRIENTES	12:06	12:28	12:46	12:57	13:06	13:15	13:34
CHACO - CORRIENTES	13:54	14:16	14:34	14:45	14:54	15:03	15:22
CHACO - CORRIENTES	14:54	15:16	15:34	15:45	15:54	16:03	16:22
CHACO - CORRIENTES	16:42	17:04	17:22	17:33	17:42	17:51	18:10
CHACO - CORRIENTES	17:42	18:04	18:22	18:33	18:42	18:51	19:10
CHACO - CORRIENTES	19:30	19:52	20:10	20:21	20:30	20:39	20:58
CHACO - CORRIENTES	20:30	20:52	21:10	21:21	21:30	21:39	21:58

REGRESO	CAMPUS CORRIENTES	CARREFOUR CORRIENTES	TELECOM	PEAJE	AV. LARPIDA Y DIAG. EVA PERON	UNNE RESISTENCIA	TERMINAL DE RESISTENCIA
CORRIENTES - CHACO	6:58	7:16	7:24	7:32	7:43	8:01	8:18
CORRIENTES - CHACO	7:58	8:16	8:24	8:32	8:43	9:01	9:18
CORRIENTES - CHACO	9:46	10:04	10:12	10:20	10:31	10:49	11:06
CORRIENTES - CHACO	10:46	11:04	11:12	11:20	11:31	11:49	12:06
CORRIENTES - CHACO	12:34	12:52	13:00	13:08	13:19	13:37	13:54
CORRIENTES - CHACO	13:34	13:52	14:00	14:08	14:19	14:37	14:54
CORRIENTES - CHACO	15:22	15:40	15:48	15:56	16:07	16:25	16:42
CORRIENTES - CHACO	16:22	16:40	16:48	16:56	17:07	17:25	17:42
CORRIENTES - CHACO	18:10	18:28	18:36	18:44	18:55	19:13	19:30
CORRIENTES - CHACO	19:10	19:28	19:36	19:44	19:55	20:13	20:30

X SARMIENTO	5:00	5:10	5:19	5:28	5:46	X BARRANQUERAS	5:51	6:09	6:19	6:28	6:38
X BARRANQUERAS	5:09	5:19	5:28	5:37	5:55	X SARMIENTO	5:59	6:18	6:27	6:36	6:46
X SARMIENTO	5:15	5:25	5:34	5:43	6:01	X BARRANQUERAS	6:04	6:22	6:32	6:41	6:52
X BARRANQUERAS	5:25	5:35	5:44	5:53	6:11	X SARMIENTO	6:13	6:32	6:41	6:50	7:01
X SARMIENTO	5:35	5:45	5:55	6:04	6:22	X BARRANQUERAS	6:23	6:41	6:51	7:00	7:11
X BARRANQUERAS	5:43	5:53	6:03	6:12	6:30	X SARMIENTO	6:31	6:50	6:59	7:09	7:20
X SARMIENTO	6:41	6:51	7:01	7:10	7:28	X BARRANQUERAS	7:28	7:46	7:56	8:06	8:17
X SARMIENTO	6:44	6:54	7:04	7:13	7:31	X SARMIENTO	7:31	7:50	7:59	8:09	8:20
X SARMIENTO	6:48	6:58	7:08	7:17	7:35	X SARMIENTO	7:35	7:54	8:03	8:13	8:24
X BARRANQUERAS	6:51	7:01	7:11	7:20	7:38	X SARMIENTO	7:38	7:57	8:06	8:16	8:27
X SARMIENTO	6:54	7:04	7:14	7:23	7:41	X SARMIENTO	7:41	8:00	8:09	8:19	8:30
X SARMIENTO	6:58	7:08	7:18	7:27	7:45	X BARRANQUERAS	7:45	8:03	8:13	8:23	8:34
X SARMIENTO	7:02	7:12	7:22	7:31	7:49	X SARMIENTO	7:49	8:08	8:17	8:27	8:38
X BARRANQUERAS	7:06	7:16	7:26	7:35	7:53	X SARMIENTO	7:53	8:12	8:21	8:31	8:42
X SARMIENTO	7:10	7:20	7:30	7:39	7:57	X SARMIENTO	7:57	8:16	8:25	8:35	8:46
X SARMIENTO	7:14	7:24	7:34	7:43	8:01	X BARRANQUERAS	8:01	8:19	8:29	8:39	8:50
X SARMIENTO	7:18	7:28	7:38	7:47	8:05	X SARMIENTO	8:05	8:24	8:33	8:43	8:54
X BARRANQUERAS	7:22	7:32	7:42	7:51	8:09	X SARMIENTO	8:09	8:28	8:37	8:47	8:58
X SARMIENTO	8:21	8:31	8:41	8:50	9:08	X BARRANQUERAS	9:08	9:26	9:36	9:46	9:57
X SARMIENTO	8:24	8:34	8:44	8:53	9:11	X SARMIENTO	9:11	9:30	9:39	9:49	10:00
X SARMIENTO	8:28	8:38	8:48	8:57	9:15	X SARMIENTO	9:15	9:34	9:43	9:53	10:04
X BARRANQUERAS	8:31	8:41	8:51	9:00	9:18	X SARMIENTO	9:18	9:37	9:46	9:56	10:07



X SARMIENTO	8:34	8:44	8:54	9:03	9:21	X SARMIENTO	9:21	9:40	9:49	9:59	10:10
X SARMIENTO	8:38	8:48	8:58	9:07	9:25	X BARRANQUERAS	9:25	9:43	9:53	10:03	10:14
X SARMIENTO	8:42	8:52	9:02	9:11	9:29	X SARMIENTO	9:29	9:48	9:57	10:07	10:18
X BARRANQUERAS	8:46	8:56	9:06	9:15	9:33	X SARMIENTO	9:33	9:52	10:01	10:11	10:22
X SARMIENTO	8:50	9:00	9:10	9:19	9:37	X SARMIENTO	9:37	9:56	10:05	10:15	10:26
X SARMIENTO	8:54	9:04	9:14	9:23	9:41	X BARRANQUERAS	9:41	9:59	10:09	10:19	10:30
X SARMIENTO	8:58	9:08	9:18	9:27	9:45	X SARMIENTO	9:45	10:04	10:13	10:23	10:34
X BARRANQUERAS	9:02	9:12	9:22	9:31	9:49	X SARMIENTO	9:49	10:08	10:17	10:27	10:38
X SARMIENTO	10:01	10:11	10:21	10:30	10:48	X BARRANQUERAS	10:48	11:06	11:16	11:26	11:37
X SARMIENTO	10:04	10:14	10:24	10:33	10:51	X SARMIENTO	10:51	11:10	11:19	11:29	11:40
X SARMIENTO	10:08	10:18	10:28	10:37	10:55	X SARMIENTO	10:55	11:14	11:23	11:33	11:44
X BARRANQUERAS	10:11	10:21	10:31	10:40	10:58	X SARMIENTO	10:58	11:17	11:26	11:36	11:47
X SARMIENTO	10:14	10:24	10:34	10:43	11:01	X SARMIENTO	11:01	11:20	11:29	11:39	11:50
X SARMIENTO	10:18	10:28	10:38	10:47	11:05	X BARRANQUERAS	11:05	11:23	11:33	11:43	11:54
X SARMIENTO	10:22	10:32	10:42	10:51	11:09	X SARMIENTO	11:09	11:28	11:37	11:47	11:58
X BARRANQUERAS	10:26	10:36	10:46	10:55	11:13	X SARMIENTO	11:13	11:32	11:41	11:51	12:02
X SARMIENTO	10:30	10:40	10:50	10:59	11:17	X SARMIENTO	11:17	11:36	11:45	11:55	12:06
X SARMIENTO	10:34	10:44	10:54	11:03	11:21	X BARRANQUERAS	11:21	11:39	11:49	11:59	12:10
X SARMIENTO	10:38	10:48	10:58	11:07	11:25	X SARMIENTO	11:25	11:44	11:53	12:03	12:14
X BARRANQUERAS	10:42	10:52	11:02	11:11	11:29	X SARMIENTO	11:29	11:48	11:57	12:07	12:18
X SARMIENTO	11:41	11:51	12:01	12:10	12:28	X BARRANQUERAS	12:28	12:46	12:56	13:06	13:17
X SARMIENTO	11:44	11:54	12:04	12:13	12:31	X SARMIENTO	12:31	12:50	12:59	13:09	13:20

X BARRANQUERAS	11:51	12:01	12:11	12:20	12:38	X SARMIENTO	12:38	12:57	13:06	13:16	13:27
X SARMIENTO	11:54	12:04	12:14	12:23	12:41	X SARMIENTO	12:41	13:00	13:09	13:19	13:30
X SARMIENTO	11:58	12:08	12:18	12:27	12:45	X BARRANQUERAS	12:45	13:03	13:13	13:23	13:34
X SARMIENTO	12:02	12:12	12:22	12:31	12:49	X SARMIENTO	12:49	13:08	13:17	13:27	13:38
X BARRANQUERAS	12:06	12:16	12:26	12:35	12:53	X SARMIENTO	12:53	13:12	13:21	13:31	13:42
X SARMIENTO	12:10	12:20	12:30	12:39	12:57	X SARMIENTO	12:57	13:16	13:25	13:35	13:46
X SARMIENTO	12:14	12:24	12:34	12:43	13:01	X BARRANQUERAS	13:01	13:19	13:29	13:39	13:50
X SARMIENTO	12:18	12:28	12:38	12:47	13:05	X SARMIENTO	13:05	13:24	13:33	13:43	13:54
X BARRANQUERAS	12:22	12:32	12:42	12:51	13:09	X SARMIENTO	13:09	13:28	13:37	13:47	13:58
X SARMIENTO	13:21	13:31	13:41	13:50	14:08	X BARRANQUERAS	14:08	14:26	14:36	14:45	14:56
X SARMIENTO	13:24	13:34	13:43	13:52	14:10	X SARMIENTO	14:10	14:29	14:38	14:47	14:57
X SARMIENTO	13:27	13:37	13:46	13:55	14:13	X SARMIENTO	14:13	14:32	14:41	14:50	15:00
X BARRANQUERAS	13:30	13:40	13:49	13:58	14:16	X SARMIENTO	14:16	14:35	14:44	14:53	15:03
X SARMIENTO	13:34	13:44	13:53	14:02	14:20	X SARMIENTO	14:20	14:39	14:48	14:57	15:07
X SARMIENTO	13:38	13:48	13:57	14:06	14:24	X BARRANQUERAS	14:24	14:42	14:52	15:01	15:11
X SARMIENTO	13:42	13:52	14:01	14:10	14:28	X SARMIENTO	14:28	14:47	14:56	15:05	15:15
X BARRANQUERAS	13:47	13:57	14:06	14:15	14:33	X SARMIENTO	14:33	14:52	15:01	15:10	15:20
X SARMIENTO	13:52	14:02	14:11	14:20	14:38	X BARRANQUERAS	14:38	14:56	15:06	15:15	15:25
X SARMIENTO	13:57	14:07	14:16	14:25	14:42	X SARMIENTO	14:42	15:00	15:09	15:18	15:28
X BARRANQUERAS	14:02	14:11	14:20	14:29	14:47	X SARMIENTO	14:47	15:05	15:14	15:23	15:33
X SARMIENTO	15:01	15:11	15:21	15:30	15:48	X BARRANQUERAS	15:48	16:06	16:16	16:26	16:37
X SARMIENTO	15:04	15:14	15:24	15:33	15:51	X SARMIENTO	15:51	16:10	16:19	16:29	16:40

X BARRANQUERAS	15:11	15:21	15:31	15:40	15:58	X SARMIENTO	15:58	16:17	16:26	16:36	16:47
X SARMIENTO	15:14	15:24	15:34	15:43	16:01	X SARMIENTO	16:01	16:20	16:29	16:39	16:50
X SARMIENTO	15:18	15:28	15:38	15:47	16:05	X BARRANQUERAS	16:05	16:23	16:33	16:43	16:54
X SARMIENTO	15:22	15:32	15:42	15:51	16:09	X SARMIENTO	16:09	16:28	16:37	16:47	16:58
X BARRANQUERAS	15:28	15:38	15:48	15:57	16:15	X SARMIENTO	16:15	16:34	16:43	16:53	17:04
X SARMIENTO	15:34	15:44	15:54	16:03	16:21	X BARRANQUERAS	16:21	16:39	16:49	16:59	17:10
X SARMIENTO	15:38	15:48	15:58	16:07	16:25	X SARMIENTO	16:25	16:44	16:53	17:03	17:14
X BARRANQUERAS	15:42	15:52	16:02	16:11	16:29	X SARMIENTO	16:29	16:48	16:57	17:07	17:18
X SARMIENTO	16:41	16:51	17:01	17:10	17:28	X BARRANQUERAS	17:28	17:46	17:56	18:06	18:17
X SARMIENTO	16:44	16:54	17:04	17:13	17:31	X SARMIENTO	17:31	17:50	17:59	18:09	18:20
X SARMIENTO	16:48	16:58	17:08	17:17	17:35	X SARMIENTO	17:35	17:54	18:03	18:13	18:24
X BARRANQUERAS	16:51	17:01	17:11	17:20	17:38	X SARMIENTO	17:38	17:57	18:06	18:16	18:27
X SARMIENTO	16:54	17:04	17:14	17:23	17:41	X SARMIENTO	17:41	18:00	18:09	18:19	18:30
X SARMIENTO	16:58	17:08	17:18	17:27	17:45	X BARRANQUERAS	17:45	18:03	18:13	18:23	18:34
X SARMIENTO	17:02	17:12	17:22	17:31	17:49	X SARMIENTO	17:49	18:08	18:17	18:27	18:38
X BARRANQUERAS	17:08	17:18	17:28	17:37	17:55	X SARMIENTO	17:55	18:14	18:23	18:33	18:44
X SARMIENTO	17:14	17:24	17:34	17:43	18:01	X BARRANQUERAS	18:01	18:19	18:29	18:39	18:50
X SARMIENTO	17:18	17:28	17:38	17:47	18:05	X SARMIENTO	18:05	18:24	18:33	18:43	18:54
X BARRANQUERAS	17:22	17:32	17:42	17:51	18:09	X SARMIENTO	18:09	18:28	18:37	18:47	18:58
X SARMIENTO	18:21	18:31	18:41	18:50	19:08	X BARRANQUERAS	19:08	19:26	19:36	19:46	19:57
X SARMIENTO	18:24	18:34	18:44	18:53	19:11	X SARMIENTO	19:11	19:30	19:39	19:49	20:00
X SARMIENTO	18:28	18:38	18:48	18:57	19:15	X SARMIENTO	19:15	19:34	19:43	19:53	20:04

