Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Anteproyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33 CONTROL DE INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San Lorenzo) y Zavalla (Dpto. Rosario), Pcia. de Santa Fe

ESTUDIANTES

FANJUL, JULIÁN (F-3511/4)
LUDUEÑA, EXEQUIEL (L-2939/4)
MAMMELLA, FRANCO (M-6575/7)
THOROUGHGOOD, FELIPE (T-2861/4)

DIRECTORES:
ING. NAVARRO, RAUL.
ING. PORTAPILA, MARGARITA.

ASESORES:
ING. RAFFAELLI, JUAN PABLO.
ING. LUQUE, ANALIA.
ING. FIDELEFF, HORACIO.

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

Ingeniería Civil
Agosto de 2025

ÍNDICE

1. Objetivo principal....4
1.1 Objetivos Particulares....4
1.1.1 Analizar la situación actual del tramo en estudio....4
1.1.1.1 Analizar el paquete y subrasante existente....4
1.1.1.2 Identificar zonas inundables....5
1.1.1.3 Cálculo de caudales pasantes en diferentes escenarios....5
1.1.2 Planteo de alternativas....5
1.1.2.1 Diseño altimétrico del alteo....5
1.1.2.2 Definición del paquete estructural....5
1.1.2.3 Diseño camino provisorio....5
1.1.2.3.1 Definir trazado....5
1.1.2.3.2 Diseño de paquete estructural....5
1.1.2.4 Proyectar Alcantarilla....5
1.1.2.4.1 Definir utilización de alcantarillas existentes....5
1.1.2.4.2 Definir diseño....5
1.1.3 Plantear obras para resolver problemática en la circulación de vehículos pesados....6
1.1.3.1 Definir Ubicación....6
1.1.3.2 Diseño de accesos....6
1.1.3.3 Definir pavimento....6
1.1.3.4 Definir estructura del parador....6
2. Ubicación....6
3. Planteo de la problemática....7
4. Estudio hidrológico e hidráulico....9
4.1 Características físico-naturales....12
4.2 Aspectos socio-económicos....13
4.3 Determinación de las subcuencas de estudio....14
4.4 Subcuencas estudiadas....16
5. Análisis Hidráulico....17
5.1 Datos necesarios....23
5.2 Verificación de Resultados....27
5.3 Escenarios estudiados para la situación actual....28
5.4 Escenarios estudiados luego del Alteo....32
5.5 Resultados Obtenidos....34
5.6 Alternativas Propuestas....35
5.6.1 Alcantarilla tipo Z y Vertedero tipo WES....36
5.6.2 Alcantarillas prefabricadas rectangulares....39
6. Diseño de Infraestructura Vial....42
6.1 Diseño del paquete estructural....42
6.1.1 Consideraciones....42
6.1.2 Solicitaciones de tránsito....42
6.1.3 Banquinas....46
6.1.4 Camino Provisorio....47

6.1.5 Propuesta y verificación con método AASHTO 93'.....47
6.1.5.1 Serviciabilidad.....48
6.1.5.2 Tránsito. Número equivalente de cargas.....48
6.1.5.3 Capacidad estructural. Número estructural.....48
6.1.5.4 Drenaje. Coeficientes de drenaje.....49
6.1.5.5 Subrasante. Módulo resiliente.....49
6.1.5.6 Confiabilidad.....49
6.1.6.7 Determinación del SN requerido.....50
6.1.6.8 Paquete estructural definitivo.....52
6.2 Diseño geométrico.....52
6.2.1 Propuesta de alteo de tramo RNN°33.....52
6.2.2 Camino provisorio.....55
7. Diseño Estructural.....60
7.1 Desarrollo de playa de estacionamiento para camiones.....60
7.2 Acceso y salida para camiones.....61
7.3 Instalaciones de Bar/Comedor.....64
7.4 Materialidad de Bar/Comedor.....66
7.5 Estructura de Bar/Comedor.....67
8. Consideraciones de la dimensión Ambiental.....68
8.1 Objetivo 3: Salud y Bienestar.....69
8.2 Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento.....69
8.3 Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructuras.....70
8.4 Objetivo 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico.....70
9. Conclusiones y recomendaciones.....70
10. Bibliografía.....73
11. Legajo de Planos.....74
12. Anexos.....74

1. Objetivo principal.

El proyecto a desarrollar se basa en abordar la problemática de cortes por inundación en la Ruta Nacional N°33 entre las localidades de Pujato y Zavalla.

La RNN°33 es una carretera de la República Argentina, que une la RNN°33 en la ciudad de Bahía Blanca, en la Provincia de Buenos Aires y la RNN°A008 (Avenida de Circunvalación de Rosario), en la provincia de Santa Fe. Su extensión es de 795 km (***Fig. N°1***), totalmente asfaltados. La ubicación de intervención se encuentra a 30 km de la localidad de Rosario, Santa Fe.

Fig. N°1. Extensión *Ruta Nacional N°33.*
Fuente: *Mapa de Ruta 33 (Argentina) - Dario Alpern - 29 de enero de 2007.*

Esta carretera une ciudades de gran producción industrial y agrícola-ganadera con dos de los puertos más importantes del país, lo que da como resultado una gran cantidad de vehículos pesados en la ruta, que era alrededor del 50% del tránsito pasante en el año 2001.[1]

1.1 Objetivos Particulares.

1.1.1 Analizar la situación actual del tramo en estudio.

1.1.1.1 Analizar el paquete y subrasante existente.

Dentro de este paso se buscará antecedentes sobre la conformación del paquete estructural actual y, a través de estudios altimétricos se trazarán perfiles transversales y longitudinales del camino, señalando la rasante del camino, cunetas, traza del ferrocarril existente al norte del tramo y terreno natural.

[1] *Fuente:* Dirección Nacional de Vialidad (2001). " Estimaciones del TDMA y censos de Clasificación Vehícular"

1.1.1.2 Identificar zonas inundables.

Se definirá la longitud de la ruta en la que el pelo de agua supera la cota de rasante. A través de comentarios de vecinos, periodistas y videos se deberá evaluar la zona o hasta que km de ruta se realiza el corte por inundación. Luego, se deberá establecer la cota de inundación teniendo de apoyo curvas de niveles.

1.1.1.3 Cálculo de caudales pasantes en diferentes escenarios.

Se realizará la modelación hidráulica de la situación actual en condiciones hidrológicas de cortes de la ruta sufridos.

1.1.2 Planteo de alternativas.

1.1.2.1 Diseño altimétrico del alteo.

Teniendo en cuenta el tramo afectado por las inundaciones y el trazado actual se definirá el alteo futuro a ejecutar con el objetivo de que no se produzcan cortes de ruta debido a inundaciones.

1.1.2.2 Definición del paquete estructural.

Se deberá conocer el tránsito actual del tramo de ruta en estudio para poder hacer una proyección a futuro de este. Una vez recolectados estos parámetros se deberá diseñar el paquete estructural por medio del método de AASHTO para pavimentos flexibles.

1.1.2.3 Diseño camino provisorio.

1.1.2.3.1 Definir trazado.

Se deberá buscar el camino a recorrer para el desvío necesario, que se amolde a las condiciones existentes y que implique la menor intervención posible, preservando los aspectos fundamentales para garantizar la circulación segura por la ruta. Se hará un análisis de los caminos rurales existentes, con la finalidad de poder evaluar si este se encuentra en condiciones de poder albergar el tránsito actual. En el caso de que no resulte factible la opción 1, se deberá realizar la expropiación de campos linderos, paralelos al tramo en estudio. Esta expropiación deberá realizarse a través de planos de mensura correspondiente a la zona.

1.1.2.3.2 Diseño de paquete estructural..

Se realizará el diseño de paquete estructural para la circulación provisoria del tránsito actual.

1.1.2.4 Proyectar Alcantarilla.

1.1.2.4.1 Definir utilización de alcantarillas existentes.

Teniendo en cuenta el caudal que pasa por la alcantarilla existente, se definirá si se mantiene su utilización y se complementa con una nueva alcantarilla.

1.1.2.4.2 Definir diseño.

Se definirá el caudal, cantidad de luces, dimensiones. Se deberá considerar un caudal máximo de salida, de manera de no transmitir el problemas de las inundaciones aguas abajo.

1.1.3 Plantear obras para resolver problemática en la circulación de vehículos pesados.

1.1.3.1 Definir Ubicación.

Se deberá definir la ubicación en función de los terrenos disponibles teniendo en cuenta la extensión requerida para la cantidad de camiones que se proponga albergar, contemplando el tránsito actual y futuro.

1.1.3.2 Diseño de accesos.

Se diseñará tanto el ingreso como del egreso de los vehículos hacia el playón con su correspondiente señalización.

1.1.3.3 Definir pavimento.

Se realizará el diseño del paquete estructural necesario para albergar cierta cantidad de camiones.

1.1.3.4 Definir estructura del parador.

Se define la funcionalidad del edificio, cantidad de ambientes, servicios brindados y cantidad esperada de clientes. Con esta información se proyectará la estructura necesaria para la misma.

2. Ubicación.

El tramo en estudio se encuentra entre los km 757 y 760 de la RNN°33, al Este de la localidad de Pujato como se puede observar en la ***Fig. N°2***.

Fig. N°2*. Ubicación del tramo en estudio.*
Fuente: *Google Earth.*

La longitud del tramo en estudio es de aproximadamente 3 km y se encuentra al este del cementerio de la localidad de Pujato, como se observa en la siguiente ***Fig. N°3***.

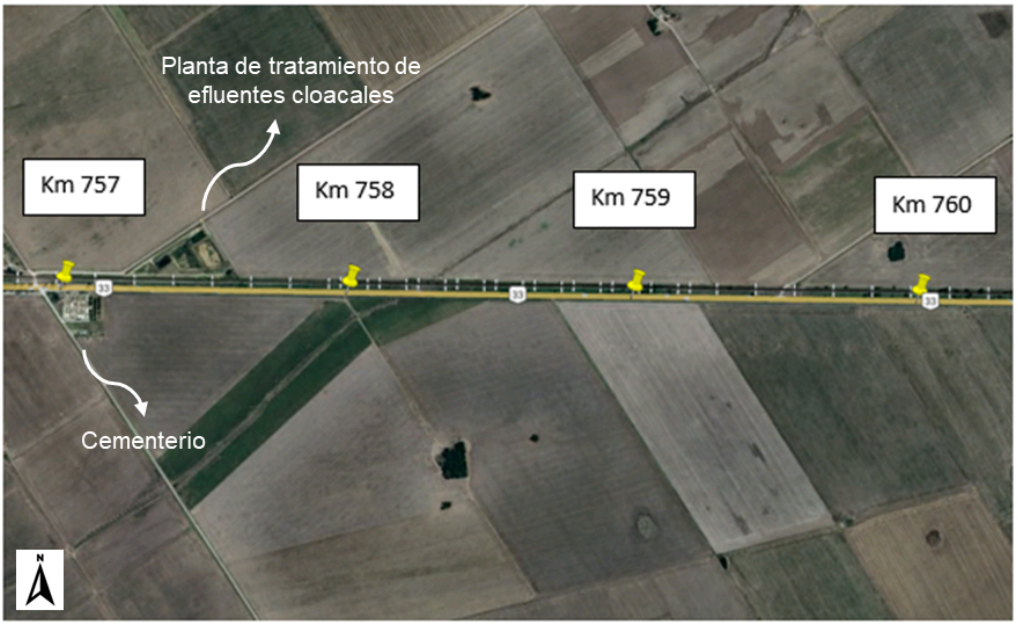


Fig. N°3. Progresivas de Km en el tramo en estudio.
Fuente: *Google Earth.*

3. Planteo de la problemática.

Motivo de la intervención:

El sector en cuestión presenta problemas recurrentes de inundación durante eventos de lluvia, lo que genera cortes en la circulación, afectando tanto al tránsito liviano como al pesado. Esta situación provoca interrupciones en la conectividad, demoras en el transporte de bienes y personas, mayores costos logísticos, y sobre todo, presenta riesgos para la seguridad vial.

La zona se inunda debido a que se encuentra comprendida en un bajo natural que presenta el terreno, por lo cual funciona como una zona de acumulación natural de agua. Cuando la cantidad de lluvia es mucha y el suelo se satura, el bajo se llena rápidamente y el drenaje de agua que cruza la ruta no da abasto (el agua es conducida por un canal natural y cruza la ruta mediante alcantarillas de hormigón bajo la misma), lo que termina con el agua circulando por encima de la calzada.

Se desarrollan a continuación, diferentes noticias recopiladas de portales Web acerca de la problemática nombrada:

- "Las intensas lluvias provocaron el corte de la ruta 33, entre Pujato y la A012", 6 de Febrero de 2014.[2]

La noticia comenta que La Oficina de Prensa de la Dirección Nacional de Vialidad informó que debido a las intensas lluvias se interrumpió totalmente el tránsito por la RNN°33, entre

[2] *Fuente:* La Capital.
https://www.lacapital.com.ar/las-intensas-lluvias-provocaron-el-corte-la-ruta-33-pujato-y-la-ao12-n459514.html

Pujato y el cruce con la RNN°A012. Para evitar ese tramo de ruta, se debía utilizar como desvío la RPN°26 a la altura de la localidad de Casilda, hasta empalmar con la autopista Rosario-Córdoba, en Carcarañá.

Fig. N°4.1. Imagen aérea de cortes por inundación del tramo en estudio.

- "La Ruta 33 volvió a inundarse y complicó el tránsito entre Pérez, Zavalla y Pujato", 10 de Abril de 2017.[3]

En esta noticia se indica que ya es una costumbre "indeseada" que ante jornadas de intensas precipitaciones la RNN°33 queda casi intransitable. Tal es así, que en dicha ocasión el fenómeno obligó a la intervención de los bomberos para asistir a los conductores.

Fig. N°4.2. Pérdidas materiales debido a la inundación

[3] *Fuente:* VíaPaís. https://viapais.com.ar/rosario/91723-la-ruta-33-volvio-a-inundarse-y-complico-el-transito-entre-perez-zavalla-y-pujato/

- “Corte de la ruta 33 entre Zavalla y Pujato”, 30 de Octubre de 2018.[4]

Se muestra en imágen, la calzada totalmente inundada debido a las intensas lluvias, lo cual implicó el anegamiento de de la misma entre Zavalla y Pujato, obligando a los conductores a desviar a Casilda, tomando la RPN°26.

Fig. N°4.3. Noticias de cortes por inundación del tramo en estudio.

La intervención propuesta consiste en realizar un alteo de la calzada y resolver el desagüe por debajo de la misma, elevando el nivel de la rasante de la ruta por encima de la cota de inundación, de forma de asegurar que no se acumule agua sobre la misma. Esta medida estructural permitirá que la vía permanezca operativa incluso en condiciones climáticas adversas, asegurando la continuidad del tránsito y mejorando significativamente la calidad del servicio vial.

El lineamiento prioritario a la hora de diseñar el alteo y por el cual se decidió aplicar esta solución, fue que las condiciones hidráulicas aguas abajo y aguas arriba de la zona proyectada no deben modificarse sustancialmente (luego del alteo) para no favorecer o perjudicar a propietarios de los campos linderos, así como a los habitantes de las localidades aguas abajo, garantizando de esta manera el respeto de las condiciones hidráulicas preexistentes, evitando así posibles alteraciones en el régimen de escurrimiento.

4. Estudio hidrológico e hidráulico.

Un estudio hidrológico es esencial en una obra de éste tipo porque permite analizar el comportamiento del agua en la zona y diseñar soluciones adecuadas para poder así resolver la problemática existente.

[4] *Fuente:* RufinoWeb. https://rufinoweb.com.ar/corte-la-ruta-33-zavalla-pujato/

Cuando se realiza un alteo, se modifica el nivel del terreno natural, lo cual altera el escurrimiento superficial del agua de lluvia y de posibles cauces, generando una retención del escurrimiento.

El estudio hidrológico es aquel que se realiza sobre una cuenca donde se evalúa la generación de caudales, a través de datos de lluvia con el objetivo de obtener caudales de escorrentía superficiales que serán relevantes para el análisis hidráulico de la obra a proyectar.

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del arroyo Ludueña, la cual cuenta con una extensión total de 750 Km2. Se amplia información sobre la misma en el apartado **4.1**.
Se analizará la dinámica hídrica de la zona de estudio, esto incluye la topografía general de la zona de emplazamiento, definiendo zonas altas, bajas, intervenciones antrópicas, sentidos de escurrimiento naturales, canales abiertos y todo otro elemento que sea parte de la hidrología del lugar.

En la ***Fig. N°5*** se distinguen las curvas de nivel cada 2,5 m, digitalizadas a partir de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) correspondientes a la zona de estudio de la ruta. En un primer análisis se puede mencionar, que a medida que avanza en progresiva de la ruta con sentido hacia el oeste-este, lo cruzan diferentes bajos naturales con dirección Suroeste-Noreste.

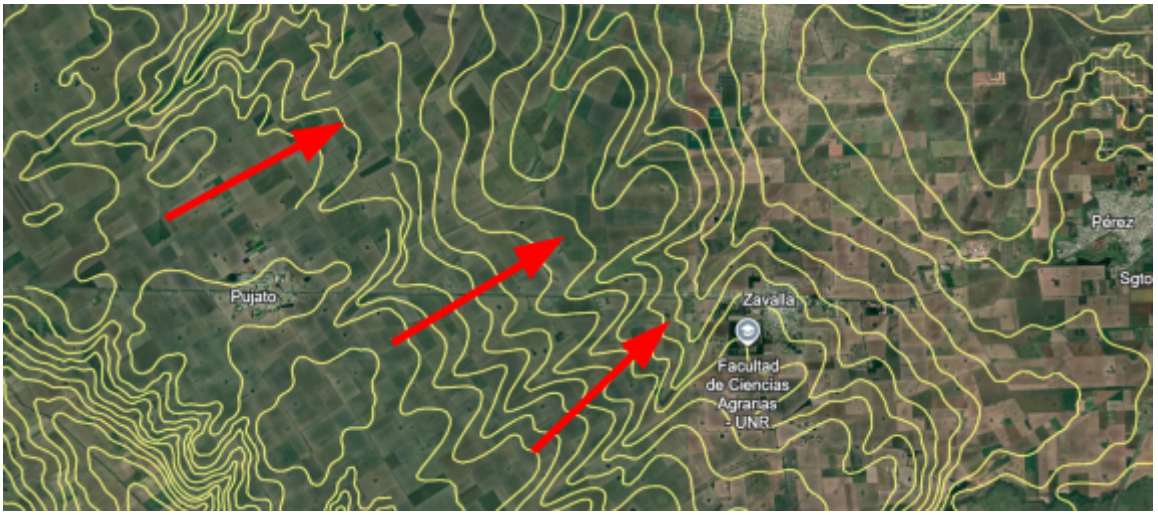


Fig. N°5*. Curvas de nivel en la zona de estudio.*
Fuente: *Google Earth.*

Además de los escurrimientos por diferencias de nivel, es necesario determinar la posición de elementos propios de la intervención antrópica, como lo son terraplenes, alcantarillas transversales, alcantarillas laterales, puentes y cunetas; que serán fundamentales para la determinación de las distintas cuencas de aporte con las que se harán los dimensionamientos y verificaciones.

En las ***Fig. N°6*** y ***N°7*** se esquematizan las posiciones de las distintas alcantarillas existentes cercanas a la zona de estudio.

***Fig. N°6**. Relevamiento de hechos existentes de interés.*
***Fuente:** Google Earth.*

***Fig. N°7**. Relevamiento de hechos existentes. Ubicación de alcantarillas.*
***Fuente:** Google Earth.*

La numeración de las alcantarillas se corresponde a la del Plano N°02 del anexo antecedentes al final del informe. En dicho plano, se especifican las características de cada alcantarilla. Como descripción general a las ***Fig. N°6*** y ***N°7***, se menciona que las alcantarillas 1, 2 y 5 cruzan caminos rurales, las alcantarillas 3 y 6 cruzan las vías del ferrocarril y la alcantarilla 4 cruza la RNN°33.

La ***Fig. N°8***, extraída de Google Earth, evidencia una falta de mantenimiento en las alcantarillas de la zona (en este caso, alcantarilla 3), la presencia de vegetación alta puede obstruir el paso del agua, reducir la capacidad de desagüe y aumentar el riesgo de socavaciones. Es necesario realizar tareas de limpieza y desmalezado para asegurar su correcto funcionamiento hidráulico.

***Fig. N°8**. Estado actual de Alcantarilla N°3.*
***Fuente:** Google Earth.*

En la ***Fig. N°9***, entre los Km 757 y Km 758 del tramo en estudio, se encuentran los accesos al cementerio de Pujato (al sur de la ruta) y a una planta de tratamiento de efluentes cloacales (al norte de la ruta). En el diseño de la obra que se presenta, se busca no alterar el funcionamiento de dichos lugares.

***Fig. N°9**. Planta de tratamiento de líquidos cloacales (rojo) y cementerio (azul) - Pujato.*
***Fuente:** Google Earth.*

4.1 Características físico-naturales.

La información para este apartado se extrajo del "*Informe de cuencas de arroyos del sudeste de Santa Fe y norte de Buenos Aires. Elaborado por María Victoria Dente".*
La región en la que se encuentra el tramo en estudio se denomina Pampa Ondulada, pertenece a una subregión de la llanura Pampeana. Esta región se encuentra conformada por rocas cristalinas, las cuales se apoyan sobre una gruesa formación de polvos que fueron transportados y depositados desde las regiones montañosas que se encuentran al oeste de la región, formando el loess pampeano, y sedimentos marinos y que finalmente se encuentran cubiertos por una capa humífera de un extraordinaria fertilidad que beneficia las actividades agrícolas en la zona.

La Pampa Ondulada presenta un relieve de suaves ondulaciones, con presencia de barrancas, bajos y terrazas fluviales. Los diferentes arroyos y ríos que se encuentran presente en esta región tienen su fin en el Río Paraná, quien presenta una barranca continua.

Los suelos pertenecen a la familia de las arcillas finas, con textura franco-limosa, con bajo contenido de arena. En cuanto al escurrimiento en estos suelos tenemos que, debido a las pendientes presentes, tienen leves dificultades para la penetración, distribución y aprovechamiento del agua.

La cuenca se encuentra al este de la región de pastizales de la pampa húmeda. Con pendiente hacia el este y un relieve ondulado.

En cuanto a la flora, esta cuenca tiene ausencia de árboles, teniendo una mayor extensión de pastizales de media y gran altura. En menor medida y aislados se presentan bosques caducifolios con un fuerte control edáfico o topográfico sobre suelos calcáreos, barrancas y bordes de lagunas. Las praderas son de las especies flechillar, jume, pastizales de médano y pajonales anegadizos. Hay elevadas especies de origen europeo. Hacia el oeste hay un aumento de especies que pueden vivir en condiciones arenosas (psamófilas) y presencia de especies leñosas.

Los suelos que se encuentran son de color pardos o negros y con una gran cantidad de nutrientes con alta tasa de retención, y hacia el oeste se encuentran suelos arenosos.
Por último, en lo que a fauna se refiere, se puede destacar animales carnívoros como puede ser el puma, gato montés, zorro gris pampeano, zorrino, hurones y otros mamíferos como la vizcacha y los cuises, armadillos y comadrejas; aves como el ñandú, chajá, perdices, martinetas, numerosos pájaros, rapaces y aves asociadas a ambientes acuáticos como garzas, gallaretas, cuervillo, cigüeña, biguás, entre otros.

El clima templado pampeano o húmedo, con lluvias suficientes, sufre la acción de vientos Pampero, Sudestada y Norte. La temperatura media anual es de 16.7ºC y la precipitación media anual de 1000 mm, concentrada en la estación cálida.

4.2 Aspectos socio-económicos.

La información para este apartado se extrajo del "*Informe de cuencas de arroyos del sudeste de Santa Fe y norte de Buenos Aires. Elaborado por María Victoria Dente".*

La economía de la llanura pampeana es la más desarrollada de la Argentina. Y tiene en la producción agrícola y ganadera su mayor potencial, ya que los recursos que se obtienen son en gran medida el sustento del país. Ellos constituyen la mayor parte de las exportaciones nacionales.

La producción cerealera abarca casi la totalidad de la superficie pampeana. Se destacan los cultivos de trigo, maíz, girasol y soja, y entre los granos forrajeros, avena, cebada, centeno, mijo y sorgo. Es importante la producción de cereales oleaginosos, como el lino y el maní, además de los ya mencionados girasol y soja.

En general, el clima benigno de la pampa convierte a la región en la zona ganadera por excelencia. Las principales razas vacunas, que es el rubro ganadero más importante, son la Hereford, Shorthorn y Aberdeen Angus.

Se trata de un ganado refinado, que se destina a la producción de carne, mientras que para la actividad tambera los planteles se integran con ganado de la raza Holando Argentino. Esta actividad abastece de leche fresca a las industrias lácteas, para la elaboración de leche pasteurizada, quesos, manteca, dulce de leche, leche en polvo y otros productos derivados.

4.3 Determinación de las subcuencas de estudio.

La siguiente información se extrajo del *"Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo",* realizado mediante un convenio entre el Instituto Nacional del Agua (INA) y el Ex-Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio ambiente del Gobierno de Santa Fe.

Tal como fue mencionado, la zona de estudio está dentro de la cuenca del arroyo Ludueña, limitando al Noroeste con la cuenca del arroyo San Lorenzo. Ambas tienen una superficie de 750 Km2 y 580 Km2 respectivamente, totalizando una superficie de 1330 Km2.

En la siguiente ***Fig. N°10***, pueden visualizarse las divisiones mencionadas, dentro de las cuales se encuentran las ciudades de Rosario, Pérez, Zavalla, Funes, Roldán y otras, constituyendo el conglomerado urbano denominado Gran Rosario.
A estas ciudades llegan diferentes accesos viales y ferroviarios en forma radial y otros, circunvalan las ciudades y sus alrededores, dejando superficies encerradas que afectan el sistema hidrológico. Muchos de estos caminos y vías férreas, fueron realizados en diferentes épocas, donde los caudales de diseño eran inferiores a los actuales por el cambio de usos del suelo, entre otros factores.

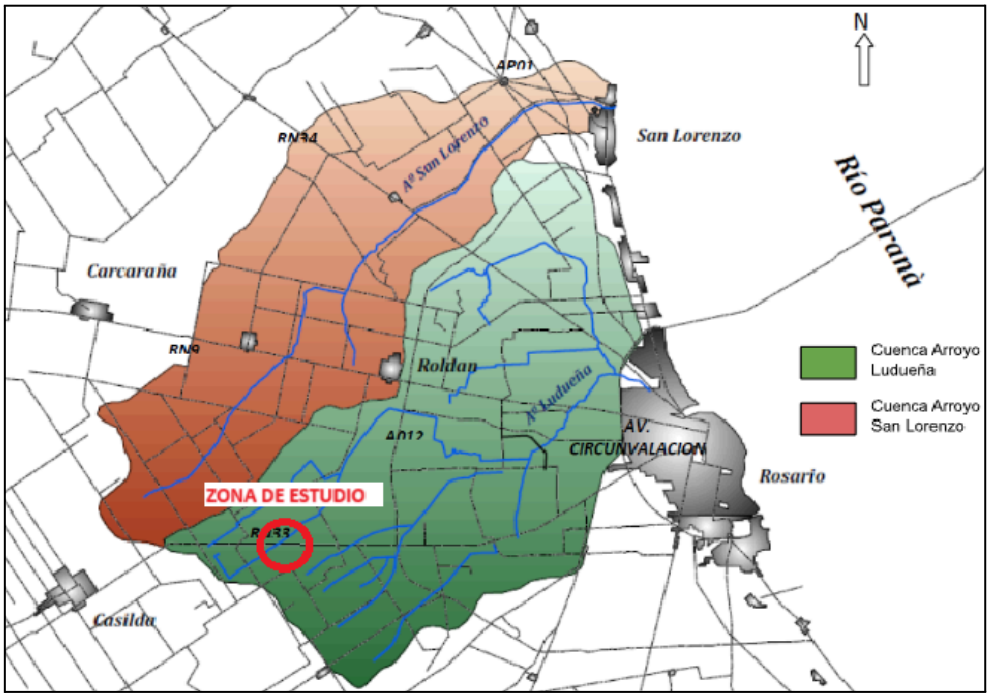


Fig. N°10*. Cuencas de la región de estudio.*
Fuente: *Convenio INA-MASPYMA.*

La cuenca del Arroyo Ludueña limita al sur con la cuenca del Arroyo Saladillo, al norte y oeste con la cuenca del Arroyo San Lorenzo, y al este con el río Paraná, donde desemboca. Esta cuenca engloba parte del casco urbano de la ciudad de Rosario.

Tiene un área de aporte de aproximadamente 750 km² y una pendiente media de 0,00141 . Su cabecera se ubica en la cota 70 del Sistema Geográfico Nacional.

En la cuenca del Arroyo Ludueña existen nueve poblaciones importantes que en conjunto superan el millón de habitantes. En las áreas rurales se desarrolla una agricultura de secano, en las áreas bajas se observa ganadería, y en algunos sectores también se practica la horticultura.

La cuenca del Arroyo Ludueña fue dividida en tres grandes áreas (***Fig. N°11***): la alta cuenca (rojo) , ubicada al suroeste de la RNN°A012; la cuenca media (naranja), desarrollada entre la ruta mencionada y la avenida de circunvalación; y la baja cuenca, que se desarrolla al este de la misma hacia su desembocadura en el río Paraná.

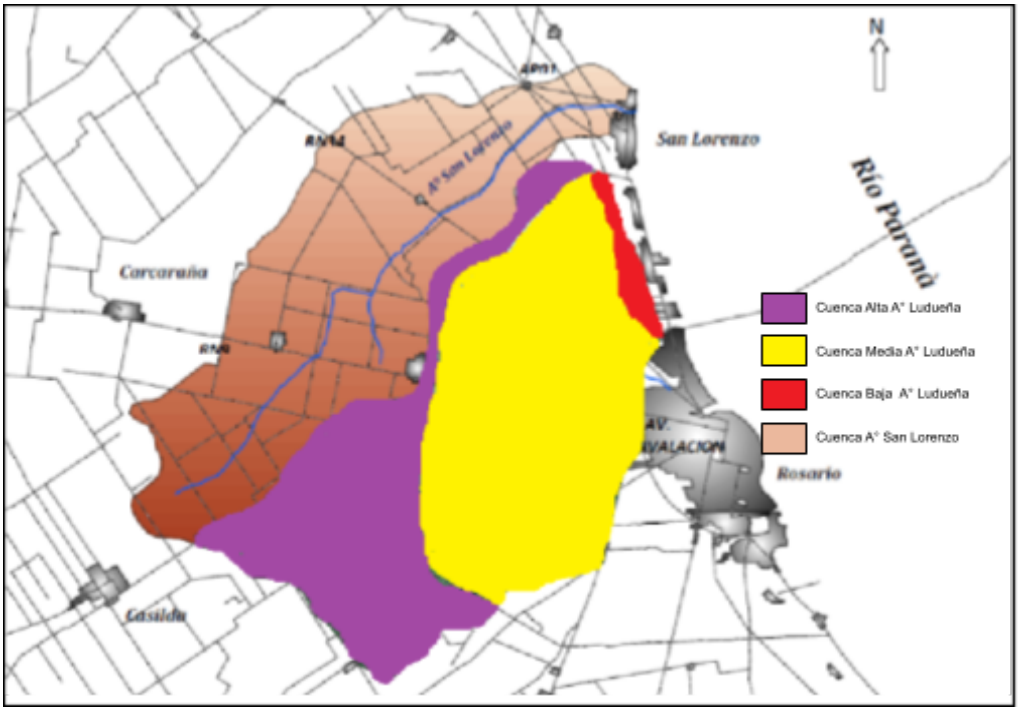


Fig. N°11*. Cuenca alta, media y baja dentro de la cuenca del Arroyo Ludueña.*
Fuente: *Convenio INA-MASPYMA.*

En la cuenca superior y media, (violeta y amarillo) se identificaron zonas con uso de suelo eminentemente agrícola-ganadero y una zona mixta en la cuenca baja (rojo) con agricultura, horticultura, pequeñas granjas, basurales y desarrollos urbanos.

Se ha observado que las estructuras viales y ferroviarias producen subdivisiones interiores y generan restricciones al escurrimiento, lo que puede causar anegamientos importantes, especialmente en las intersecciones con rutas como la RNN°A012, la autopista Rosario-Córdoba y nuestra ruta en estudio, la RNN°33. También se produce un trasvase entre la cuenca del Arroyo Ludueña y la del Arroyo San Lorenzo debido a que sus límites altimétricos naturales no son importantes y/o fueron modificados por la cuadrícula vial.

4.4 Subcuencas estudiadas

Dentro de la cuenca del Arroyo Ludueña pueden identificarse subcuencas de aporte, entre ellas, las que nos convocan son: La cuenca del Canal La Legua y La Media Legua.

El canal de La Legua ha generado importantes inundaciones en la ciudad de Roldán por lo que se alteró hace unas décadas la calle de la legua de manera provisoria para el control del canal. Dado que se debía estudiar una obra definitiva, se proyectó una presa de retención de crecidas a la que se llamó **Cierre 3,** según lo menciona el *Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo"* realizado por el el Instituto Nacional del Agua en Convenio con *servicios públicos y medio ambiente del Gobierno de Santa Fe* del año 2015.

El **Cierre 3** (***Fig. N°12***) del sistema de regulación de la cuenca media y alta del Arroyo Ludueña se ubica sobre el canal La Legua. Este cierre tiene como objetivo controlar los excesos superficiales que influyen en las áreas urbanas de Roldán y Funes, evitando el desborde del canal y disminuyendo el nivel máximo en la presa del arroyo Ludueña, la cual es una infraestructura hidráulica ubicada en las cercanías de las localidades de Pérez y Funes, que tiene como principal objetivo mitigar el riesgo de inundaciones en la ciudad de Rosario y áreas aledañas.

Se ha configurado este reservorio de amortiguación, cuyo caudal de salida influye directamente sobre las áreas urbanas de Funes y Roldán, y desemboca en la presa del Arroyo Ludueña.

El cierre 3 permite controlar un 29% de superficie de la cuenca de aporte a la Presa Ludueña.

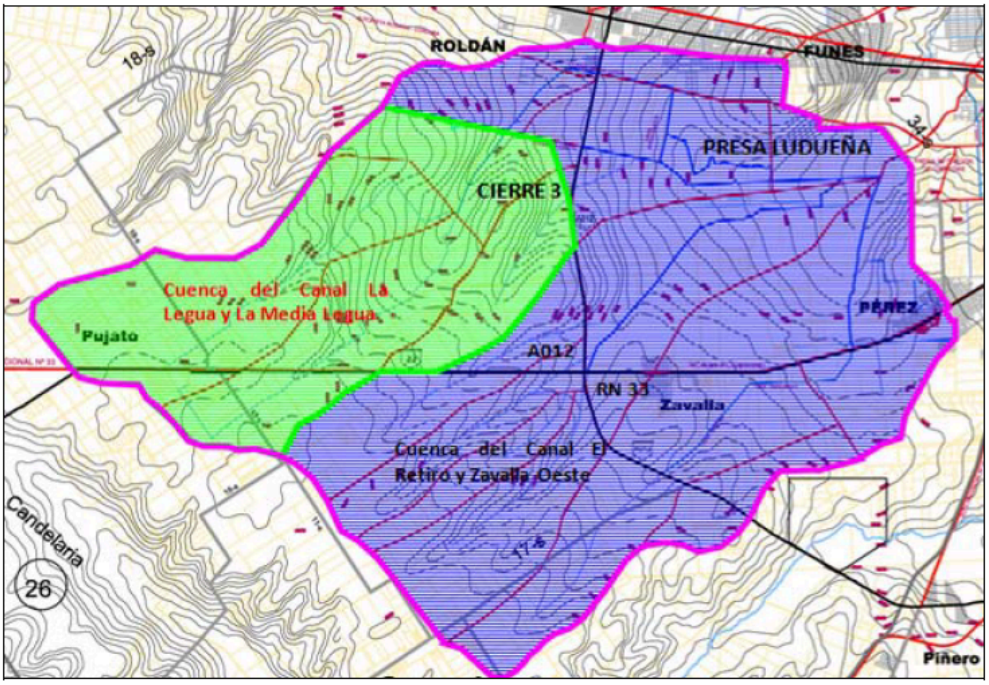


Fig. N°12*. Desarrollo del Cierre 3.*
Fuente: *Convenio INA-MASPYMA.*

5. Análisis Hidráulico.

Dado que el objetivo es elevar la vía de comunicación sin modificar su funcionamiento hidráulico se debió realizar un estudio hidráulico tanto para la situación actual como para la futura. Para dicho análisis se utilizó el software libre "Programa de Análisis Hidráulico de Alcantarillas HY-8" de la Administración General de Carreteras de los Estados Unidos, donde se cargaron los datos obtenidos del informe *"Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo" antes mencionado*.

El software HY-8, según el manual de usuario, calcula la elevación del nivel de aguas arriba y los perfiles de la lámina de agua a través de un cruce de alcantarilla. Para realizar estos cálculos, HY-8 determina la información hidráulica de cada componente del cruce de alcantarilla.

En el informe antes mencionado, se utilizó el software HEC-HMS, un programa gratuito del cuerpo de Ingenieros del ejército de los Estados Unidos, para la modelación de procesos de precipitación-escorrentía en diferentes escenarios hidrológicos. El mismo realiza el proceso de generación del modelo desde la creación de la geometría, entrada de datos de análisis, ejecución del modelo, y exportación de los datos. En el modelo hidrológico se consideró el método de Green y Ampt como método de pérdida de escurrimiento, método Clark como método de transformación lluvia - caudal y método de Muskingum Cunge como método de propagación de crecidas.

En la ***Fig. N°13*** se muestra una imagen del modelo HEC-HMS, utilizado por el INA en el Convenio mencionado precedentemente para el análisis hidrológico de la cuenca del arroyo Ludueña. En dicho estudio las alcantarillas existentes se tomaron en cuenta como estructuras de regulación, donde cada una tiene un área de inundación y una ecuación de descarga. En dicho modelo se analizaron dos condiciones de humedad de suelo, una condición severa y una condición moderadamente alta que depende de la saturación máxima del suelo y a las condiciones planteadas en la Ley N° 13.246. Para la calibración de sus parámetros se utilizó la tormenta producida en el mes de octubre del 2012 y se validó el comportamiento hidrológico del mismo para la tormenta que se produjo en diciembre del 2012.