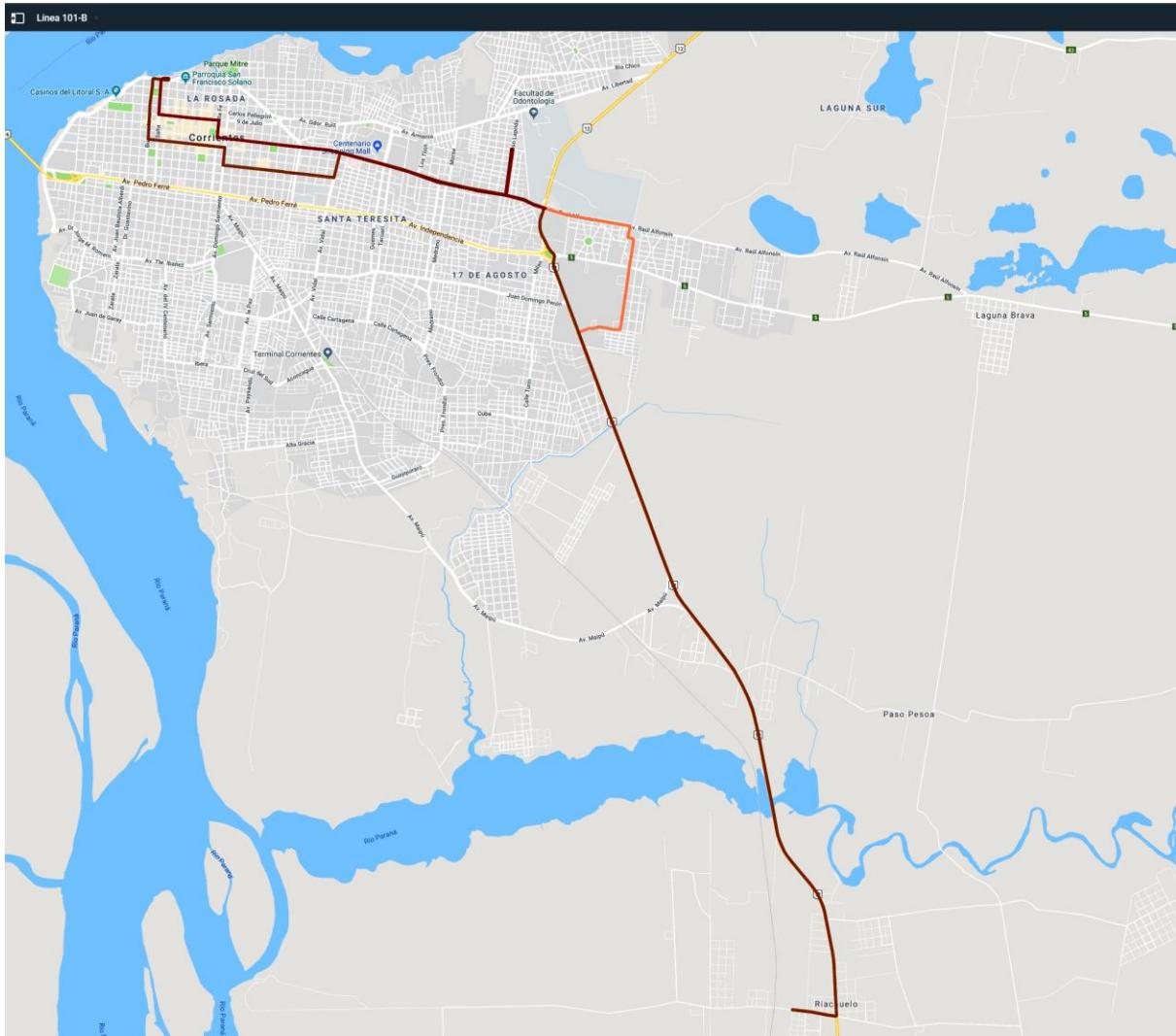


X BARRANQUERAS	18:31	18:41	18:51	19:00	19:18	X SARMIENTO	19:18	19:37	19:46	19:56	20:07
X SARMIENTO	18:34	18:44	18:54	19:03	19:21	X SARMIENTO	19:21	19:40	19:49	19:59	20:10
X SARMIENTO	18:38	18:48	18:58	19:07	19:25	X BARRANQUERAS	19:25	19:43	19:53	20:03	20:14
X SARMIENTO	18:42	18:52	19:02	19:11	19:29	X SARMIENTO	19:29	19:48	19:57	20:07	20:18
X BARRANQUERAS	18:46	18:56	19:06	19:15	19:33	X SARMIENTO	19:33	19:52	20:01	20:11	20:22
X SARMIENTO	18:50	19:00	19:10	19:19	19:37	X SARMIENTO	19:37	19:56	20:05	20:15	20:26
X SARMIENTO	18:54	19:04	19:14	19:23	19:41	X BARRANQUERAS	19:41	19:59	20:09	20:19	20:30
X SARMIENTO	18:58	19:08	19:18	19:27	19:45	X SARMIENTO	19:45	20:04	20:13	20:23	20:34
X BARRANQUERAS	19:02	19:12	19:22	19:31	19:49	X SARMIENTO	19:49	20:08	20:17	20:27	20:38
X SARMIENTO	20:01	20:11	20:21	20:30	20:48	X BARRANQUERAS	20:48	21:06	21:16	21:26	21:37
X SARMIENTO	20:04	20:14	20:24	20:33	20:51	X SARMIENTO	20:51	21:10	21:19	21:29	21:40
X SARMIENTO	20:08	20:18	20:28	20:37	20:55	X SARMIENTO	20:55	21:14	21:23	21:33	21:44
X BARRANQUERAS	20:11	20:21	20:31	20:40	20:58	X SARMIENTO	20:58	21:17	21:26	21:36	21:47
X SARMIENTO	20:14	20:24	20:34	20:43	21:01	X SARMIENTO	21:01	21:20	21:29	21:39	21:50
X SARMIENTO	20:18	20:28	20:38	20:47	21:05	X BARRANQUERAS	21:05	21:23	21:33	21:43	21:54
X SARMIENTO	20:22	20:32	20:42	20:51	21:09	X SARMIENTO	21:09	21:28	21:37	21:47	21:58
X BARRANQUERAS	20:26	20:36	20:46	20:55	21:13	X SARMIENTO	21:13	21:32	21:41	21:51	22:02
X SARMIENTO	20:30	20:40	20:50	20:59	21:17	X SARMIENTO	21:17	21:36	21:45	21:55	22:06
X SARMIENTO	20:34	20:44	20:54	21:03	21:21	X BARRANQUERAS	21:21	21:39	21:49	21:59	22:10
X SARMIENTO	20:38	20:48	20:58	21:07	21:25	X SARMIENTO	21:25	21:44	21:53	22:03	22:14
X BARRANQUERAS	20:42	20:52	21:02	21:11	21:29	X SARMIENTO	21:29	21:48	21:57	22:07	22:18
X SARMIENTO	21:46	21:56	22:05	22:14	22:31	X BARRANQUERAS	22:31	22:48	22:58	23:06	23:15

X SARMIENTO	21:46	21:56	22:05	22:14	22:31	X BARRANQUERAS	22:31	22:48	22:58	23:06	23:15
X SARMIENTO	21:52	22:02	22:11	22:20	22:37	X SARMIENTO	22:37	22:55	23:04	23:12	23:21
X BARRANQUERAS	21:58	22:08	22:17	22:26	22:43	X BARRANQUERAS	22:43	23:00	23:10	23:18	23:27
X SARMIENTO	22:04	22:14	22:23	22:32	22:49	X SARMIENTO	22:49	23:07	23:16	23:24	23:33
X BARRANQUERAS	22:10	22:20	22:29	22:38	22:55	X BARRANQUERAS	22:55	23:12	23:22	23:30	23:39
X SARMIENTO	22:16	22:26	22:35	22:44	23:01	X SARMIENTO	23:01	23:19	23:28	23:36	23:45
X SARMIENTO	22:23	22:33	22:42	22:51	23:08	X SARMIENTO	23:08	23:26	23:35	23:43	23:52
X SARMIENTO	23:40	23:49	23:56	0:04	0:20	X SARMIENTO	0:21	0:37	0:45	0:52	1:01
X SARMIENTO	1:05	1:14	1:21	1:29	1:45	X SARMIENTO	1:46	2:02	2:10	2:17	2:26

Recorridos: Transporte urbano de pasajeros

Línea 101 - ramal "B": Cremonte - Ponce - Centro



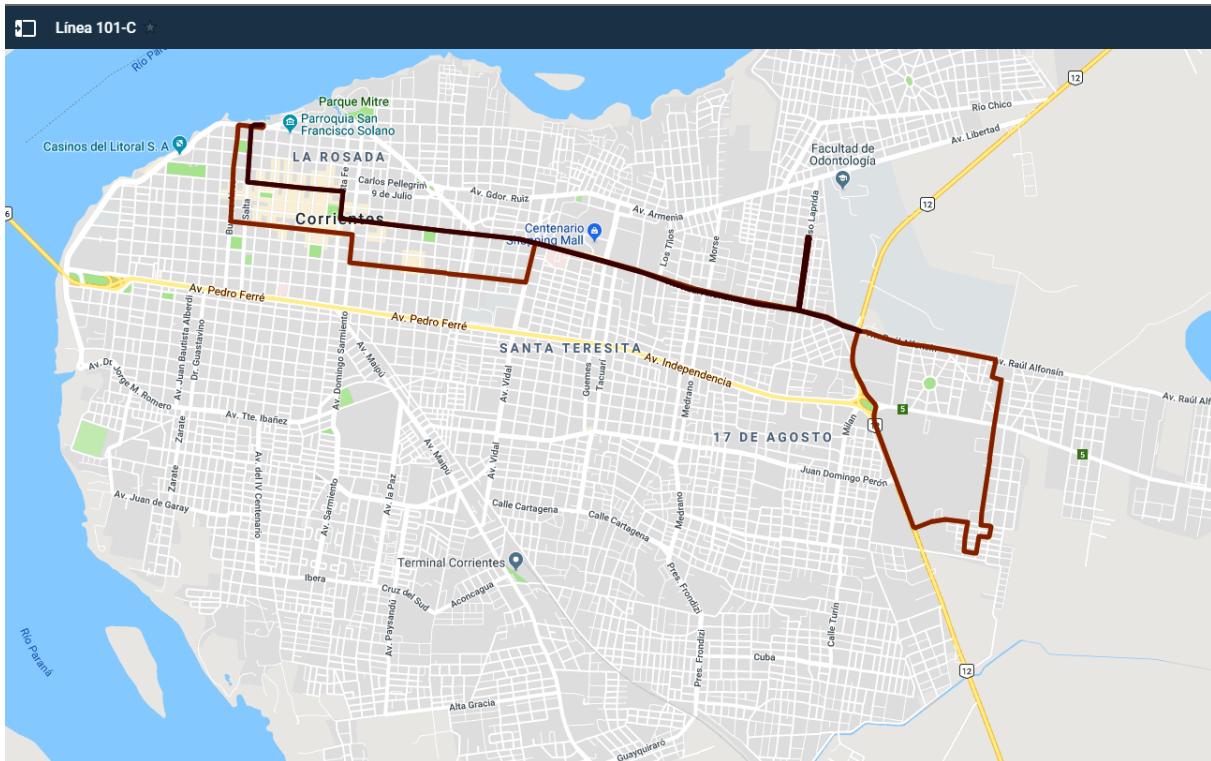
IDA: 22,6 km (53')

Ruta 12 - Av. Centenario - Crucero Gral. Belgrano - Papa Juan Pablo II - Pacheco - Ponce - salida por Lucía y Soto- Ruta 12 - Rotonda - Ruta 12 - Av. Centenario - Laprida - Laferrere - Laprida - Av. Centenario - Av. Chacabuco - Belgrano - España - San Martín - Buenos Aires - Av. Costanera - Puerto.