En las Tabla Nº1 y N°2 del anexo Hidráulico, se observan los parámetros que se consideraron, teniendo en cuenta las condiciones de humedad antecedentes para las condiciones anteriormente enunciadas.

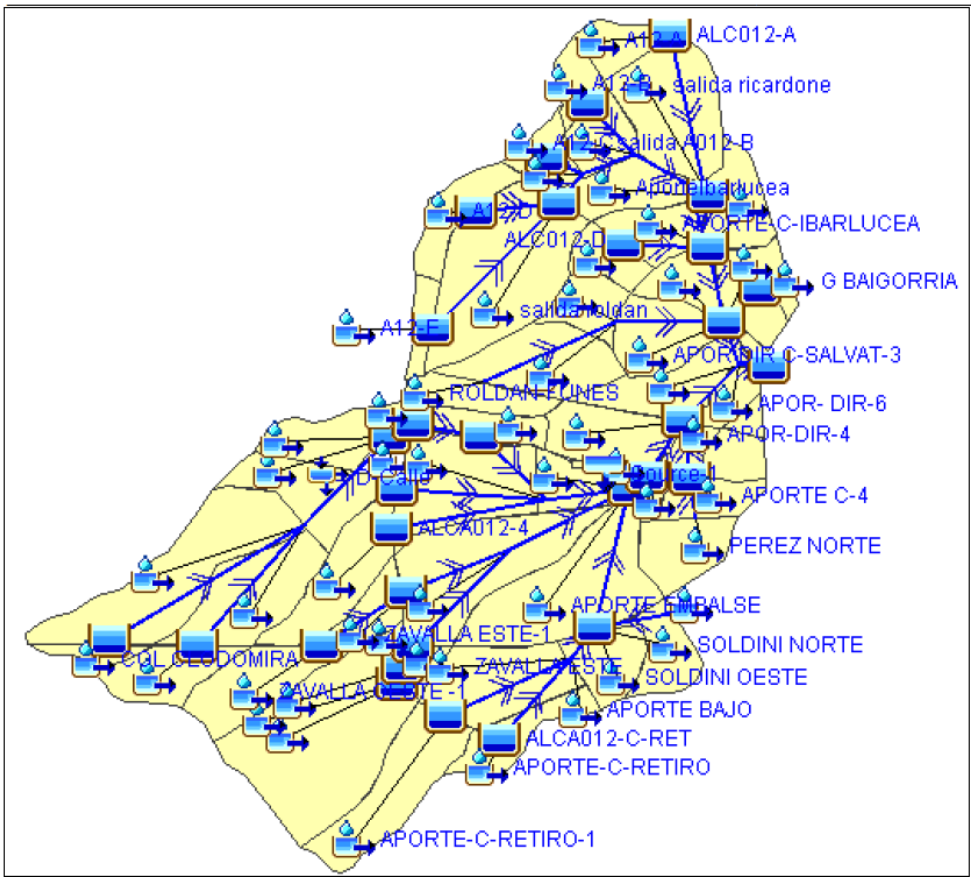


***Fig. N°13**. Topología de la cuenca del Arroyo Ludueña.*
***Fuente:** INA 2015.*

Concretamente, los datos extraídos de este modelo, y que fueron brindados por la cátedra, son el caudal aguas arriba de la alcantarilla N°4 (***Fig. N°7***) que genera la cota máxima de embalse, el cual corresponde a 31 m³/s con una tormenta de 5 días con una recurrencia de 100 años ya que según Vialidad Nacional, *"Con respecto a los Puentes el tiempo de recurrencia de diseño será de 100 años, para el cual la revancha generada por el fondo de la viga y la cota máxima creciente será 1 metro y el tiempo de recurrencia de verificación será 200 años, de tal manera que el puente trabaje a superficie libre"*. Se adjuntan en la tabla 1 los resultados del análisis.

Los datos cargados fueron obtenidos por la cátedra. El software utilizado fue HEC-RAS, un programa gratuito del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, para la modelación de inundaciones en ríos naturales y otros canales. En el mismo se modeló el cauce natural con la interposición de la ruta y el ferrocarril. Se observa en la ***Fig. N°14*** las secciones estudiadas.

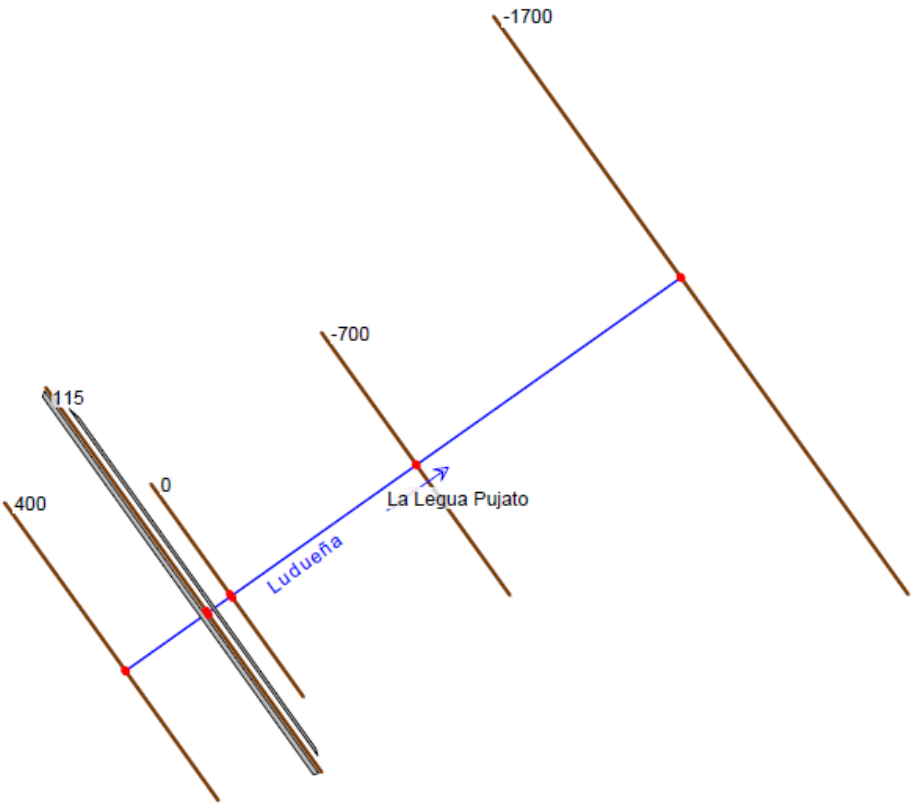


Fig. N°14. *Secciones estudiadas del Arroyo de La Legua. Modelación realizada en HEC-RAS.*
Fuente: *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

Y en la ***Fig. N°15*** se observa una vista aérea desde Google Earth de las secciones mencionadas en la ***Fig. N°14.*** Donde cada una se encuentra en el cauce natural de color amarillo.

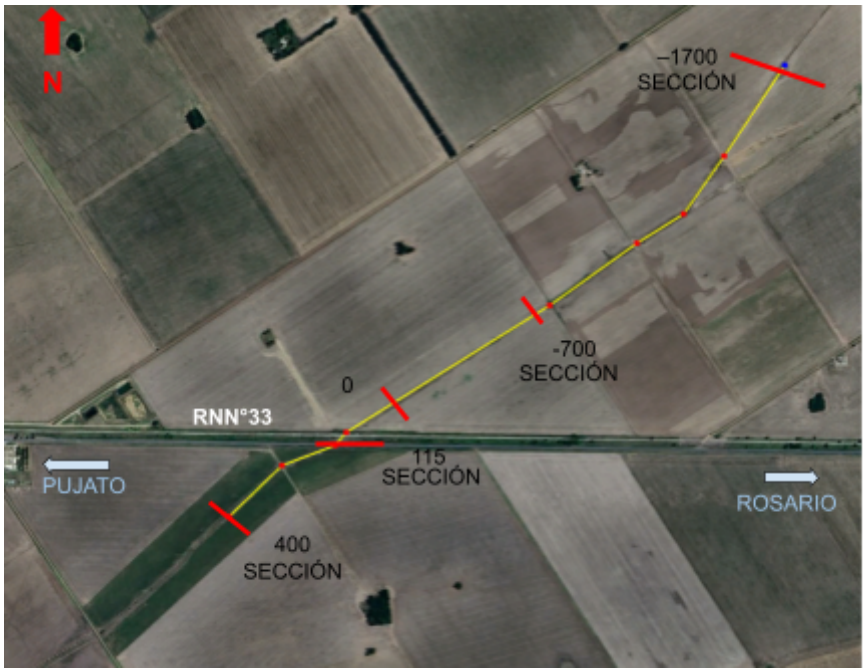


Fig. N°15. *Secciones estudiadas del Arroyo de La Legua. Vista Aérea.*
Fuente: *Google Earth*

El perfil cargado para la vía de comunicación estudiada ubicada en la progresiva RS = 115, aguas arriba, se observa en la ***Fig. N°16***. En la misma se modelaron las dos alcantarillas de sección circular existentes y una rasante horizontal como se adopta posteriormente en el anteproyecto en línea llena color roja.

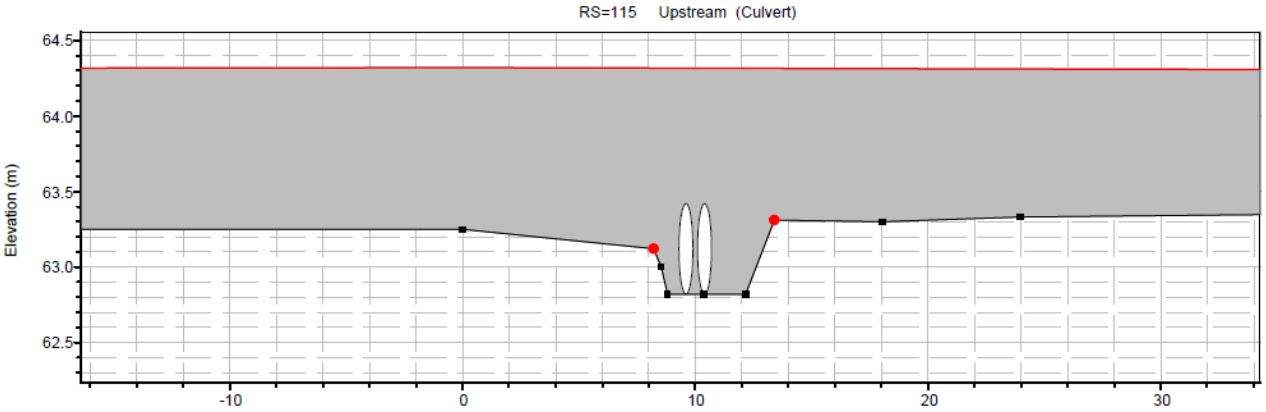


Fig. N°16*. Secciones estudiadas del Arroyo de La Legua, ruta 33 aguas arriba. Modelación realizada en HEC-RAS.* ***Fuente:*** *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

En la ***Fig. N°17*** se muestra el mismo perfil pero, en este caso, en una sección aguas abajo de la ruta.

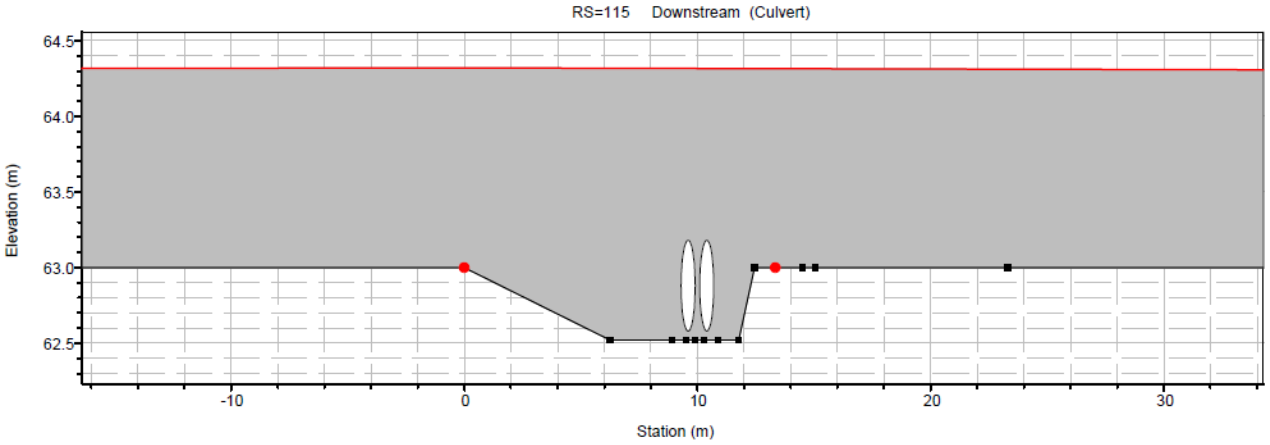


Fig. N°17*. Secciones estudiadas del Arroyo de La Legua, ruta 33 aguas abajo. Modelación realizada en HEC-RAS.* ***Fuente:*** *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

Además se modeló el perfil correspondiente al ferrocarril ubicado en la progresiva RS = 70, aguas arriba, ***Fig. N°18***. Se observa en línea llena color roja la rasante del mismo.

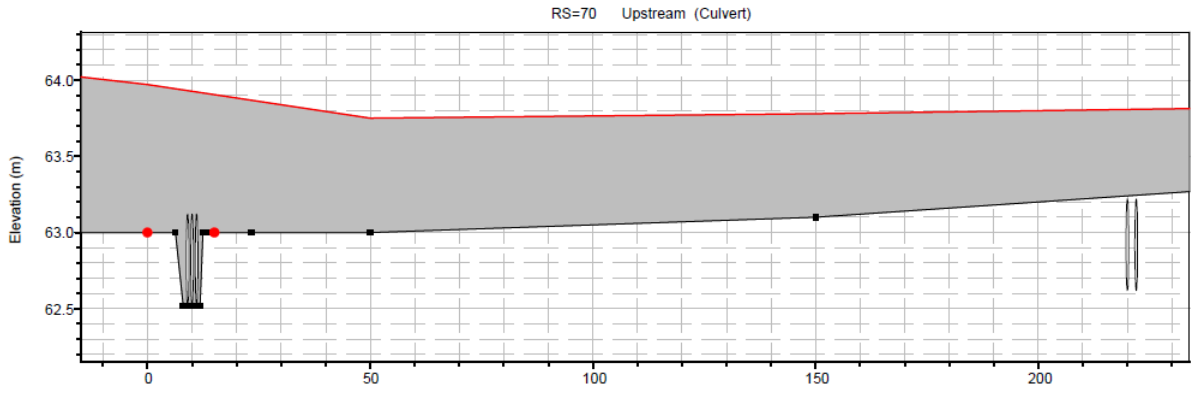


***Fig. N°18**. Secciones estudiadas del Arroyo de La Legua, ferrocarril aguas arriba. Modelación realizada en HEC-RAS. **Fuente:** Departamento de Hidráulica - FCEIA,*

En la **Fig. N°19** se observa el mismo perfil del ferrocarril, pero en una sección ubicada aguas abajo.

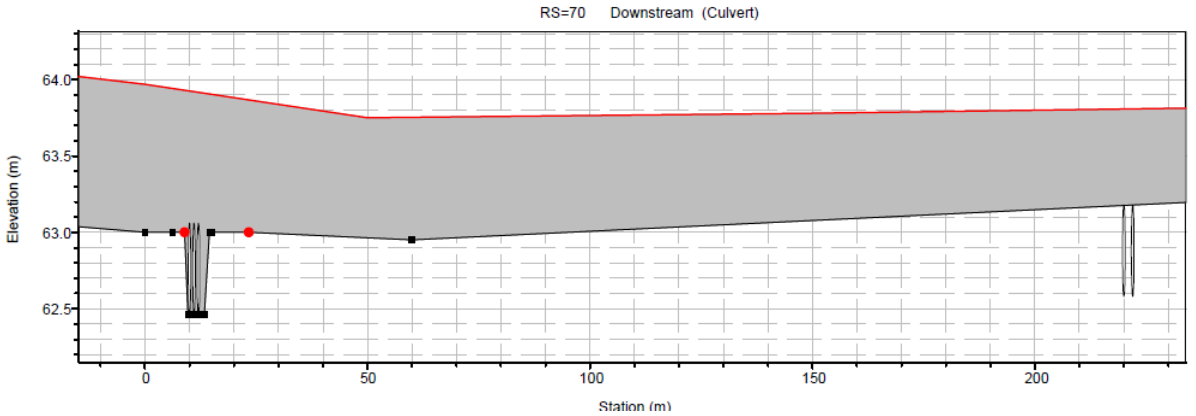


***Fig. N°19**. Secciones estudiadas del Arroyo de La Legua, ferrocarril aguas abajo. Modelación realizada en HEC-RAS. **Fuente:** Departamento de Hidráulica - FCEIA.*

En la ***Tabla 1*** se observan los caudales extraídos del modelo.

***Tabla 1**. Caudales datos. Obtenidos de HEC-RAS*

Sección	Solo Orificios [m3/s]	PF 2 [m3/s]	100 5D 1986 [m3/s]	20 5D [m3/s]	100 5D [m3/s]
400	1,7	5	22	25	31
0	2,2	8	34	45	57

***Fuente:** Departamento de Hidráulica - FCEIA,*

En dicha tabla, la “sección 400” corresponde a una sección ubicada aguas arriba de la alcantarilla N°4 (***Fig. N°7***) y la “sección 0” corresponde a una ubicada aguas abajo de la alcantarillas N°1 y N°2 (***Fig. N°7***).

A continuación, se simularon las diferentes situaciones utilizando este software, donde en la ***Fig. N°20*** se observa el perfil longitudinal completo del canal, con la presencia de la ruta y el ferrocarril, y los diferentes escenarios.

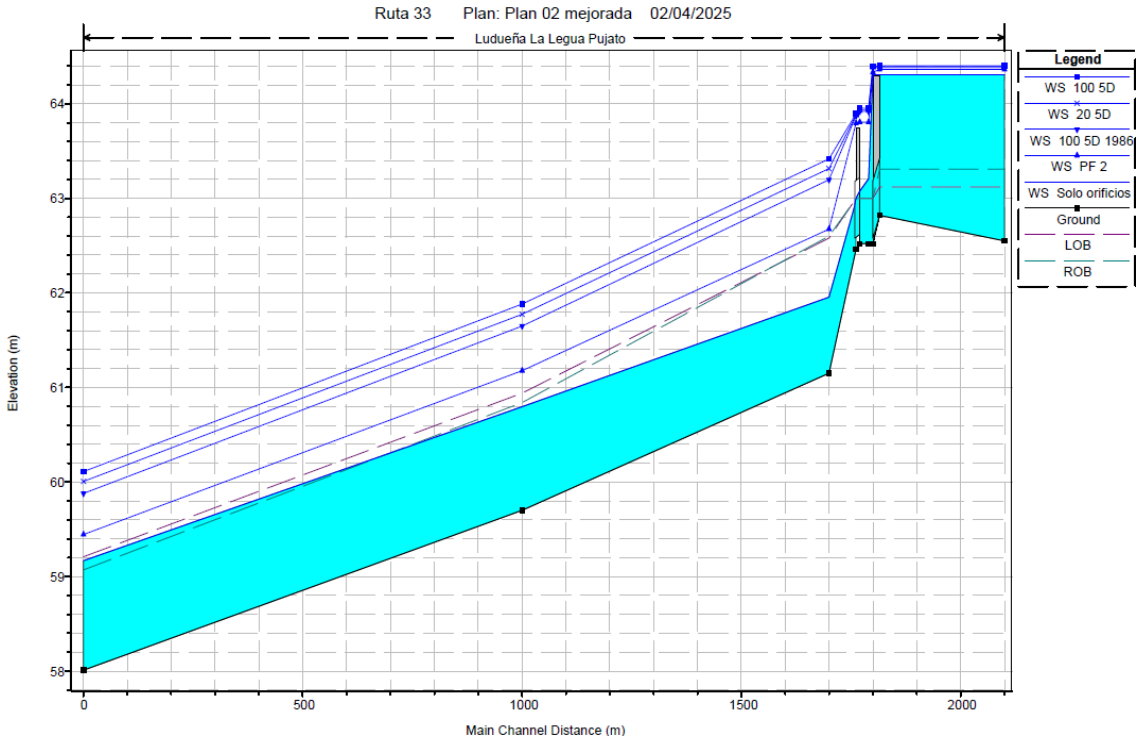


Fig. N°20*. Simulación perfil longitudinal completo del canal La Legua. Modelación realizada en HEC-RAS.* ***Fuente:*** *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

En la siguiente **Fig. N°21**, se visualiza con mayor detalle el área estudiada.

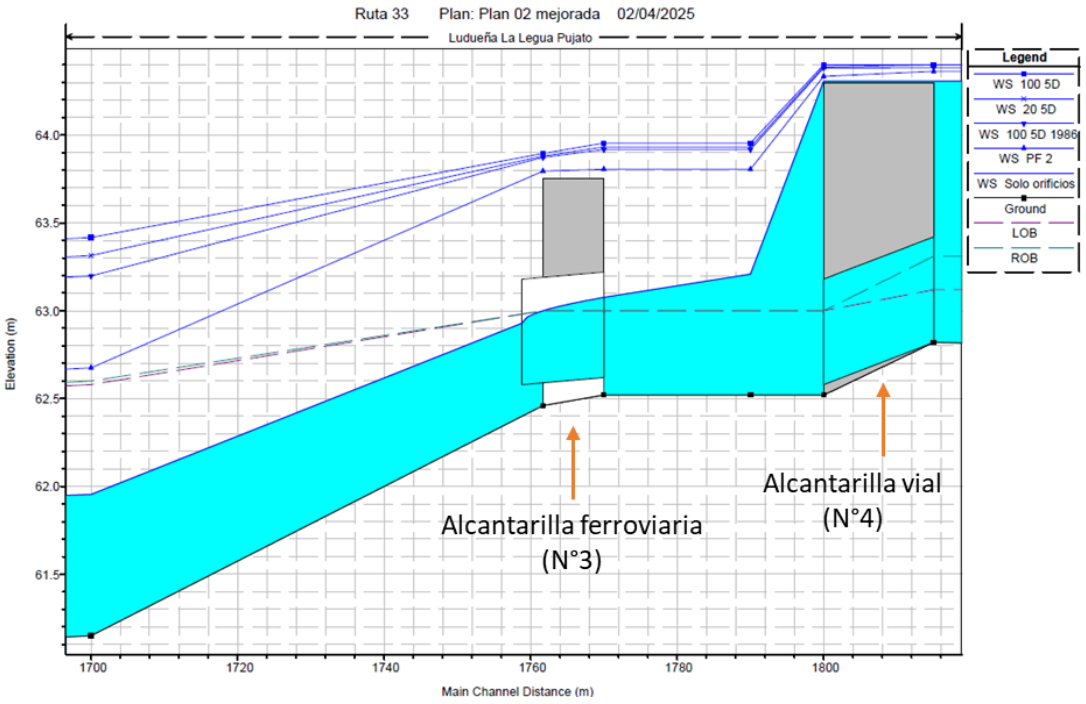


Fig. N°21*. Simulación perfil longitudinal zona de estudio del canal La Legua. Modelación realizada en HEC-RAS.* ***Fuente:*** *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

Por último, del software se extrajo las manchas de inundaciones correspondientes a cada escenario. En él se puede ver la vista superior y en color celeste las diferentes manchas de inundaciones.

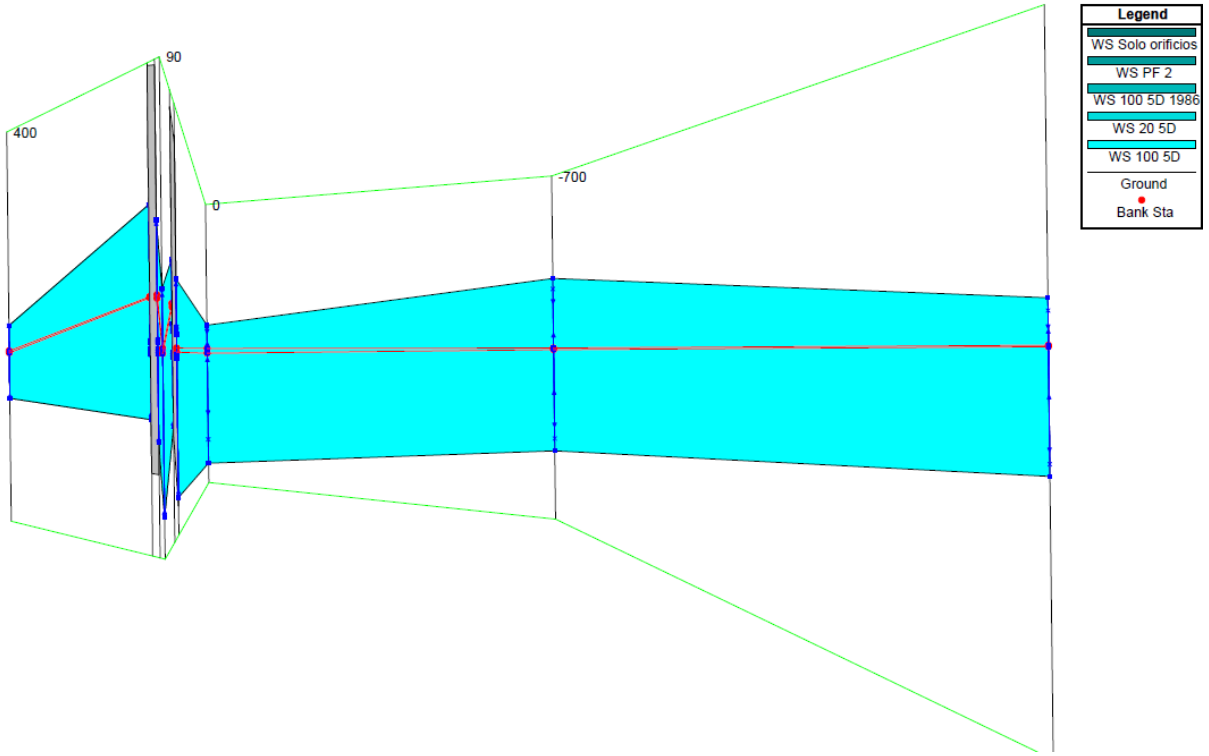


***Fig. N°22**. Manchas de inundación. Modelación realizada en HEC-RAS. **Fuente:** Departamento de Hidráulica - FCEIA*

Para que sea posible la correcta simulación hidráulica del software HY8, se deben cargar al programa datos de descarga, del canal aguas abajo de la sección, de la carretera, de alcantarillas y del sitio, que a continuación se detallarán.

5.1 Datos necesarios.

Para continuar con el análisis del objetivo principal planteado en este informe es necesario conocer:

- <u>Datos de corte de ruta y cota máxima de inundación.</u>
  Habiendo contactado con vecinos de la localidad de Pujato y habiendo realizado un análisis a diferentes videos y noticias se llega a la conclusión que el corte de ruta registrado es de 800 metros aproximadamente, llegando a un pelo de agua máximo de 30 cm por encima de la rasante de la RNN°33. Datos compatibles que se pueden observar en la altimetría en el apartado de Planos (Plano 03).

- <u>Caudal aguas arriba.</u>
  El caudal de descarga máximo, como se mencionó anteriormente, que escurre por la alcantarilla de estudio y sobre la ruta, se obtuvo a través del programa HEC–HMS. Dicho caudal, que corresponde a una lluvia de 5 días de duración con recurrencia de 100 años, es de 31 m³/s.

- Datos altimétricos.
  Con respecto a los datos altimétricos, se cuenta con el relevamiento tramo RNN°33 de la Dirección General de Estudios Básicos y Gestión de Tierras, del Ministerio de Infraestructura y Transporte de la provincia de Santa Fe, donde se puede ver la altimetría en el Anexo de Antecedentes.

- Modelación de alcantarilla existente realizada.
  La alcantarilla que se modeló, nuevamente corresponde al estudio de relevamiento en el departamento de San Lorenzo, en la ruta 33 ubicada en el distrito Pujato, mencionado anteriormente. Dicha alcantarilla corresponde a una sección de 2 tubos de hormigón circulares de 600 mm de diámetro, mientras que el ingreso y salida son rectangulares de 2 luces de 0,90 metros, altura de 1 metro, pila central de 0,25 metros, con platea, cabezal y alas a 45°. Las cotas de entrada y salida son 62,82 metros y 62,58 metros respectivamente, referidas a las cotas IGN. Y la cota de la rasante en esa progresiva es de 64,32 metros.

  Aguas abajo y en paralelo a la ruta, se ubican las vías del ferrocarril, bajo las cuales existe una alcantarilla de 3 tubos de hormigón con pilares y alas de mampostería y platea de hormigón, de diámetro 600 mm y longitud de 8,30 metros. Las cotas de entrada y salida son 62,47 metros y 62,53 metros aproximadamente, referidas a las cotas IGN.

  La presencia de la vía, teóricamente influye en el análisis del escurrimiento aguas abajo de la RNN°33. Este se tuvo en cuenta en los estudios realizados con HEC-RAS para determinar las condiciones de funcionamiento de la alcantarilla de la RNN°33 y esos resultados fueron usados para calibrar la modelación con HY8.
  La pendiente utilizada para esta alcantarilla, se obtuvo mediante una medición de la longitud de la misma, a través de Google Earth, la cual fue de 17,4 metros.

- Modelación canal existente realizado (aguas abajo).
  Para este punto, la sección del canal aguas abajo, se obtuvo mediante el estudio topográfico anteriormente mencionado donde dicha sección corresponde a una ubicada a 100 metros desde la alcantarilla 1-2 (***Fig. N°7***). Y, mediante las curvas de nivel, se obtuvieron los valles de inundación, dando como resultado final lo mostrado en la ***Fig. N°23***. Dicho perfil se hizo coincidir con la cota de salida de la alcantarilla existente, lo cual no es representativo, es por eso que luego se modificará el perfil cargado.

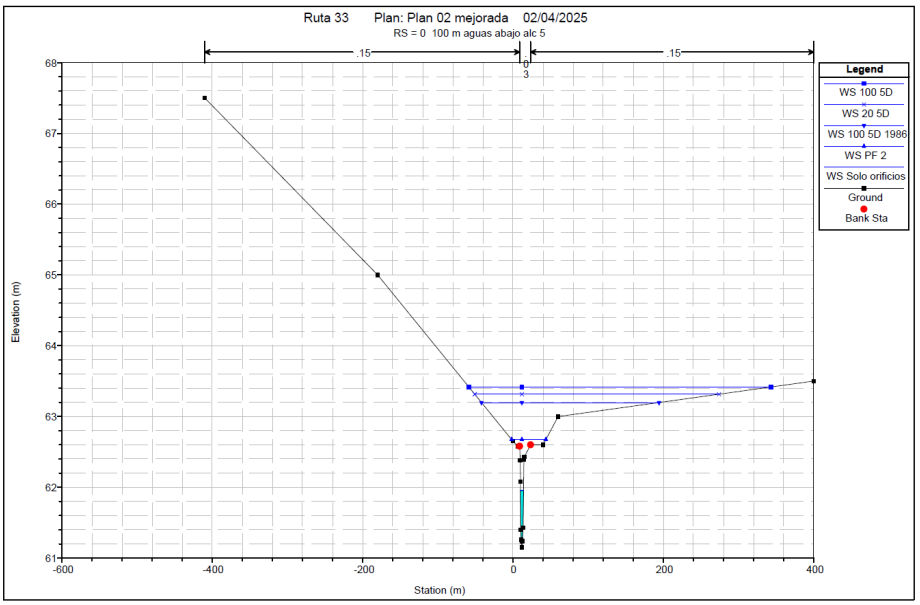


Fig. N°23**. Sección canal aguas abajo.* ***Fuente: *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

Además de cargar la sección propuesta, se cargan los coeficientes de Manning correspondientes. El coeficiente de Manning (n) representa la resistencia o fricción que tiene una superficie al flujo de agua. Es un factor importante para el cálculo de la velocidad y el caudal en canales abiertos y conductos. Estos coeficientes se obtuvieron de la ***Tabla N°2***, donde para el escurrimiento en el canal corresponde a "canales de tierra, con alguna vegetación y ripio" y para el escurrimiento en el valle de inundación corresponde al caso "terreno cubierto con monte natural".

***Tabla 2**. Coeficientes de Manning* [5]

	NATURALEZA DE LAS PAREDES	n
*	Canales de madera muy bien cepillada	0,009
*	Canales enlucidos (cemento puro) muy lisos	0,010
*	Conductos de material vítreo y de hierro nuevo	0,010
*	Canales o conductos revocados con mortero cementicio	0,011
*	Conductos de hierro sin asperezas y canaletas semicirculares de chapa de hierro galvanizado con juntas sin salientes	0,011
*	Canaletas de madera sin cepillar	0,012
*	Conductos de chapa metálica (D=1 a 3 m), juntas remachadas	0,013
*	Mampostería de ladrillo de máquina bien terminado, sin salientes	0,014
*	Mampostería de piedra labrada	0,014
*	Conductos de barro cocido (drenajes)	0,014
*	Conductos de hormigón premoldeado	0,014
*	Hormigón moldeado in-situ	0,016
*	Mampostería de piedras de cantera, caras lisas	0,017
*	Conducto de chapas acanaladas de hierro galvanizado sección circular y semicircular	0,019
*	Revestimiento de piedras en seco, muy bien ejecutados	0,019
*	Canaletas en tosca y greda compacta, paredes lisas	0,020
*	Canales en pedregullo o grava bien afirmada, sección rectangular	0,021
*	Canales revestidos con piedras en seco, partidas a combo	0,023
*	Canales en tierra, libres de vegetación y ripio suelto	0,025
*	Ríos de pendiente pequeña y mucho caudal	0,027
*	Canales de tierra, con alguna vegetación y ripio (mayoría de canales de irrigación en servicio)	0,030
*	Canales excavados en roca compacta, libres de salientes grandes	0,032
*	Canales y ríos con piedras sueltas y vegetación	0,037
*	Canales en roca esquistosa o granítica sin alisar las paredes	0,040
*	Ríos con plantas acuáticas y mucha vegetación	0,041
*	Canales de desagüe en servicio	0,045
*	Canales de desagüe con mucha vegetación, fondo y taludes irregulares	0,060
*	Zonas inundables entre endicamentos (ancho = 400 m; R = 1,30/1,60) terreno desmontado pero con raigones	0,048
*	Id.Id. terreno cubierto con monte natural	0,078

[5] *Fuente*: "ESCURRIMIENTO DE FLUJO A SUPERFICIE LIBRE.CANALES, Tema: Análisis y estudio del flujo permanente y uniforme" - Cátedra de Hidráulica de Canales Abiertos 2020. Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR.

Por último, se debe cargar al programa la pendiente de dicho canal. Para ello se utilizaron las cotas de puntos específicos, obtenidos del estudio topográfico y las distancias entre dichos puntos, mediante Google Earth, para obtener el perfil de escurrimiento (Ver Plano 02 - Perfil long. de escurrimiento de agua canal La Legua). La pendiente adoptada fue la menor de ellas, de 3,8 ‰, que corresponde al tramo ubicado entre la alcantarilla N°3 y 4 (***Fig N°7***) ya que la menor pendiente es la que gobierna el flujo porque controla la velocidad máxima a la que el agua puede escurrir en ese tramo. Esto se debe a principios físicos del movimiento del agua por gravedad y a cómo se comportan los flujos en canales abiertos.

Se descartan las pendientes menores porque se considera que no son representativas de nuestra ubicación.

Fig. N°24*. Escurrimiento del canal.*
Fuente: *Google Earth.*

Para analizar el alteo se cambió esta sección por la Curva H-Q brindada por la cátedra, extraída del modelo de HEC-RAS antes mencionado, ya que resultó más representativa.

Tabla 3*. Curva H-Q canal aguas abajo de la alcantarilla.*

Q [m3/s]	H [m]
0	62.580
1.800	63.100
5.000	63.800
31.000	63.950

Fuente: *Departamento de Hidráulica - FCEIA*

5.2 Verificación de Resultados.

Una vez cargados todos los aspectos mencionados en el punto anterior, se procedió a evaluar la situación que se tiene de dato, la lluvia de 5 días con recurrencia de 100 años, considerando un corte de ruta de 800 metros. Dicho corte corresponde a una cota de embalse máximo de 30 cm por sobre la cota de la rasante de 64,32 m, para un caudal máximo de 31 m³/s.

En la ***Fig. N°25***, correspondiente al corte transversal de la ruta en la progresiva de la alcantarilla existente, se observa dicha cota de máxima situación. Se destaca que la línea punteada azul corresponde a la cota del pelo de agua, aguas arriba y aguas abajo la línea punteada roja corresponde al tirante crítico. Mientras que la línea llena marrón corresponde al perfil transversal del camino. En dicho plano la alcantarilla existente está trabajando en situación ahogada.

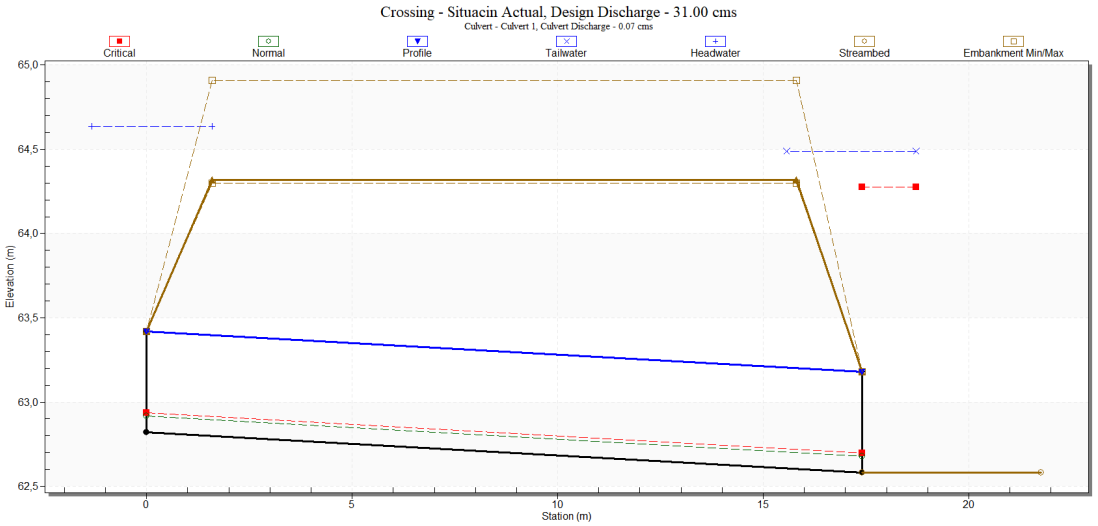


Fig. N°25*. Situación máxima cota de inundación.*
Fuente: *HY8, elaboración propia.*

En la ***Fig. N°26*** se observa la misma situación donde se obtiene la máxima cota de inundación, esta vez en un corte longitudinal. En color azul corresponde al pelo de agua y en color marrón la rasante de la ruta.

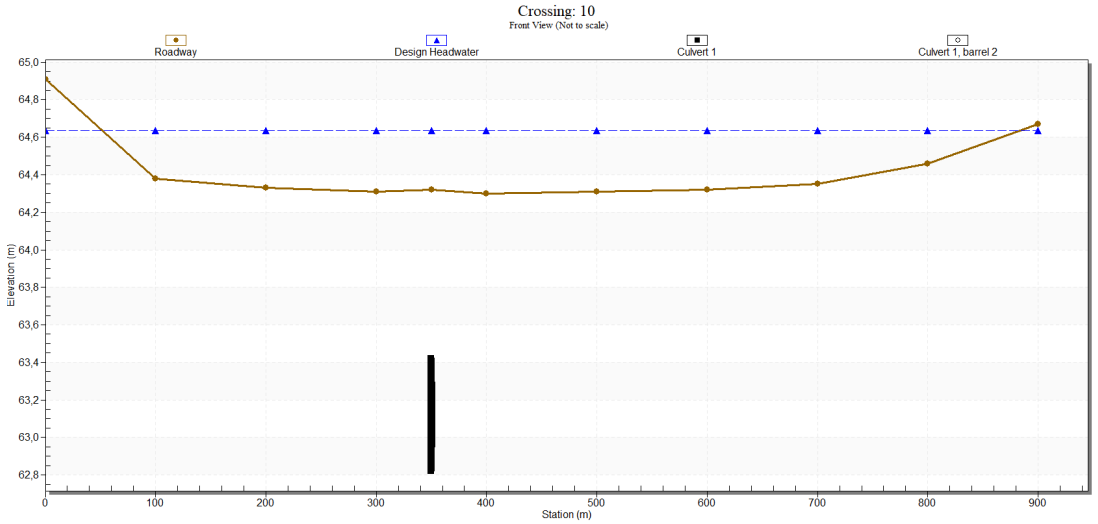


Fig. N°26*. Situación máxima cota de inundación.*
Fuente: *HY8, elaboración propia.*

Obtenido este resultado, se concluye que el modelo cargado arroja valores similares a la situación real actual, y se continúa con la evaluación de otros caudales de interés.

5.3 Escenarios estudiados para la situación actual.

En este apartado se evalúan diferentes escenarios modificando los caudales con el objetivo de considerar el control de caudales menores al de diseño. Estas situaciones fueron:

- Donde el pelo de agua, aguas arriba, alcance la cota de intradós de la alcantarilla existente.
- Donde el pelo de agua, aguas arriba, alcance la cota máxima de la rasante de 64,32 metros.
- Situaciones intermedias para caudales entre el máximo de 31 m³/s y caudal donde el pelo de agua alcanza la cota de la rasante actual. Se evaluarán recurrencias menores, según ***Tabla 1***, para una recurrencia de 100 años con una lluvia de 5 días del año 1986 y recurrencia de 20 años para una lluvia de 5 días, de 22 m³/s y 25 m³/s respectivamente.

En la ***Fig. N°27***, se observa el corte transversal de la progresiva donde se encuentra la alcantarilla. En dicha situación el pelo de agua, aguas arriba, alcanza la cota de intradós de la alcantarilla existente, la cual está trabajando a superficie libre. La cota alcanzada es de 63,42m y corresponde a un caudal de 1,05 m³/s. La alcantarilla, ante el caudal mencionado, trabaja a superficie libre.

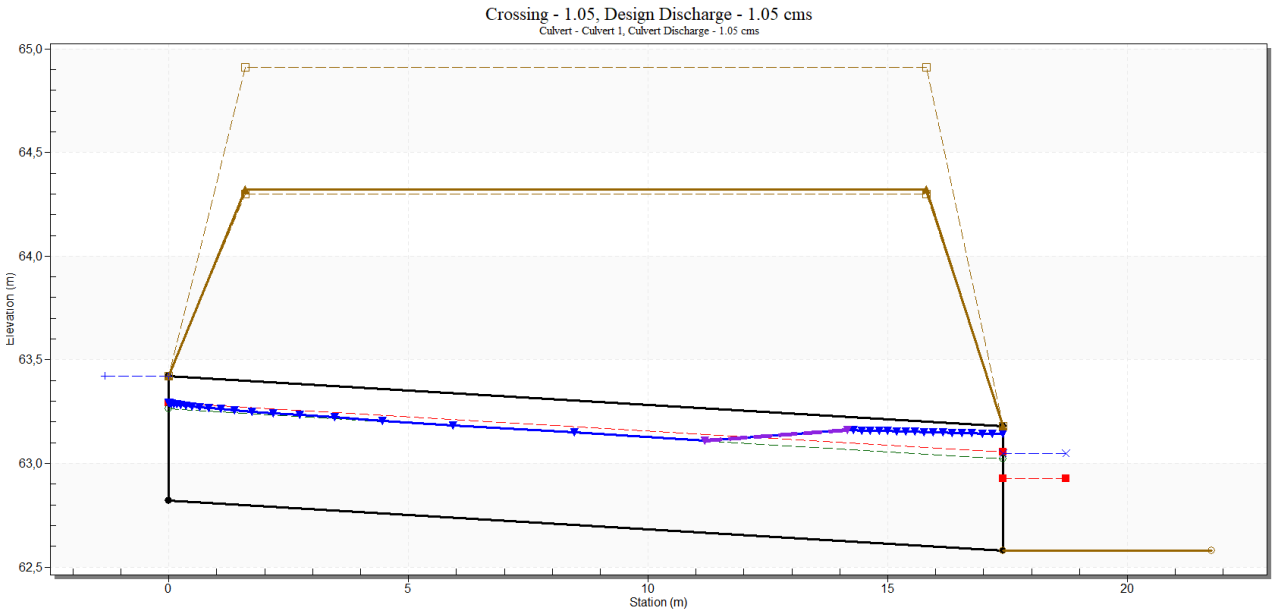


Fig. N°27*. Situación cota de pelo de agua coincidente a cota intradós de alcantarilla.*
Fuente: *HY8, elaboración propia.*

En la siguiente ***Fig. N°28***, se observa la misma situación, donde la línea azul representa al pelo de agua, pero esta vez en corte longitudinal.

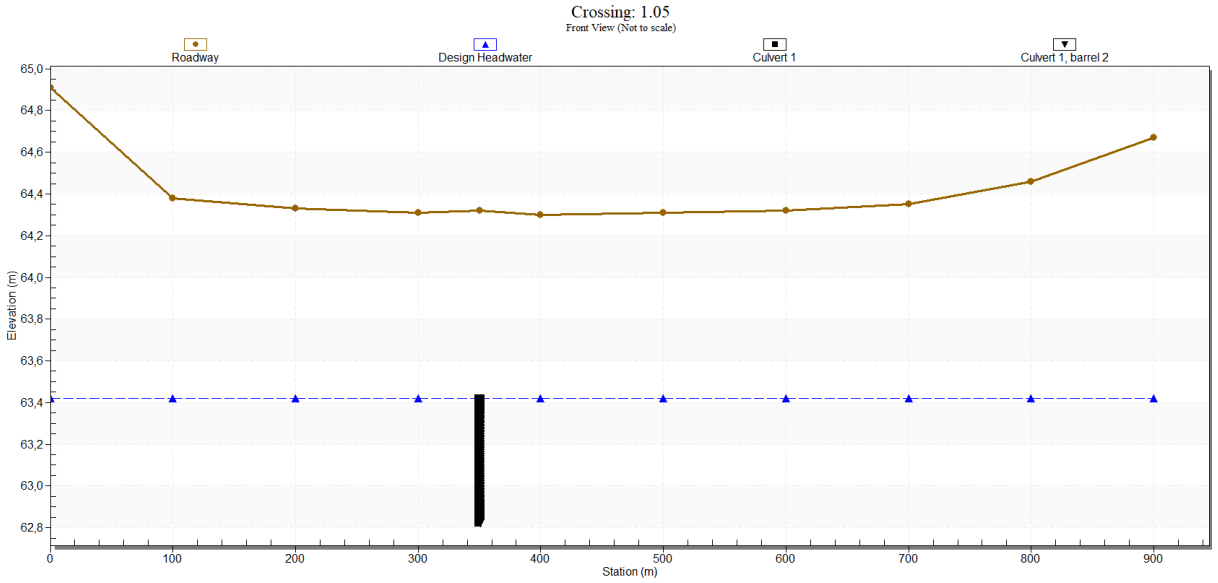


***Fig. N°28**. Situación cota de pelo de agua coincidente a cota intradós de alcantarilla.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

Como se mencionó anteriormente, otra situación estudiada fue donde la cota del pelo aguas arriba es coincidente con la rasante sobre la alcantarilla, que corresponde a 64,32 metros. Para que el pelo de agua alcance dicha cota debe llegar a un caudal de 1,685 m³/s, el cual deberá mantener el mismo nivel de agua embalsamada aguas arriba, arriba de la ruta, sin sobrepasarla. En la ***Fig. N°29***, se plasma el corte transversal.

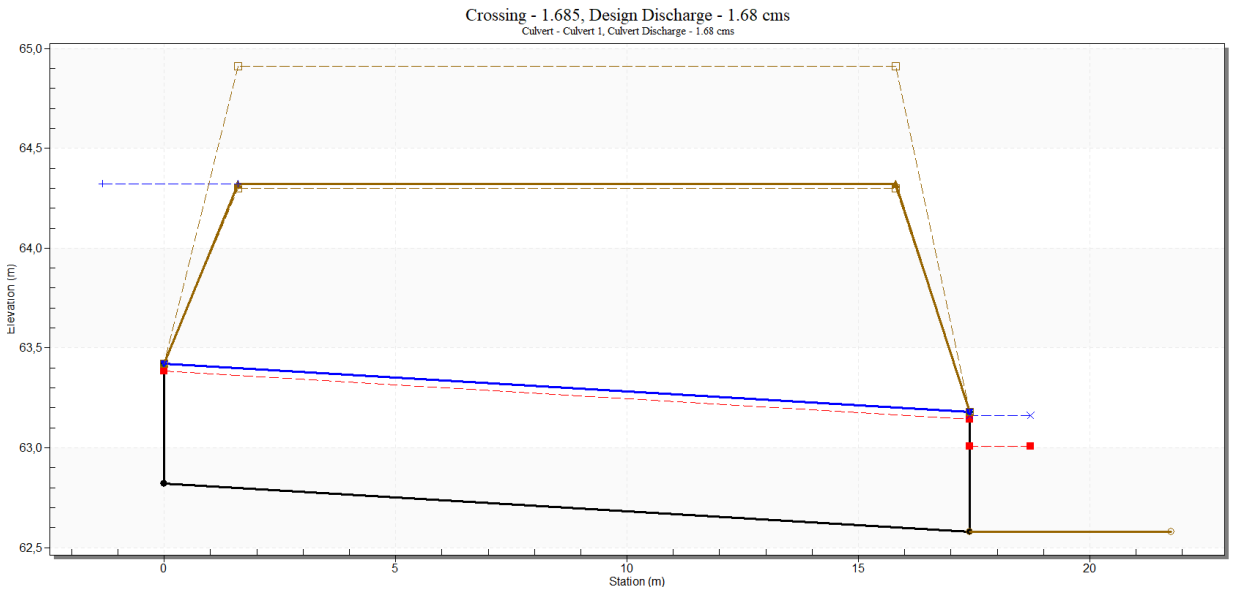


***Fig. N°29**. Situación cota de pelo de agua coincidente a cota rasante sobre alcantarilla.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

En la ***Fig. N°30*** se muestra la misma situación pero en un corte longitudinal.

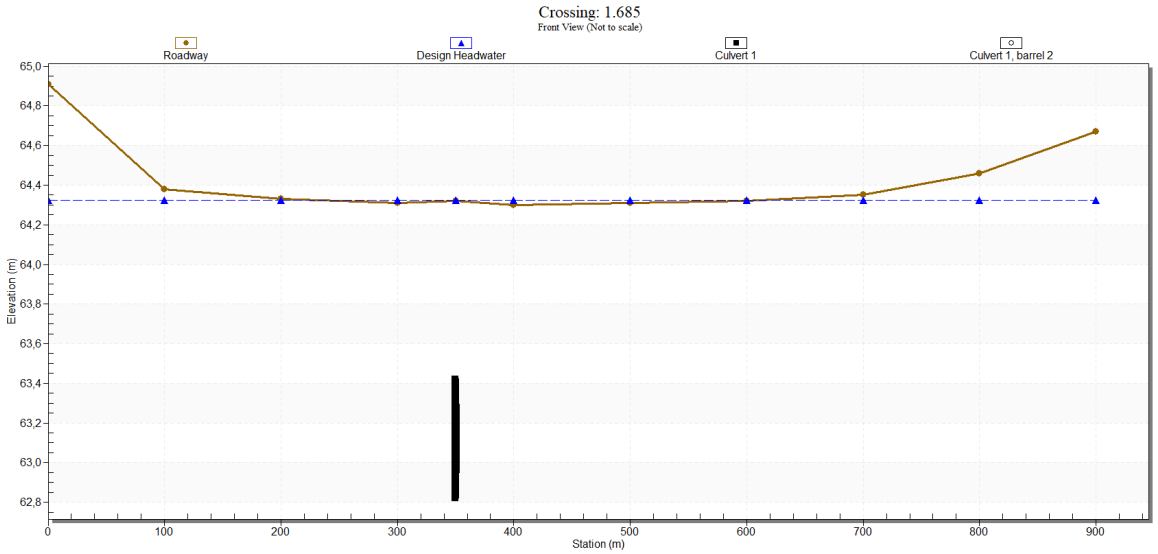


***Fig. N°30**. Situación cota de pelo de agua coincidente a cota rasante sobre alcantarilla.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

Por último, con respecto a los escenarios evaluados, se evalúan caudales intermedios al caudal que alcanza la máxima cota y el caudal donde cuya cota coincide con la rasante sobre la alcantarilla. Dichos caudales intermedios sirven para evaluar la situación luego del alteo, donde las cotas que alcanzan deben permanecer igual antes y después de la intervención para no cambiar las situaciones de los terrenos aguas arriba y aguas abajo con el fin de no acelerar caudales hacia las ciudades de Roldán y Funes.

En la ***Fig. N°31*** se observa el corte transversal del escenario correspondiente para un caudal de 22 m³/s, donde el pelo de agua, aguas arriba alcanza una cota de 64,56 metros. Dicha cota se encuentra 24 cm por encima de la rasante actual. La alcantarilla, ante este caudal trabaja a sección llena y ahogada.

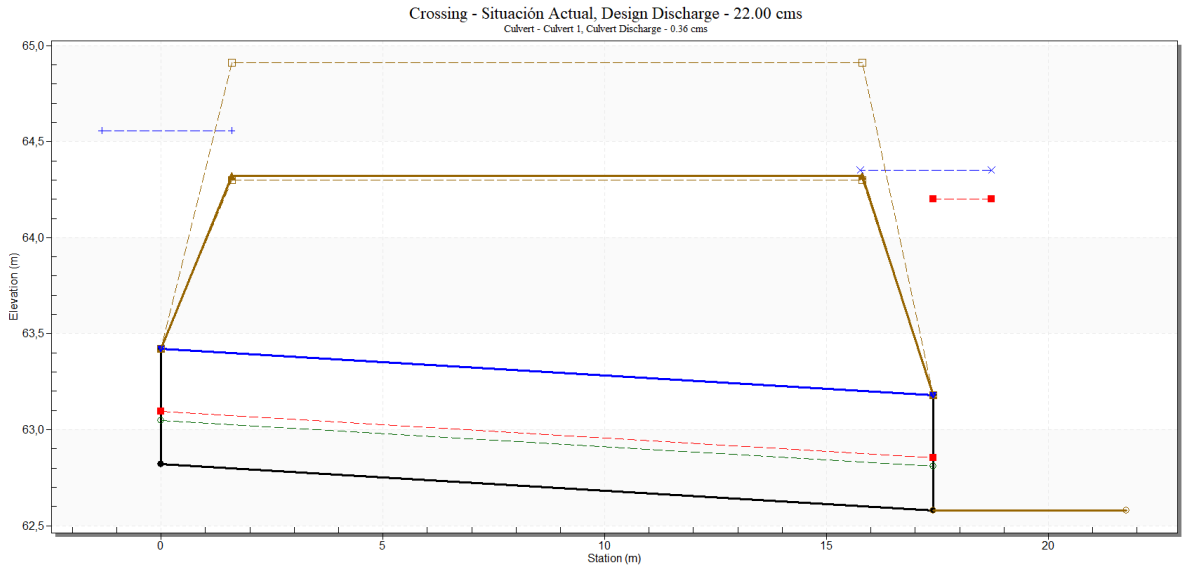


***Fig. N°31**. Situación cota de pelo de agua para caudal de 22 cms.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

En la ***Fig. N°32*** se observa un corte longitudinal de la ruta, evaluando el mismo escenario.

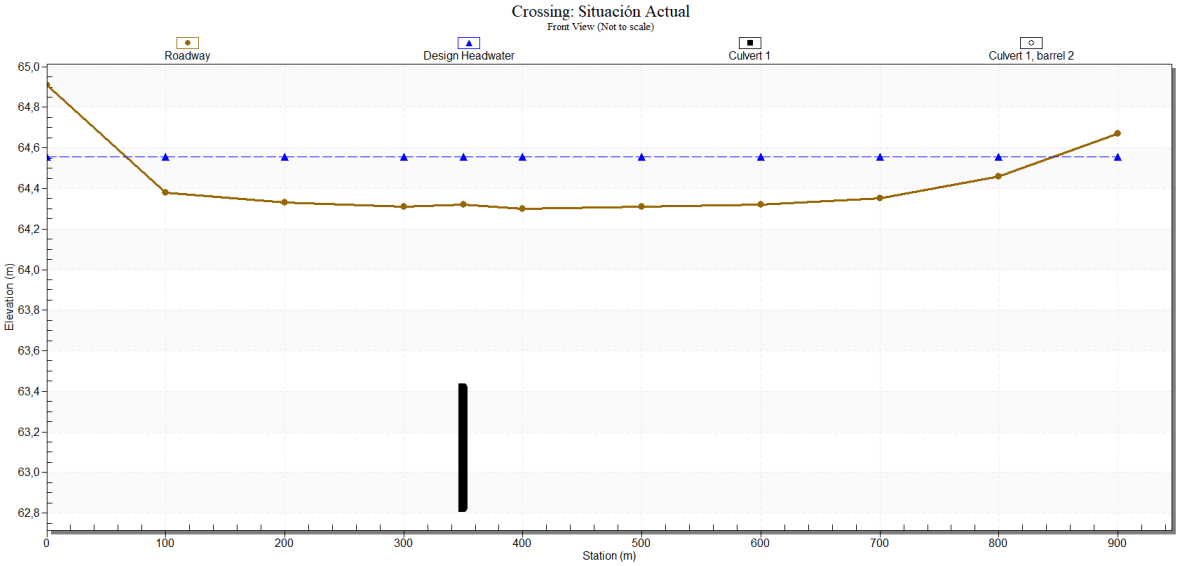


***Fig. N°32**. Situación cota de pelo de agua para caudal de 10 cms.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

En la ***Fig. N°33*** se observa el corte transversal del escenario correspondiente para un caudal de 25 m³/s, donde el pelo de agua, aguas arriba alcanza una cota de 64,57 metros. Dicha cota se encuentra 25 cm por encima de la rasante actual. La alcantarilla, ante este caudal trabaja a sección llena y ahogada.

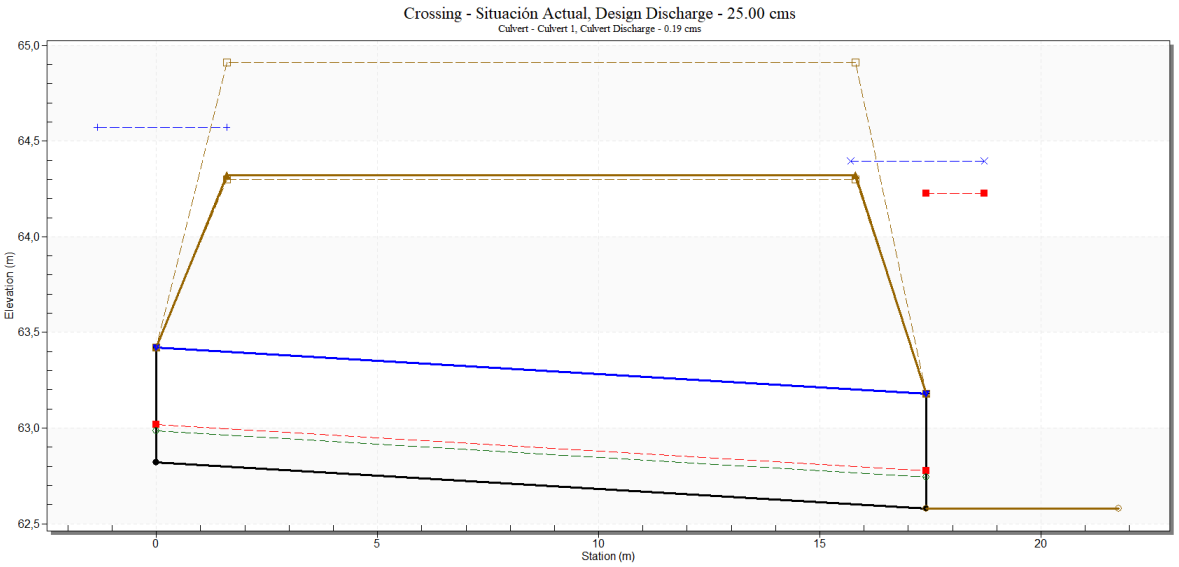


***Fig. N°33**. Situación cota de pelo de agua para caudal de 25 cms.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

En la ***Fig. N°34*** se observa un corte longitudinal de la ruta, evaluando el mismo escenario.

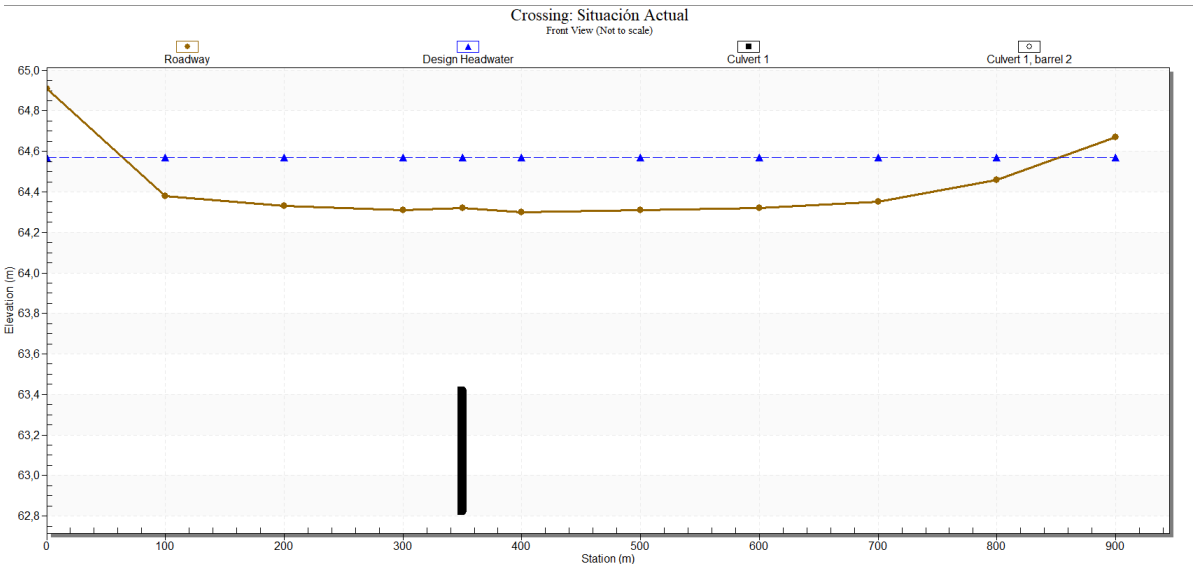


***Fig. N°34**. Situación cota de pelo de agua para caudal de 25 cms.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

5.4 Escenarios estudiados luego del Alteo.

En este apartado se modifica la cota de la rasante de la ruta indiscriminadamente, efectuando un alteo, para evaluar las cotas alcanzadas para los diferentes escenarios planteados en el apartado anterior. La nueva rasante en el tramo intervenido tendrá una pendiente longitudinal de 0%, permaneciendo totalmente horizontal.

El primer caso estudiado es aquel donde el caudal es igual a 22 m³/s y la cota del pelo de agua alcanza una cota de 64,56 metros. Cuando se realiza el alteo, sin modificar las alcantarillas se alcanza una cota de 240,54 metros (valor absurdo), tal como se observa en el corte transversal de la ***Fig. N°35***.

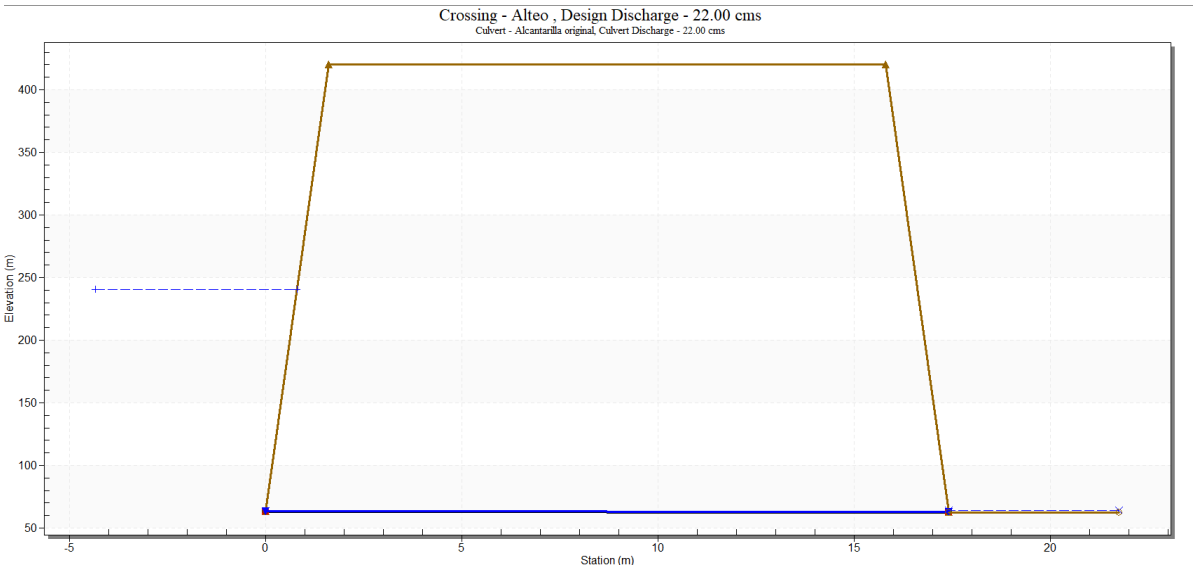


***Fig. N°35**. Cota alcanzada para un caudal 22 cms, luego del alteo.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

El segundo caso que se estudió es aquel donde el caudal es igual a 25 m³/s y la cota del pelo de agua alcanza una cota de 64,57 metros. Cuando se realiza el alteo, sin modificar las alcantarillas se alcanza una cota de 292,02 metros (valor absurdo), tal como se observa en el corte transversal de la ***Fig. N°36***.

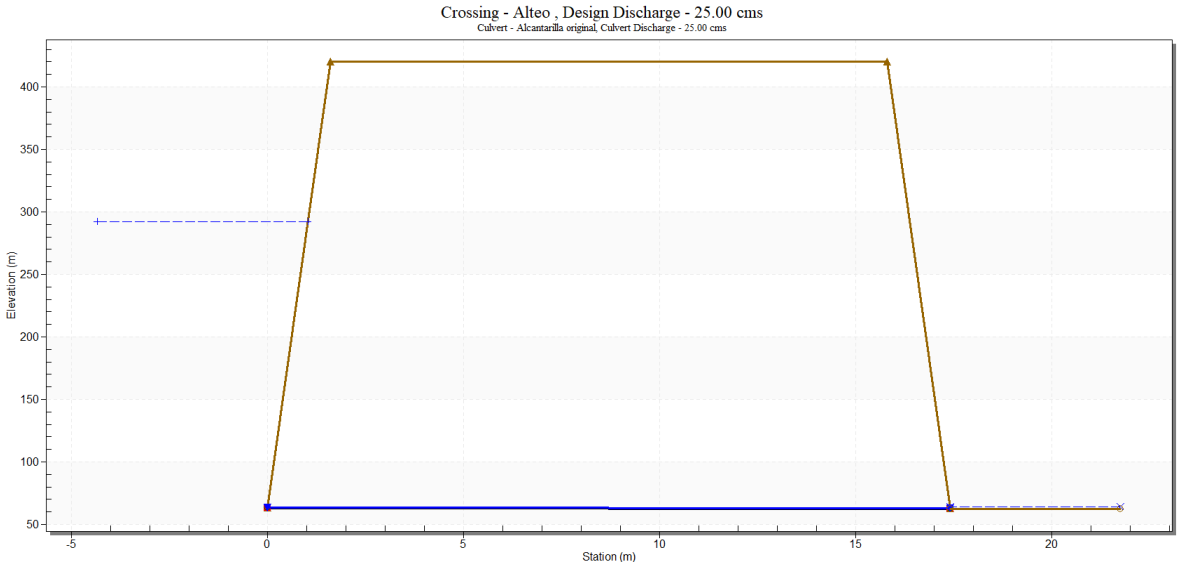


Fig. N°36. Cota alcanzada para un caudal 20 cms, luego del alteo.
Fuente: *HY8, elaboración propia.*

El tercer caso estudiado es aquel donde el caudal es igual a 31 m³/s y la cota del pelo de agua alcanza una cota de 64,63 metros. Cuando se realiza el alteo, sin modificar las alcantarillas se alcanza una cota de 414,69 metros (valor absurdo), tal como se observa en el corte transversal de la ***Fig. N°37***.

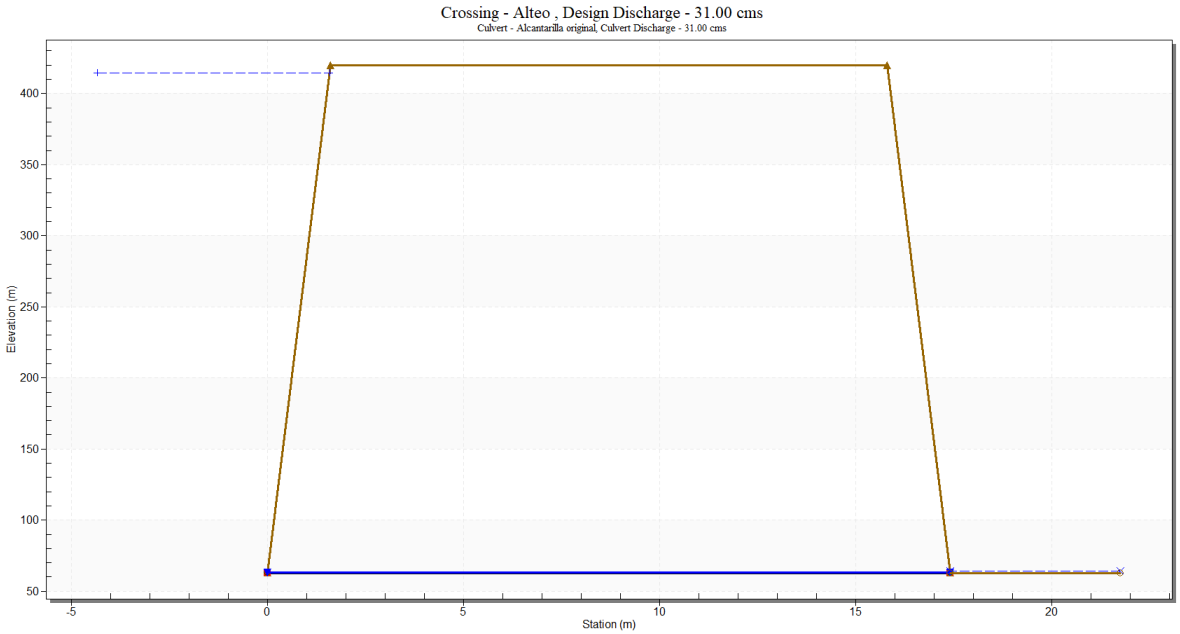


Fig. N°37*. Cota alcanzada para un caudal 31 cms, luego del alteo.*
Fuente: *HY8, elaboración propia.*

Se concluye que luego de realizar el alteo, el pelo de agua, aguas arriba se elevará a valores irreales pero de gran magnitud de acuerdo al funcionamiento hidráulico de las alcantarillas existentes de muy pequeña dimensión y por lo tanto, se debe realizar una gran intervención que se describe en el siguiente apartado.

5.5 Resultados Obtenidos.

Se analizaron los resultados obtenidos y se tuvieron en cuenta las restricciones establecidas. Luego, se evaluaron diferentes alternativas para lograr un correcto funcionamiento del alteo. En una primera instancia se buscó diseñar alcantarillas ubicadas a diferentes alturas y secciones con el objetivo de que para diferentes niveles de agua, asociados a diferentes caudales de llegada, trabajen las alcantarillas necesarias para que se mantengan las condiciones aguas arriba y aguas abajo de la intervención. Se observó que con esta configuración se lograba cumplir parcialmente lo buscado, ya que para el caudal que lograba la mayor cota se cumplía con las limitaciones pero al probar la misma obra de arte con otros caudales menores (22 m3/s y 25 m3/s), las cotas no eran las mismas en la situación antes del alteo.

Debido a este inconveniente se planteó una gran sección que pueda cumplir el objetivo de mantener las cotas que se tenían antes del alteo. En primer lugar se buscó que dicha sección mantenga las mismas cotas para el caudal máximo de 31 m³/s, de 64,63 metros y se llegó a una sección de 130 metros de longitud, tal como se observa en el corte longitudinal de la ruta en la ***Fig. N°38***.

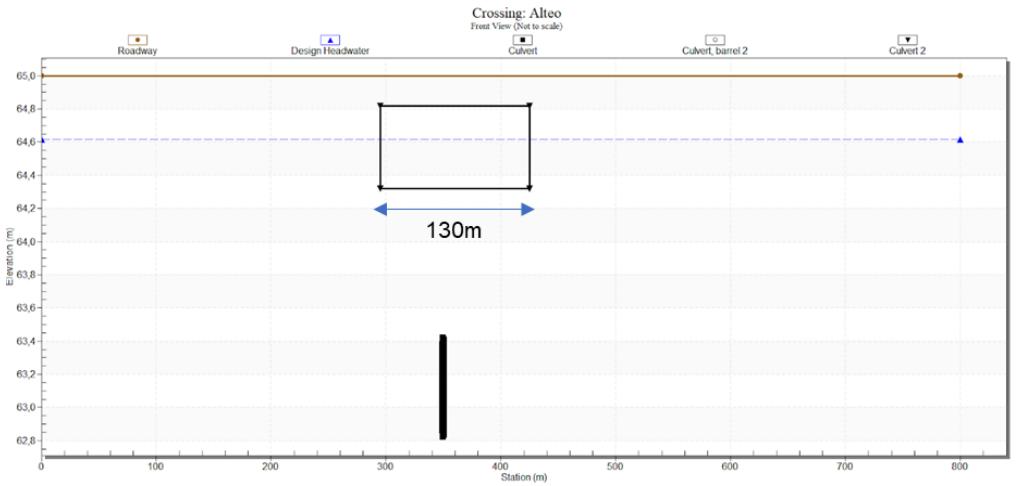


Fig. N°38*. Situación cota de pelo de agua para caudal de 31 cms.*
Fuente: *HY8, elaboración propia.*

Luego de cumplir con el primer objetivo, se evaluaron los escenarios para el caudal de 22 m³/s, en donde el pelo de agua alcanzaba una cota de 64,56 metros. Se observa que dicha cota se mantiene con la sección planteada.

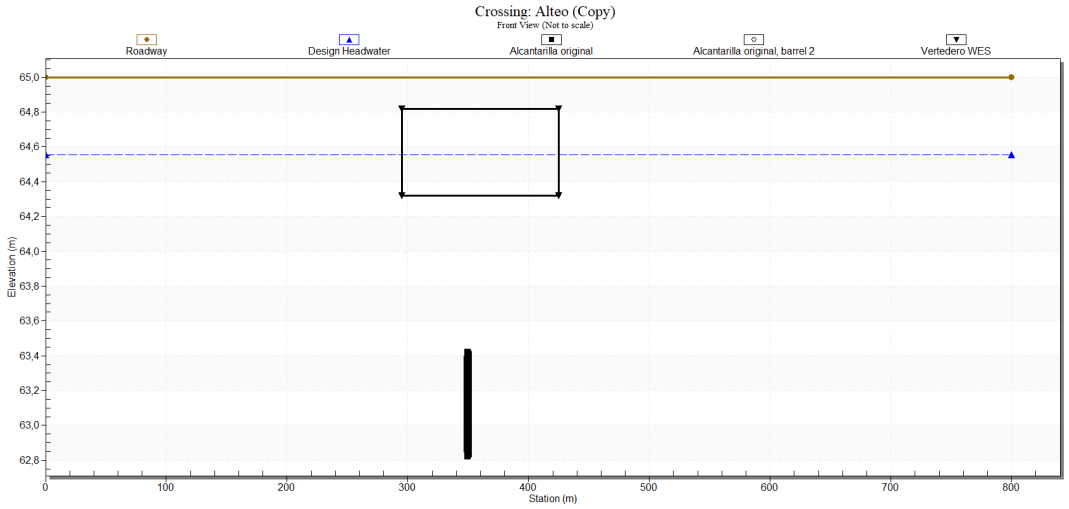


***Fig. N°39**. Situación cota de pelo de agua para caudal de 22 cms.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

Por último se evalúa el escenario donde el caudal es de 25 m³/s y cuya cota del pelo de agua, aguas arriba, antes del alteo alcanzaba una cota de 64,57 metros. En la ***Fig. N°40*** se observa que dicha cota se mantiene.