VUELTA: 22,0 km (52')

Puerto - Salta - 9 de Julio - Santa Fe - Irigoyen - Av. Centenario - Laprida - Laferrere - Laprida - Av. Centenario - Ruta 12

Línea 101 - ramal "C": Cremonte - Ponce - Riachuelo - Puerto



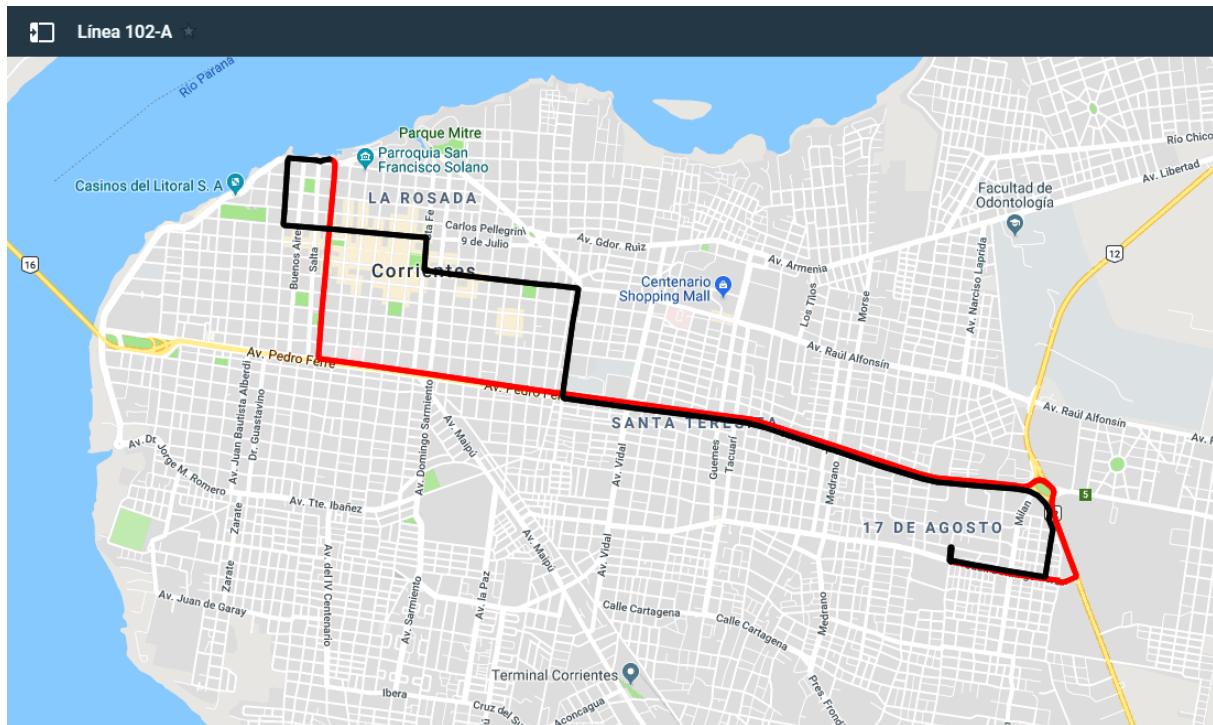
IDA: 14,9 km (35')

Ruta 12 - Av. Centenario - Crucero Gral. Belgrano - Papa Juan Pablo II - Pacheco - Ponce - Lucía y Soto - Ruta 12 - Riachuelo - Rotonda - Ruta 12 - Av. Centenario - Laprida - Laferrere - Laprida - Av. Centenario - Av. Chacabuco - Belgrano - España - San Martín - Buenos Aires - Av. Costanera - Puerto.

VUELTA: 7,90 km (18')

Puerto - Salta - 9 de Julio - Santa Fe - Irigoyen - Av. Centenario - Laprida - Laferrere - Laprida - Av. Centenario - Ruta 12 - Crucero Gral. Belgrano - Papa Juan Pablo II - Pacheco - entrada al Ponce - salida por Lucía y Soto - Ruta 12 - Riachuelo.

Línea 102 - ramal "A": Barrio 17 de agosto - Puerto



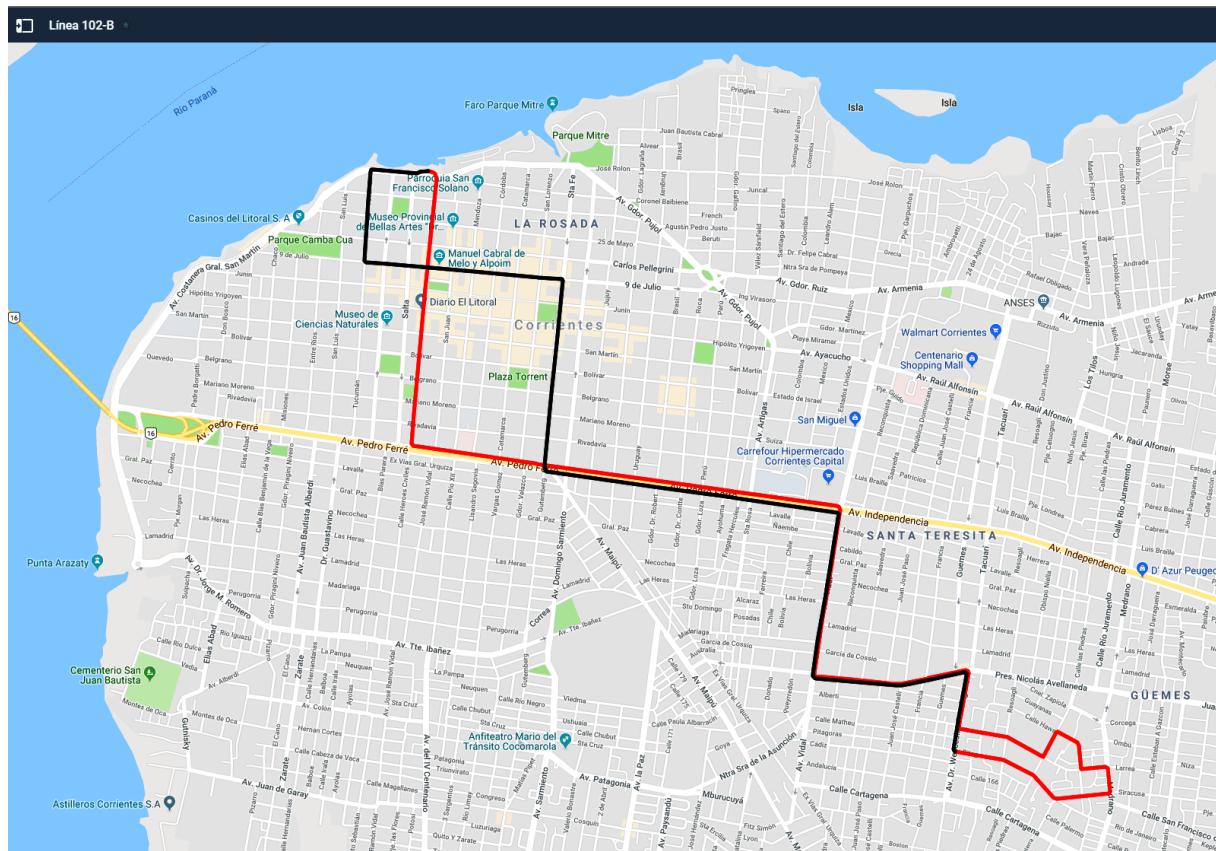
IDA: 9,1 km (21')

Av. Perón - Ruta 12 - Rotonda - Av. Independencia - Av. Ferre - Av. 3 de abril - La Rioja - Puerto

VUELTA: 9,6 km (23'')

Puerto - Costanera - Tucumán - 9 de Julio - Santa Fe - H. Irigoyen - Av. Artigas - Av. Ferre - Av. Independencia - Nápoles - Av. Perón - Sánchez de Bustamante

Línea 102 - ramal "B": Barrio Laguna Seca - Puerto



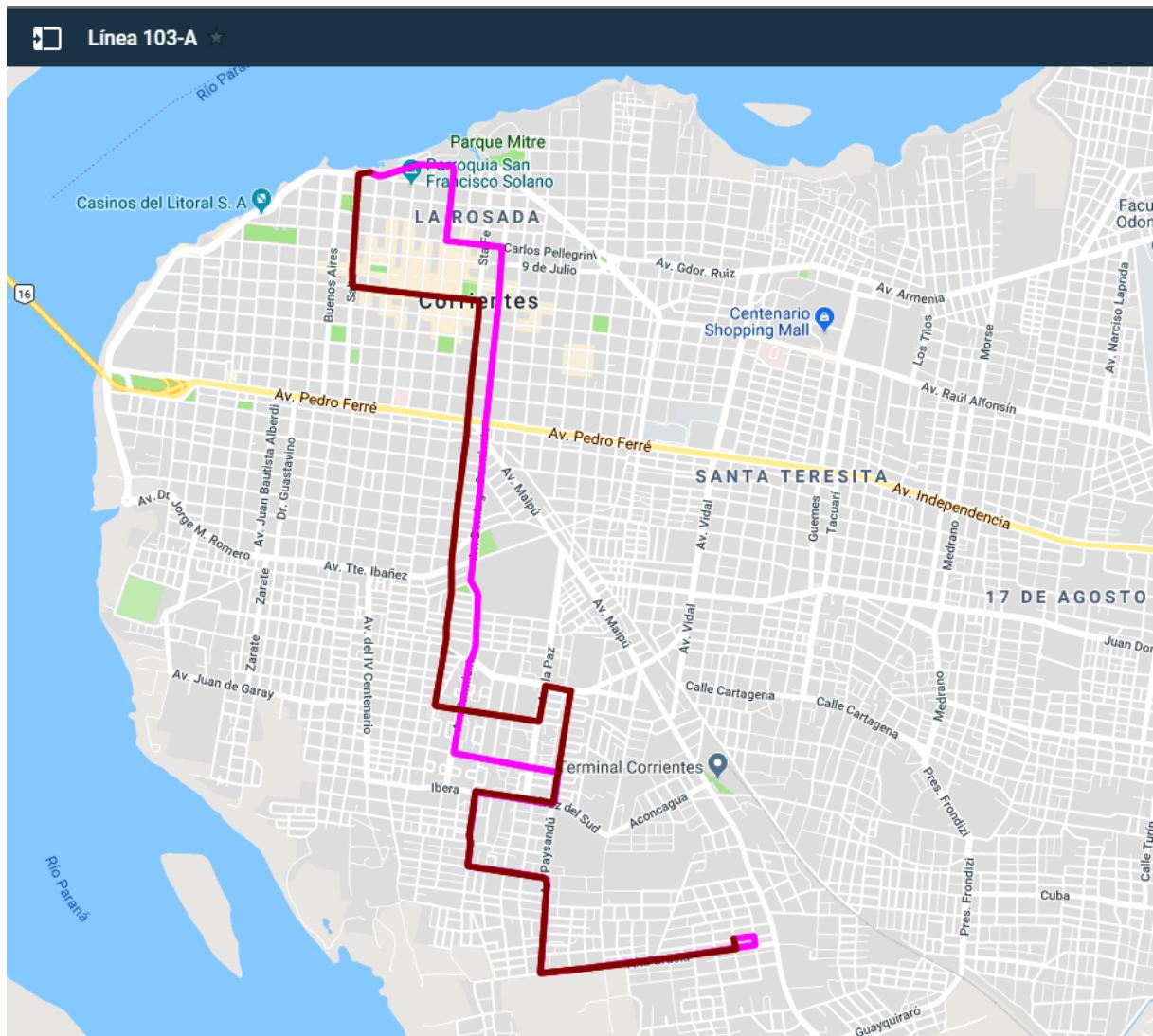
IDA: 8,3 km (19')

Pitágoras - Medrano-Larrea - Hawái - Las Piedras-Larrea - W. Domínguez - Cazadores Correntinos - Chacabuco - Av. Ferre - Av. 3 de abril - La Rioja - Puerto.

VUELTA: 6,9 km (16')

Puerto - Av. Costanera - Tucumán - 9 de Julio - Santa Fe - Av.3 de abril - Av. Ferre - Chacabuco - Cazadores Correntinos - W. Domínguez. - Pitágoras.

Línea 103 - ramal "A": Barrio San Antonio – Puerto



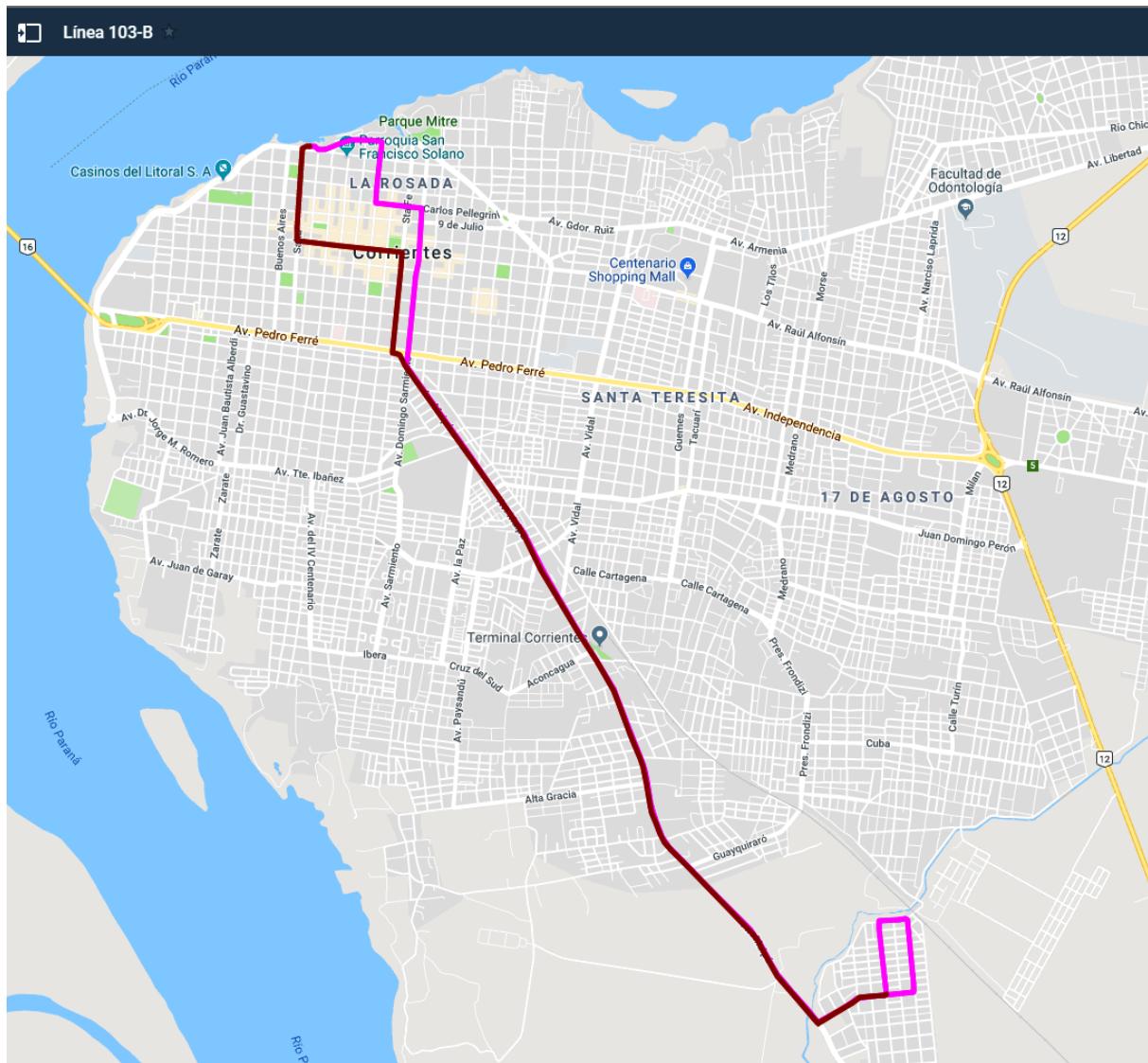
IDA: 9,6 km (22')

Av. Alta Gracia y Los Atacamas, por Av. Alta Gracia -Paysandú-W. Domínguez-Bonastre-Ibera-Paysandú-Rafaela-Av. Estrada-Av. Sarmiento-Av. 3 de abril- España-C Pellegrini-Catamarca-Av. Vera-Puerto.

VUELTA: 9,8 km (23')

Puerto-Salta-H. Yrigoyen-Santa Fe-Gutenberg-Ciudad de Arequipa-Casquín-Av. La Paz- Av. Patagonia-Paysandú-Ibera-Bonastre-W. Domínguez-Paysandú-Av. Alta Gracia hasta Los Atacamas.

Línea 103 - ramal "B": Barrio Dr. Montaña – Puerto



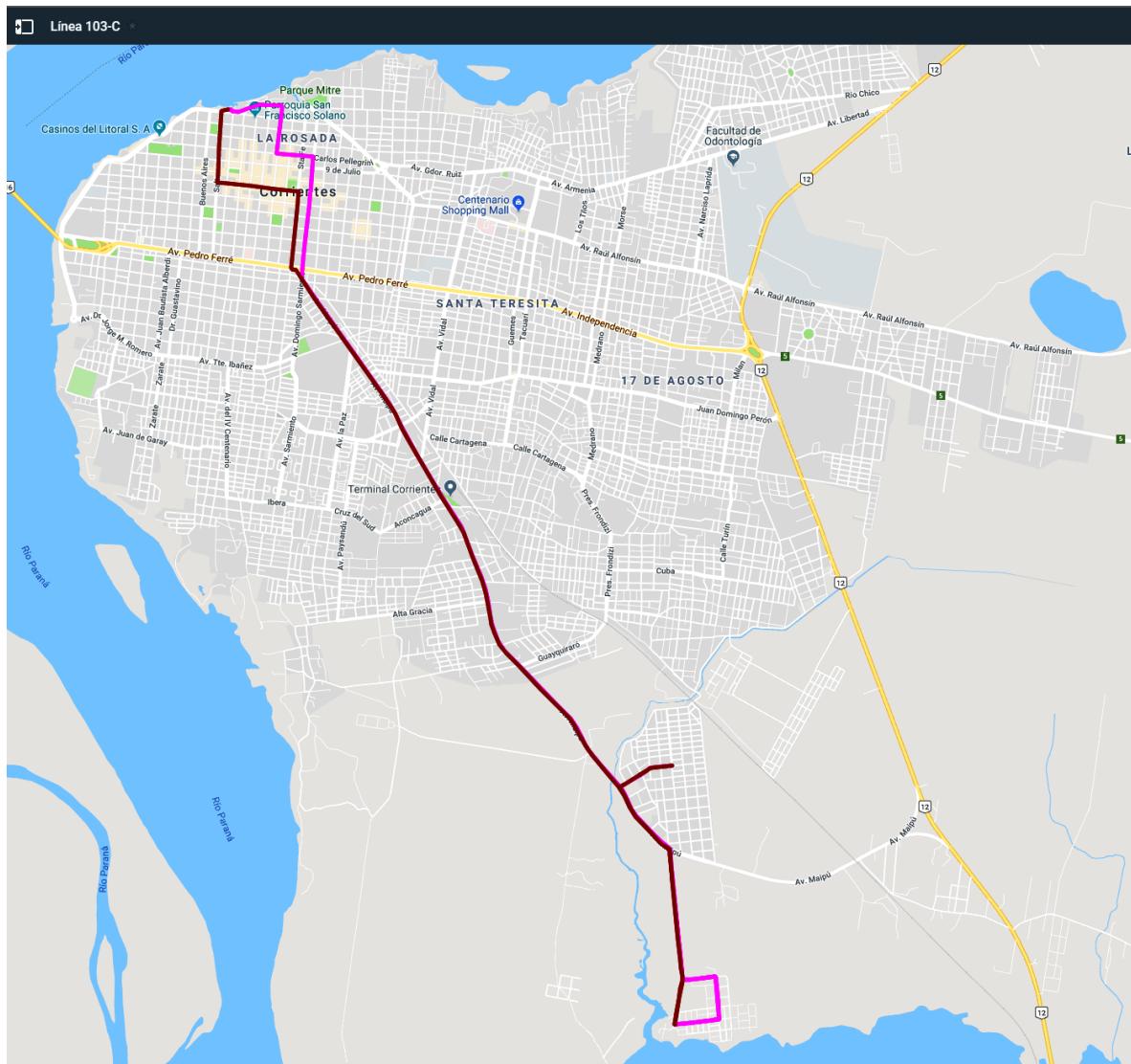
IDA: 11,3 km (27')

De Aguirre y Larratea, calles internas del Barrio Dr. Montaña, Larratea, Av. Maipú-España, C. Pellegrini, Catamarca, Av. Vera, Puerto.

VUELTA: 9,6 km (22')

Puerto-Salta-H. Yrigoyen-Santa Fe- av. Maipú- Larratea, Aguirre. Para los articulados, liberar los giros de C. Pellegrini / Catamarca - Catamarca/Av. Vera.

Línea 103 - ramal "C": Barrio Esperanza - Barrio Dr. Montaña



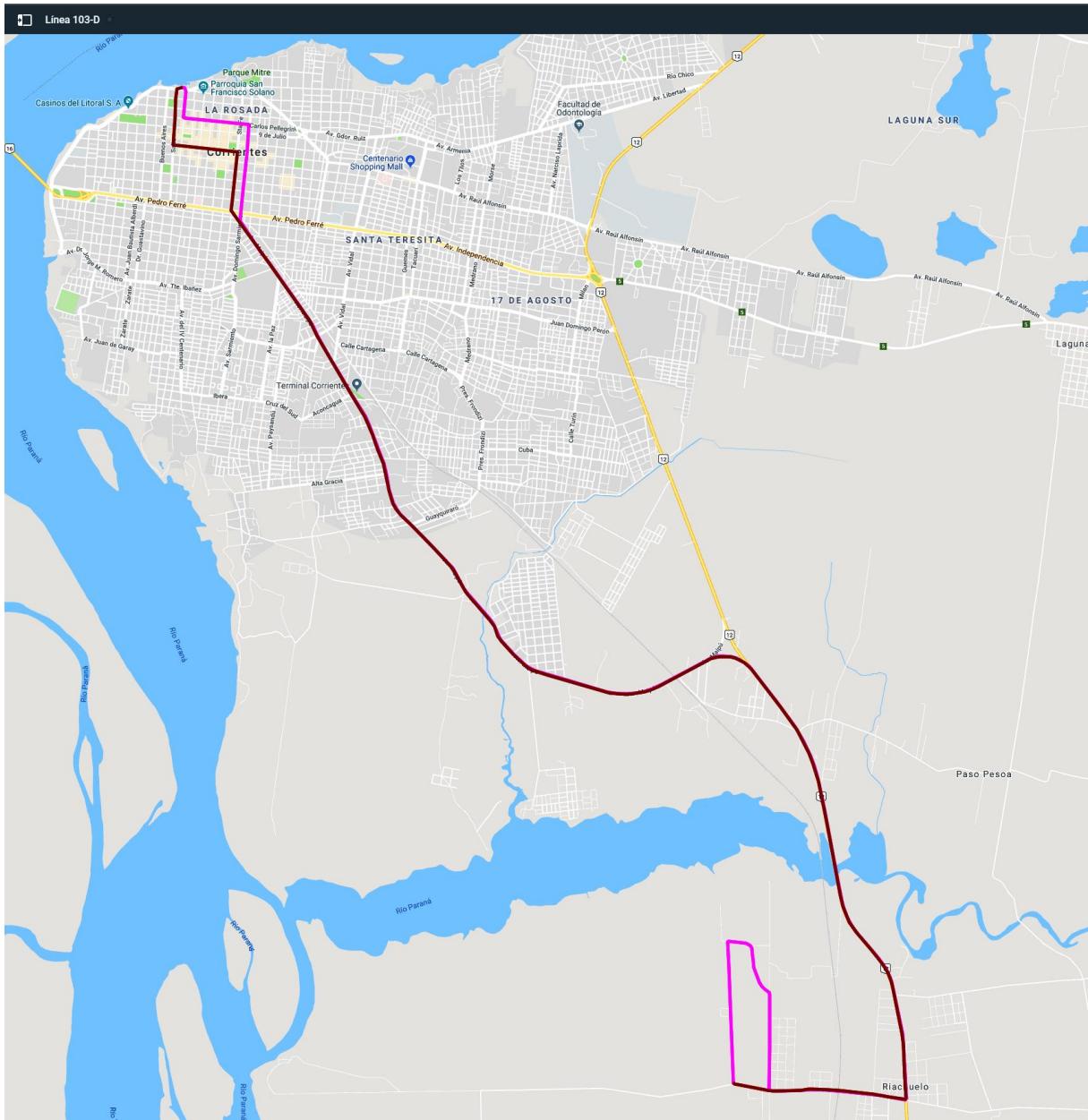
IDA: 16,5 km (39')

calles internas del barrio Esperanza, sale por calle principal, Av. Maipú, España- C. Pellegrini - Catamarca-Av. Vera - Puerto

VUELTA: 14,9 km (35')

Puerto-Salta-H. Yrigoyen-Santa Fe- Av. Maipú, calle de acceso del barrio Esperanza, calles internas.

Línea 103 - ramal "D": Riachuelo - Puerto



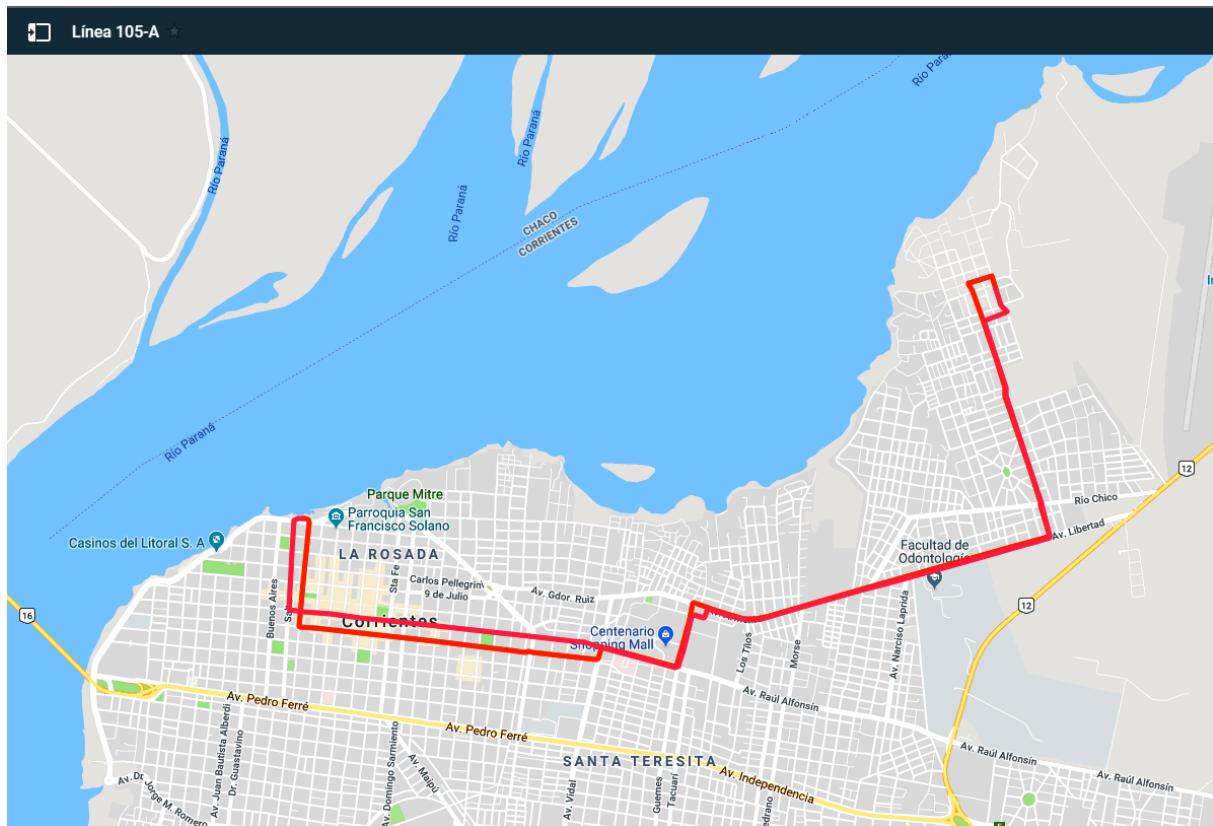
IDA: 25,2 km (59')

calle acceso a Riachuelo - Ruta N°12 - Av. Maipú - España - C. Pellegrini - La Rioja - Puerto.

VUELTA: 21,5 km (50')

Puerto - Salta - H. Irigoyen - Santa Fe - Av. Maipú - Ruta N°12 - Acceso a Riachuelo.