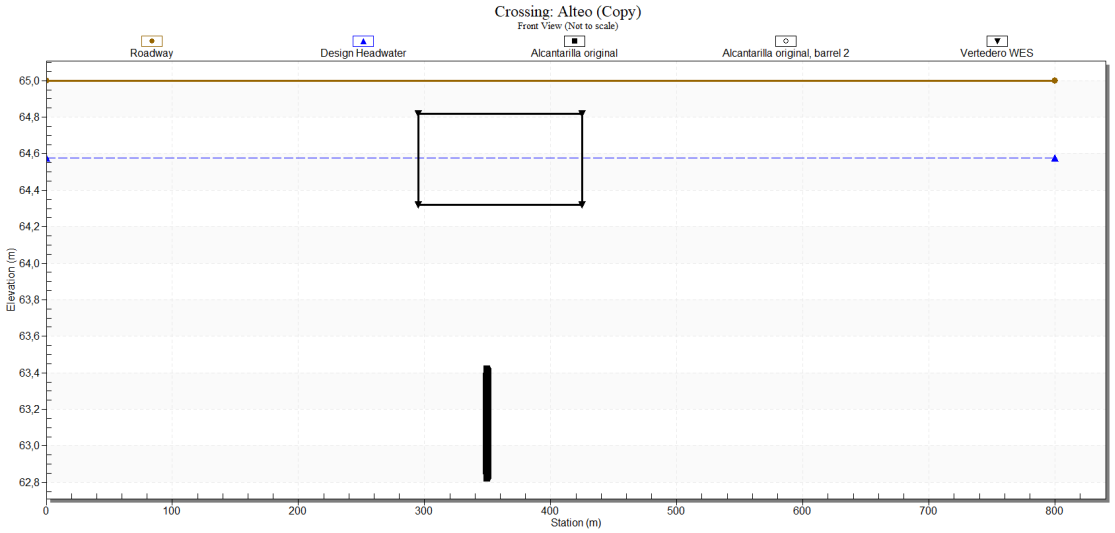


***Fig. N°40**. Situación cota de pelo de agua para caudal de 25 cms.*
***Fuente:** HY8, elaboración propia.*

Se concluye que para que se conserven las cotas del pelo de agua, antes y luego del alteo, condición propuesta como hipótesis en este proyecto, se debe contar con una sección de 130 metros de longitud.

5.6 Alternativas Propuestas.

Como ya se ha mencionado a lo largo del informe, uno de los objetivos que se plantean es realizar una estructura que permita conservar las condiciones hidráulicas antes y después de la intervención para no modificar las condiciones hidráulicas actuales de las poblaciones y campos de siembra, tanto aguas arriba como aguas abajo del escurrimiento de la ruta.

Actualmente, la ruta en eventos de lluvia considerables, funciona como un gran vertedero, erogando la mayoría del caudal por encima de ésta. Por lo tanto se propone realizar una obra que simule la misma situación, es decir, que ocurra un proceso en el que a medida que el agua escurre, se acumule aguas arriba de la ruta y, a partir de una determinada altura del pelo de agua (misma altura que en la situación actual produce el escurrimiento de agua sobre la ruta), la estructura proyectada se encargue del desagüe de la misma por debajo de la ruta y sin intervenir en su funcionamiento. Esto explica también, la necesidad de realizar un alteo de la ruta en el tramo donde se proponga la obra.

Dicho esto se debe lograr materializar la sección de desagüe de 130 metros de longitud, obtenida en el apartado **5.4**. Para ello, a continuación, se proponen las siguientes alternativas.

5.6.1 Alcantarilla tipo Z y Vertedero tipo WES.

Una de las alternativas que se propuso fue la construcción de módulos de alcantarillas tipo Z según plano tipo Z-2915-I (Ver plano en Sección Planos tipos) , junto a la construcción de un vertedero tipo WES que se materializa de hormigón, contenido dentro de las luces de dichas alcantarillas. Se optó por 4 luces de 3 metros y 3 metros de altura, ***Fig. N°41***. Se ha elegido esta altura para respetar los alineamientos de altura libre de la estructura con respecto al máximo pelo de agua posible. Dicha altura libre de 1 metro, se indica según Vialidad Nacional, donde dice *"Con respecto a los Puentes el tiempo de recurrencia de diseño será de 100 años, para el cual la revancha generada por el fondo de la viga y la cota máxima creciente será 1 metro y el tiempo de recurrencia de verificación será 200 años, de tal manera que el puente trabaje a superficie libre".* Estos se encuentran separados por una longitud de 15 metros entre sí, ya que por cuestiones constructivas, no se puede materializar 130 metros de luces de 3 metros cada una, como se observa de la vista superior en la ***Fig. N°42.***

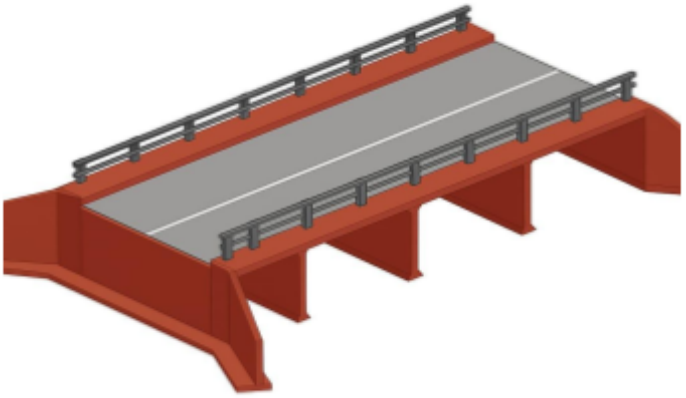


Fig. N°41. *Módulo Alcantarilla Tipo Z.*

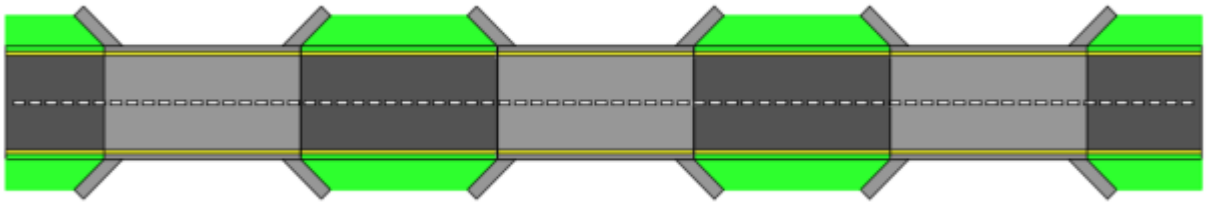


***Fig. N°42**. Vista superior distribución de módulos.*

Para el diseño del vertedero se optó por un perfil del tipo WES. Su sección se diseñará para el caudal de 31 m3/s asociado a un evento de recurrencia de 100 años.

La condición de diseño del vertedero será tal que la cota de fondo coincida con la cota de entrada de la alcantarilla existente y la cota máxima del pelo de agua corresponda a la cota alcanzada por el caudal de recurrencia de 100 años de 31 m³/s, de 64,62 metros. Posteriormente se calculará la altura del vertedero para que cumpla con dicha cota de pelo de agua. Además, se tiene en cuenta que en la salida aguas abajo se mantenga el mismo caudal de entrada antes de la intervención (Qmax del vertedero + Qorificio = Q R100años); en otras palabras, tampoco se alteran las condiciones aguas abajo.

Se propuso un paramento vertical aguas arriba, tomando como cota inferior de este la cota de fundación de la alcantarilla existente, el caudal máximo de 31 m3/s que alcanza una cota máxima de 64,62 metros y el caudal erogado por los orificios de 1,35 m3/s. Tal como se muestra en la siguiente tabla, según datos extraídos del software HY8.

***Tabla 03**. Datos extraídos de Software HY8.*

Datos		
Cara vertical aguas arriba		
Longitud de la cresta	130	m
Qd	31	m3/s
Cota aguas arriba	64,62	m
Cota TN	62,82	m
Qorificios	1,35	m3/s

El caudal de descarga del vertedero WES se obtiene de la diferencia entre el caudal de entrada y el caudal erogado por los orificios:

$$Q = 31\frac{m^3}{s} - 1,35\frac{m^3}{s} = 29,65\frac{m^3}{s}$$

Se comienza suponiendo que el vertedero es considerado como un vertedero hidráulicamente alto, donde se cumpla que la velocidad de llegada es despreciable. Para ello h > 1,33 Hd, donde:

- h: altura del vertedero.
- Hd: altura o carga de diseño.

El caudal descargado es igual a:

$$Q = 0,552 * C * Le * He^{1,5}$$

Donde:

- Q: caudal erogado por el vertedero, 29,65 m3/s.
- C: Coeficiente de descarga, por VHA es igual a 4,03.
- Le: longitud de la cresta, igual a 130 metros.
- He: carga total de la cresta He=Hd+Ha.
-

Las cotas del pelo de agua se mantienen.
En la ***Tabla 04*** se observa los resultados que se han obtenido luego de que se supuso un vertedero hidráulicamente alto, alcanzando una altura de diseño de 0,22 metros y una altura de vertedero de 1,58 metros.

Tabla 04*. Resultados vertedero tipo WES*

Supongo Vertedero Hidraulicamente Alto h>1,33hd		
Cd	4,03	
K	2	
n	1,85	
Q	29,65	m3/s
He	0,22	m
V	0,13	m/s
Ha	0,00	m
Hd	0,22	m
h	1,58	m

Por último, se debe comprobar que la suposición de considerar que el vertedero es hidráulicamente alto se cumple, tenemos:

$$h = 1,58\,metros > 1,33 * 0,22\,metros = 0,29\,metros$$

Entonces podemos decir que se cumple y el análisis es correcto.

En el siguiente esquema, se puede observar lo explicado anteriormente de una manera sencilla y resumida.

<u>Perfil transversal situación actual</u>:

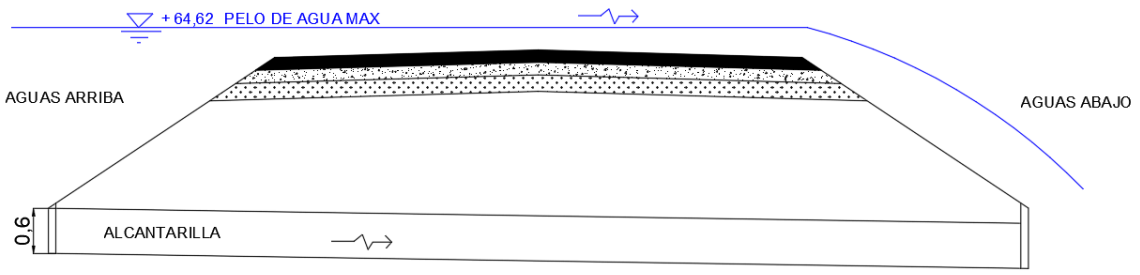


Fig. N°43*. Esquema situación actual, ruta inundada.*

<u>Perfil transversal situación propuesta</u>:

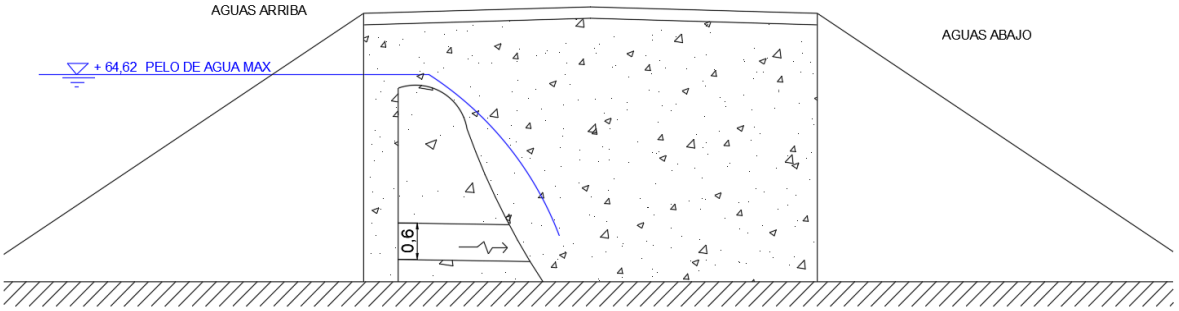


***Fig. N°44**. Esquema situación proyectada.*

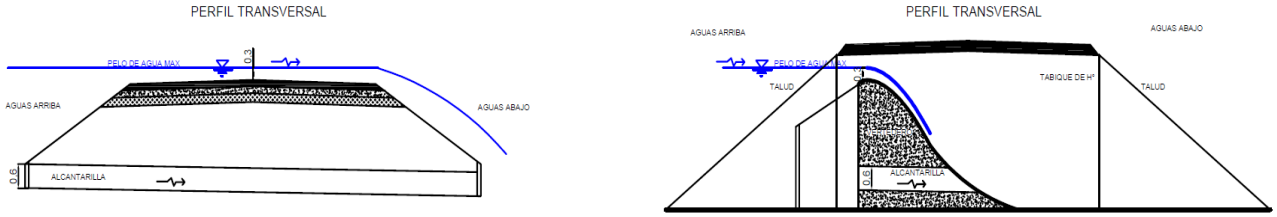


***Fig. N°45**. Esquemas comparativos de situación actual y luego del alteo con vertedero.*

5.6.2 Alcantarillas prefabricadas rectangulares.

Luego de las diferentes evaluaciones, dimensionamientos y estudios hidrológicos e hidráulicos que permitieron caracterizar el comportamiento del escurrimiento superficial en la zona, se planteó otro sistema de alcantarillado constituido por alcantarillas prefabricadas, ubicadas por debajo del nuevo nivel de rasante de la ruta y cumpliendo con la misma cota que la actual rasante. De esta manera, se asegura la continuidad del flujo superficial tal como ocurre en la actualidad, permitiendo el paso del agua por debajo de la ruta sin afectar el régimen hidráulico preexistente ni comprometer la eficiencia del drenaje.

El uso de alcantarillas prefabricadas presenta ventajas constructivas relevantes, tales como la reducción en los tiempos de ejecución, mayor control de calidad en fábrica y facilidad de montaje en obra, permitiendo minimizar la interrupción del tránsito durante la etapa constructiva. También requiere una menor cantidad de hormigón respecto a la solución planteada en el apartado anterior. Las dimensiones, secciones y disposición de las alcantarillas fueron definidas en base a los resultados de los estudios hidráulicos, considerando caudales de diseño acordes al período de retorno establecido por normativa vigente y con márgenes de seguridad adecuados.

Las dimensiones, secciones y detalles adoptados se muestran en las siguientes Figuras.

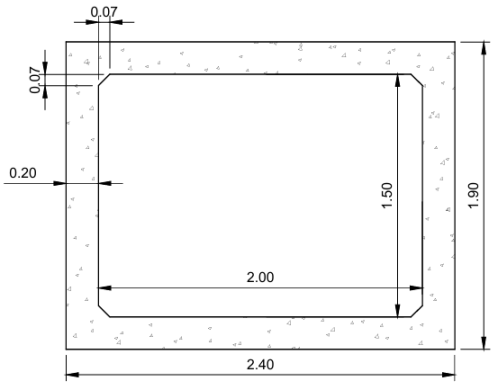


Fig. N°46. *Sección transversal de una alcantarilla comercial.*
Fuente: *FACAR Caños y premoldeados Fábrica de elementos premoldeados de hormigón.*

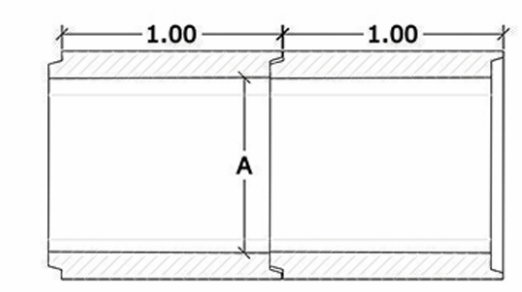


Fig. N°47. *Unión longitudinal entre módulos.*
Fuente: *FACAR Caños y premoldeados Fábrica de elementos premoldeados de hormigón.*

Fig. N°48. *Detalle junta longitudinal.*
Fuente: *FACAR Caños y premoldeados Fábrica de elementos premoldeados de hormigón.*

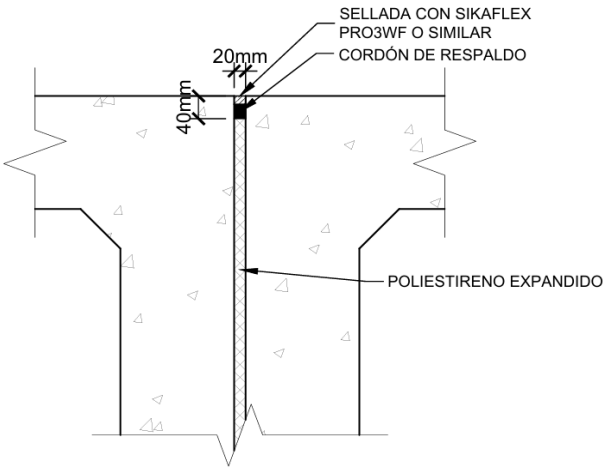


Fig. N°49. *Detalle junta transversal.*
Fuente: *Elaboración propia.*

La solución propuesta permite entonces elevar la cota de la ruta, garantizando su transitabilidad incluso en eventos de lluvia intensa, al mismo tiempo que se conserva el régimen natural de escurrimiento, cumpliendo con los principios de sostenibilidad hidráulica e integridad territorial.

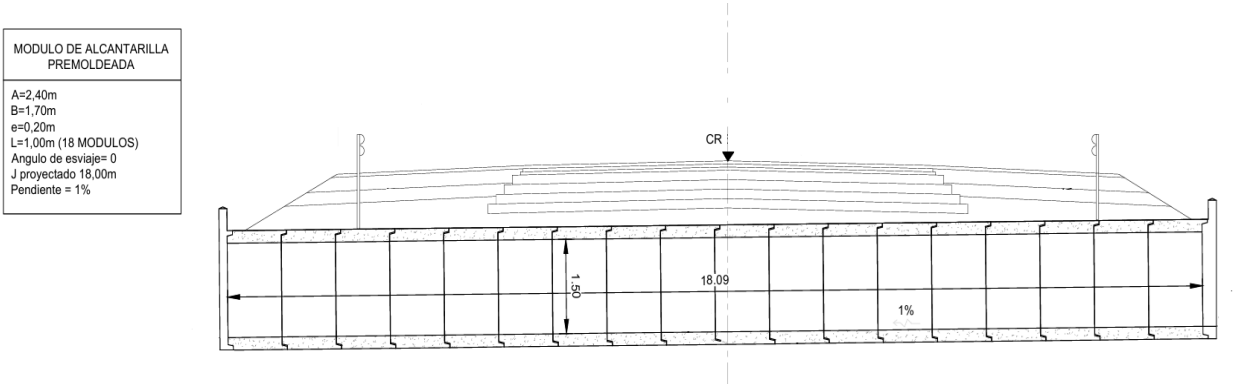


Fig. N°50. *Sección transversal de un módulo completo de alcantarilla tipo utilizada.*

En conclusión, la elección de este tipo de alcantarillas quedó determinada debido a menores tiempos de instalación, lo que permite una intervención más rápida y eficiente, minimizando el impacto sobre el tránsito vehicular. Además, se puede agregar que, se destaca su mayor precisión dimensional y calidad controlada en fábrica, lo que reduce significativamente los errores de ejecución en obra. Su instalación modular facilita futuras intervenciones y reemplazos, en caso de ser necesarios, lo que las convierte en la solución más adecuada para el alteo proyectado en la RNN°33.

Se muestra en la ***Fig. N°51*** un esquema simplificado del sistema de alcantarillas adoptadas e insertadas en el terreno.

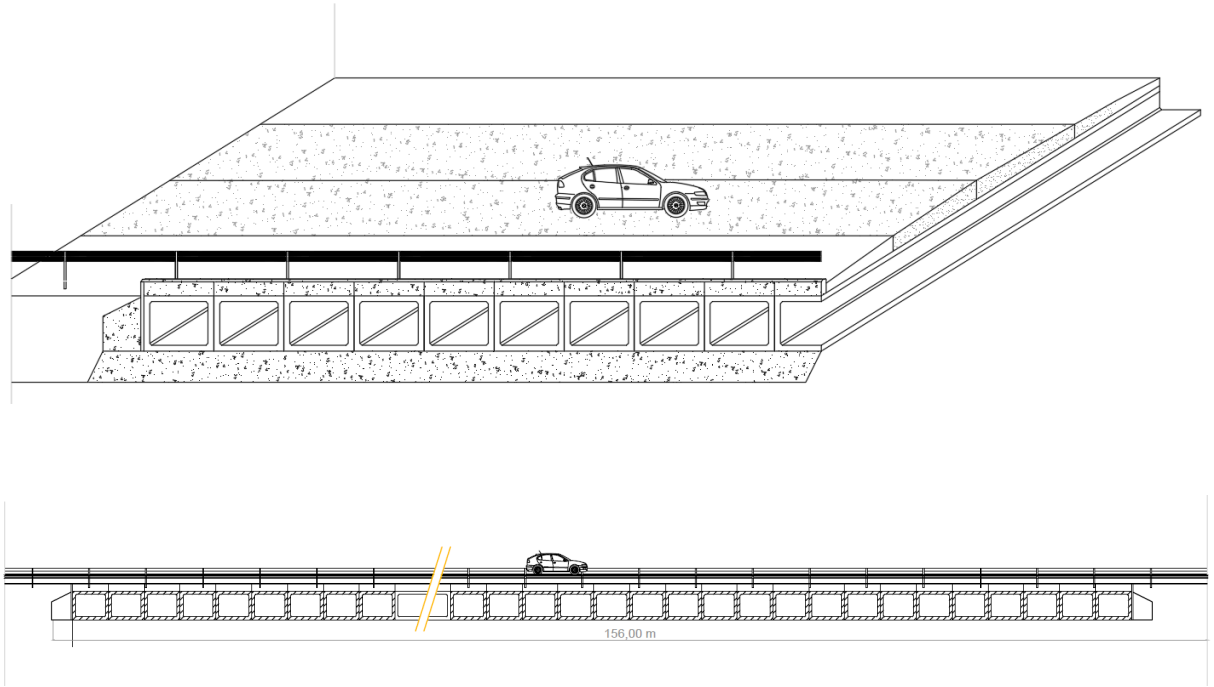


Fig. N°51. *Esquema simplificado de sistema de alcantarillas prefabricadas.*

6. Diseño de Infraestructura Vial.

6.1 Diseño del paquete estructural.

Uno de los objetivos que se plantea es la realización de un nuevo camino, lo que conlleva al diseño y dimensionamiento de un nuevo paquete estructural. Desde el punto de vista estructural, *"el mismo es una estructura formada por una o más capas, sobre la que actúan cargas en la superficie y debe ser capaz de transmitir durante su vida útil las tensiones en profundidad de tal forma que no se superen las tensiones y deformaciones específicas admisibles, tanto del suelo de fundación como de cada una de las capas".*[6]

Dicho esto se deberán realizar el pavimento o paquete estructural tanto de la nueva vía como de las banquinas correspondientes.

6.1.1 Consideraciones.

Para realizar este trabajo se tienen en cuenta las siguientes consideraciones.

- Se establece un período de diseño de 15 años teniendo en cuenta la vida útil de los materiales utilizados y las elevadas solicitaciones de tránsito, ya que esta ruta cuenta con una gran presencia de vehículos pesados con destino al puerto de Rosario.

- Se establece un período de diseño de 1 año para el camino de desvío provisional que se utilizará a la hora de materializar la estructura que se proyectó en el punto 5 y la construcción de la nueva vía de comunicación.

- Los materiales utilizados serán propuestos teniendo en cuenta los materiales disponibles en la zona.

6.1.2 Solicitaciones de tránsito.

Para el diseño del paquete estructural, el estudio del tránsito actual y la proyección del mismo al final del periodo de diseño es fundamental para lograr ejecutar una calzada que cumpla con las características de seguridad y confort a lo largo de toda su vida útil.

Esta sección tiene como objetivo calcular el valor del número N, que representa el valor acumulado de reiteraciones de pasadas del eje estándar, equivalentes en efecto destructivo al espectro real de carga en una dirección a lo largo del periodo de diseño.

Para estimar este valor, se inicia estudiando los datos proporcionados por la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) que provee el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA).

La DNV abastece de valores censados de TMDA para un cierto periodo de años, que en este caso es desde el año 2014 hasta el 2023 para el tramo de la RNN°33. Además, se pudo obtener como datos la composición y porcentaje de vehículos que circulan por dichas rutas.

Para realizar el cálculo de solicitaciones se dispone de los siguientes datos:

[6] *Fuente*: "SISTEMA CONCEPTUAL INGENIERÍA DE PAVIMENTOS". Año 2016. Ing. Pablo I. Martinez

Tabla 05. *TMDA para el año 2023.*[7]

Número	Distrito	Límites del Tramo	Inicio	Fin	TMDA	Detalle	Observaciones
7	Santa Fe	EMP.R.N.178 (I) (F.SUP.) - ACC.A CASILDA (I)	722,41	741,72	4901	ver	Permanente
7	Santa Fe	ACC.A CASILDA (I) - INT.R.N.A012	741,72	768,24	4850		Permanente
7	Santa Fe	INT.R.N.A012 - PEREZ (ENT.)	768,24	783,08	5200		Cobertura

La información que provee la página, comprende desde el Acceso a la ciudad de Casilda (Km 741,72) hasta la intersección con la RNN°A012 (Km 768,24), con un recorrido total de 26,52 km.

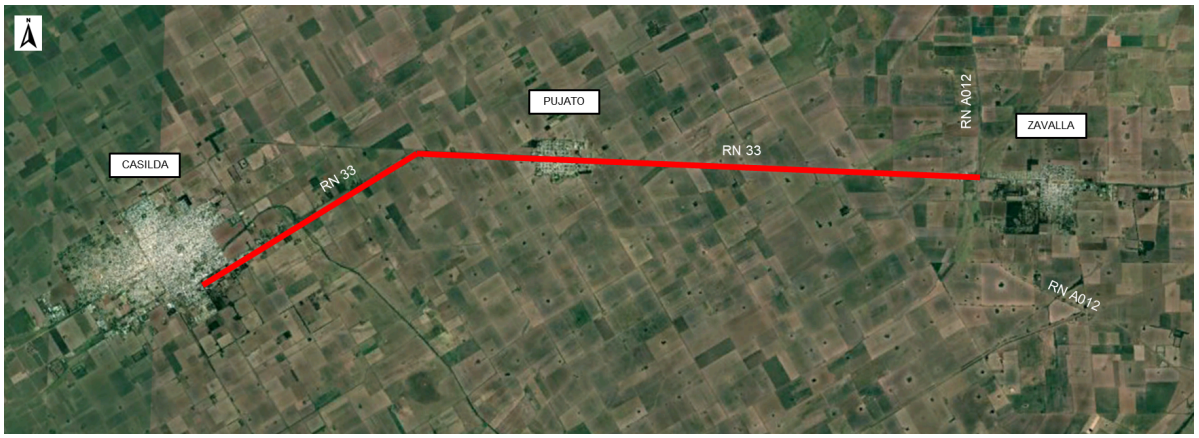


Fig. N°52. *Recorrido del tramo dato.*

A través de la DNV se obtiene la serie histórica de TMDA del tramo de ruta, el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 06*. TMDA según la DNV.*[8]

AÑO	NUMERO	DISTRITO	Limites del tramo	Inicio (km)	Fin (km)	TMDA	Observaciones
2014	7	Santa Fe	ACC.A CASILDA (I) - INT.R.N.A012	741,72	768,24	5950	Permanente
2015						6060	
2016						6250	
2017						6350	
2018						5619	
2019						6920	
2020						4630	
2021						5513	
2022						5533	
2023						4850	

Para calcular el valor del número de ejes equivalentes en efecto destructivo N se utiliza la siguiente fórmula:

$$N_{8,16\,t} = TMDA \; x \; Fd \; x \; Ft \; x \; Fa \; x \; Fp \; x \; \Sigma(\%\; vehiculo\; i \; x \; Ce\; (8,16_t)_i)$$

[7] *Fuente:* http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html
[8] *Fuente:* http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html

A continuación, se explica el significado de cada parámetro y que hipótesis fue utilizada para adoptar determinados valores:

- **TMDA: Tránsito Medio Diario Anual** del año anterior al comienzo del periodo de diseño. En nuestro caso consideramos que este año es el 2026.

- **Fd: Factor de direccionalidad**, que tiene en cuenta la posible diferencia de vehículos entre los sentidos ascendentes y descendentes. Para este proyecto, consideramos un valor igual a 0,50, asumiendo que el tránsito es igual en ambos sentidos.

- **Fc: Factor de carril.** En caso de calzadas multi-trochas, este factor indica el porcentaje de vehículos que circulan por las distintas trochas. En nuestro caso, como contamos con un único carril por mano, adoptamos un valor igual a 1.
- **Fa: Factor anual.** En algunas ocasiones, las calzadas son utilizadas un determinado periodo del año debido a diversos factores (producciones estacionales, condiciones climáticas adversas en determinada época del año, etc.). Se supone que el tramo se encuentra abierto los 365 días del año.

- **Fp: Es un factor de acumulación del tránsito.** Tiene en cuenta la variación del tránsito a lo largo del periodo de diseño. Se calcula de la siguiente manera:

$$F_p = \sum_{T=1}^{T} (1+r)^i$$

Donde:
- r: es la tasa anual acumulativa de evolución del tránsito en %. Se adoptó un valor de 3%.
- T: Corresponde al periodo de diseño. El diseño se hace para 15 años.

Fp	
1	1,030
2	1,061
3	1,093
4	1,126
5	1,159
6	1,194
7	1,230
8	1,267
9	1,305
10	1,344
11	1,384
12	1,426
13	1,469
14	1,513
15	1,558

- **Ct (8,16t):** Coeficiente de equivalencia de efecto destructivo del tránsito, que se calcula como:

$$C_{t(8,16t)} = \sum (\%\ vehiculos\ x\ C_{e(8,16t)i})$$

Donde:

- **% vehículos**: Es el porcentaje de circulación para cada tipo de vehículo, diferenciados por su configuración de ejes. Se utilizó un promedio de distribución porcentual de todos los años de estudio.

- **Ce (8,16t)i**: Coeficiente de equivalencia en efecto destructivo de cada tipo de vehículo. Para determinar estos valores se utilizaron los propuestos por la DNV.

Tabla 07. *Coeficientes de efecto destructivo equivalente (Eje 8,16Tn).*[9]

TIPO DE VEHÍCULO	CONFIG de EJES	Nº de EJES	FACTOR "C" (Eje 10 Tn)	FACTOR "C" (Eje 8,2 Tn)	Coef. Ef. Destr. Eje 8,16 Tn DNV
AUTOS	1-1	2	0,01	0,022	0,044
CAMIONETAS	1-1	2	0,01	0,022	0,044
ÓMNIBUS	1-1	2	0,07	0,154	0,308
	1-2	3	0,07	0,154	0,462
CAMIONES s/ ACOPLADO	1-1	2	0,60	1,320	2,640
	12	3	0,38	0,836	2,508
CAMIONES c/ ACOPLADO	1-1-1-1	4	0,6	1,320	5,280
	1-1-1-2	5	0,39	0,858	4,290
	1-2-1-1	5	0,47	1,034	5,170
	1-2-1-2	6	0,32	0,704	4,224
CAMIONES SEMI REMOLQUES	1-1-1	3	0,54	1,188	3,564
	1-1-2	4	0,45	0,990	3,960
	1-1-3	5	0,41	0,902	4,510
	1-2-2	5	0,35	0,770	3,850
	1-2-3	6	0,35	0,770	4,620

En primer lugar, es necesario proyectar el TMDA para el año anterior al inicio de la obra (2026), por lo que se procedió, en la ***Fig. N°53***, a expresar los valores obtenidos para poder observar la evolución del mismo.

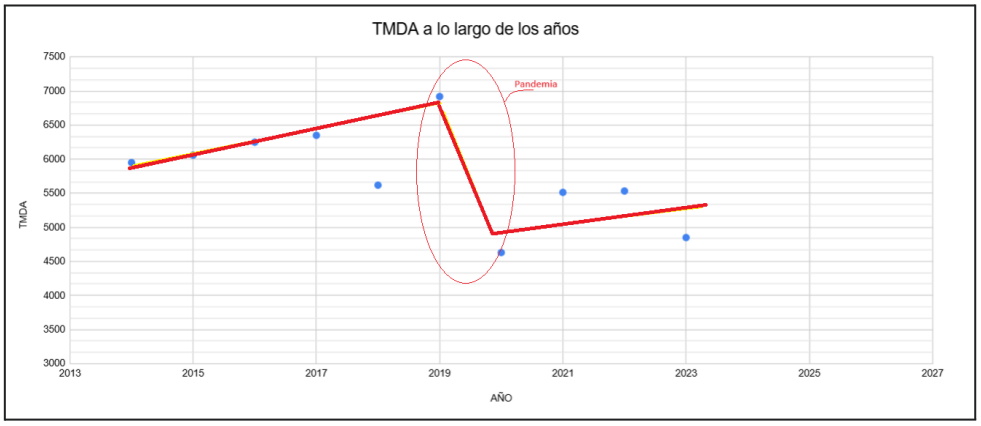


Fig. N°53*. TMDA a lo largo de los años de la RNN°33.*

[9] *Fuente:* https://www.vialidad.gba.gov.ar/documentos/archivs/70-Publicaciones%20y%20Biblioteca/202403111127550.14%20METODOLOG%C3%8DA%20DNV-%20Evaluacion%20de%20pavimentos.pdf

En la ***Fig. N°53*** se puede detectar que en el periodo 2014-2019 existía un crecimiento de tipo lineal (que se visualiza gráficamente a través de la línea de tendencia roja), luego con la llegada de la pandemia (Covid-19) hubo una disminución abrupta del TMDA, la cual no se tiene en cuenta para este estudio, y un crecimiento nuevamente luego del 2020 hasta la actualidad , por lo que se utiliza la siguiente ecuación, adoptando una tasa de crecimiento de 3%:

$$TMDA\,(2026) = TMDA\,2023\,x\,(1 + r)^{T} = 4850\,x\,(1 + 0,03)^{2} = 5145 \text{ vehículos}$$

A continuación, en la ***Tabla 08***, se pueden ver los valores de distribución porcentual de los vehículos adoptados y los correspondientes coeficientes de equivalencia en efecto destructivo para poder calcular Ct(8,16t).

Además, calculamos el valor de N.

Tabla 08. *Cálculo de N.*

Categoria	Configuración	Composición (%)	Ce	Ce x %	N (741,72 - 768,24)
		741,72 - 768,24 (2021)	DNV		
LIV	Autos y camionetas (S1-S1)	47,83	44	0,021	351162
BU1	Autobús (S1-S1)	0,88	308	0,003	44974
BU2	Autobús (S1-D2)	0,48	462	0,002	36621
SA1	S1-D1	3,78	2.640	0,100	1663111
SA2	S1-D2	0,78	2.508	0,019	324362
CA1	S1-D1-D1-D1	1,55	5.280	0,082	1365734
CA2	S1-D1-D1-D2	28,23	4.290	1,211	20206524
CA3	S1-D2-D1-D2	3,00	4.224	0,127	2114684
SE1	S1-D1-D1	0,35	3.564	0,012	208164
SE2	S1-D1-D2	6,18	3.960	0,245	4080680
SE3	S1-D1-D3	5,95	4.510	0,268	4478101
SE4	S1-D2-D3	0,98	5.280	0,051	859090

Como resultado de este análisis se obtiene que el tramo cuenta con un TMDA de 5145, y un número N de ejes estandares de 8,16 tn de 3,57 x 10^7, evidenciados en la ***Tabla 09***.

Tabla 09. *Resultado de N obtenido.*

TMDA (2026)	5145
Fd	0,5
Fc	1
Fa	365
Fp	17,773
Ct (8,16t)	2,14
N	**3,57E+07**

6.1.3 Banquinas.

Para el dimensionamiento de la banquina se toma como criterio de solicitaciones el 2% de la cantidad de ejes estándares de 8,16t que se tiene en la ruta (ver apartado 6.1.2).

El parámetro N de diseño será:

$$N\,banquina = 0,02 \times 3,57 \times 10^{7} = 7,15 \times 10^{5}$$

6.1.4 Camino Provisorio.

Para el dimensionamiento del camino provisorio se toma como criterio de solicitaciones similar al dimensionamiento de la ruta, con la diferencia de que se utiliza un período de diseño de 1 año. Esto se debe a que se trata de un camino que no será permanente y se hará con materiales de menor calidad, donde estos presentan mayor deterioro en el tiempo. En este caso la única variable que cambia es el factor de acumulación de tránsito Fp que será igual a 1.

El parámetro N de diseño será:

$$N\ camino\ provisorio\ = 2,01\ \times\ 10^{6}$$

Con estos resultados, se procede al dimensionamiento del paquete estructural y estructura necesaria para contemplar la intervención de este proyecto.

6.1.5 Propuesta y verificación con método AASHTO 93'.

Como se carecen estudios de suelo para este proyecto, se procederá a proponer una estructura compuesta por capa asfáltica, base y subbase de estabilizado granular o estabilizada con cemento y una subrasante con cal. Estos materiales se adoptaron a partir del reconocimiento de los materiales ubicados en la zona y los comúnmente utilizados para caminos con grandes solicitaciones como es el caso. Como resultado de dicho análisis se llegó a la siguiente lista de materiales:

- Capa de rodamiento asfáltica CAC D19 R AM3
- Base de mezcla asfáltica CAC D19 B CA30
- Base de estabilizado granular con cemento, cuya resistencia a la compresión a los 7 días se encuentre entre los valores de 20 kg/cm² y 25 kg/cm²
- Subbase suelo seleccionado estabilizado con cal, cuya resistencia a la compresión a los 7 días sea mayor o igual a 9 kg/cm²
- Subrasante de suelo existente del lugar tratado con cal con un CBR mayor o igual a 5%.

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

Durante este "ensayo a gran escala" se realizaron numerosos estudios sobre el comportamiento en servicio de los pavimentos, que permitieron arribar al planteo y desarrollo de un método de diseño de estructuras de pavimentos.

Los parámetros de diseño para este método son:

- Serviciabilidad.
- Tránsito. Número equivalente de cargas.
- Capacidad estructural. Número estructural.
- Drenaje. Coeficientes de drenaje.
- Subrasante. Módulo resiliente.

- Confiabilidad.

6.1.5.1 Serviciabilidad.

La serviciabilidad representa la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios. Fue establecida mediante un indicador que se denominó Present Serviceability Rating (PSR), ó Calificación de Serviciabilidad Presente. Para establecer el PSR de un pavimento, un grupo de individuos circulaba sobre el pavimento y lo calificaba de 0 (cero) a 5 (cinco).

En el AASHO Road Test se calificó cada pavimento mediante el PSR y luego este valor se correlacionó con condiciones medibles del pavimento. Finalmente, mediante un análisis de regresión se dedujeron ecuaciones para determinar un indicador de la condición del pavimento en base a parámetros medibles tales como la rugosidad y las fallas (ahuellamiento, fisuras, baches). Dicho indicador se denominó Present Serviceability Index (PSI), ó Índice de Serviciabilidad Presente. En este caso se utilizó los valores de PSI inicial y PSI final recomendados por el método para pavimentos flexibles y caminos muy importantes. (Ver anexo vial, tabla 2: *"Nivel de Serviciabilidad Inicial"* y tabla 3: *"Nivel de Serviciabilidad Final"*).

PSI inicial: 4,2.
PSI final: 2,5.

Tanto para la banquina como para el camino provisorio se permite un mayor deterioro, este se refleja con un menor PSI final igual a 2.

6.1.5.2 Tránsito. Número equivalente de cargas.

El método desarrolló e introdujo el concepto de convertir un tránsito mixto en un número equivalente (en efecto destructivo) de pasadas. Adoptó como eje estándar a un eje simple, con ruedas duales,con una carga total de 80 kN (8,16 toneladas). Dicho valor se obtuvo en el punto 6.2, 6.3 y 6.4, para el camino, las banquinas y el camino provisorio respectivamente:

$$W_{18}(camino) = 3,57 \times 10^{7}$$

,

$$W_{18}(banquina) = 7,15 \times 10^{5}$$

y

$$W_{18}(camino\ provisorio) = 2,01 \times 10^{6}$$

6.1.5.3 Capacidad estructural. Número estructural.

La capacidad estructural o resistencia total de un pavimento, para una determinada condición de subrasante, y para condiciones particulares de tránsito y serviciabilidad al final

del período de diseño, está representada por un valor abstracto y adimensional denominado Número Estructural (SN).

$$SN = a1\ x\ D1 + a2\ x\ m2\ x\ D2 + a3\ x\ m3\ x\ D3$$

Donde:

- a1, a2, a3: Coeficientes de capa [pulg-1 ó cm-1]. Dichos valores se encuentran calculados en el anexo vial, ***Fig. N°1***:*"Tabla para estimar el coeficiente de la capa estructural del concreto o mezcla asfáltica de granulometría densa en función del módulo elástico"* y ***Fig. N°2***:*"Variación en la base tratada con cemento con parámetro de resistencia de la base"*

- m2, m3: Coeficientes de drenaje.

- D1, D2, D3: Espesores de capa [pulg ó cm].

6.1.5.4 Drenaje. Coeficientes de drenaje.

Debido a la importancia que tiene la presencia de agua en los pavimentos, el método incorpora, en la expresión del Número Estructural (SN), Coeficientes de Drenaje (m) que modifican el aporte estructural de las capas no asfálticas, teniendo en cuenta la calidad de drenaje que presentan cada una de dichas capas y sus materiales componentes.

Si las condiciones de drenaje fueran muy buenas, el aporte estructural (a) de las capas no asfálticas podría ser incrementado mediante la adopción de valores superiores a uno. Por el contrario, si las condiciones de drenaje serían malas, el aporte estructural (a) de las capas no asfálticas debiera ser disminuido mediante la adopción de valores de m inferiores a uno.

6.1.5.5 Subrasante. Módulo resiliente.

El parámetro que se utiliza para caracterizar a la subrasante es el Módulo Resiliente (MR) que se obtiene de:

$$Mr\ (psi) = 1500\ *\ CBR = 1500\ *\ 5 = 7500\ psi$$

6.1.5.6 Confiabilidad.

La Confiabilidad es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista dentro de su vida útil y bajo las condiciones ambientales prevalecientes del lugar en ese período.

El comportamiento del pavimento con respecto al tránsito sigue una distribución log normal, y por lo tanto pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada. Es por eso que aparece el Desvío General Estándar (So) que tiene en cuenta la variabilidad (varianza) en el comportamiento del pavimento y en la estimación del tránsito (WT) para el período de diseño (Ver anexo vial, tabla 5:*"Niveles de Confiabilidad Recomendados"* y tabla 6: *"Desvío General Estándar")*

- $R[\%] = 85\%$
- $So = 0,44$

Para el camino provisorio se adopta:

- $R[\%] = 50\%$
- $So = 0,44$

6.1.6.7 Determinación del SN requerido.

La ecuación básica de diseño fue deducida a partir de los resultados obtenidos en el AASHO Road Test, y luego de las modificaciones y adecuaciones que tuvo a través de los años, la ecuación básica de diseño del Método AASHTO'93, para el caso de los pavimentos flexibles, es la siguiente:

$$\log W18 = ZR \times S0 + 9,36 \times \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log10 \dfrac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}}{0,40 + \dfrac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log10\ MR - 8,07$$

Para el dimensionamiento del paquete estructural se dispone de un software que permite resolver esta ecuación de forma práctica y sencilla. Permite además, calcular el tránsito y el número estructural necesario. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

En la ***Fig. N°54*** corresponde al SN necesario de la vía de comunicación nueva.

***Fig. N°54**. "SN necesario para la calzada principal".*

La ***Fig. N°55*** corresponde al SN necesario de la banquina.

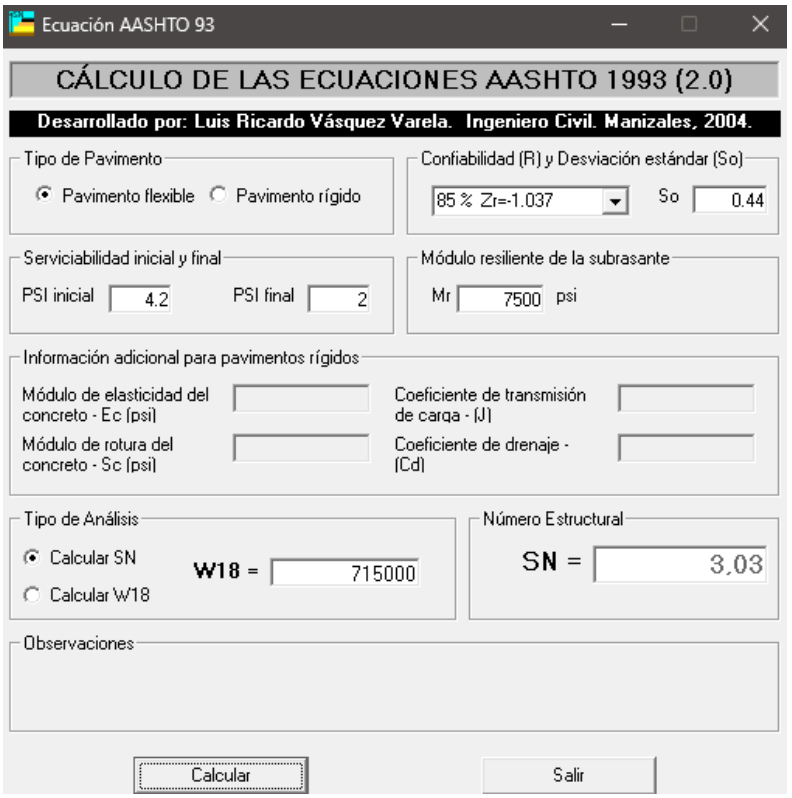


***Fig. N°55**. "SN necesario para la banquina".*

La ***Fig. N°56*** corresponde al SN necesario del camino provisorio.

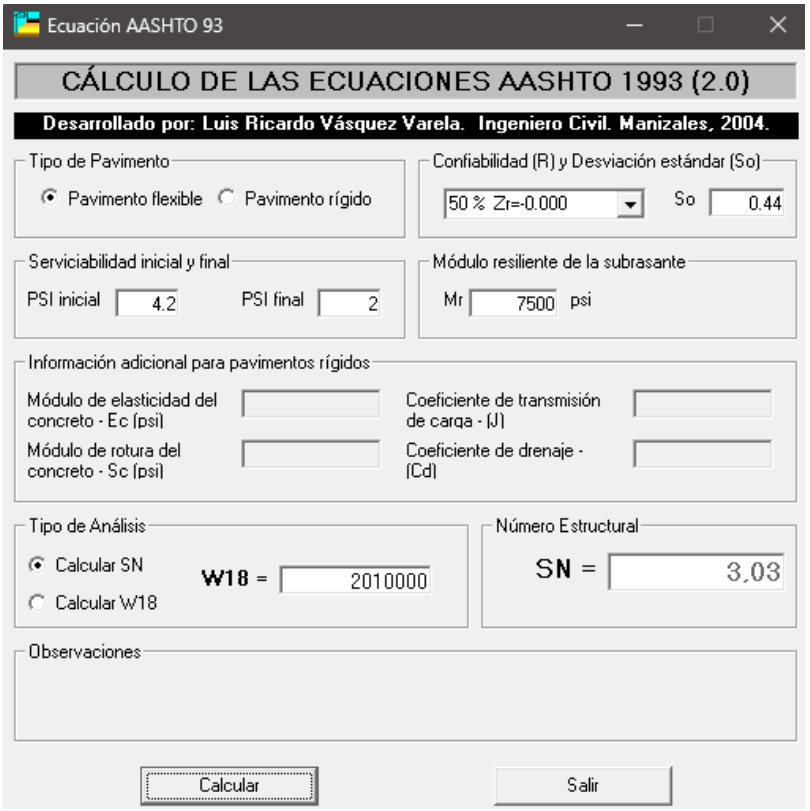


***Fig. N°56**. "SN necesario para el camino provisorio".*

6.1.6.8 Paquete estructural definitivo.

A continuación se observa los paquetes estructurales que se obtuvieron cumpliendo los SN necesarios del ítem 6.6.7. En la ***Fig. N°57*** se proyectó el siguiente paquete estructural de la calzada principal, RNN°33.

Ruta 33						
	a [1/pulg]	a [1/cm]	m	D [cm]	SNi	SN estr
Carpeta de rodamiento CAC D19 R AM3	0,440	0,173	-	5	0,866	5,88
Base superior CAC D19 B AC30	0,440	0,173	-	5	0,866	
Base inferior CAC D19 B AC30	0,440	0,173	-	5	0,866	
Base superior de estabilizado granular con cemento [25 kg/cm2]	0,148	0,058	1	15	0,874	
Base inferior de estabilizado granular con cemento [25 kg/cm2]	0,148	0,058	1	15	0,874	
Subbase superior suelo estabilizado con cal [15 kg/cm2]	0,130	0,051	1	15	0,768	
Subbase inferior suelo estabilizado con cal [15 kg/cm2]	0,130	0,051	1	15	0,768	

Fig. N°57. *"SN efectivo para el camino principal".*

En la ***Fig. N°58*** se proyectó el paquete estructural de las banquinas para el mismo tramo. Se tiene en cuenta que la carpeta de rodamiento para la misma es de asfalto convencional tipo CA30.

Banquina						
	a [1/pulg]	a [1/cm]	m	D [cm]	SNi	SN estr
Carpeta de rodamiento CAC D19 R CA30	0,440	0,173	-	5	0,866	3,09
Base superior de estabilizado granular con cemento [25 kg/cm2]	0,148	0,058	1	22	1,282	
Subbase suelo estabilizado con cal [12 kg/cm2]	0,120	0,047	1	20	0,945	

Fig. N°58*. "SN efectivo para la banquina".*

En la ***Fig. N°59*** se proyectó el paquete estructural del camino provisorio.

Camino Provisorio						
	a [1/pulg]	a [1/cm]	m	D [cm]	SNi	SN estr
Base superior de estabilizado granular con cemento [25 kg/cm2]	0,148	0,058	1	25	1,457	3,11
Subbase superior suelo estabilizado con cal [12 kg/cm2]	0,120	0,047	1	15	0,709	
Subbase inferior suelo estabilizado con cal [12 kg/cm2]	0,120	0,047	1	20	0,945	

Fig. N°59*. "SN efectivo para el camino provisorio".*

6.2 Diseño geométrico.

6.2.1 Propuesta de alteo de tramo RNN°33.

En este apartado se proyectó el diseño geométrico de la solución propuesta, la misma comprende 2 empalmes que vinculan la ruta existente y la ruta alteada, y una curva vertical ubicada en la obra de arte proyectada.

A partir del valor del Tránsito Medio Diario Anual de 5145 vehículos, una topografía llana, y utilizando la planilla "Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales" de vialidad nacional (Anexo Vial: Tabla N°1), se obtienen los siguientes datos:

- Categoría del camino: I
- Velocidad de diseño: 130 km/h
- Ancho de calzada: Se adopta 7,30 m

- Ancho de Banquinas: 3,00

En la ***Tabla 10*** se observan los datos y resultados de dicha curva y empalmes.

Tabla 10. *Tabla resumen.*

Tabla Resumen			
	Primer Empalme	Curva Vertical	Segundo Empalme
Tipo de Curva	Cóncava	Convexa	Cóncava
Progresiva PI	757579,58	758358,00	758773,15
Cotas	66,95	66,95	64,69
i1 [%]	-0,67	0,00	-0,55
i2 [%]	0	-0,55	0,16
io1-2 [%]	-0,67	0,55	-0,71
Longitud de curva [m]	80	160	80
Progresivas Puntos Característicos			
PCV	757539,58	758278,00	758733,15
CCV	757579,58	758358,00	758773,15
FCV	757619,58	758438,00	758813,15
Cotas Puntos Característicos			
PCV	67,22	66,95	64,90
CCV	67,02	66,84	64,76
FCV	66,95	66,51	64,75
Parámetros			
p [m]	-11940,30	29356,52	-11324,01
eo [m]	-0,07	0,11	-0,07

En la ***Fig. N°60*** se observa el primer empalme, que se extrajo de la altimetría. El mismo vincula la rasante de la ruta existente y la rasante proyectada por el alteo.

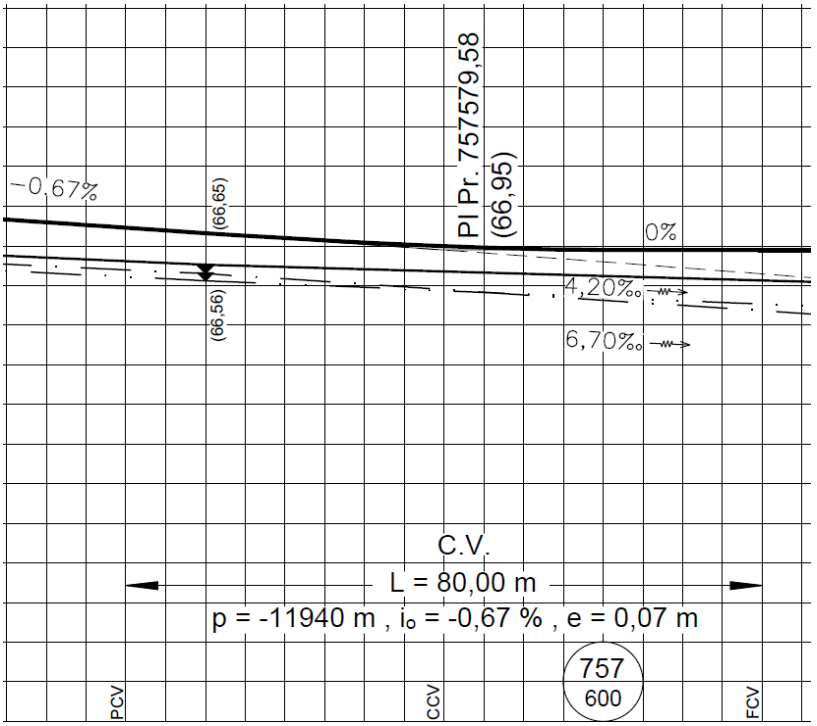


Fig. N°60*. "Empalme entre tramo existente y alteo".*

En la ***Fig. N°61*** se observa la curva vertical que se ubica en la zona de alcantarillado proyectado en el alteo.

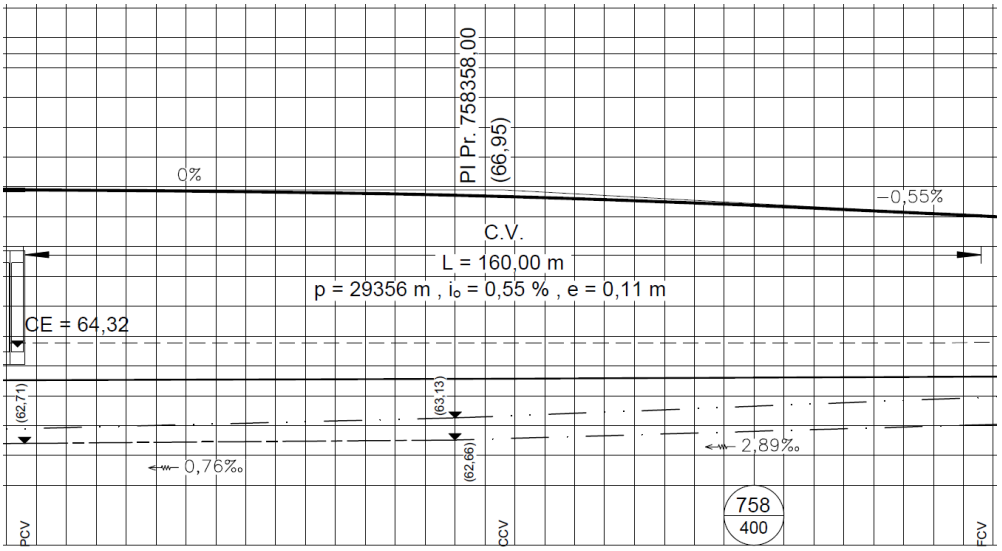


***Fig. N°61**. "Curva Vertical en alteo".*

Y por último, en la ***Fig. N°62*** se observa el empalme que vincula el alteo proyectado con la rasante de la ruta existente.

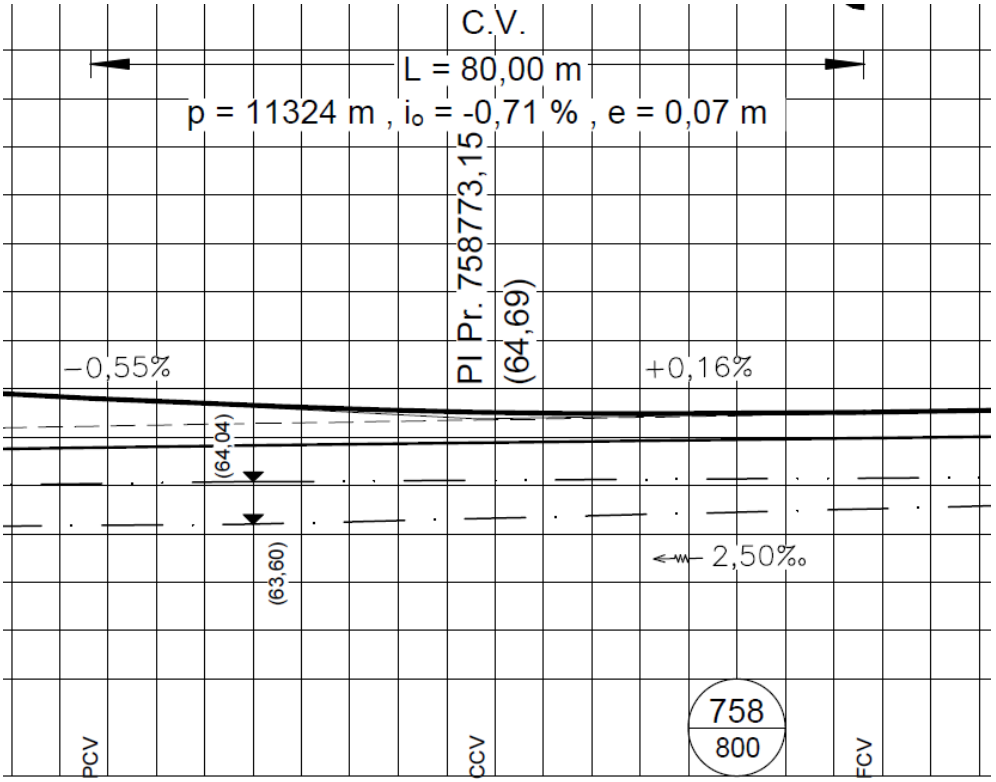


***Fig. N°62**. "Empalme entre tramo alteo y ruta existente".*

Todos los cálculos realizados se encuentran en el anexo vial.

En cuanto a las secciones transversales se siguió los lineamientos planteados en los planos N°03: "Planialtimetría" y N°04 "Perfiles Transversales" del Legajo de Planos, se tuvo en

cuenta que entre las progresivas 757850 y 758813 se colocaron barandas. Los desagües longitudinales fuera de la zona intervenida conservan el existente.

Las barandas se proyectaron de acuerdo al plano tipo de la ***Fig. N°63*** y la ***Tabla 11.***

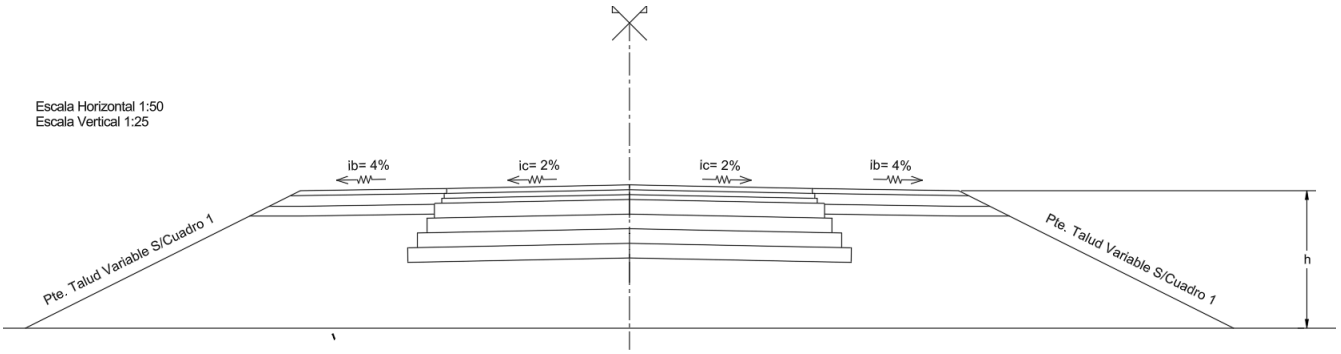


Fig. N°63*. "Perfil Tipo de Obra Básica y Pavimento"*

Tabla 11. *Colocación de baranda.*

Altura h[m]	Pendiente	Baranda
h ≤ 3,00m	1:4	No
3,00m < h	1:2	Sí

En la unión de la rasante existente y la nueva rasante, por simplicidad, se proyectó un corte vertical de profundidad igual a la altura del nuevo paquete estructural.

6.2.2 Camino provisorio.

Con motivo de la ejecución del alteo sobre la RNN°33, en el tramo correspondiente a la localidad de Pujato, se ha previsto la construcción de un camino de desvío provisorio que garantice la continuidad del tránsito vehicular durante el tiempo que duren las obras. Esta medida responde a la necesidad de mantener operativa la circulación, especialmente para el transporte de cargas, sin comprometer la seguridad vial ni interferir con los trabajos principales.

El desvío será ejecutado en forma paralela al eje de la ruta existente, siendo necesario tener que invadir terreno lindero a la zona de camino. Su trazado ha sido definido al sur de la ruta, debido a la existencia de las vías del ferrocarril existentes al norte de la RNN°33 y considerando criterios de funcionalidad, seguridad y adaptabilidad al entorno topográfico como se muestra en la siguiente ***Fig. N°64***.

***Fig. N°64**. Camino Provisorio*

El mismo contará con una longitud aproximada de 2 km, teniendo en cuenta las interferencias existentes como por ejemplo la línea eléctrica paralela al mismo, y la intersección de un camino de ingreso a un campo con su correspondiente alcantarilla.

***Fig. N°65**.Interferencia eléctrica.*

***Fig. N°66**. Interferencia de camino de ingreso a campo.*

Para su dimensionamiento geométrico, se necesitará un ingreso y egreso como se muestra en la siguiente ***Fig. N°67***, contemplando personal de señalización continua (banderilleros).

Para su dimensionamiento, se realizó un estudio específico del paquete estructural, evaluando las características del suelo de fundación, las condiciones de tránsito previstas y

el período de uso estimado. El diseño estructural del camino contempla una estructura adecuada para soportar el tránsito de vehículos pesados, especialmente camiones de gran porte que frecuentemente circulan por esta ruta nacional.

Además, se han incorporado radios de giro apropiados para maniobras seguras de vehículos de gran tamaño, utilizando como base una velocidad de diseño de 40 km/h, conforme a lo establecido por la normativa vial vigente para caminos provisorios en zonas de obra. Este valor de velocidad permite equilibrar fluidez de tránsito con seguridad operacional, teniendo en cuenta las características geométricas y las condiciones de visibilidad del desvío.

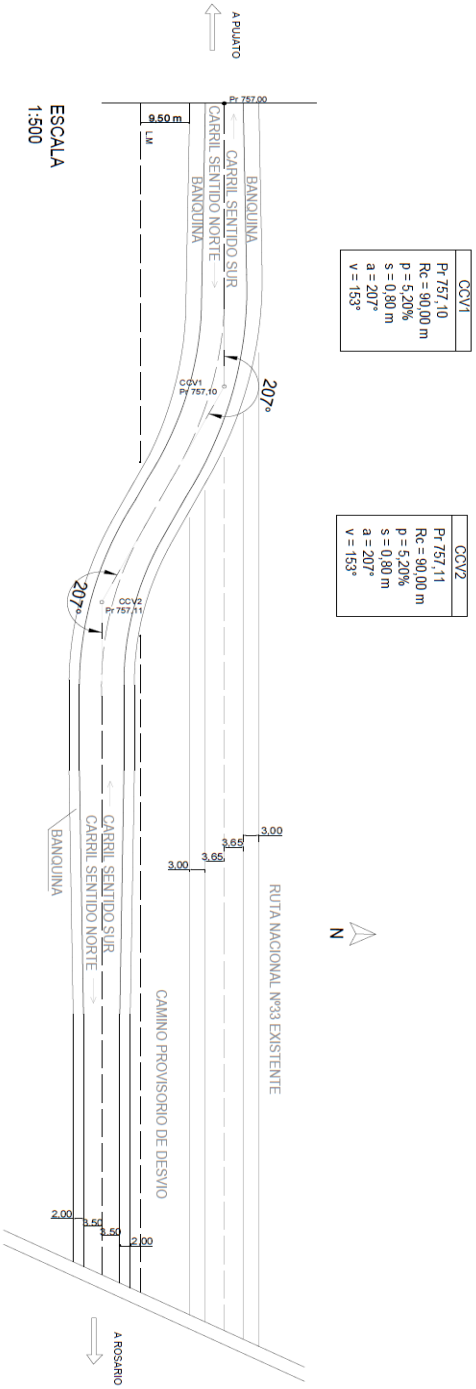


***Fig. N°67**. Curva 1 de ingreso/egreso a camino provisorio de desvío.*

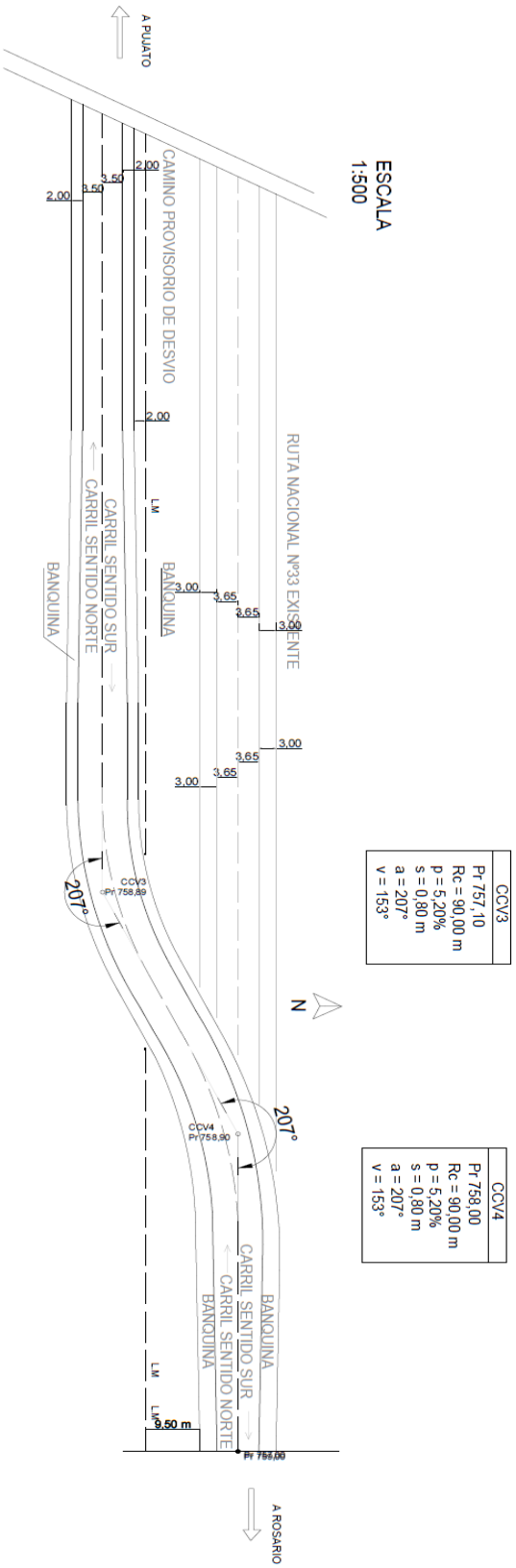


***Fig. N°68**. Curva 2 de ingreso/egreso a camino provisorio de desvío.*

En cuanto al perfil transversal, se prevé una calzada de ancho suficiente para permitir el tránsito de vehículos. La señalización vertical será dispuesta de manera de asegurar la correcta orientación y advertencia a los conductores. Se muestra a continuación un esquema en planta del camino provisorio de desvío (ver en detalle en Plano N°07).

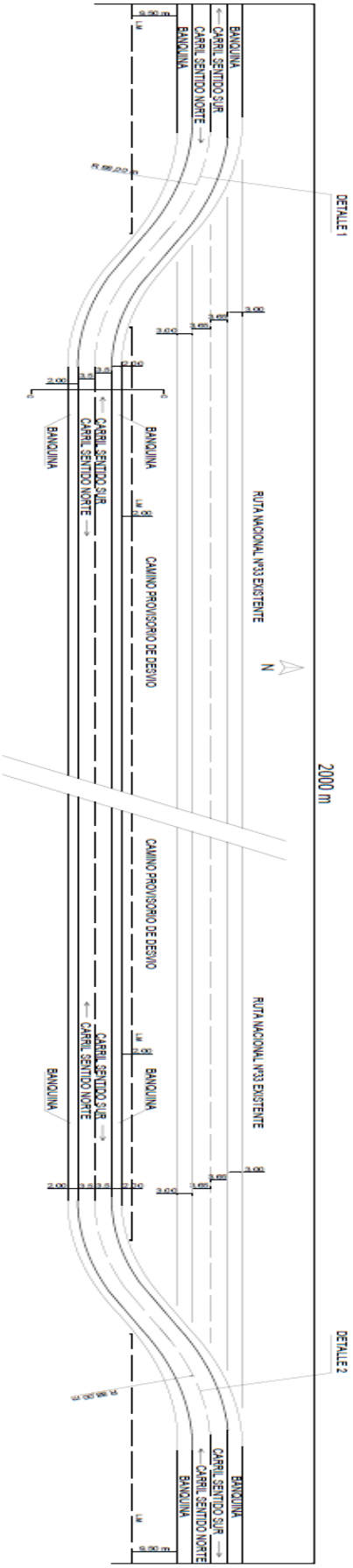


***Fig. N°69**. Planta de camino provisorio de desvío.*

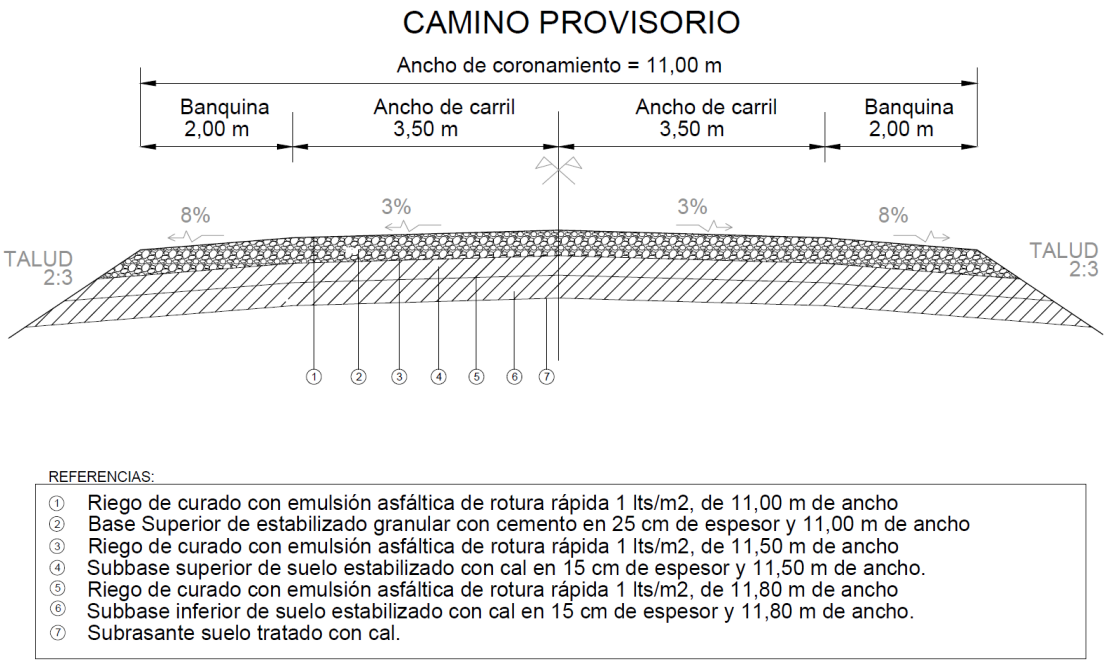


***Fig. N°70**. Sección transversal de camino provisorio de desvío.*

En resumen, el camino de desvío provisorio fue diseñado atendiendo a criterios técnicos, garantizando resistencia estructural, condiciones de seguridad y operatividad durante todo el período de ejecución del alteo principal, minimizando al máximo las interferencias con la circulación vial y asegurando el normal desarrollo de la obra.

7. Diseño Estructural.

7.1 Desarrollo de playa de estacionamiento para camiones.

Se propone el desarrollo de una playa de estacionamiento para camiones acompañada de un bar/comedor con instalaciones sanitarias adecuadas, ubicada estratégicamente en las inmediaciones de la localidad de Pujato, provincia de Santa Fe. Esta propuesta responde a una necesidad concreta y creciente de la zona, vinculada tanto al intenso tránsito de transporte pesado por la RNN°33, como al flujo constante de personas que visitan el cementerio local, ubicado junto a la traza de la ruta. Se muestra en la siguiente ***Fig. N°71*** la zona a intervenir.

***Fig. N°71**. Zona a intervenir*

Actualmente, es habitual observar vehículos particulares y camiones detenidos de manera precaria sobre la banquina o incluso en zonas no habilitadas como se observa en la siguiente ***Fig. N°72***, lo cual genera riesgos viales considerables tanto para los propios conductores como para el resto de los usuarios de la ruta. La falta de una infraestructura adecuada para la detención segura, el descanso y el abastecimiento básico de los camioneros y visitantes representa una debilidad urbana y vial significativa.

Fig. N°72*. Camiones detenidos en banquina de Ruta Nacional N°33*

El proyecto se fundamenta en la necesidad de mejorar la seguridad vial, promover el ordenamiento territorial y brindar servicios de calidad para transportistas y ciudadanos.

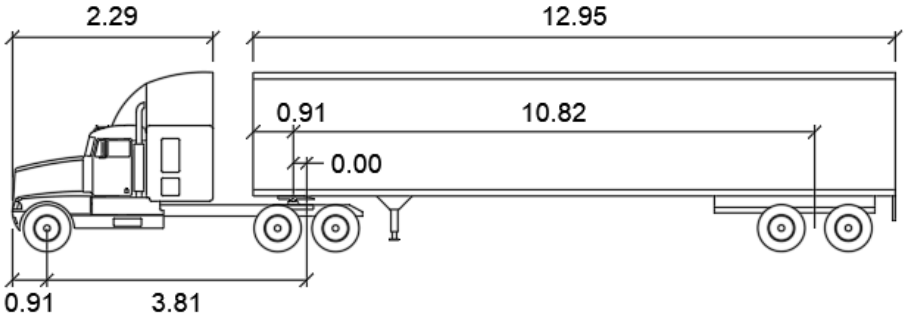
La implementación de una playa de estacionamiento segura, con espacios amplios para maniobras de camiones, y la construcción de un bar/comedor con baños accesibles, no solo dará respuesta a una demanda insatisfecha, sino que también contribuirá al desarrollo económico local y a la consolidación de una infraestructura urbana más eficiente, ordenada y humana.

Esta intervención busca consolidarse como un punto de referencia regional, fomentando el bienestar de los trabajadores del transporte, reduciendo riesgos asociados a la detención en zonas no habilitadas y revalorizando el entorno del cementerio mediante una solución funcional y sostenible.

7.2 Acceso y salida para camiones.

Se proyecta la construcción de un acceso y salida exclusivos sobre la RNN°33, que permitan el ingreso y egreso seguro de vehículos de gran porte. Esta intervención busca garantizar maniobras adecuadas de desaceleración y aceleración, evitando detenciones sobre la calzada principal y reduciendo significativamente el riesgo de siniestros viales. El diseño contempla radios de giro amplios, carriles de desaceleración y señalización adecuada, asegurando una circulación fluida y ordenada, tanto para los transportistas como para los demás usuarios de la vía.

Se considera un vehículo tipo de gran porte: CAMIÓN WB-15 como se muestra en la siguiente ***Fig. N°73*** y además, su radio de giro como se muestra en la ***Fig. N°74***.