Línea 105 - ramal "A": Barrio Molina Punta – Puerto



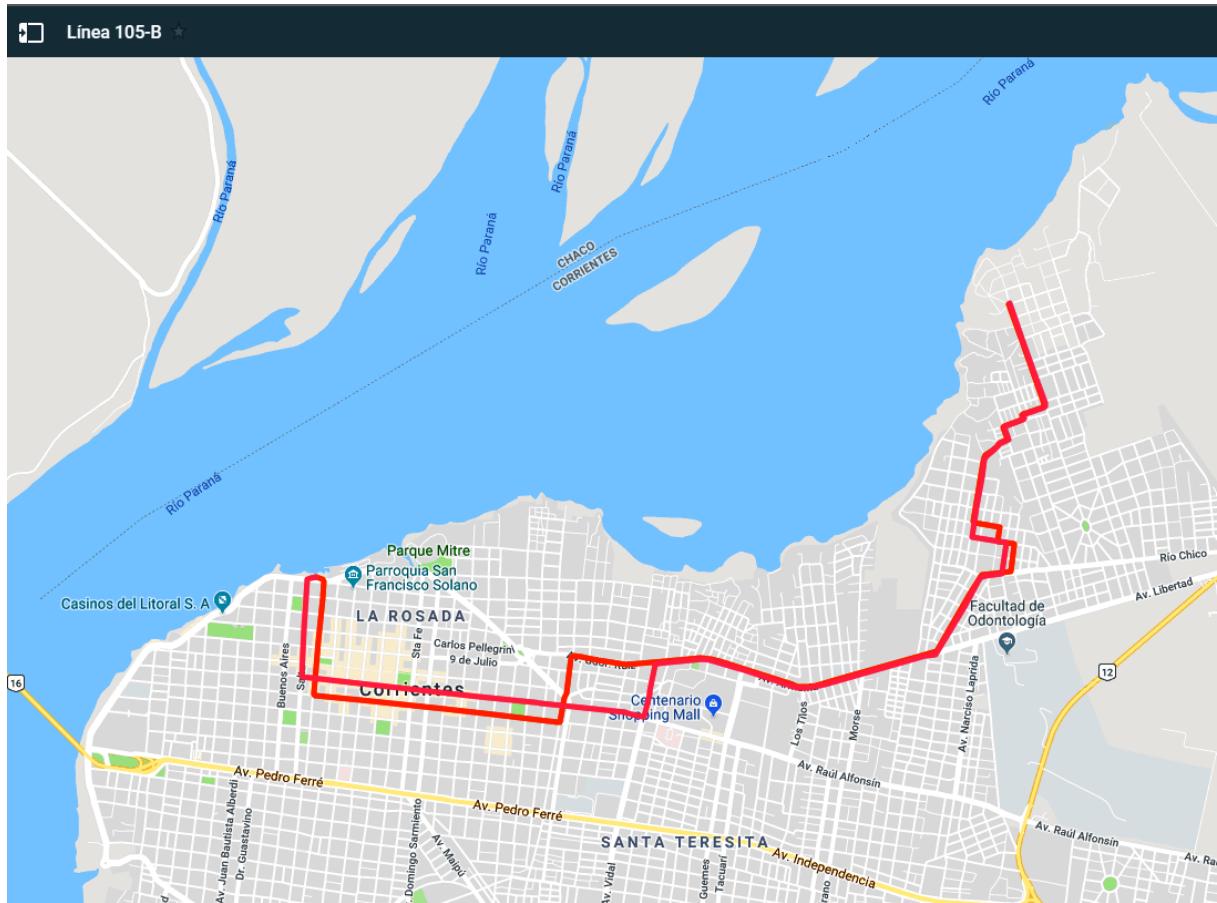
IDA: 10,4 km (24')

Punta Vidal (Las Dalias) - Bella Vista - Las Gardenias - Av. Libertad - Av. Armenia - Av. Gdor. Ruíz - 19 de mayo - Gregorio Pomar - Av. Centenario - Av. Chacabuco - San Martín - La Rioja - Puerto.

VUELTA: 10,0 km (23')

Puerto - Salta - H.Irigoyen - Ayacucho - Av. Centenario - Gregorio Pomar - Virasoro (Rizzuto) - Av. Armenia - Av. Libertad - Las Gardenias - Nity Cigersa - Punta Vidal (Las Dalias).

Línea 105 - ramal "B": Barrio Docente – Puerto



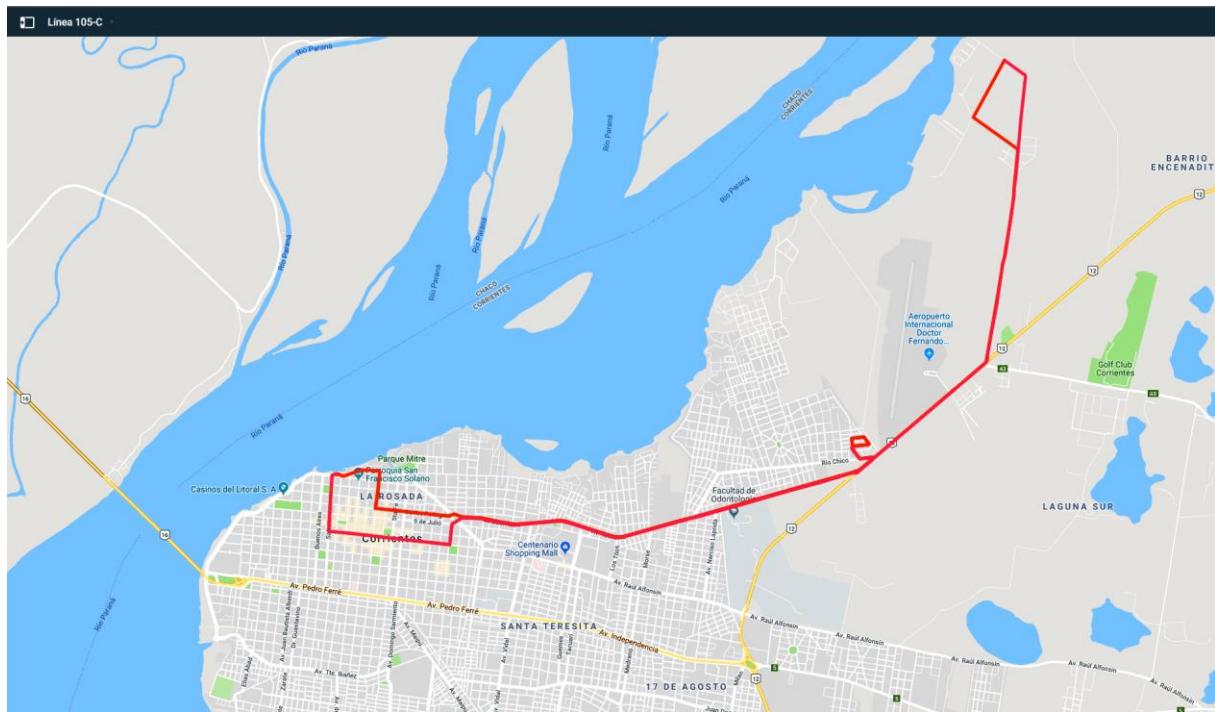
IDA: 9,8 km (23')

Las Margaritas - Calle 32 - Pasionarias - Murcia - Sicilia - Badajos - Argerich - Sheridan - Río Chico - J.R. Fernández - Av. Armenia - Av. Gdor. Ruíz - Cocomarola - Ituzaingó - San Martín - La Rioja - Puerto.

VUELTA: 9,6 km (22')

Salta - H. Yrigoyen - Ayacucho - Chacabuco - Av. Armenia - J. R. Fernández - Río Chico - Benavidez - Argerich - Murcia - Pasionarias - Calle N°314 - Las Margaritas - Empedrado.

Línea 105 - ramal "C": Barrio 250 viviendas. – Puerto / Perichon - Puerto



B° 250 viviendas – Puerto:

IDA: 8,9 km (21')

calles internas del barrio 250 viviendas-Río Chico- Ruta n° 12-Av. libertad-av. Armenia-Gdor. Ruiz-C. Pellegrini- Catamarca-Av. Vera-Puerto.

VUELTA: 9,0 km (21')

Puerto-Salta-H. Irigoyen-Gral. Roca-9 de Julio-Av. Gdor. Ruiz-Av. Armenia-Av. Libertad-Ruta N° 12-Río Chico- calles internas del barrio 250 viviendas

Perichon – Puerto:

IDA: 15,7 km (37')

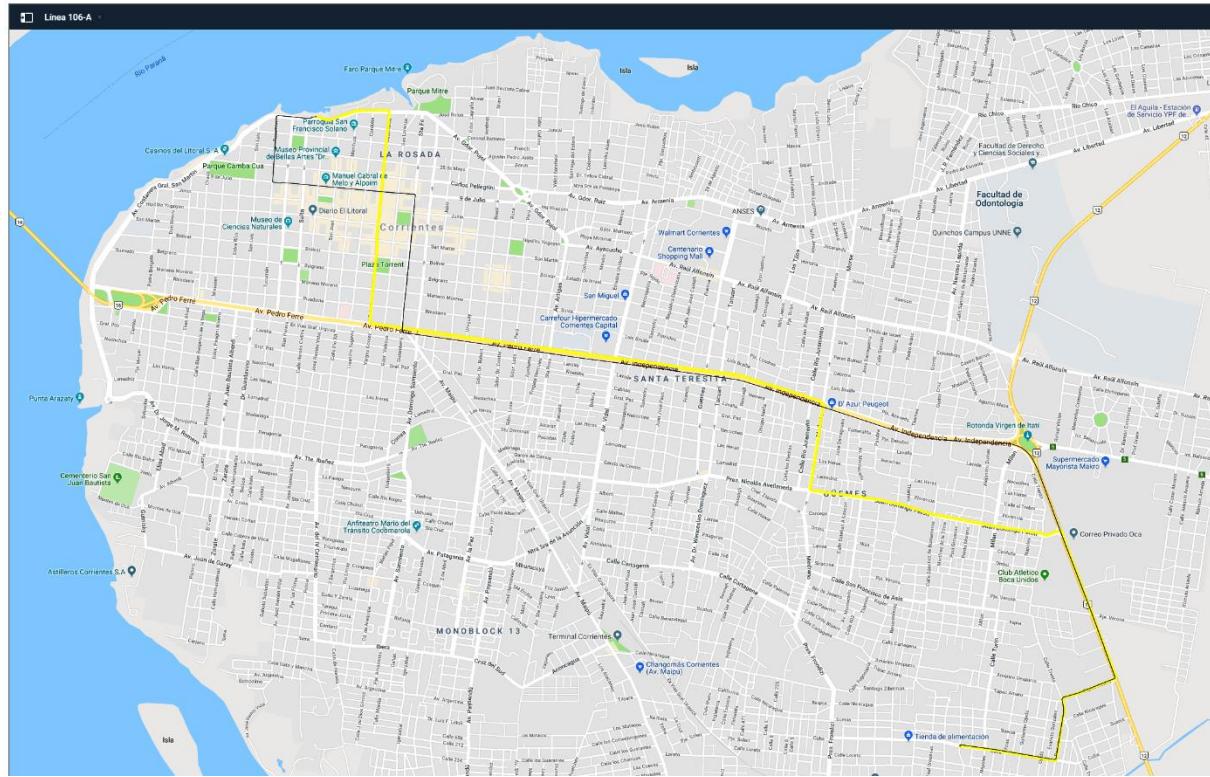
calle principal del barrio Perichón - Ruta N° 12 - Río Chico - calles internas del barrio 250 viviendas - Río Chico - Av. Libertad - Av. Armenia - Av. Gobernador Ruiz - Pellegrini - Catamarca - Av. Vera - La Rioja - Puerto.

VUELTA: 16,1 km (39')

Puerto - Salta - H. Irigoyen - Roca - Gobernador Ruiz - Av. Armenia - Av. Libertad - Ruta N° 12 - Río Chico - calles internas del barrio 250 viviendas - Río Chico - Ruta N° 12 - acceso principal al Barrio Perichón.



Línea 106 - ramal "A": Bº Pirayú - Puerto



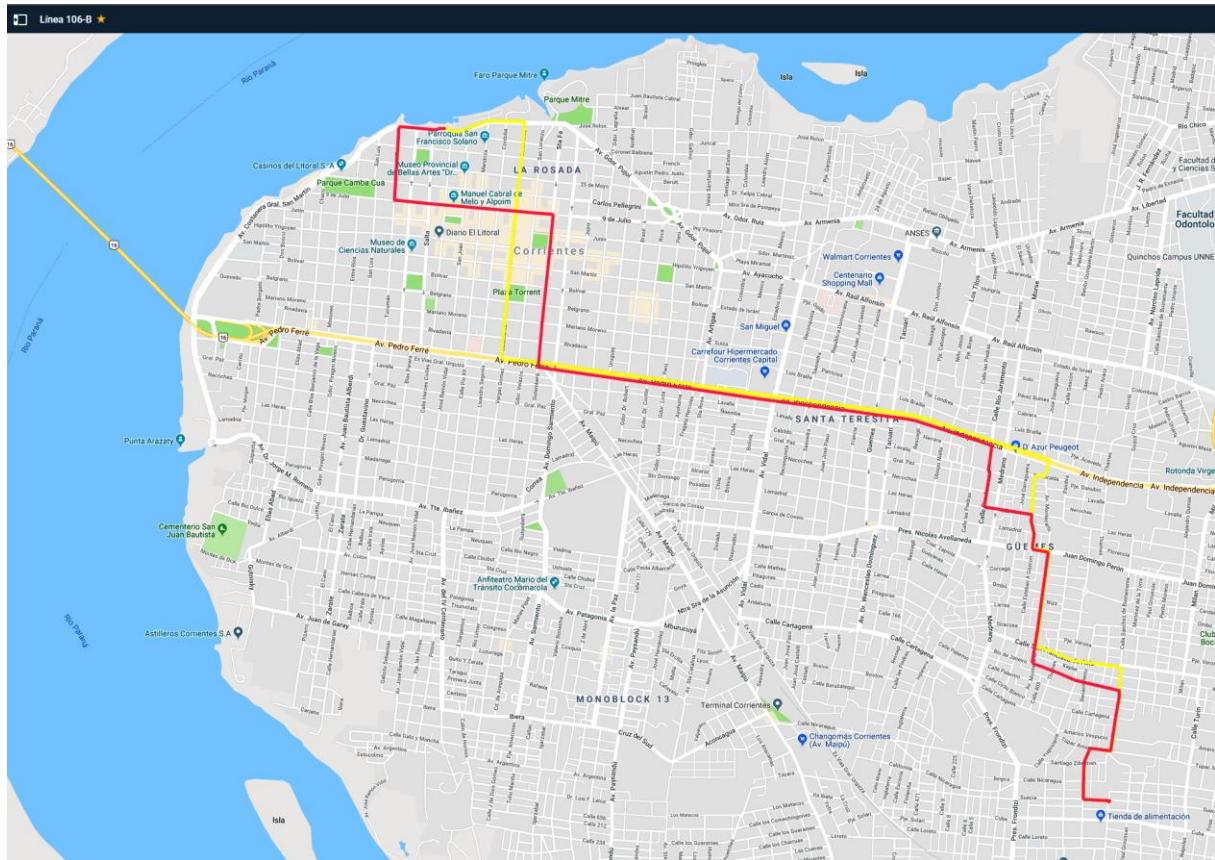
IDA: 11,4 km (27')

Cuba-Trento- Túpac Amarú - Ruta N° 12 - Av. Perón - Medrano - Av. Independencia - Av. Ferré - Av. 3 de abril - Catamarca - Av. Vera - Puerto.

VUELTA: 11,5 km (27')

Puerto - Costanera - Tucumán - 9 de Julio - Santa Fe - Av. 3 de abril - Av. Ferré - Av. Independencia - Rotonda - Ruta N° 12 - Túpac Amaru - Trento - Cuba.

Línea 106 - ramal "B": Barrio Nuevo – Puerto



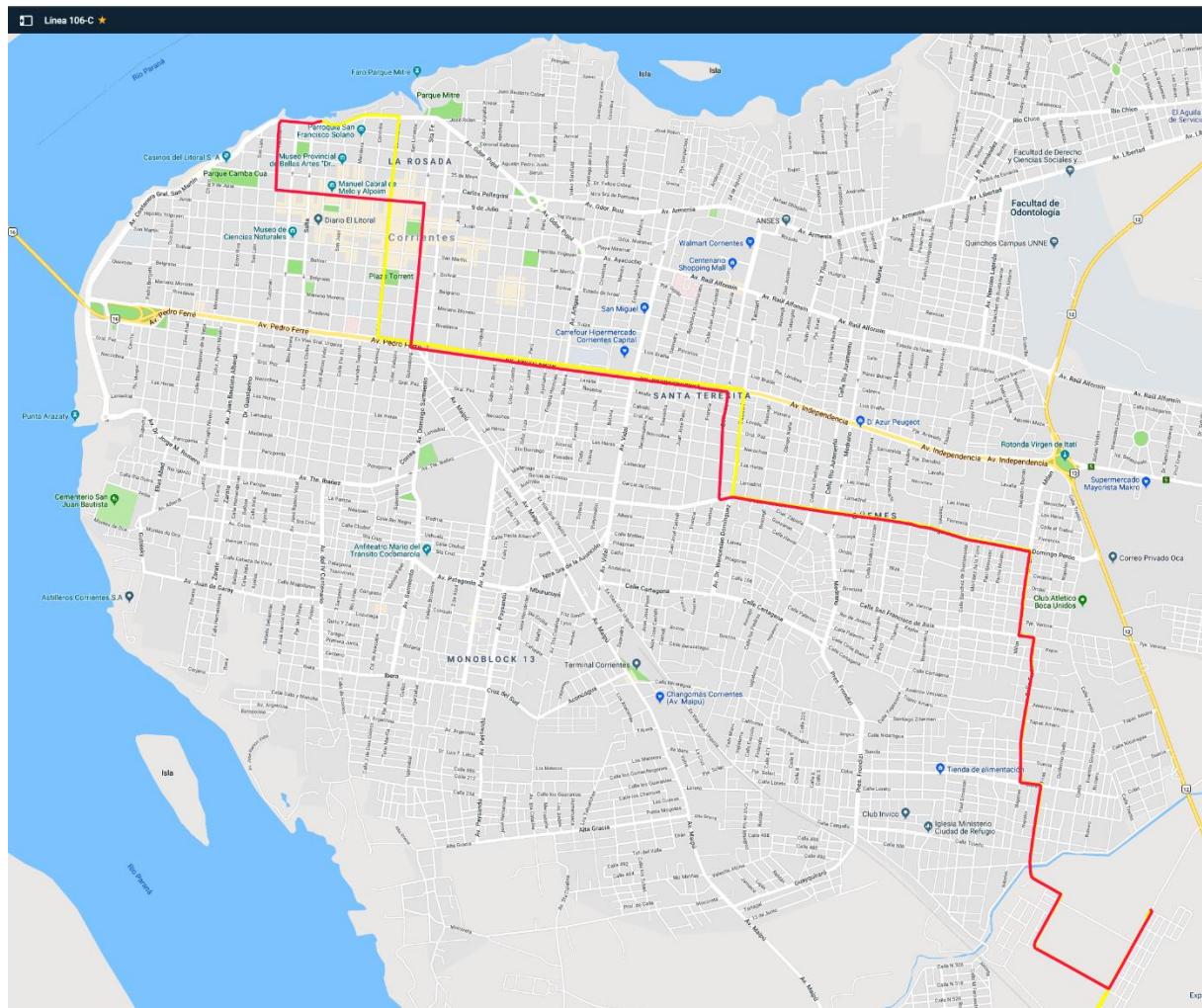
IDA: 9,5 km (22')

Sánchez de Bustamante y Suecia - Ramos Mejía - Túpac Amaru - Sánchez de Bustamante - San Francisco de Asís - Montecarlo - Av. Perón - Gascón - Esmeralda - Montecarlo - Av. Independencia - Av. Ferré - Av. 3 de abril - Catamarca - Av. Vera - Puerto.

VUELTA: 9,9 km (23')

Puerto - Costanera - Tucumán - 9 de Julio - Santa Fe - Av. 3 de abril - Av. Ferré - Av. Independencia - Río Juramento - Las Heras - Gascón - Montecarlo - Río de Janeiro - Sánchez de Bustamante - Túpac Amarú - Ramos Mejía - Suecia hasta Sánchez de Bustamante.

Línea 106 - ramal "C": Barrio 550 viviendas – Centro



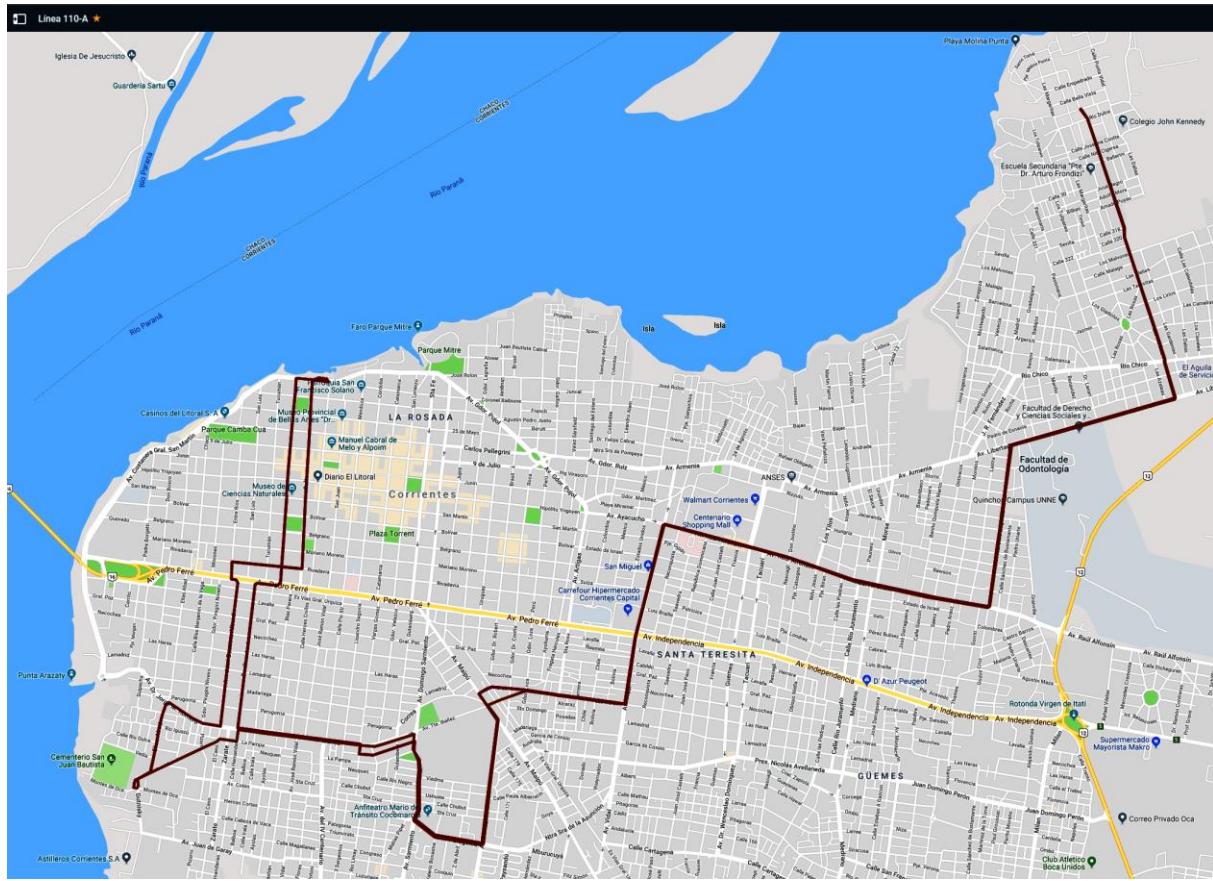
IDA: 13,6 km (32')

Calles internas del barrio 550 viviendas - Frías - Cuba -Turín - San Francisco de Asís - Milán - Av. Perón -Tacuarí - Av. Independencia - Av. Ferré - Av.3 de abril - Catamarca -Av. Vera - Puerto.

VUELTA: 13,1 km (31')

Quintana y Tucumán - 9 de Julio - Santa Fe - Av. 3 de abril - Av. Ferre - Av. Independencia - Güemes - C. Correntinos - Av. Perón - Milán - San Francisco de Asís - Turín - Cuba - Frías - calles internas del Bº 550 viviendas.

Línea 110 - ramal "A": Barrio Molina Punta – Cementerio



IDA: 14 km (33')

B°40 viviendas - Las Violetas - Av. Libertad - Av. Laprida - Av. Centenario - Av. Chacabuco - Av. J. R. Vidal - Las Heras - Av. Tte. Ibáñez - Av. Maipú - Av. El Maestro - Av. Patagonia - Av. Estrada - Av. Tte. Ibáñez - Gustavino - Av.3 de abril - Buenos Aires - Bolívar - Rioja - Puerto.

VUELTA: 20,6 km (48')

Puerto - Salta - Rivadavia - Entre Ríos - Av. 3 de abril - Alberdi - Tte. Ibáñez - Elías Abad - Alberdi - Cementerio - Alberdi - La Pampa - Hernandarias - Av. Tte. Ibáñez - Av. Estrada - Av. Patagonia - Av. El Maestro - Av. Maipú - Av. Tte. Ibáñez - Las Heras - Av. J. R. Vidal - Av. Chacabuco - Av. Centenario - Av. Laprida - Av. Libertad - Las Violetas - 40 viviendas.