WB-15M meters

Tractor Width	: 2.44	Lock to Lock Time	: 6.0
Trailer Width	: 2.59	Steering Angle	: 17.7
Tractor Track	: 2.44	Articulating Angle	: 70.0
Trailer Track	: 2.59		

***Fig. N°73**. Vehículo tipo adoptado*

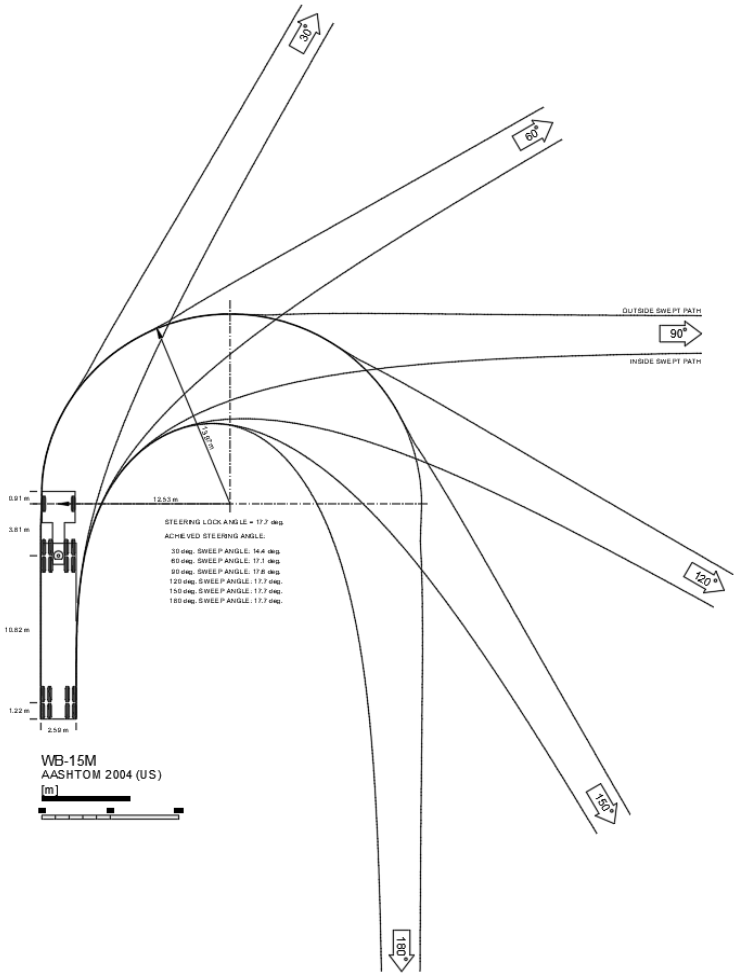
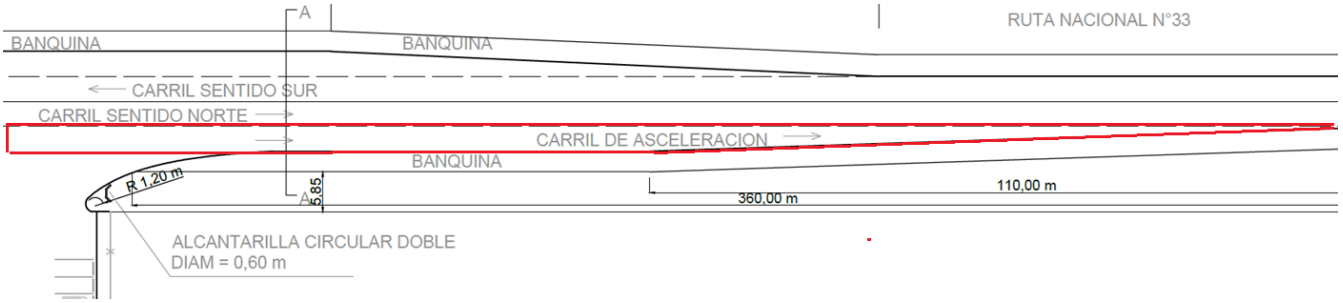


***Fig. N°74**. Radios de giro de camión WB-15*

Para el diseño de los carriles de aceleración y desaceleración sobre la RNN°33 se considera la utilización de “Plano Tipo OB - 2” resultando como sigue en la siguiente ***Fig. N°75***:

CARRIL DE ACELERACIÓN			
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN RUTA (KM/H)	*VELOCIDAD EN LA NARIZ DE SALIDA (KM/H)*	*LONGITUD TOTAL DEL CARRIL (M)*	*LONGITUD TOTAL DE TRANSICION (M)*
110	*40*	*360*	*110*



CARRIL DE DESACELERACIÓN			
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN RUTA (KM/H)	*VELOCIDAD EN LA NARIZ DE SALIDA (KM/H)*	*LONGITUD TOTAL DEL CARRIL (M)*	*LONGITUD TOTAL DE TRANSICION (M)*
110	*40*	*200*	*80*

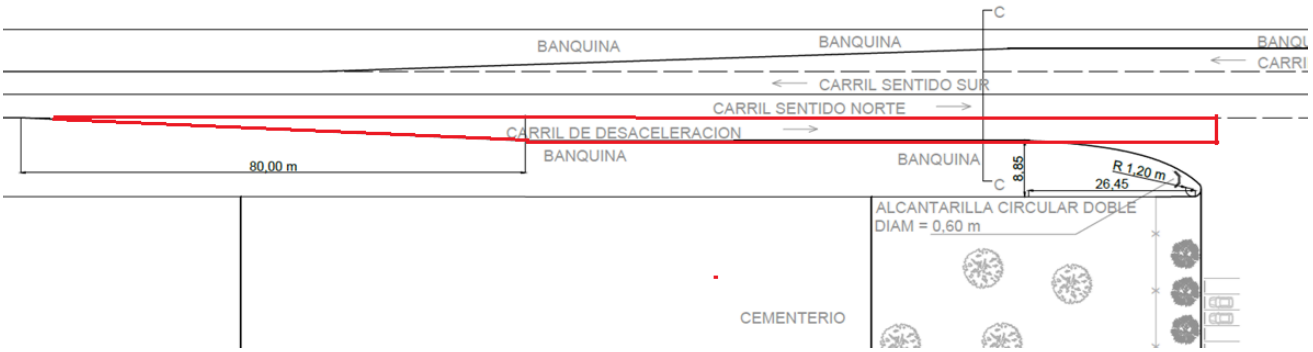


Fig. N°75*. Carriles de Aceleración y desaceleración.*

Según lo expresado anteriormente, se muestra en la siguiente ***Fig. N°76*** el resultado del diseño en planta de la playa de estacionamiento.

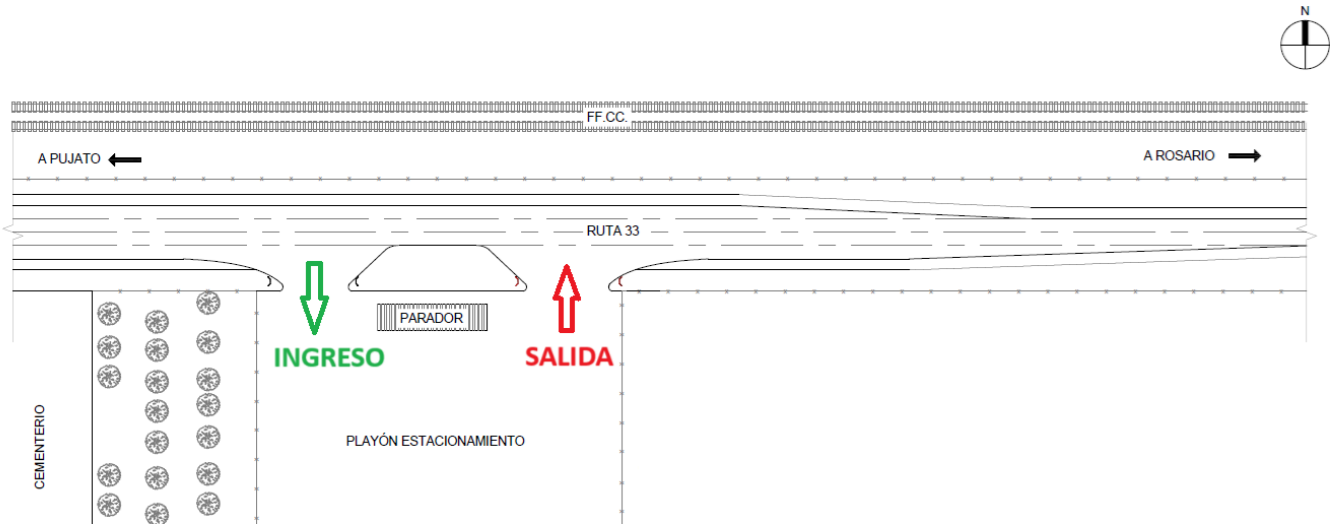


***Fig. N°76**. Ingreso y egreso a la playa de estacionamiento.*

Se realizó el análisis de las trayectorias de entrada y salida con los diferentes carriles de cambio de velocidad, que garantizan giros amplios mencionados.
Las mismas se muestran en la siguiente ***Fig. N°77.***

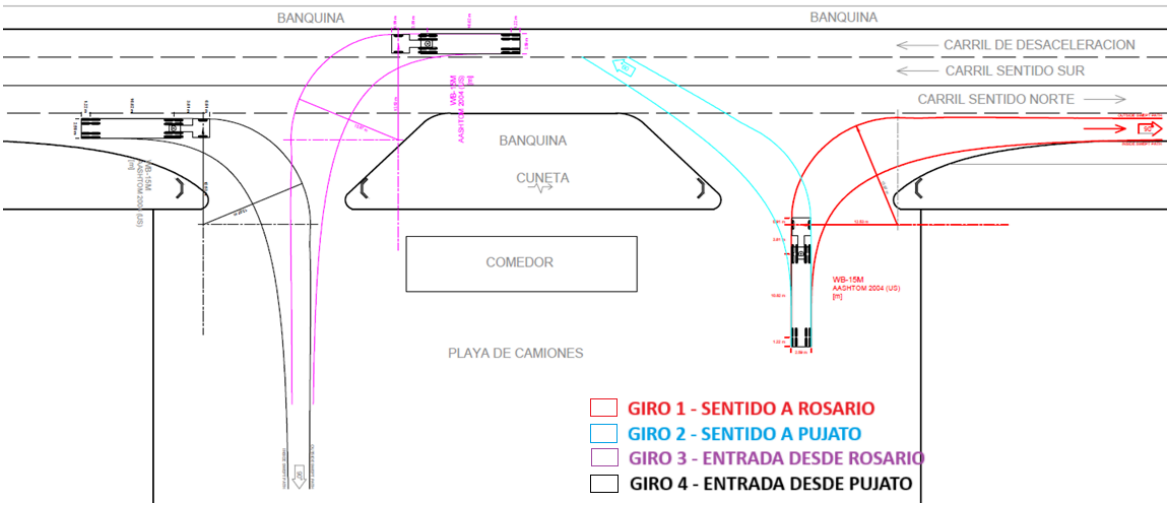


***Fig. N°77.** Trayectorias de entrada y salida de parador.*

7.3 Instalaciones de Bar/Comedor.

El proyecto contempla la construcción de un bar/comedor funcional y accesible, destinado a brindar servicios básicos de alimentación y descanso a transportistas y visitantes. El edificio contará con un comedor con capacidad para alojar hasta 25 personas de forma simultánea, equipado con mesas, sillas y climatización adecuada. Asimismo, se prevé la posibilidad de disponer mesas en el exterior del edificio, permitiendo ampliar la capacidad y ofrecer una alternativa al aire libre para los usuarios.

Éste cuenta con diferentes zonas definidas: sector de servicios donde se aloja la zona de vestuarios y duchas de caballeros y damas de $87m^2$ (a los que se puede ingresar

directamente desde el exterior), zona de preparación de alimentos del bar y por último el sector del salón comedor de 165m^2 con dos accesos ubicados en sentido norte y sur. En la ***Fig. N°78*** se observa la planta arquitectónica:

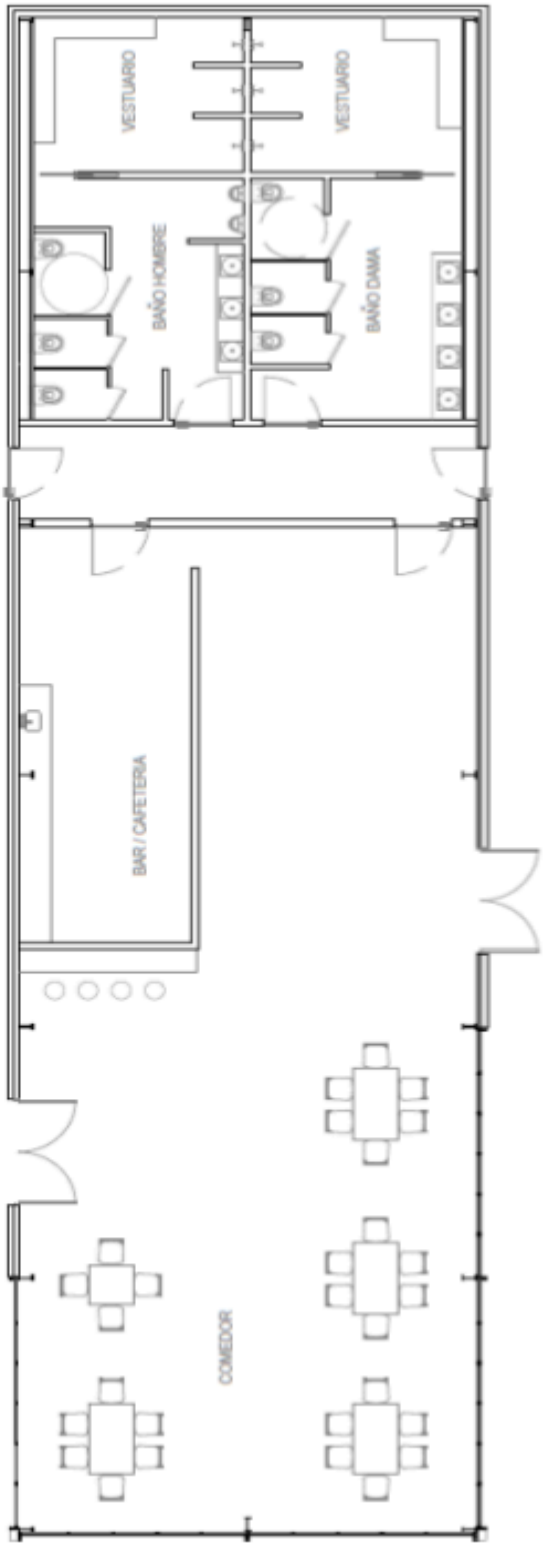


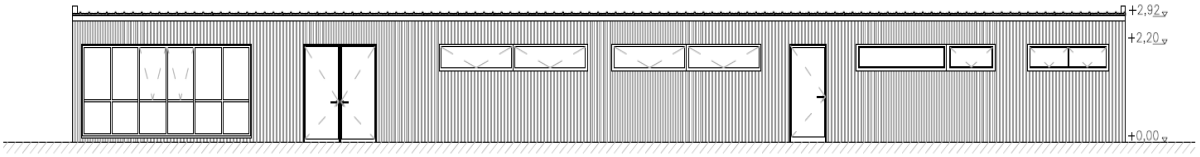
Fig. N°78*. Planta Arquitectónica Bar/Comedor.*

7.4 Materialidad de Bar/Comedor

En la ***Fig. N°79*** se observan en las vistas correspondientes al sentido Norte y Sur, en las que se puede apreciar la envolvente del edificio, en las que se utilizó paneles tipo Arneg, tanto en fachadas como en la cubierta, los cuales garantizan buenas condiciones de aislamiento térmico y acústico, fundamentales para el bienestar de los usuarios ante las variaciones climáticas y la cercanía al tránsito pesado.

Las aberturas fueron ubicadas, con el doble objetivo de permitir el ingreso de luz natural abundante durante el día y facilitar la ventilación cruzada.

VISTA NORTE:



VISTA SUR:

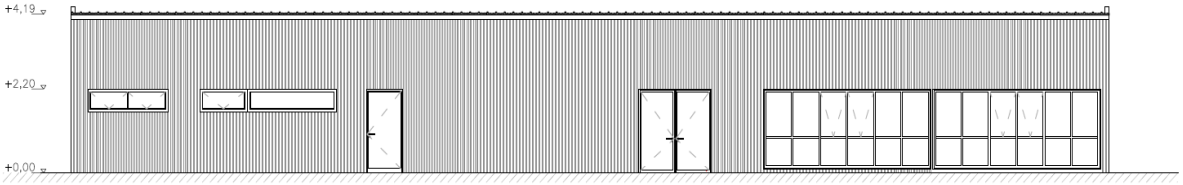


Fig. N°79*. Vista Sur y Vista Norte.*

Se presentan las vistas Este y Oeste, donde se observa la inclinación de la cubierta que busca integrar el ambiente aledaño correspondiente a la playa de estacionamiento.

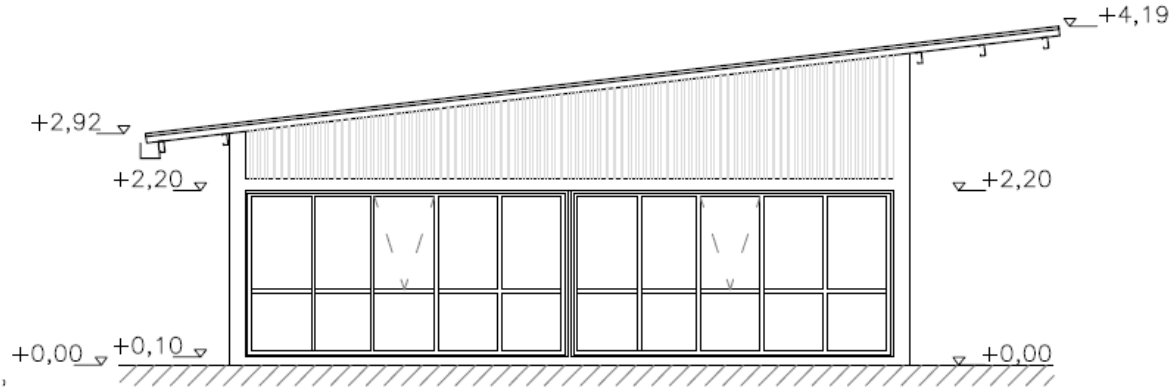


Fig. N°80*. Vista Este arquitectónica.*

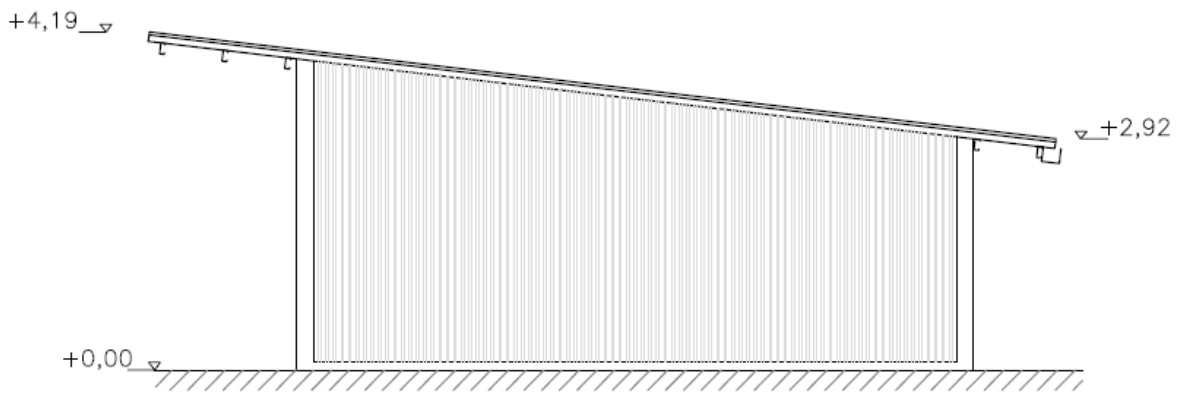


***Fig. N°81**. Vista Oeste arquitectónica.*

Desde el punto de vista compositivo, se prioriza la simplicidad constructiva y la modularidad del sistema, lo que facilita tanto la ejecución como el mantenimiento futuro del edificio.

7.5 Estructura de Bar/Comedor.

Para la estructura del parador se optó por un sistema independiente compuesto por perfiles metálicos de alma llena tipo “W”, fundaciones directas mediante bases aisladas, y una cubierta a una sola agua con pendiente. Esta solución proporciona una estructura liviana, de rápida ejecución, y con gran flexibilidad para la organización funcional del espacio interior.

La configuración estructural está compuesta por siete pórticos principales, separados cada 5 metros, con una luz libre de 8 metros. En la dirección longitudinal (paralela a los pórticos), se incorporaron elementos de arriostramiento mediante perfiles angulares tipo “L”, dispuestos en forma de cruces y puntales, que aseguran la estabilidad global frente a acciones horizontales.

La estructura cuenta con dos aleros: uno de 2 metros de vuelo al norte y otro de 1 metro al sur, ambos integrados estructuralmente al sistema de vigas principales. Tanto la cubierta como los cerramientos verticales se resuelven mediante paneles tipo sándwich marca ARNEG de 80 mm de espesor, que brindan aislamiento térmico y contribuyen a la rigidez del conjunto sin agregar cargas excesivas.

El análisis estructural fue desarrollado mediante el software Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022, a partir de un modelo tridimensional completo de la estructura. Dado que el programa no cuenta con verificación nativa según la normativa argentina CIRSOC 301-2018, se optó por utilizar la norma ANSI/AISC 360-10, que sirvió como base para el reglamento argentino vigente. Para garantizar la confiabilidad de los resultados, se prestó especial atención a la correcta definición de los parámetros de cálculo y a una interpretación crítica y detallada de las salidas del software, minimizando así el riesgo de errores por automatización.

En cuanto a las acciones aplicadas, dado que el emplazamiento se encuentra en una zona de muy baja sismicidad y clima templado, sin riesgo de heladas y nevadas, las acciones del viento resultaron ser las cargas variables más determinantes. Estas incidieron

especialmente en el diseño de las fundaciones, donde se verificaron los esfuerzos de levantamiento provocados por succión del viento sobre los aleros y la cubierta.

Las columnas se modelaron como articuladas en su base, reflejando condiciones de apoyo realistas y simplificando la transferencia de momentos al suelo. Durante el proceso iterativo de cálculo, se verificaron tanto los estados límite de resistencia como los límites de deformación, siendo estos últimos los que condicionaron en mayor medida la elección de las secciones, especialmente en las columnas dado la predominancia de las acciones horizontales sobre las verticales.

En cuanto al diseño de fundaciones, se adoptó un sistema de bases aisladas bajo cada columna. Dado que no se cuenta con un estudio de suelo específico del sitio, se trabajó con una capacidad portante admisible de 1,5 kgf/cm², valor representativo para suelos limosos-arcillosos como los presentes en la región. Para el cálculo de cargas gravitatorias se asumió un peso específico del suelo de 18 kgf/m³, correspondiente a materiales cohesivos medianamente compactos. Esta hipótesis de trabajo, si bien conservadora, garantiza un diseño fundacional seguro y podrá ajustarse en función de los resultados que arroje una eventual campaña geotécnica durante la etapa ejecutiva.

El detalle completo del proceso de cálculo estructural, incluyendo el desarrollo del modelo tridimensional, la definición de cargas, las combinaciones de carga consideradas según la normativa vigente, las verificaciones de cada sección estructural, así como las imágenes del modelo estructural y sus resultados principales, se encuentra disponible en el Anexo Estructural que acompaña esta monografía.

8. Consideraciones de la dimensión Ambiental.

A continuación, se abordará la dimensión ambiental del proyecto de intervención en la RNN°33 sobre el control de inundaciones en el tramo entre los km 757 y 760. Dicha intervención se encuentra al oeste de la localidad de Pujato y mejorará las condiciones de circulación para el tránsito actual y futuro ya que se prevé que debido a esta intervención no habrá más cortes por inundación. Pujato se ubica, como ya se ha mencionado precedentemente, sobre la RNN°33 la cual es crucial para el transporte de la producción agropecuaria argentina, especialmente para llegar a los puertos de Rosario e Ingeniero White (Bahía Blanca). Forma parte de un corredor que conecta las zonas productivas con los centros de exportación, siendo una vía vital para el desarrollo económico regional y nacional.

Para este análisis se tuvieron en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible, establecidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU). Esto comprende 17 objetivos con 169 metas, en donde se busca transformar el mundo, darle una oportunidad para que los países puedan mejorar la vida de sus habitantes, en donde establece la erradicación de la pobreza a través de estrategias que fomenten el crecimiento económico y necesidades sociales como la educación, la sanidad, la protección social y perspectiva de empleo, teniendo en cuenta el cambio climático y la protección al medio ambiente.

***Fig. N°82**. Objetivos de desarrollo sostenible.*

Se analizó cada uno de los objetivos, estableciendo cuáles de ellos se encuentran vinculados al presente proyecto.

8.1 Objetivo 3: Salud y Bienestar.

Meta 3.6: Reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo.

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

El proyecto tiene como principal objetivo controlar las inundaciones sobre la ruta, las cuales han sido causantes de numerosos accidentes, poniendo en peligro la integridad física de quienes circulaban en dichas condiciones. Se busca reducir estas causas que producen riesgos a la salud.

8.2 Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento.

Meta 6.5: De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

Meta 6.6: De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

En el presente informe se realizó un análisis hidráulico, cuyo objetivo inicialmente fue mantener las condiciones hidráulicas antes y después de la intervención, además de evitar cortes por inundación y mantener la utilidad de la vía de comunicación en condiciones severas de lluvia. Para garantizar esto, fue necesario realizar una gestión integral de los recursos hídricos.

8.3 Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructuras.

Meta 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.

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

Se garantiza el desarrollo de una estructura que perdure en el tiempo, con la implementación de equipos y mano de obra calificada, generando empleos, para lograr una obra de calidad. Se plantea realizar una infraestructura para garantizar la conexión bajo condiciones climáticas desfavorables entre las localidades y campos sobre la ruta 33 con Rosario, ya sea por interés económico, social o comercial.

8.4 Objetivo 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico.

Meta 8.2: Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.

Meta 8.3: Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.

Meta 8.6: De aquí a 2020, reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación.

Meta 8.8: Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios.

Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. En este proyecto, se vincula principalmente a la generación de puestos de trabajo para la ejecución tanto de la obra vial como la del parador y playa de estacionamiento para los camiones.

9. Conclusiones y recomendaciones.

La intervención propuesta en el tramo comprendido entre los km 757 y km 760 de la RNN°33, en la localidad de Pujato, responde a una necesidad crítica y justificada: la recurrencia de inundaciones que generan cortes totales de la calzada, interrumpiendo el tránsito de vehículos livianos y pesados, afectando seriamente la conectividad regional, la logística agrícola-ganadera y comprometiendo la seguridad vial. Estas afectaciones, documentadas a lo largo de los años, motivan la necesidad de una solución integral y

sustentable, que preserve el equilibrio hidráulico del sistema y mejore sustancialmente la operatividad de esta vía nacional estratégica.

El proyecto adopta como medida principal la ejecución de un alteo de la calzada, elevando la rasante por encima de las cotas máximas de inundación, evitando así el cruce superficial del agua sobre la ruta. Esta solución se articula con la instalación de alcantarillas prefabricadas rectangulares, cuya implantación a la misma cota que la rasante actual permite mantener el régimen hidráulico preexistente. Esta medida asegura que no se generen alteraciones aguas abajo que pudieran perjudicar a campos linderos o localidades aledañas, como Pujato y Roldán, respetando la hipótesis principal del proyecto de no afectar negativamente a terceros.

En paralelo, se llevó a cabo un análisis hidráulico, utilizando herramientas como HEC-HMS, HEC-RAS y HY-8, que permitió evaluar distintos escenarios de escurrimiento y caudales de diseño, considerando períodos de recurrencia de hasta 100 años. A partir de estos estudios, se definió una sección hidráulica de 130 metros de longitud para asegurar que el nuevo sistema funcione de manera equivalente al existente, garantizando el tránsito subterráneo del agua y manteniendo las cotas de embalse aguas arriba en todos los escenarios modelados.

El diseño vial del nuevo tramo contempla criterios geométricos y estructurales bajo normativa vigente, definiendo una rasante horizontal en el sector intervenido, banquinas adecuadas y una calzada diseñada para resistir altos volúmenes de tránsito pesado. Desde el punto de vista estructural, se dimensionó un paquete de capas resistentes mediante el método AASHTO 93, considerando los ejes equivalentes proyectados para los próximos 15 años. Esta solución estructural asegura durabilidad, seguridad y funcionalidad, acorde al tránsito que caracteriza esta ruta, altamente utilizada por vehículos vinculados a la producción y exportación regional.

Adicionalmente, se proyectó un camino de desvío provisorio, paralelo a la traza principal, diseñado con radios de giro apropiados para vehículos de gran porte y velocidad de diseño de 40 km/h, con su respectivo paquete estructural validado para soportar cargas durante el período de obra.

Como complemento, se propone la construcción de un parador para camiones con el objetivo de mejorar la infraestructura de servicios para el transporte pesado, optimizando la seguridad, comodidad y eficiencia operativa de los conductores que circulan por este importante corredor vial. El parador estará ubicado en un sector adyacente a la traza intervenida, seleccionado estratégicamente en función de la disponibilidad de terrenos y accesibilidad directa desde la ruta. La propuesta contempla la construcción de una playa de estacionamiento de dimensiones adecuadas para albergar una cantidad máxima de 20 camiones, con circulaciones internas seguras y espacios de maniobra amplios. Se diseñaron accesos y salidas independientes para facilitar el ingreso y egreso de vehículos sin interferir con el tránsito general, acompañados de señalización vertical y horizontal según normativa de seguridad vial vigente.

La estructura principal del parador será un bar/comedor modular, resuelto con paneles tipo Arneg por sus ventajas térmicas y acústicas. Este edificio contará con comedor, baños, kiosco y espacio de descanso para choferes.

Desde el punto de vista estructural, el pavimento del área del parador fue diseñado considerando el tránsito pesado y prolongada permanencia de vehículos, con un paquete estructural adecuado para resistir esfuerzos sin generar deformaciones o fallas prematuras.

En conclusión, el proyecto presenta una solución técnica sólida, viable y respetuosa del entorno hidráulico, que integra diseño vial, estructural e hidráulico en una propuesta equilibrada. Esta intervención permitirá sostener la conectividad y el desarrollo regional ante eventos climáticos adversos, con una obra funcional, segura y ambientalmente compatible. Además, el parador constituye un importante aporte al sistema vial, brindando infraestructura de apoyo para el transporte de carga, mejorando las condiciones laborales de los conductores, ordenando el tránsito y elevando el nivel de servicio de la RNN°33 en su tramo crítico.

Conclusión sobre la experiencia durante la realización de éste trabajo

La realización de este trabajo nos brindó una experiencia creativa y de muchos desafíos técnicos. Nos permitió integrar conocimientos de múltiples áreas de la ingeniería civil que fuimos desarrollando a lo largo de la carrera (hidráulica, transporte y estructuras) y aplicarlos a una problemática real, compleja y actual. A su vez, nos enfrentó al desafío de tomar decisiones fundamentadas, trabajar en equipo, realizar modelaciones avanzadas y proponer soluciones viables desde una perspectiva económica y sustentable. Sin duda, este proyecto fue muy importante en nuestra formación, fortaleciendo nuestras capacidades como futuros ingenieros civiles comprometidos con la mejora del entorno y la sociedad.

10. Bibliografía.

1. Dirección Nacional de Vialidad (DNV): “Normas de diseño geométrico para rutas nacionales. Serie Normativa de Carreteras, Buenos Aires, Argentina, última edición vigente”.
2. Dirección Nacional de Vialidad (DNV): “Manual de drenaje para obras viales. Buenos Aires, Argentina”.
3. TOMO 1: Hidrología. “ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE MEDIDAS DE REGULACIÓN EN LAS CUENCAS MEDIA Y ALTA DE LOS ARROYOS LUDUEÑA Y SAN LORENZO” (Agosto 2015). Convenio Instituto Nacional del Agua - Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente
4. Curvas de nivel (material brindado por la cátedra “Proyecto IV” - UNR FCEIA + Google Earth). Material de consulta general a todos los grupos/ Curvas de nivel SF.KMZ.
5. Plano de mensura (material brindado por la cátedra “Proyecto IV” - UNR FCEIA). Posta De San Martín 100000.
6. Plano de cuencas (material brindado por la cátedra “Proyecto IV” - UNR FCEIA). Material de consulta general a todos los grupos/ SantaFe Cuencas.dwg
7. Información obtenida a través de pag web: Sec. Recursos Hídricos - M.O.P.
8. Manual técnico de alcantarillas prefabricadas. Proveedor: Prefabricados de hormigón VILLA NUEVA. (Marzo 2018).
9. Ministerio de Infraestructura y Transporte. Secretaria de Recursos Hídricos. Dirección General de estudios básicos y gestión de tierras. Relevamientos planialtimétricos: “17-Planialtimetría R33 - Pujato”.
10. Ministerio de Infraestructura y Transporte. Secretaria de Recursos Hídricos. Dirección General de estudios básicos y gestión de tierras. Relevamientos. “18- perfiles 1 - pujato R33 (transversales)”.
11. Plano de mensura Pujato - Dpto San Lorenzo - Provincia Santa Fe. Propiedad de: CESAR CALVO. (Diciembre 1948)
12. Ministerio de Infraestructura y Transporte. Secretaria de Recursos Hídricos. Dirección General de estudios básicos y gestión de tierras. Relevamientos. “18- perfiles 2 - pujato R33 (transversales)”
13. Dirección Nacional de Vialidad. Estudio de Ingeniería, Económico y Ambiental de la Autopista RN N° 33 CORREDOR RUFINO - ROSARIO Tramo 4: Acceso a Colonia las Flores (Km 732,37) – Arroyo Ludueña (Km 781,30). Provincia de Santa Fe. “ INFORME HIDRÁULICO ANTEPROYECTO. REV A” (Abril 2016)
14. Dirección Nacional de Vialidad. Estudio de Ingeniería, Económico y Ambiental de la Autopista RN N° 33 CORREDOR RUFINO - ROSARIO Tramo 4: Acceso a Colonia las Flores (Km 732,37) – Arroyo Ludueña (Km 781,30). Provincia de Santa Fe. “ INFORME HIDRÁULICO ANTEPROYECTO. REV A” (Abril 2016) - ANEXO 1: INFORME DE INUNDACIONES (AÑO 2012).
15. TRANSITO VIALIDAD NACIONAL pag web: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html
16. LEY N°13246. Ésta ley sancionada en Argentina 1948, regula los contratos de arrendamiento y aparcería rural. Su objetivo principal es proteger los derechos de los productores agropecuarios que no son dueños de la tierra, garantizando contratos escritos, plazos mínimos y condiciones justas para evitar abusos por parte de los propietarios. Texto actualizado | Argentina.gob.ar

Asesoramiento Académico y Consultas Técnicas

- Consultas técnicas, aportes y revisiones con Ing. Raul Navarro – UNR-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.
- Consultas técnicas, aportes y revisiones con Ing. Raffaelli, Juan Pablo – UNR-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.
- Consultas técnicas, aportes y revisiones con Ing. Luque, Analía. – UNR-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.
- Consultas técnicas, aportes y revisiones con Ing. Fideleff, Horario. – UNR-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

11. Legajo de Planos.

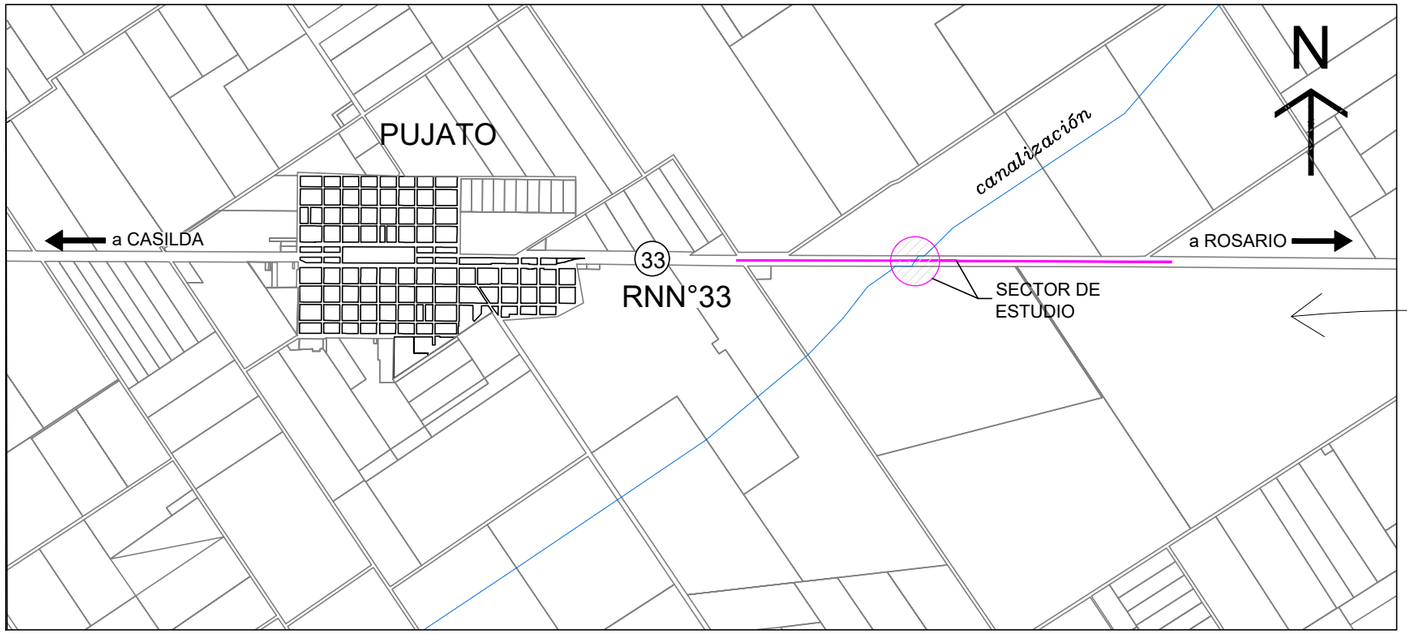
PLANO 01: Ubicación del proyecto.
PLANO 02: Perfil longitudinal canal La Legua.
PLANO 03: Planialtimetría.
PLANO 04: Perfiles transversales.
PLANO 05: Alcantarilla prefabricada proyectada.
PLANO 06: Perfil tipo de obra básica y pavimento.
PLANO 07: Camino provisorio.
PLANO 08: Camino de desvío a playa de estacionamiento - Perfiles transversales - Parador propuesto.
PLANO 09: Planta arquitectura - Parador propuesto.
PLANO 10: Vistas - Parador propuesto.
PLANO 11: Detalles - Parador propuesto.
PLANO 12: Fundaciones - Parador propuesto.
PLANO 13: Planta estructural - Parador propuesto.
PLANO 14: Planta cubierta - Parador propuesto.
PLANO 15: Elevaciones ejes A y C - Parador propuesto.
PLANO 16: Elevaciones ejes 1 al 7 - Parador propuesto.
PLANO 17: Estacionamiento - Parador propuesto.

12. Anexos.

- 01 ANEXO HIDRÁULICO
- 02 ANEXO VIAL
- 03 ANEXO ESTRUCTURAL
- 04 ANTECEDENTES

LEGAJO DE PLANOS

CROQUIS DE UBICACIÓN



PROVINCIA DE SANTA FE

Pujato, Santa Fe

IMAGEN SATELITAL

LISTADO DE PLANOS:

PLANO 01: Ubicación del proyecto.
PLANO 02: Perfil longitudinal canal La Legua.
PLANO 03: Planialtimetría.
PLANO 04: Perfiles transversales.
PLANO 05: Alcantarilla prefabricada proyectada.
PLANO 06: Perfil tipo de obra básica y pavimento.
PLANO 07: Camino provisorio.
PLANO 08: Camino de desvío a playa de estacionamiento - Perfiles transversales - Parador propuesto.
PLANO 09: Planta arquitectura - Parador propuesto.
PLANO 10: Vistas - Parador propuesto.
PLANO 11: Detalles - Parador propuesto.
PLANO 12: Fundaciones - Parador propuesto.
PLANO 13: Planta estructural - Parador propuesto.
PLANO 14: Planta cubierta - Parador propuesto.
PLANO 15: Elevaciones ejes A y C - Parador propuesto.
PLANO 16: Elevaciones ejes 1 al 7 - Parador propuesto.
PLANO 17: Estacionamiento - Parador propuesto.

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

MAMMELLA, FRANCO

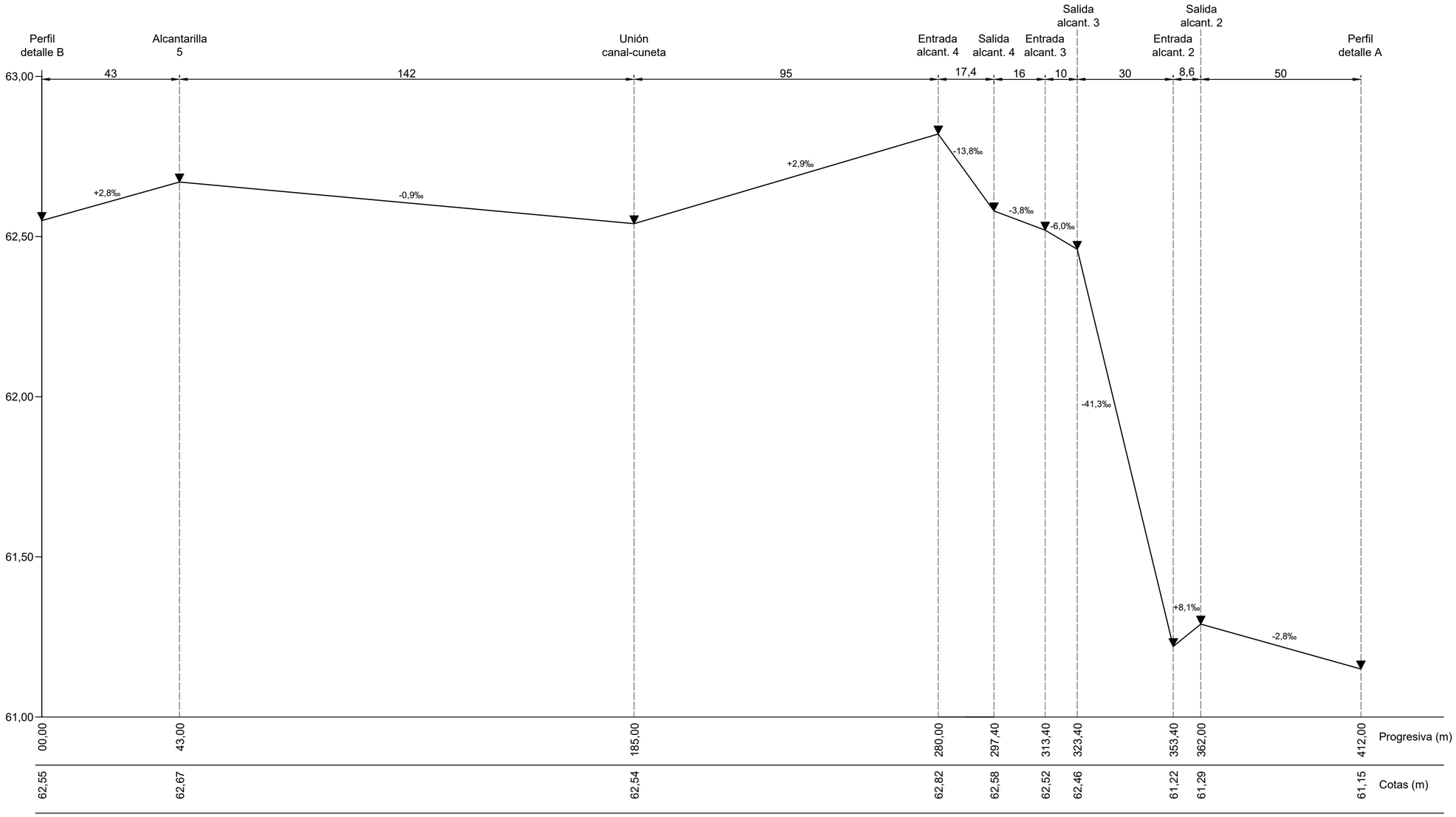
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

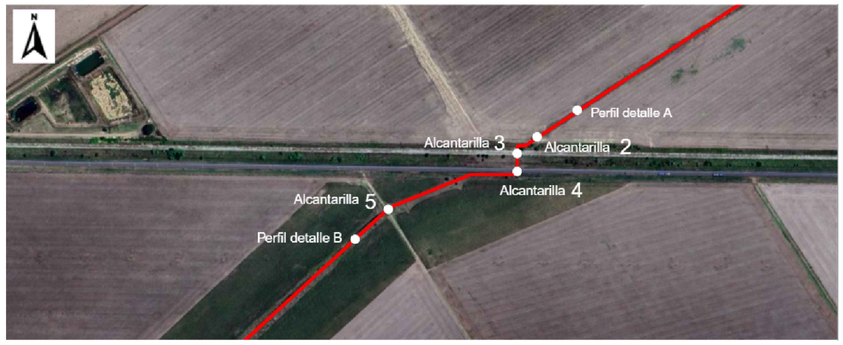
UBICACIÓN DEL PROYECTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	SIN ESCALA	01

PERFIL LONGITUDINAL CANAL LA LEGUA



MAPA ESQUEMÁTICO DE PUNTOS CARACTERÍSTICOS



REFERENCIAS

PERFIL LONGITUDINAL DEL CANAL

▼ QUIEBRE DE PENDIENTE

NOTA: Cotas referidas al cero del IGN

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

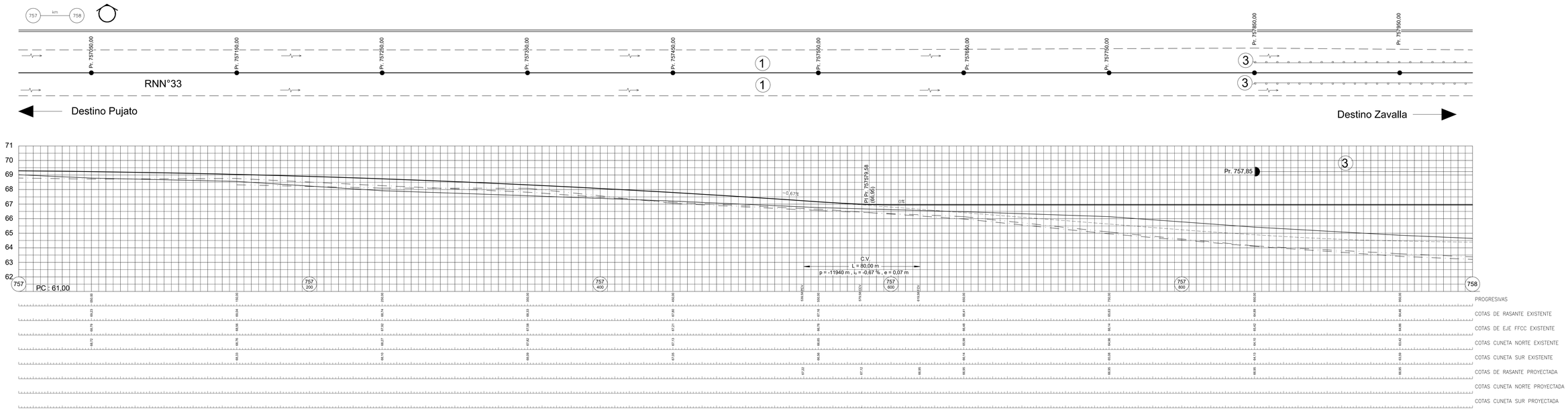
MAMMELLA, FRANCO

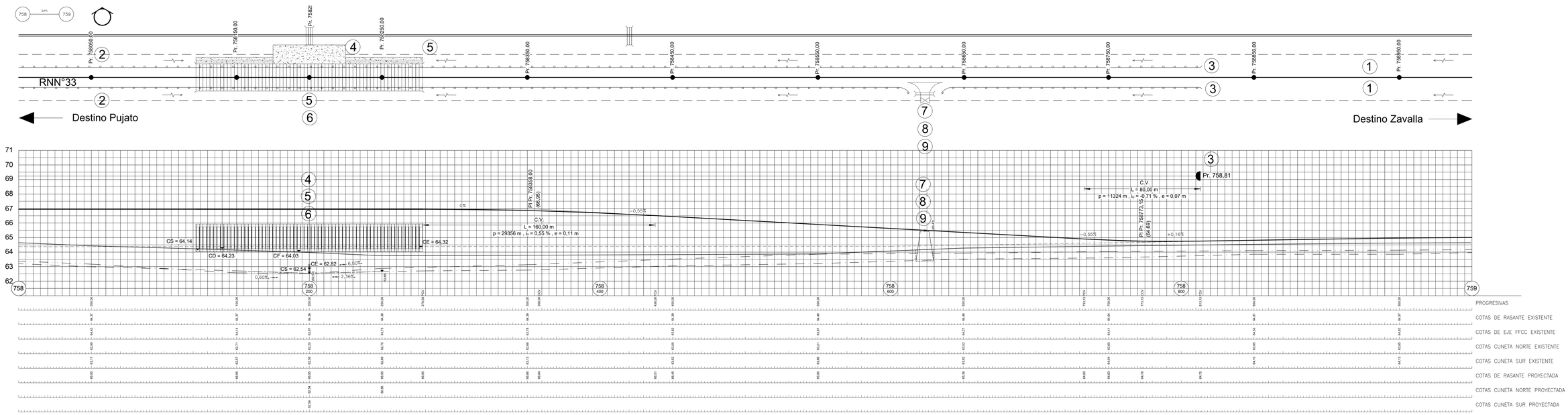
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

Perfil logitudinal canal La Legua

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	Vertical 1:10 Horizontal 1:1000	02





OBRAS PROYECTADAS	
1	LIMPIEZA DE TERRENO Total lámina: 0,41 ha
2	CONSTRUCCIÓN DE ALAMBRADOS S/PL TIPO H-2840 - Tipo "D" Total lámina: 156 m
3	BARANDAS DE DEFENSA METÁLICAS S/PL TIPO H-10237 Clase "B" con alas terminales comunes Poste pesado, conformado en frío Largo útil: 7,62 m Total lámina: 1922,24 m
4	DISIPADOR PLATEA DE H°A° Espesor: 0,15 m Total lámina: 650 m2

OBRAS PROYECTADAS	
5	CUNETA REVESTIDA DE H°A° espesor = 0,10 m Total lámina: 300 m2
6	MÓDULOS PREFABRICADOS RECTANGULARES Alto:1,90 m; Ancho:2,40 ; Espesor: 0,20 m; Material: H° Total lámina: 1170 unidades
7	TRANQUERA TIPO B S/PL TIPO J-5084 Total lámina: 1
8	ALCANTARILLA LATERAL DE CAÑO DE H° S/PL TIPO A-82 cicabecera s/PL TIPO H-2993 Sección circular Ø 0,80 m, J = 12 m Total lámina: 1
9	CORDÓN PARA PROTECCIÓN DEL BORDE DEL PAVIMENTO Material H°A° Tipo H-17 ; Altura: 0,30 m; Ancho: 0,15 m Total lámina: 24 m

REFERENCIAS PLANIMETRÍA

- LÍMITE ZONA DE CAMINO
- EJE FFCC EXISTENTE
- TRANQUERA
- ALCANTARILLA
- ESCURRIMIENTO
- BARANDA DE DEFENSA
- PROGRESIVAS RELEVADAS

REFERENCIAS ALTIMETRÍA

- RASANTE RUTA PROYECTADA
- RASANTE FFCC
- RASANTE RUTA ACTUAL
- CUNETA SUR PROYECTADA
- CUNETA NORTE PROYECTADA
- CUNETA NORTE EXISTENTE
- CUNETA SUR EXISTENTE
- C.F. ALCANTARILLA CAÑO
- E.F. ALCANTARILLA CAJÓN
- ALCANTARILLA LATERAL

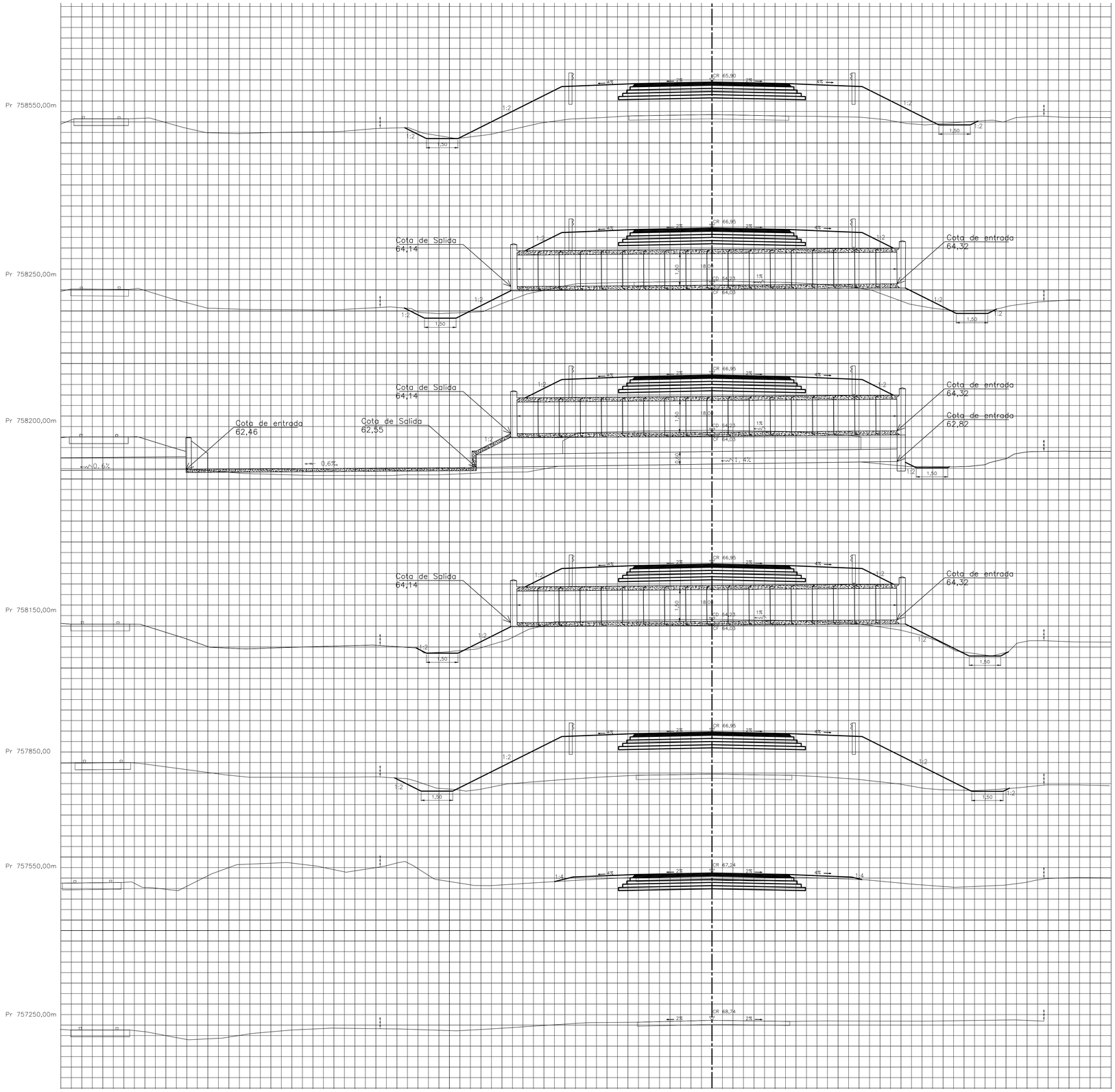
PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

Planialtimetría

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
02	19/08/25	Vertical 1:100 Horizontal 1:1000	03



REFERENCIAS

———	PROYECTO
———	TERRENO NATURAL
(123. 45)	COTA DE RASANTE

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIÁN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

Perfiles Transversales

REVISIÓN:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	Vertical 1:100 Horizontal 1:100	04

MODULO DE ALCANTARILLA PREMOLDEADA

A=240 CM

B=170 CM

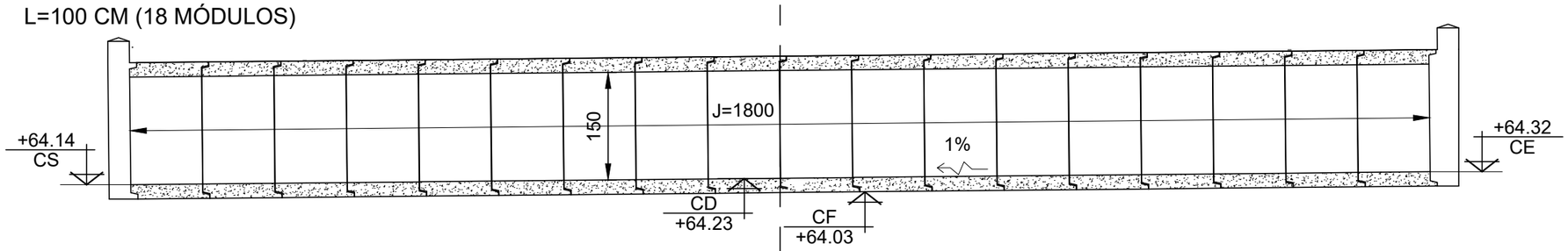
e=20 CM

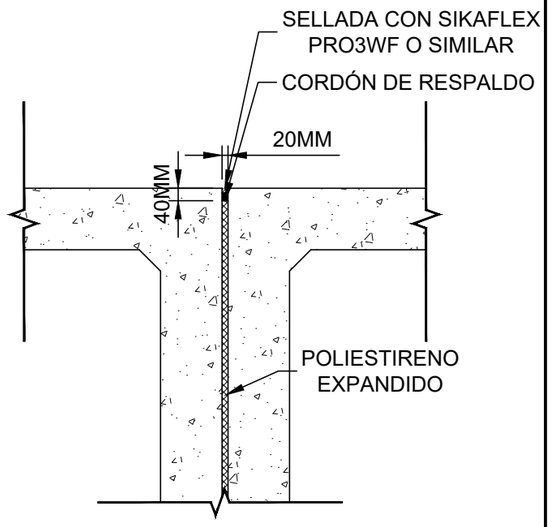
L=100 CM (18 MÓDULOS)

ÁNGULO DE ESVIAJE= 0

J PROYECTADO= 1800 CM

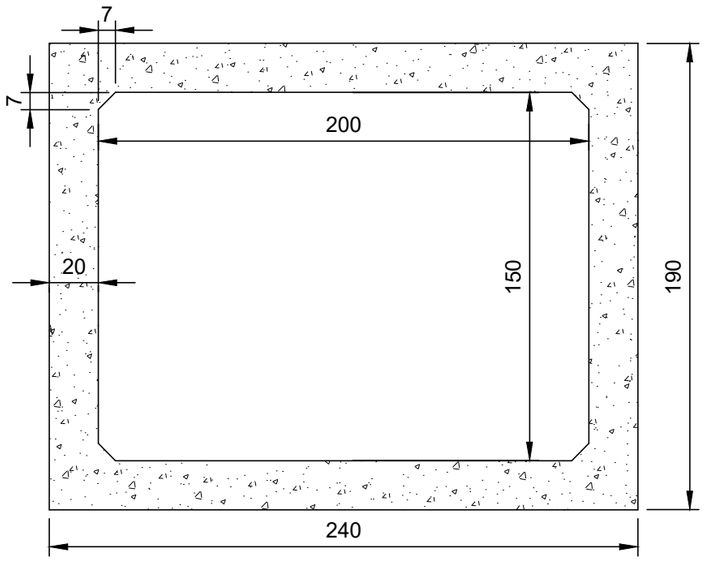
PENDIENTE= 1%





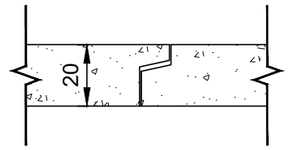
CORTE TRANSVERSAL ALCANTARILLA

ESCALA 1:75



DETALE JUNTA TRANSVERSAL

ESCALA 1:20



DETALE JUNTA LONGITUDINAL

ESCALA 1:20

SECCION ALCANTARILLA PREMOLDEADA

ESCALA 1:25

MATERIALES

1. HORMIGON ESTRUCTURAL: H-30
2. HORMIGON DE LIMPIEZA: H-15
3. ACERO ARMADURAS: ADN-420S

NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS. SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. COTAS EN METROS. REFERENCIADAS A SISTEMA IGN.
3. RECUBRIMIENTOS: 5 CM

PROYECTO IV

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

MAMMELLA, FRANCO

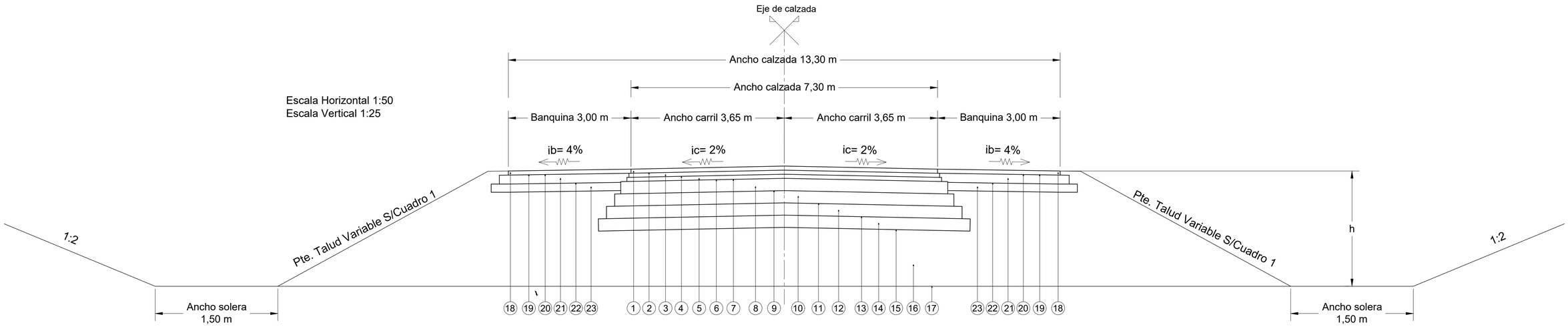
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

ALCANTARILLA PREFABRICADA PROPUESTA

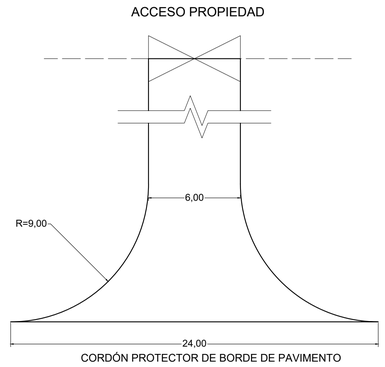
REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	VARIABLE	05

PERFIL TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTO



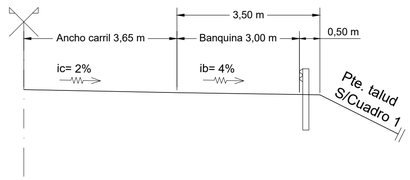
REFERENCIAS:

1. Carpeta de rodamiento mezcla tipo CAC D19 R AM3 en 5 cm de espesor y 7,30 m de ancho.
2. Riego de liga con emulsión asfáltica modificada de rotura rápida 0,30 kg/m2, de 7,30 m de ancho.
3. Base superior mezcla tipo CAC D19 B CA30 en 5 cm de espesor y 7,40 m de ancho.
4. Riego de liga con emulsión asfáltica moficada de rotura rápida 0,30 kg/m2, de 7,40 m de ancho.
5. Base inferior mezcla tipo CAC D19 B CA30 en 5 cm de espesor y 7,50 m de ancho.
6. Riego de liga con emulsión asfáltica moficada de rotura rápida 0,30 kg/m2, de 7,50 m de ancho.
7. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 0,40 kg/m2, de 7,80 m de ancho.
8. Base Superior de estabilizado granular con cemento en 15 cm de espesor y 7,80 m de ancho.
9. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 0,40 kg/m2, de 8,10 m de ancho.
10. Base Inferior de estabilizado granular con cemento en 15 cm de espesor y 8,10 m de ancho.
11. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 0,40 kg/m2, de 8,50 m de ancho.
12. Subbase Superior de suelo estabilizado con cal en 15 cm de espesor y 8,50 m de ancho.
13. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 0,40 kg/m2, de 8,90 m de ancho.
14. Subbase Inferior de suelo estabilizado con cal en 15 cm de espesor y 8,90 m de ancho.
15. Subrasante suelo tratado con cal.
16. Perfil en terraplén: núcleo con compactación especial.
    Perfil en desmonte: preparación de la subrasante.
17. Compactación de la base de asiento del terraplén.
18. Carpeta de rodamiento mezcla tipo CAC D19 R CA30 en 5 cm de espesor y 3,00 m de ancho.
19. Riego de liga con emulsión asfáltica modificada de rotura rápida 0,30 kg/m2, de 3,00 m de ancho.
20. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 0,40 kg/m2, de 3,22 m de ancho.
21. Base de estabilizado granular con cemento en 22 cm de espesor y 3,22 m de ancho.
22. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 0,40 kg/m2, de 3,42 m de ancho.
23. Subbase de suelo estabilizado con cal en 15 cm de espesor y 3,42 m de ancho.



Cuadro 1: Pendiente de Talud		
Altura h[m]	Pendiente	Baranda
h ≤ 3,00m	1:4	No
3,00m < h	1:2	Sí

BANQUINA CON BARANDA DE DEFENSA



PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

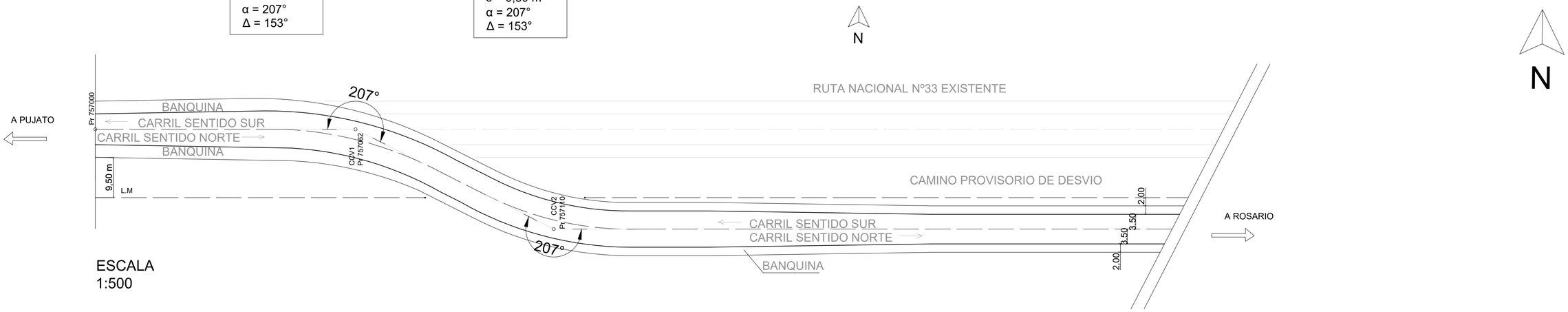
INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

Perfil Tipo de Obra Básica y Pavimento

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
02	19/08/25	Vertical 1:25 Horizontal 1:50	06

CCV1
Pr 757,10
Rc = 90,00 m
p = 5,20%
s = 0,80 m
α = 207°
Δ = 153°

CCV2
Pr 757,11
Rc = 90,00 m
p = 5,20%
s = 0,80 m
α = 207°
Δ = 153°

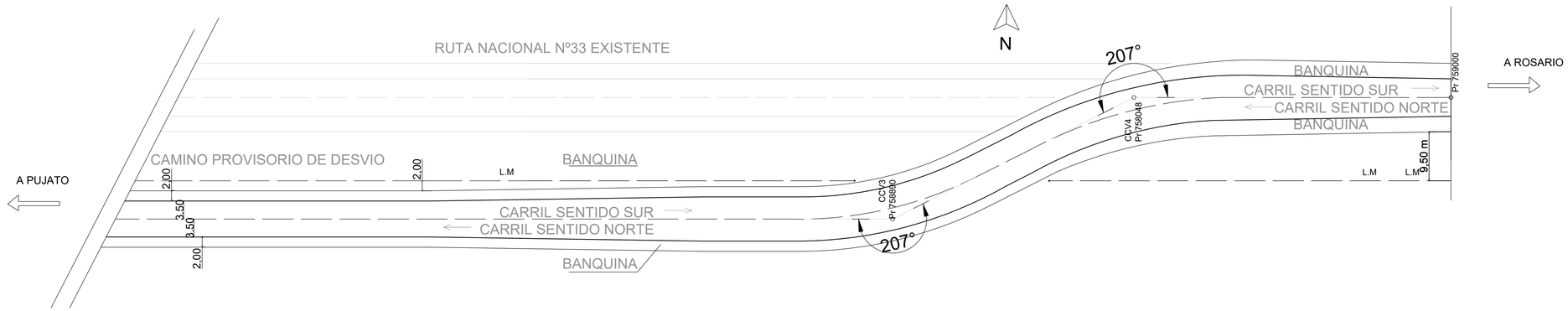


ESCALA
1:500

CCV3
Pr 757,10
Rc = 90,00 m
p = 5,20%
s = 0,80 m
α = 207°
Δ = 153°

CCV4
Pr 758,00
Rc = 90,00 m
p = 5,20%
s = 0,80 m
α = 207°
Δ = 153°

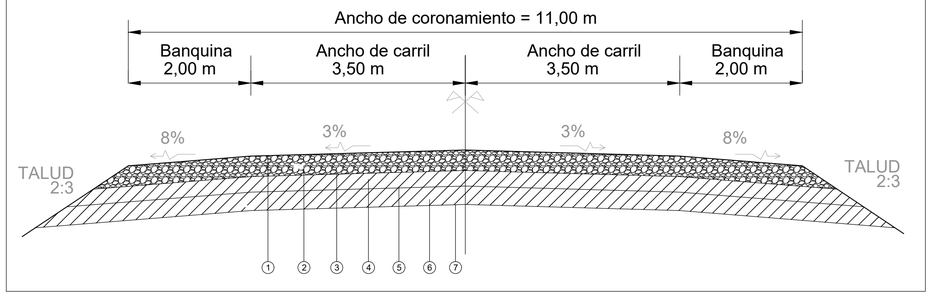
ESCALA
1:500



REFERENCIAS:

1. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 1 lts/m2, de 11,00 m de ancho
2. Base Superior de estabilizado granular con cemento en 25 cm de espesor y 11,00 m de ancho
3. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 1 lts/m2, de 11,50 m de ancho
4. Subbase superior de suelo estabilizado con cal en 15 cm de espesor y 11,50 m de ancho.
5. Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida 1 lts/m2, de 11,80 m de ancho
6. Subbase inferior de suelo estabilizado con cal en 15 cm de espesor y 11,80 m de ancho.
7. Subrasante suelo tratado con cal.

CAMINO PROVISORIO



ESCALA
1:50

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

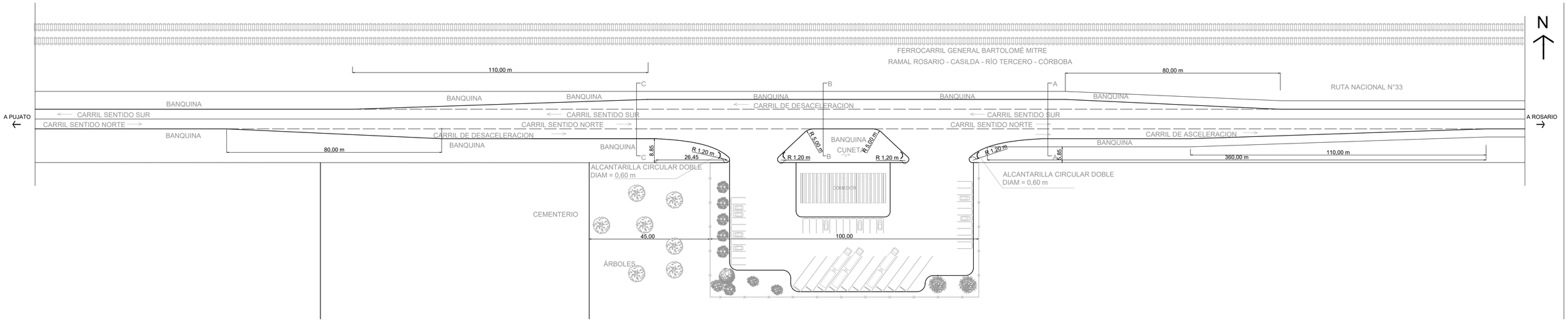
INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

CAMINO DESVIO A CAMINO PROVISORIO DE OBRA
PERFIL TRANSVERSAL

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
02	18/08/25	VARIAS	07

ACCESO A PARADOR

ESCALA 1:750

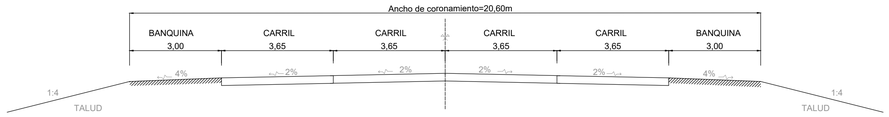


NOTA:
Medidas en metros

ESCALA 1:100

CORTE A-A

PERFIL TRANSVERSAL

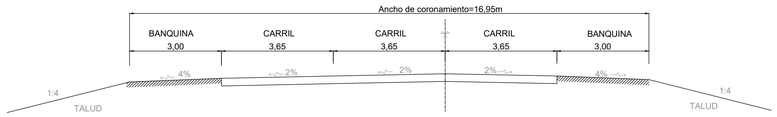


CROQUIS DE UBICACIÓN

ESCALA 1:100

CORTE B-B

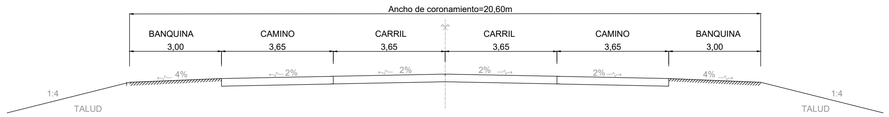
PERFIL TRANSVERSAL



ESCALA 1:100

CORTE C-C

PERFIL TRANSVERSAL



PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

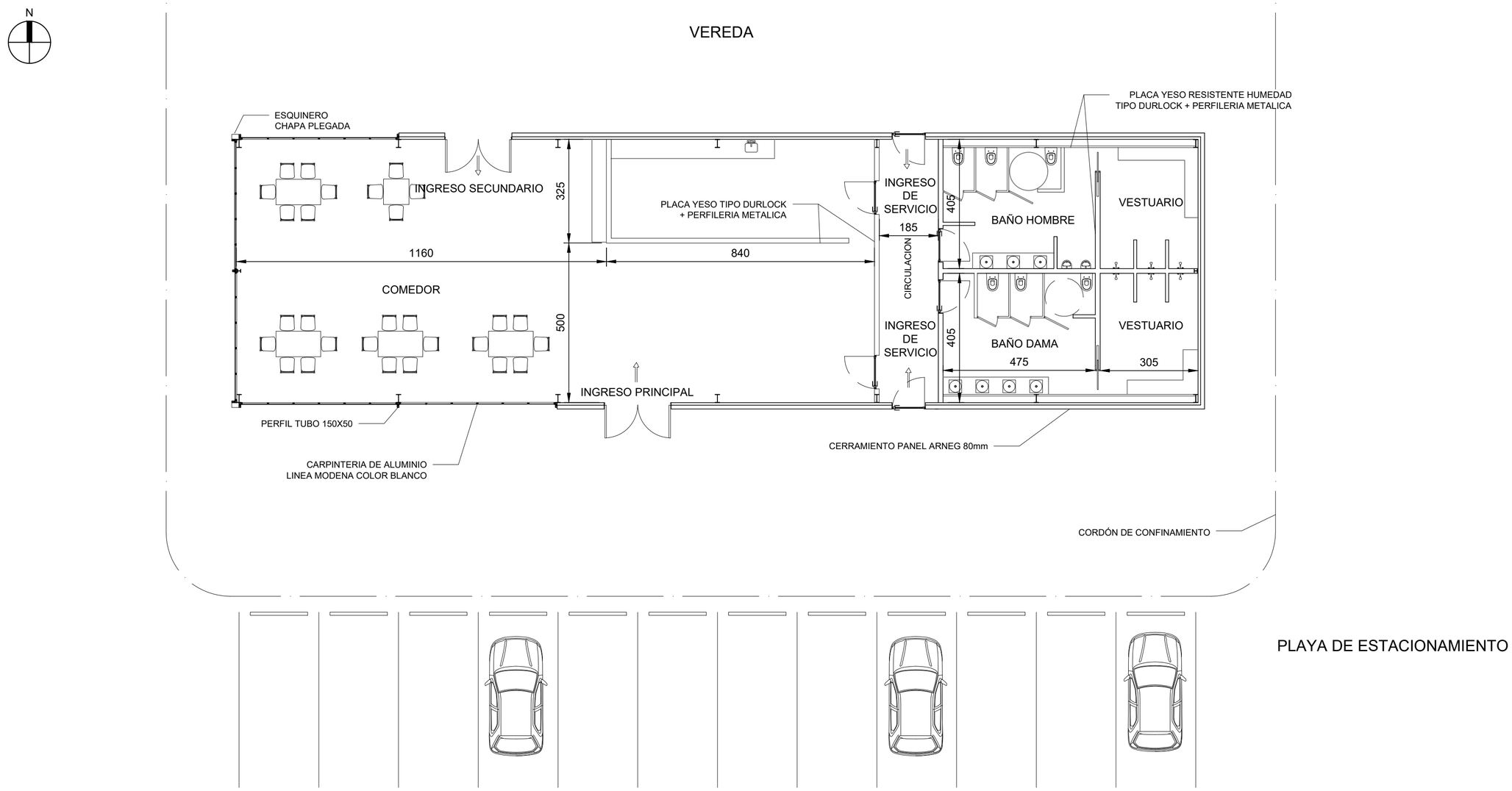
MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

CAMINO DESVIO A PLAYA DE ESTACIONAMIENTO
PERFILES TRANSVERSALES - PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
02	18/08/25	VARIAS	08



NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS. SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.