ÍNDICE DE PLANOS

Plano n° 1 – Ubicación general

Plano n° 2 – Plano topográfico de la zona

Plano n° 3 – Planimetría

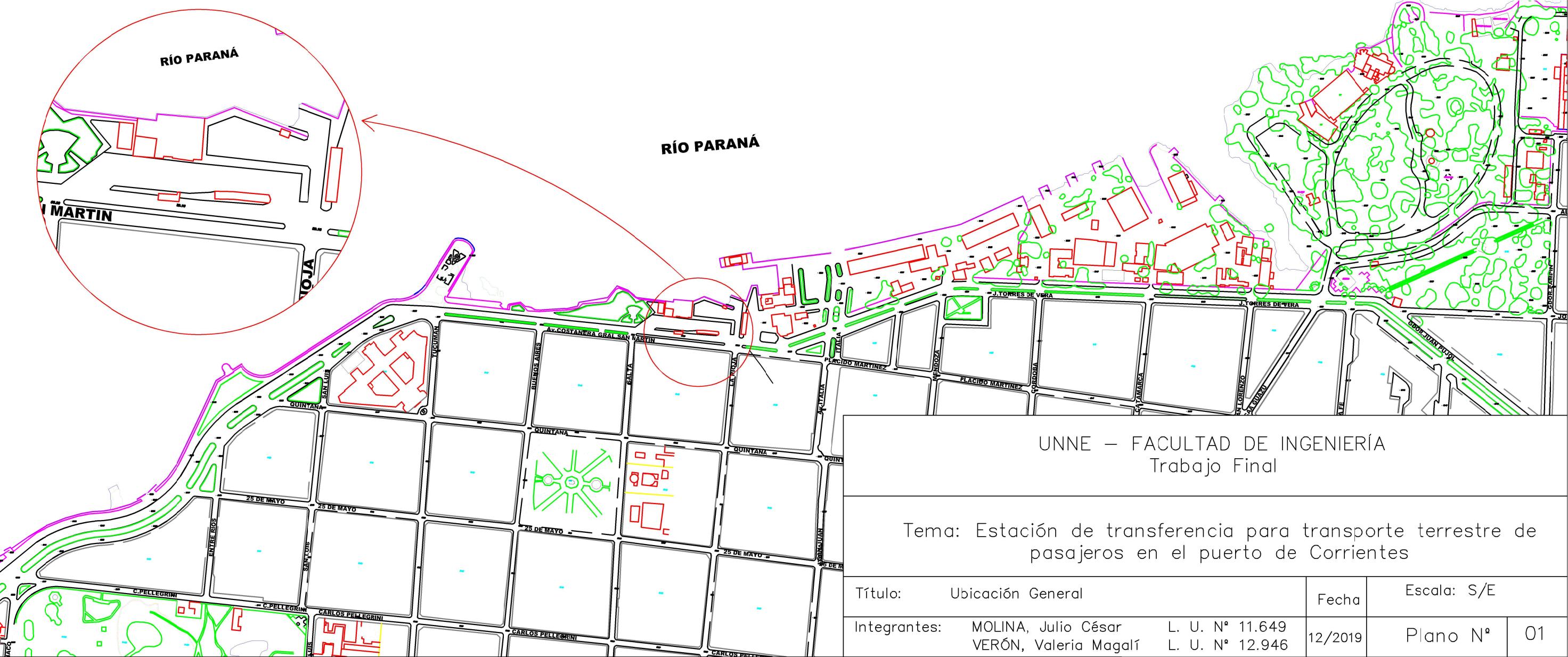
Plano n° 4 – Planta de estructura

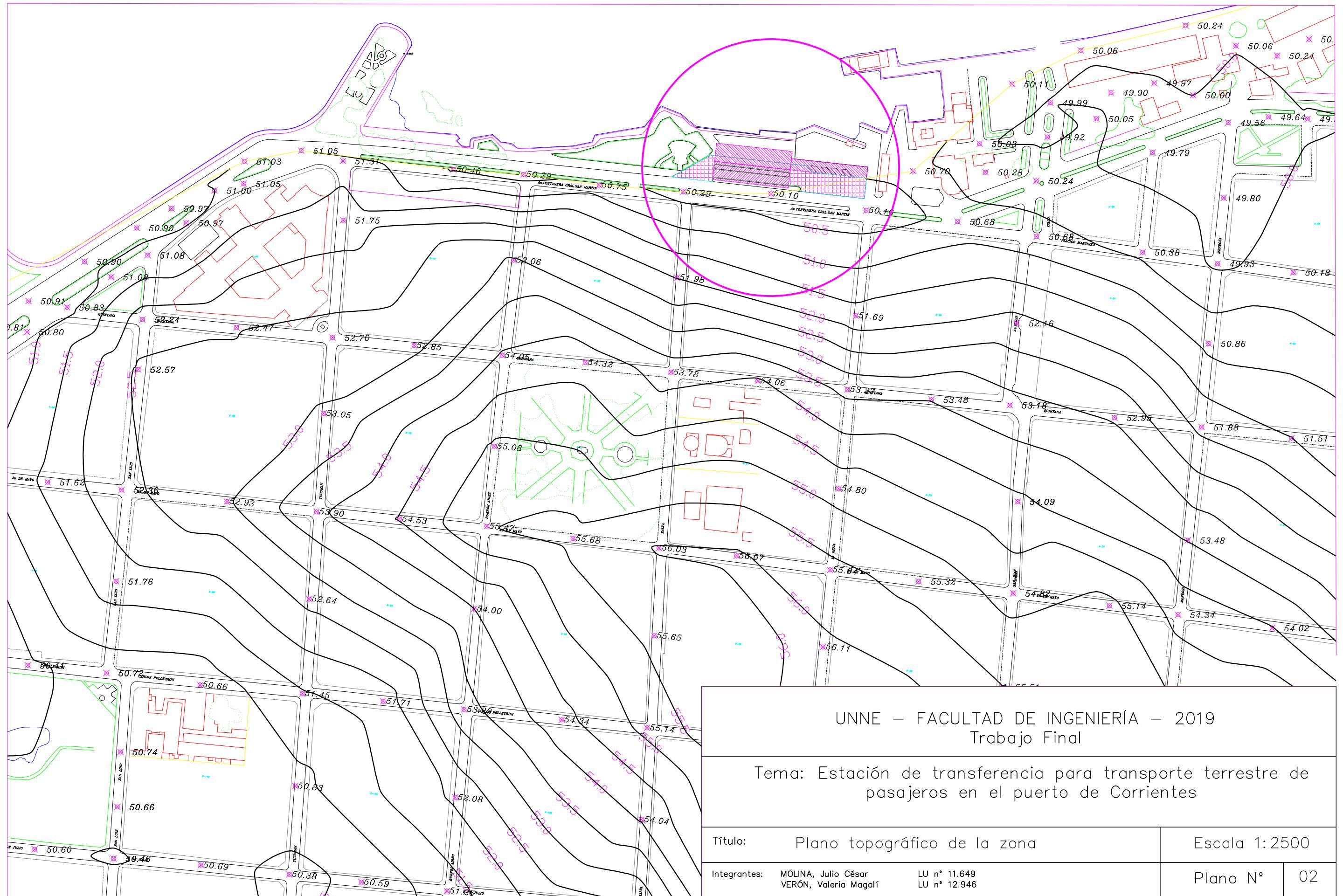
Plano n° 5 – Pórtico y muro hastial

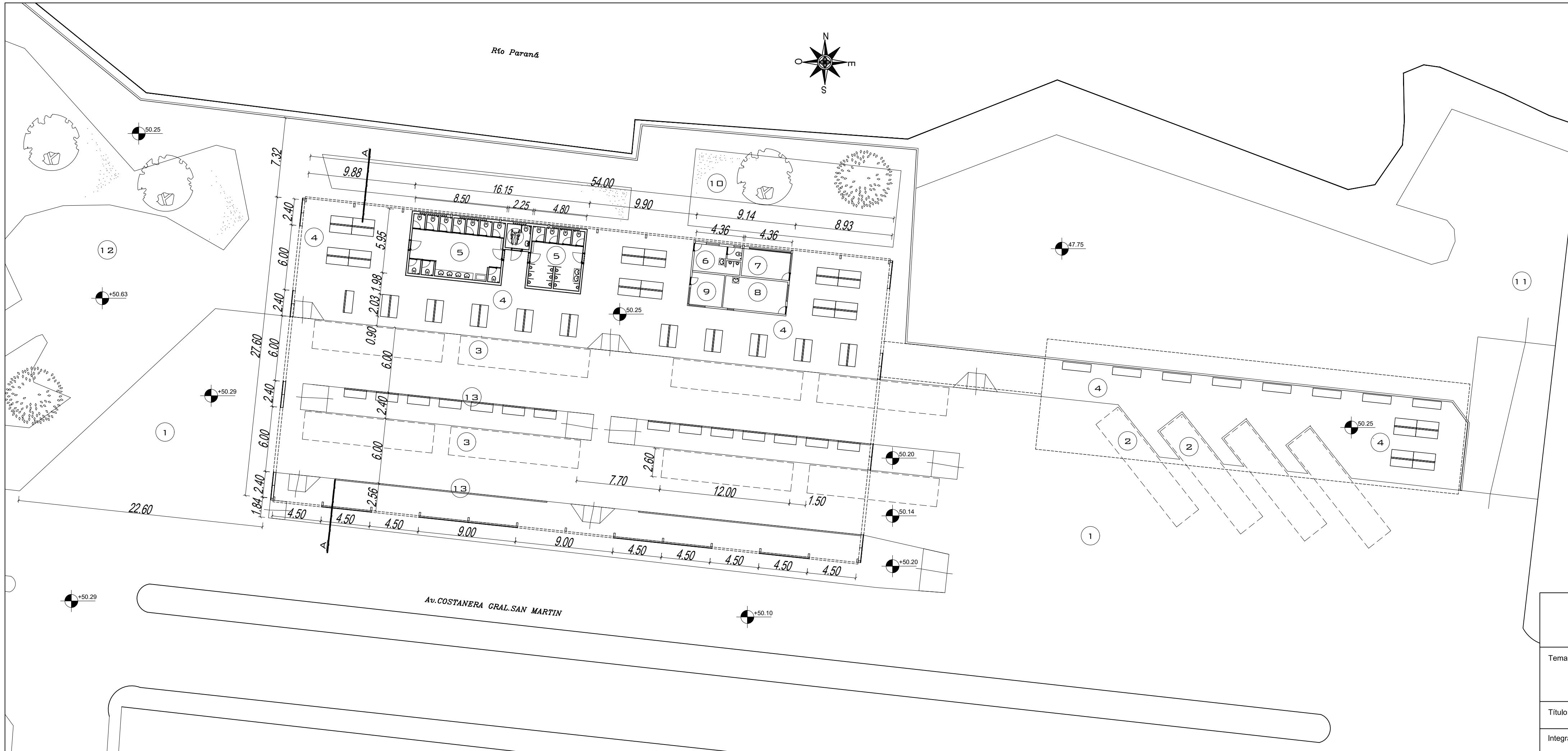
Plano n° 6 – Fachada y contrafachada

Plano n° 7 – Perfil tipo del paquete estructural

Plano n° 8 – Delimitación de cuencas



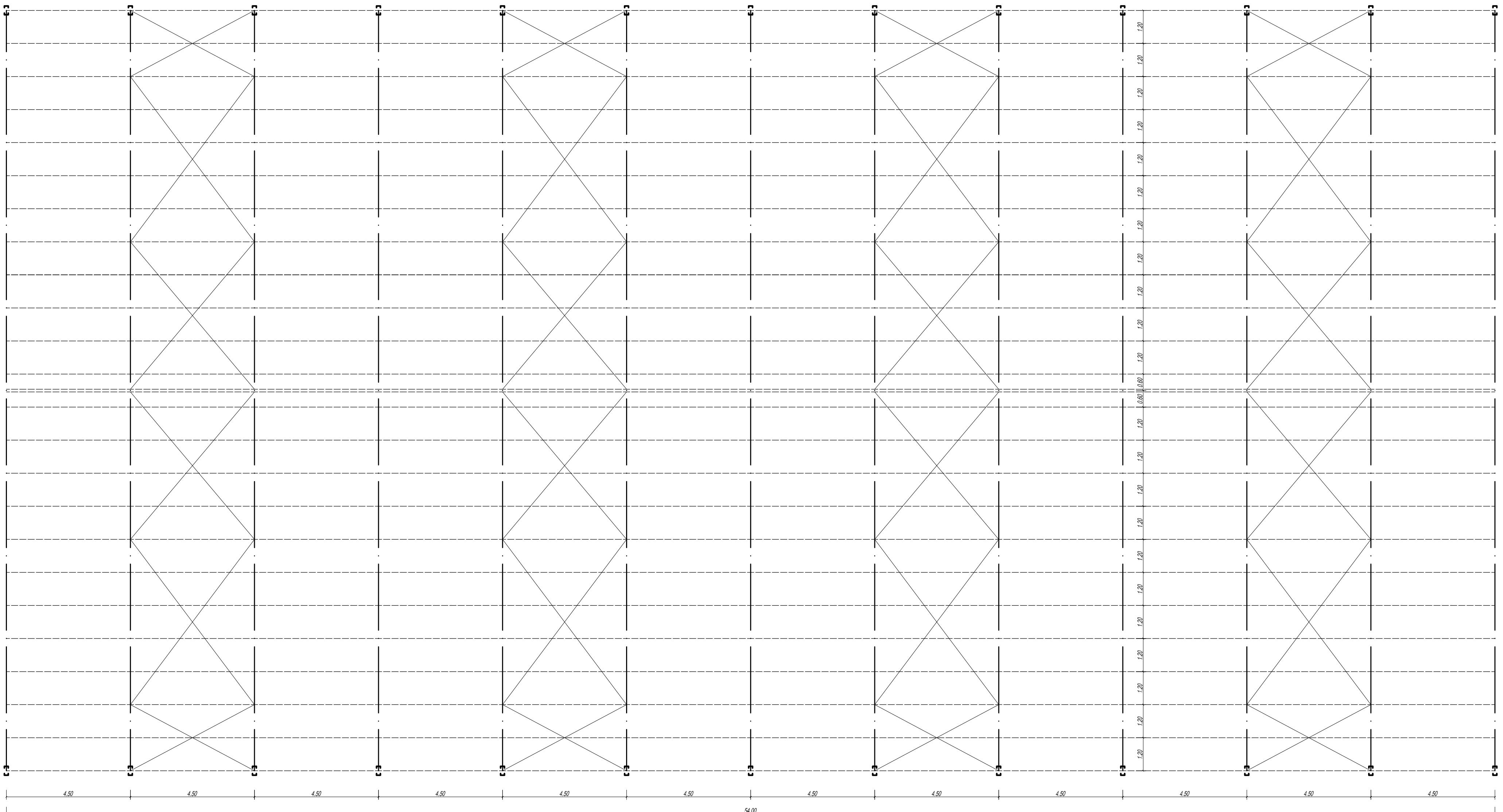
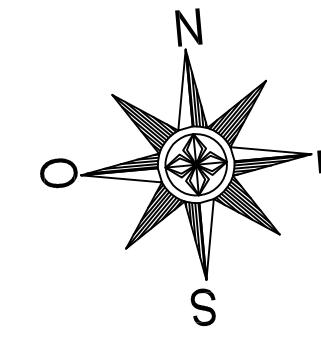




UNNE - FACULTAD DE INGENIERÍA
Trabajo Final

Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes

Planimetría	Fecha:	Escala 1:250
MOLINA, Julio César VERÓN, Valeria Magalí	LU nº 11.649 LU nº 12.946	12/2019 Plano Nº



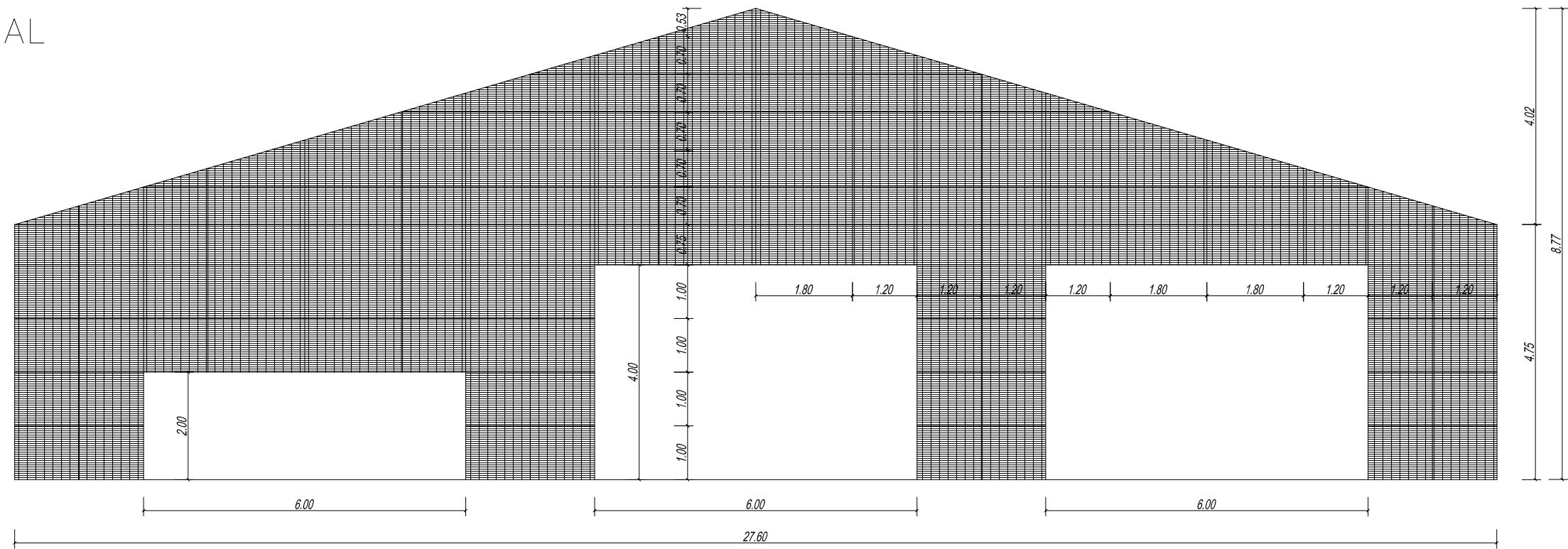
UNNE – FACULTAD DE INGENIERÍA
Trabajo Final

Tema: Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el
puerto de Corrientes

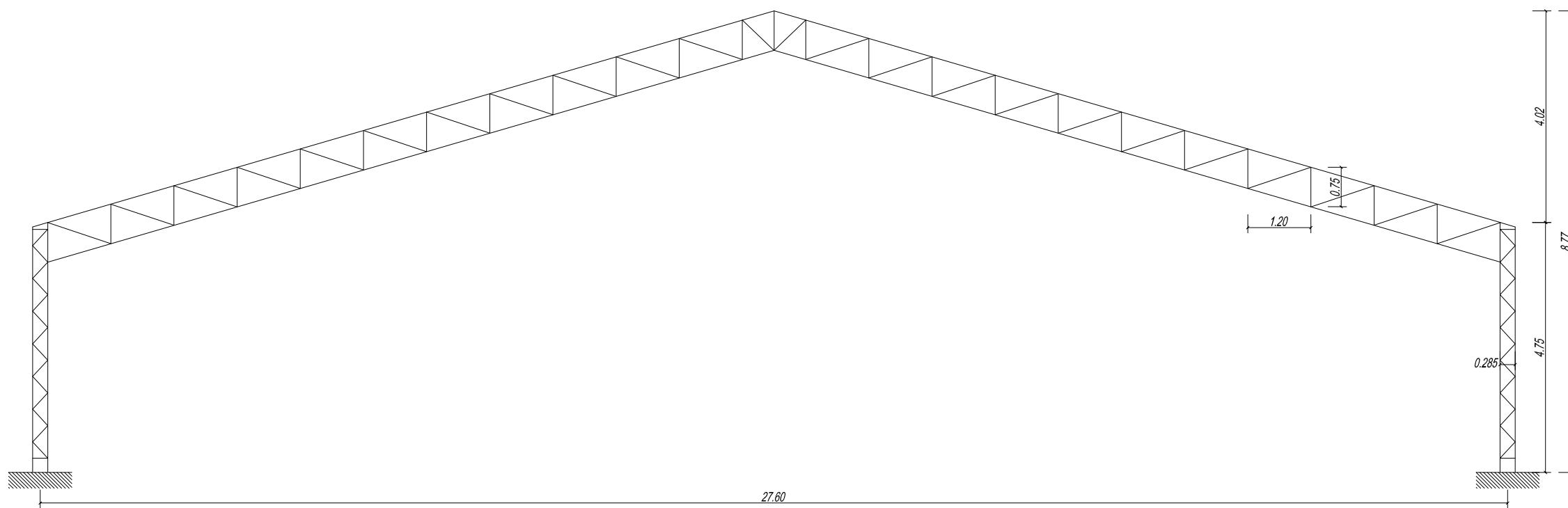
Título:	Planta de estructura	Fecha:	Escala 1:100
Integrantes:	MOLINA, Julio César VERÓN, Valeria Magali	LU n° 11.649 LU n° 12.946	12/2019

Plano N° 04

MURO HASTIAL



CERCHA



UNNE – FACULTAD DE INGENIERÍA Trabajo Final

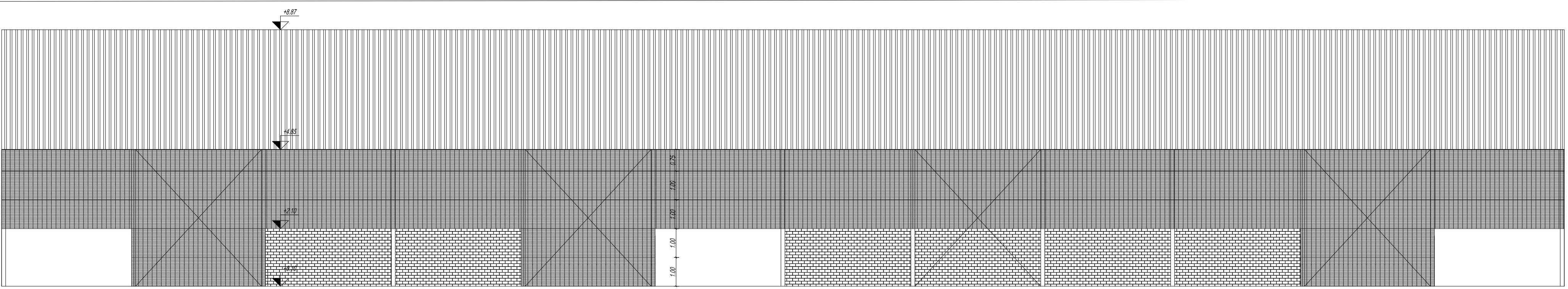
Tema: Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes

Título: Pórtico y muro hastial

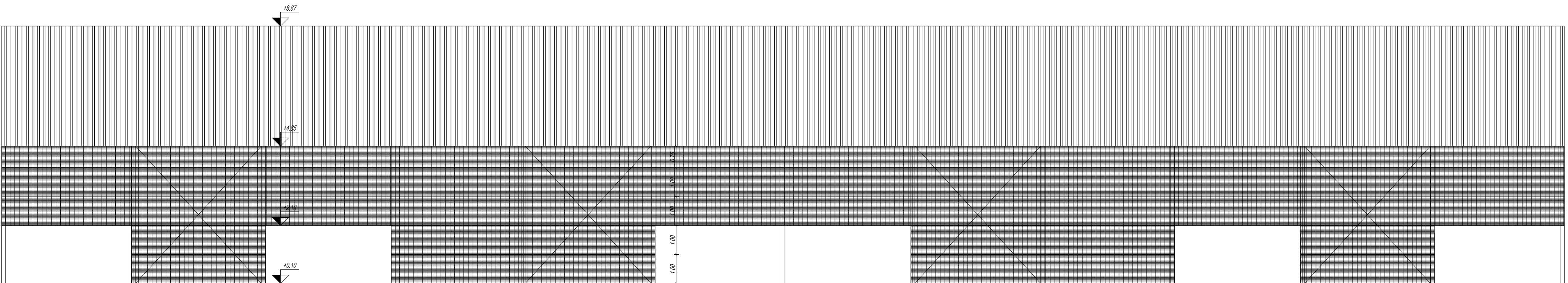
Integrantes: MOLINA, Julio César LU n° 11.649
VERÓN, Valeria Magalí LU n° 12.946

Fecha:
12/2019

Escala 1:100
Plano N° 05



CONTRAFACHADA

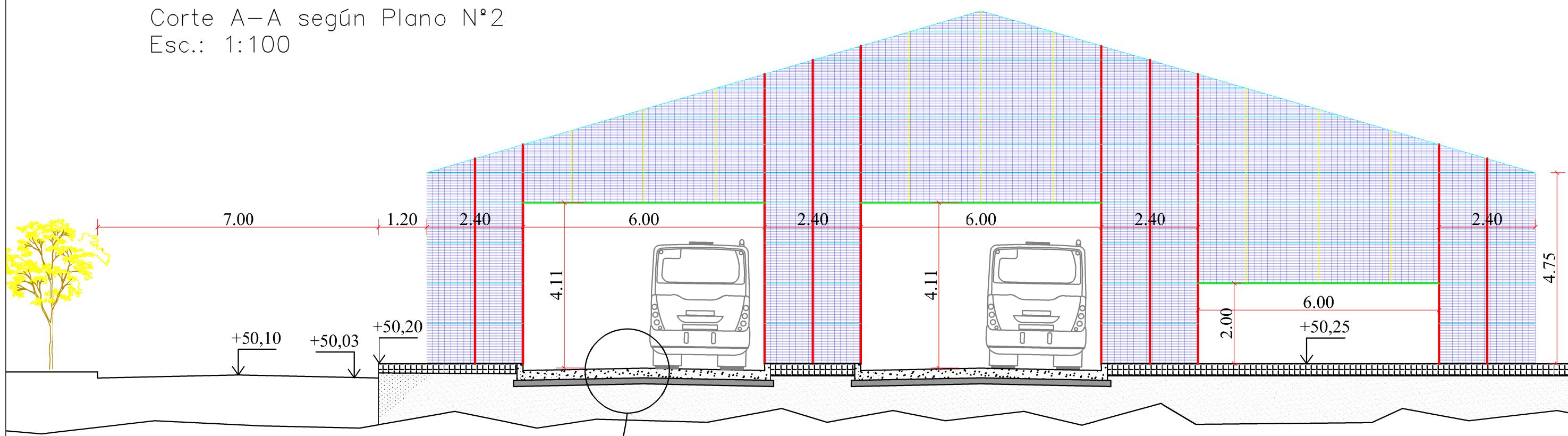


FACHADA

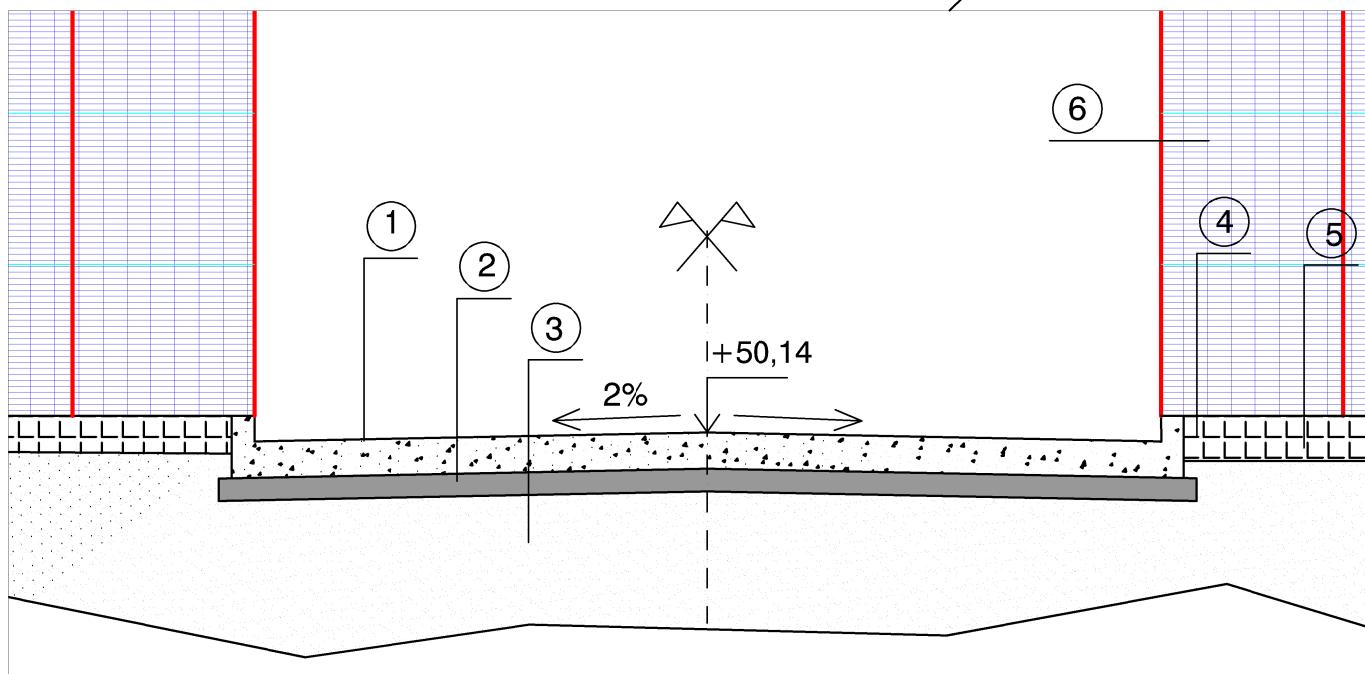
UNNE – FACULTAD DE INGENIERÍA
Trabajo Final

Tema:	Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes		
Título:	Fachada y contrafachada	Fecha:	Escala 1:100
Integrantes:	MOLINA, Julio César VERÓN, Valeria Magalí	LU nº 11.649 LU nº 12.946	12/2019
		Plano N°	06

Corte A-A según Plano N°2
Esc.: 1:100



Detalle de calzada Corte A-A
(según Plano N° 3) Esc: 1:50



- ① Pavimento de hormigón simple con cordón integral, $e = 24, \text{cm}$
 - ② Base de suelo arena-cemento, $e = 15 \text{ cm}$
 - ③ Suelo compactado y confinado, arena refulada
 - ④ Piso Porcelanato, 30×30
 - ⑤ Mortero de asiento, $e = 2 \text{ cm}$
 - ⑥ Cerramiento de policarbonato alveolar, $e = 10 \text{ mm}$

UNNE – FACULTAD DE INGENIERÍA

Trabajo Final

Tema: Estación de transferencia para transporte terrestre de pasajeros en el puerto de Corrientes

Título:	Perfil tipo del paquete estructural de calzada	Fecha	Escala:		
Integrantes:	MOLINA, Julio César VERÓN, Valeria Magalí	L. U. N° 11.649 L. U. N° 12.946	12/2019	Plano N°	07