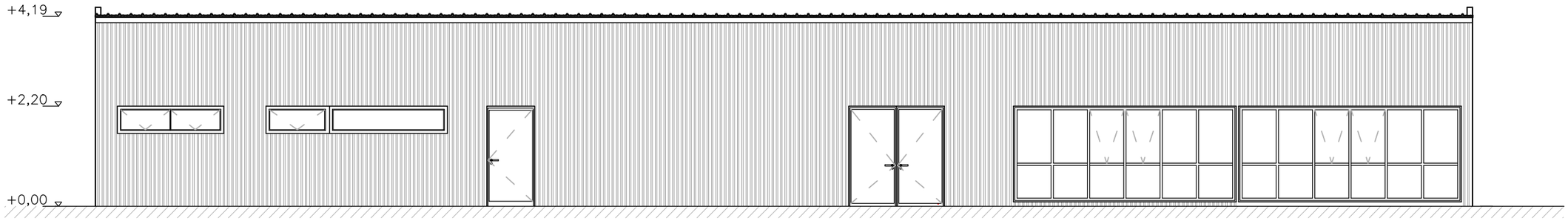
PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

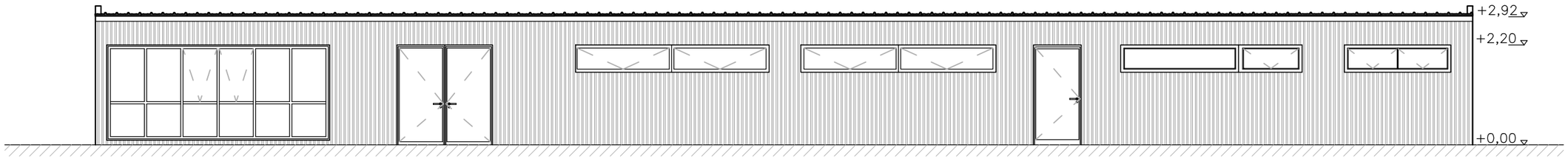
PLANTA ARQUITECTURA PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:1000	09



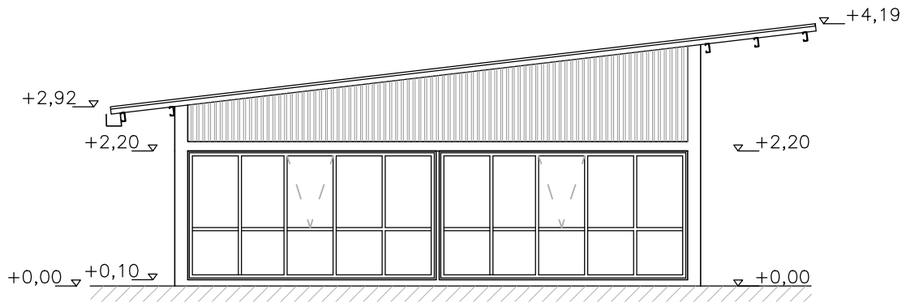
VISTA SUR

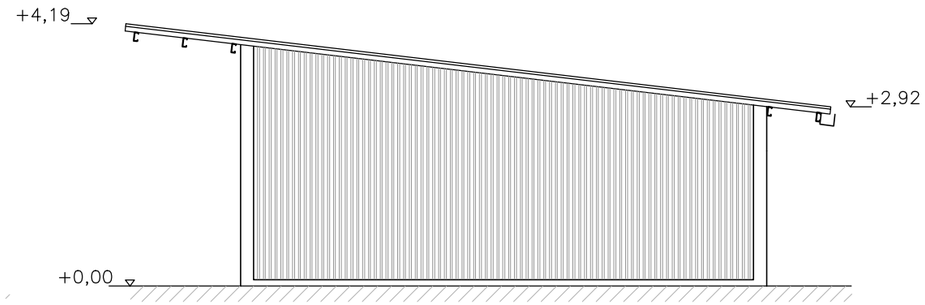
ESCALA 1:100



VISTA NORTE

ESCALA 1:100





VISTA OESTE

ESCALA 1:100

VISTA ESTE

ESCALA 1:100

MATERIALES

- REVESTIMIENTO DE MAMPOST DE PANEL ARNEG 80MM
- REVESTIMIENTO DE CUBIERTA DE PANEL ARNEG 80MM
- ABERTURAS LINEA MODENA. COLOR BLANCO. VIDRIO LAM 4+4

NOTAS GENERALES

- COTAS RELATIVAS AL PROYECTO. NO UTILIZAR COMO REFERENCIA ALTIMETRICA PARA EL REPLANTEO EN OBRA

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

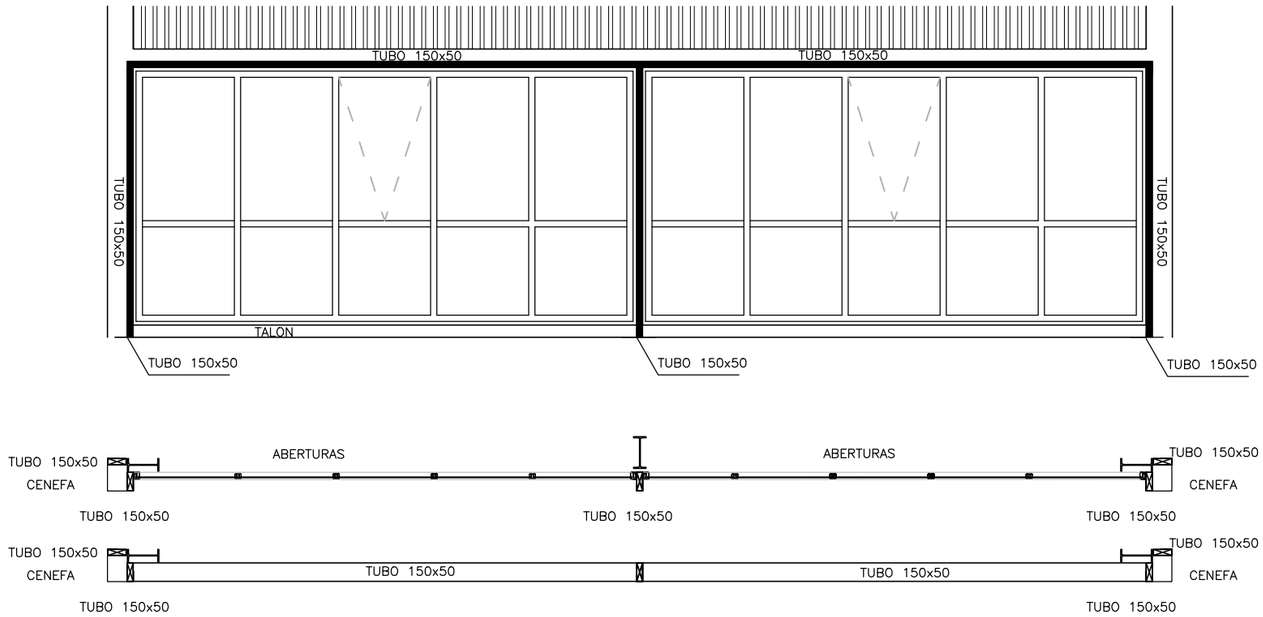
MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

VISTAS PARADOR PROPUESTO

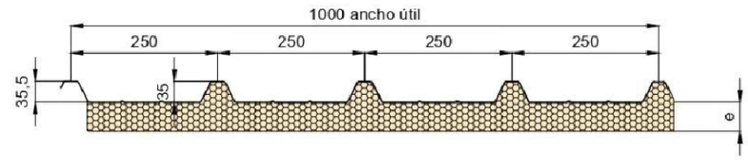
REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:100	10

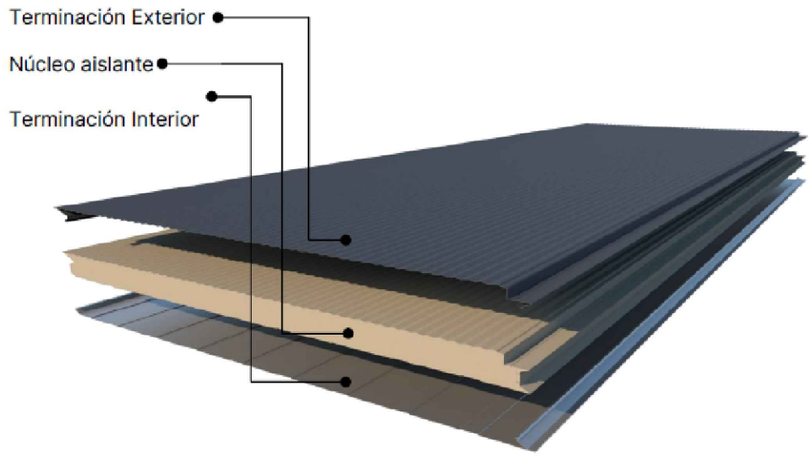


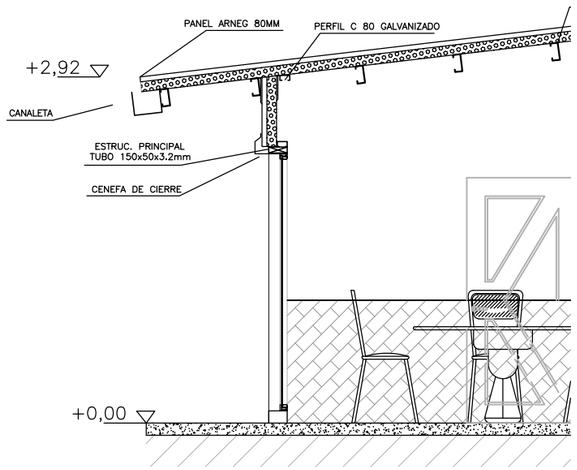
DETALLE 1
ESCALA 1:50

DETALLE 4

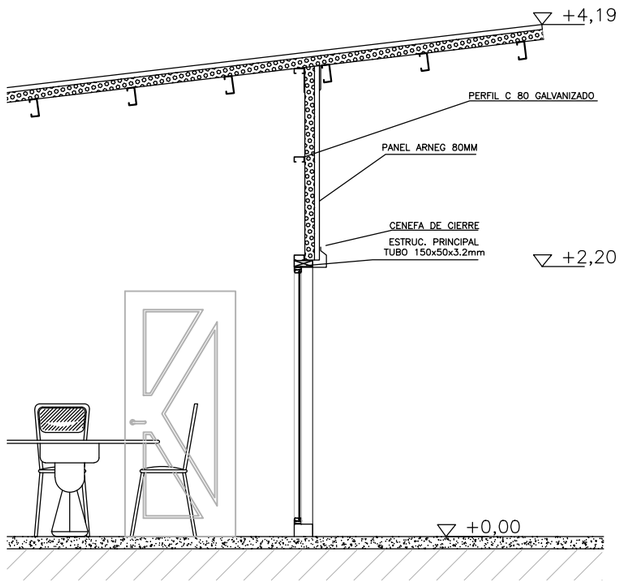
Cover LS







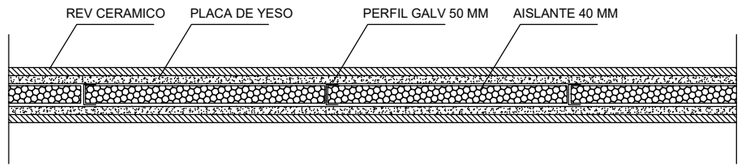
DETALLE 2
ESCALA 1:50



DETALLE 3
ESCALA 1:50

DETALLE 5

MURO DIVISORIO TIPO DURLOK



PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

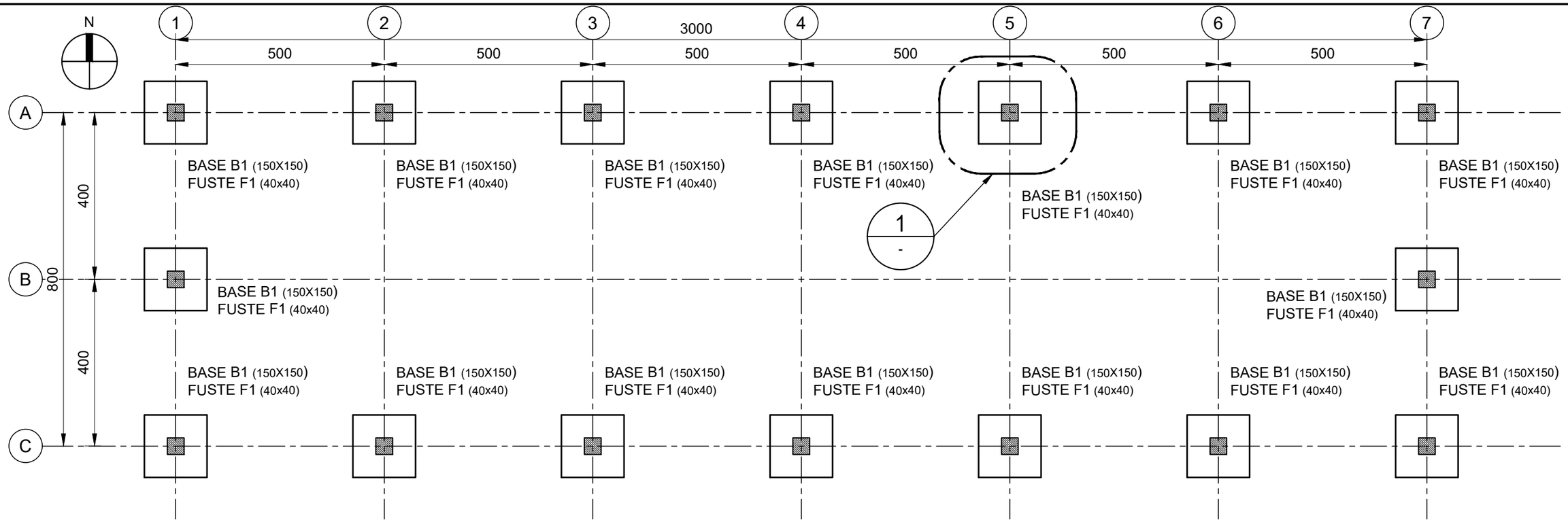
MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCION EN RUTA NACIONAL 33
CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO
KM 757 - KM 760

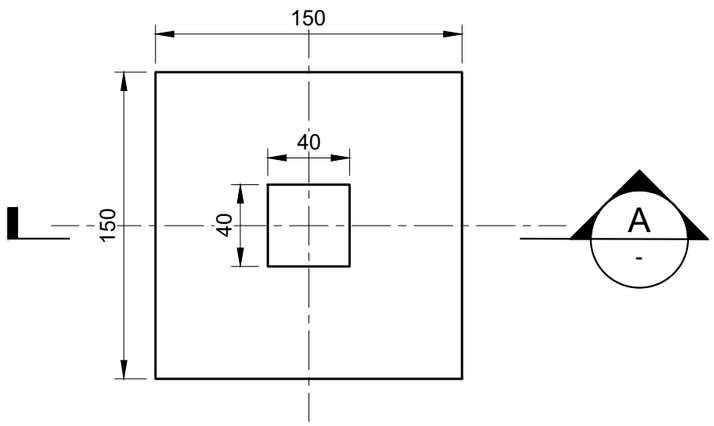
PLANO DE DETALLES - PARADOR PROPUESTO

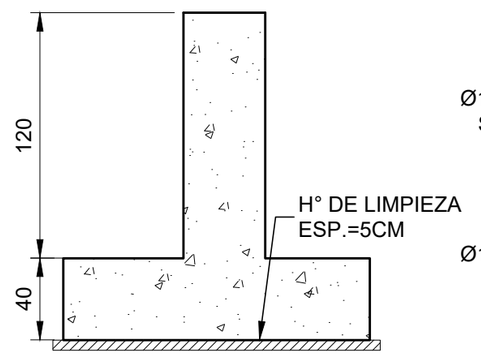
REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:50	11

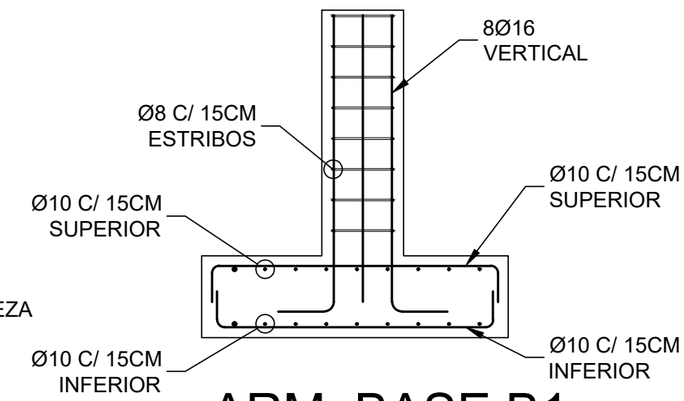


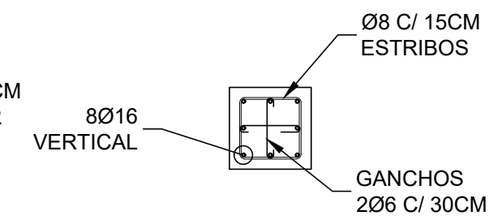
PLANTA DE FUNDACIONES

ESCALA 1:100









ARM. BASE B1

ESCALA 1:30

ARM. FUSTE F1

ESCALA 1:30

1 DETALLE

ESCALA 1:30

A SECCIÓN - ENC

ESCALA 1:30

MATERIALES

1. HORMIGON ESTRUCTURAL: H-30
2. HORMIGON DE LIMPIEZA: H-15
3. ACERO ARMADURAS: ADN-420S

NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS. SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. NIVELES EN METROS.
3. RECUBRIMIENTOS: 5 CM

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

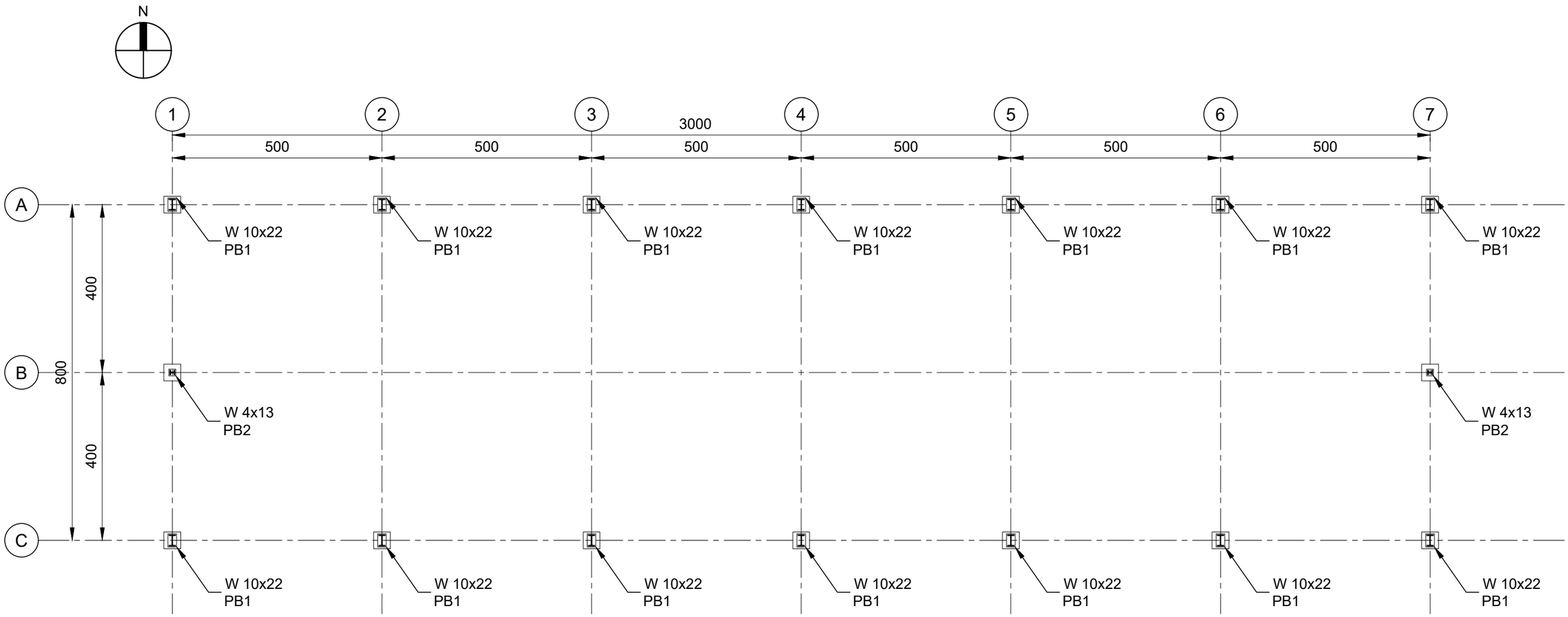
MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

FUNDACIONES PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	VARIABLE	12



MATERIALES

1. HORMIGON ESTRUCTURAL: H-30
2. HORMIGON DE LIMPIEZA: H-15
3. ACERO ARMADURAS: ADN-420S

NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN CENTIMETROS. SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. NIVELES EN METROS.
3. RECUBRIMIENTOS: 5 CM

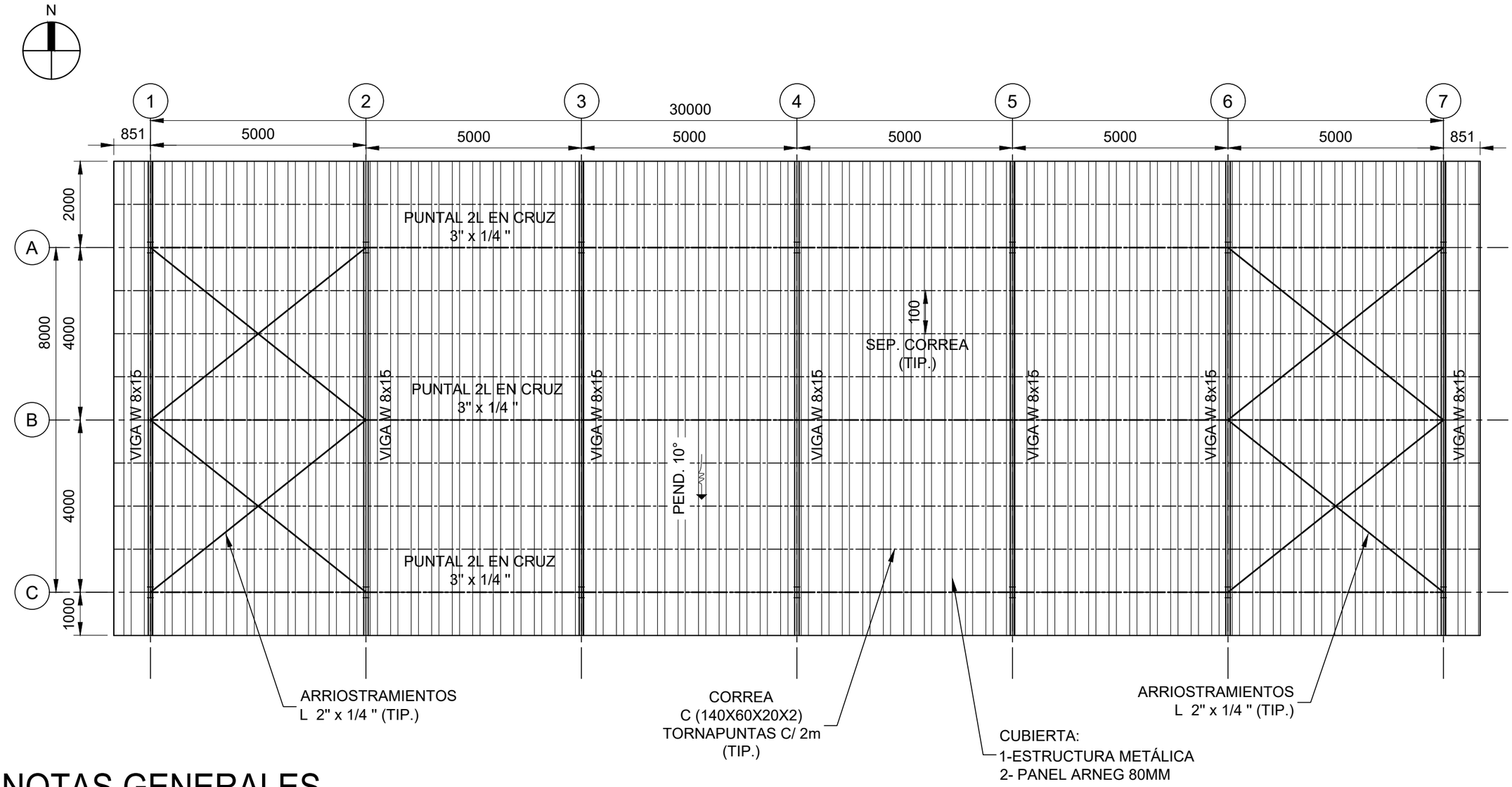
PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

PLANTA ESTRUCTURAL PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:100	13



NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
   SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. NIVELES EN METROS.
3. RECUBRIMIENTOS: 5 CM

MATERIALES

1. ACERO PARA PERNOS: ASTM 1554 GR. 36
2. ACERO PARA ESTRUCTURAS METALICAS:
   F-24
   F-36 (PERFILES LAMINADOS DE ALAS ANCHAS "W")
3. ACERO PARA TUERCAS Y ARANDELAS: ASTM A563 GE A.

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

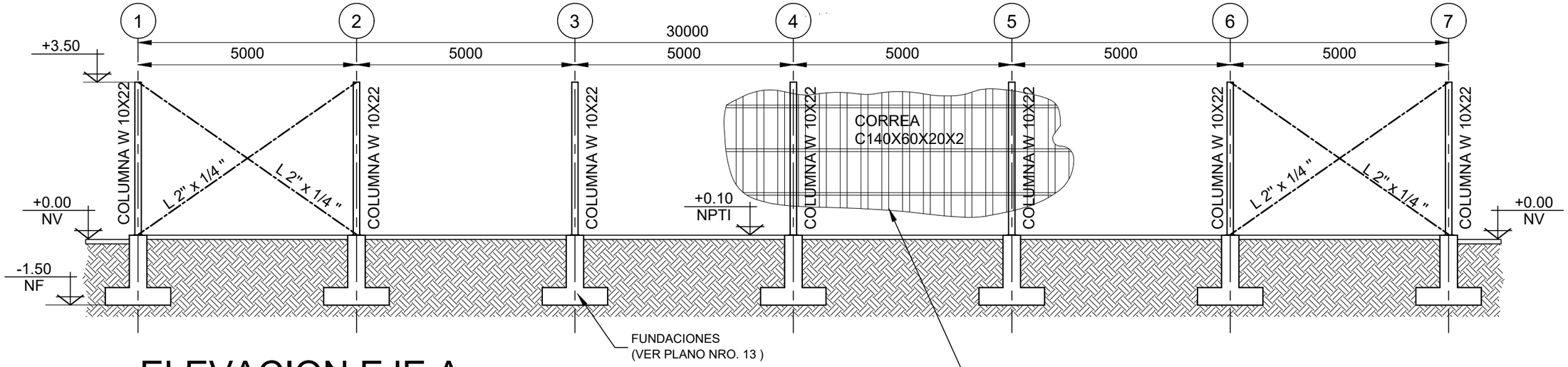
MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

PLANTA CUBIERTA PARADOR PROPUESTO

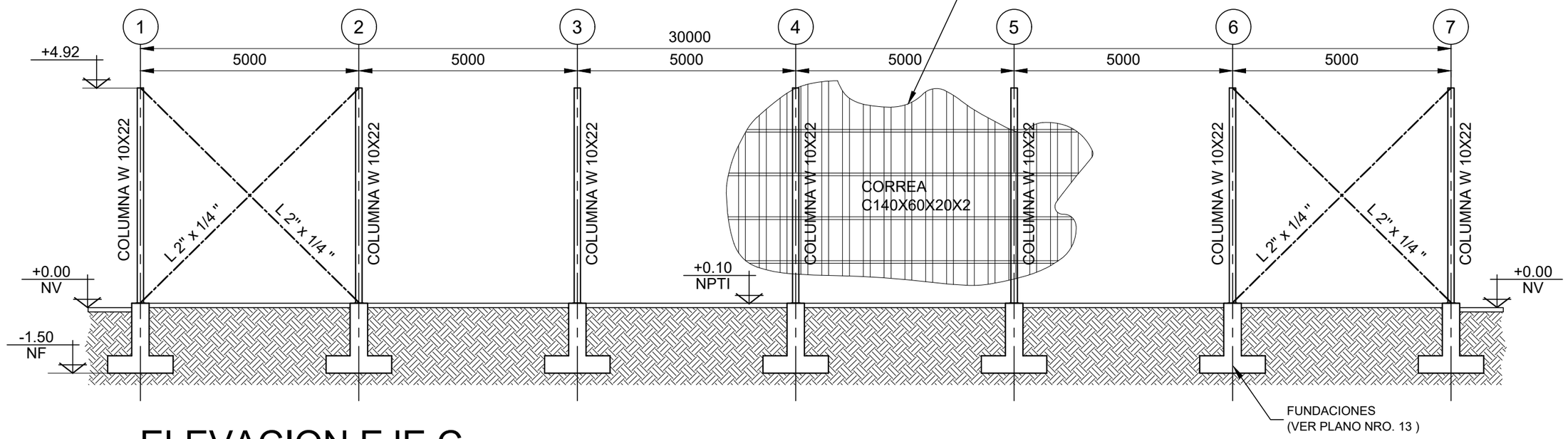
REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:100	14



ELEVACION EJE A

ESCALA 1:100

CERRAMIENTO LATERAL:
1-ESTRUCTURA METÁLICA
2- PANEL ARNEG 80MM



ELEVACION EJE C

ESCALA 1:100

MATERIALES

1. ACERO PARA PERNOS: ASTM 1554 GR. 36
2. ACERO PARA ESTRUCTURAS METALICAS:
   F-24
   F-36 (PERFILES LAMINADOS DE ALAS ANCHAS "W")
3. ACERO PARA TUERCAS Y ARANDELAS: ASTM A563 GE A.

NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
   SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. NIVELES EN METROS.
3. RECUBRIMIENTOS: 5 CM

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

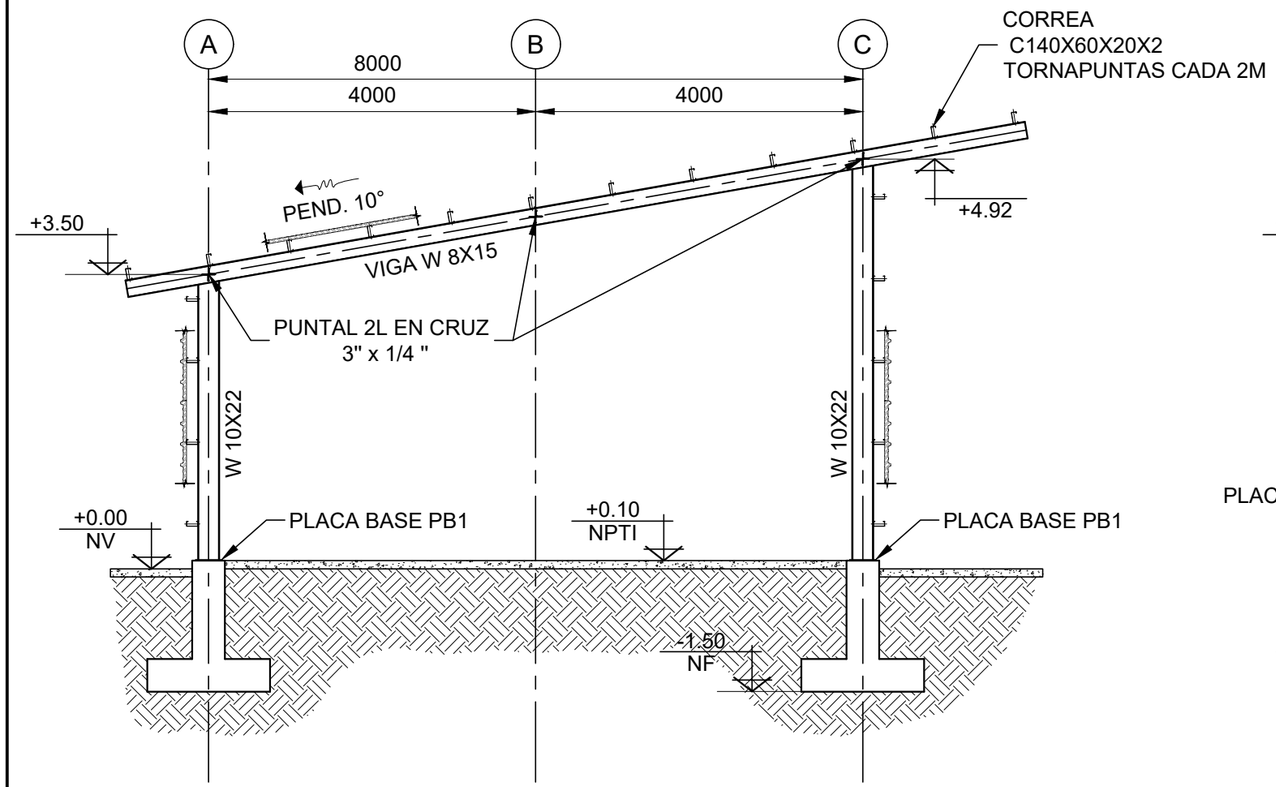
MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

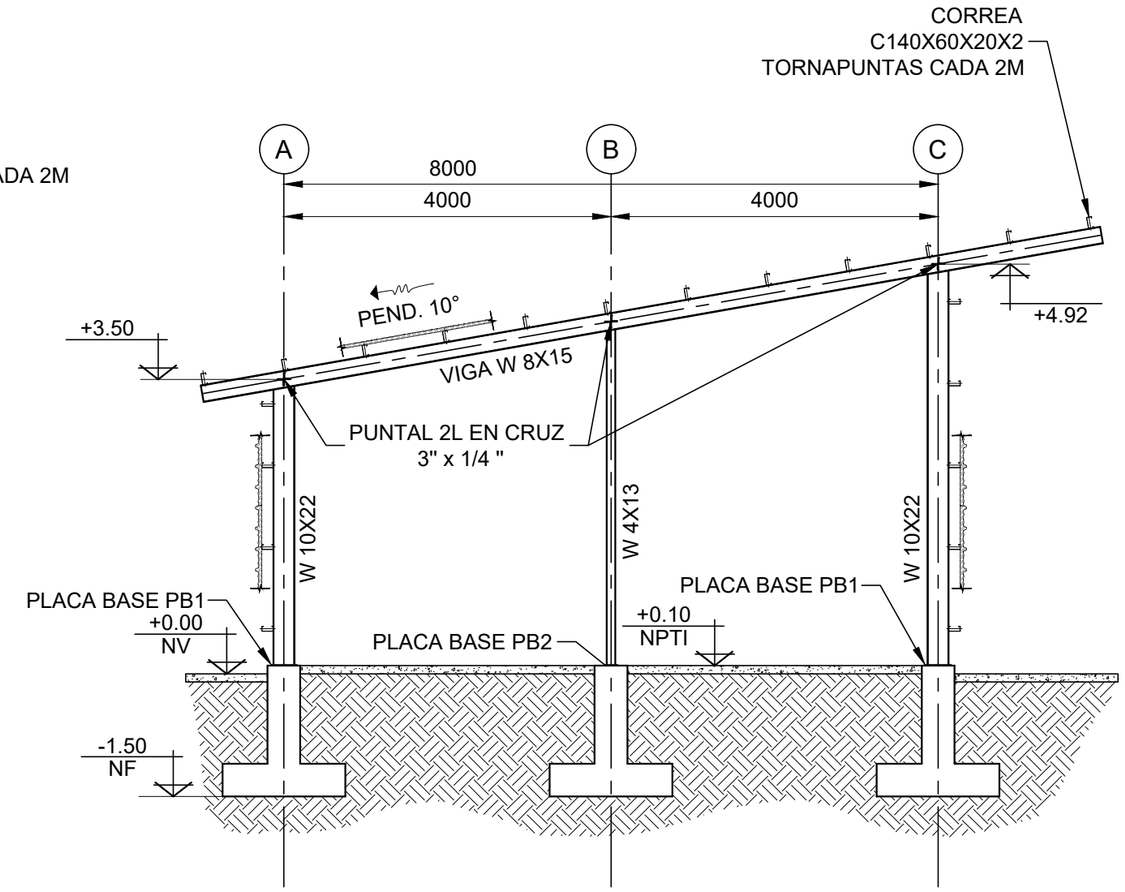
ELEVACIÓN EJES A Y C PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:100	15



ELEVACION EJES 2, 3, 4, 5 Y 6

ESCALA 1:75



ELEVACION EJE 1 Y 7

ESCALA 1:75

NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.
   SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. NIVELES EN METROS.
3. RECUBRIMIENTOS: 5 CM

MATERIALES

1. ACERO PARA PERNOS: ASTM 1554 GR. 36
2. ACERO PARA ESTRUCTURAS METALICAS:
   F-24
   F-36 (PERFILES LAMINADOS DE ALAS ANCHAS "W")
3. ACERO PARA TUERCAS Y ARANDELAS: ASTM A563 GE A.

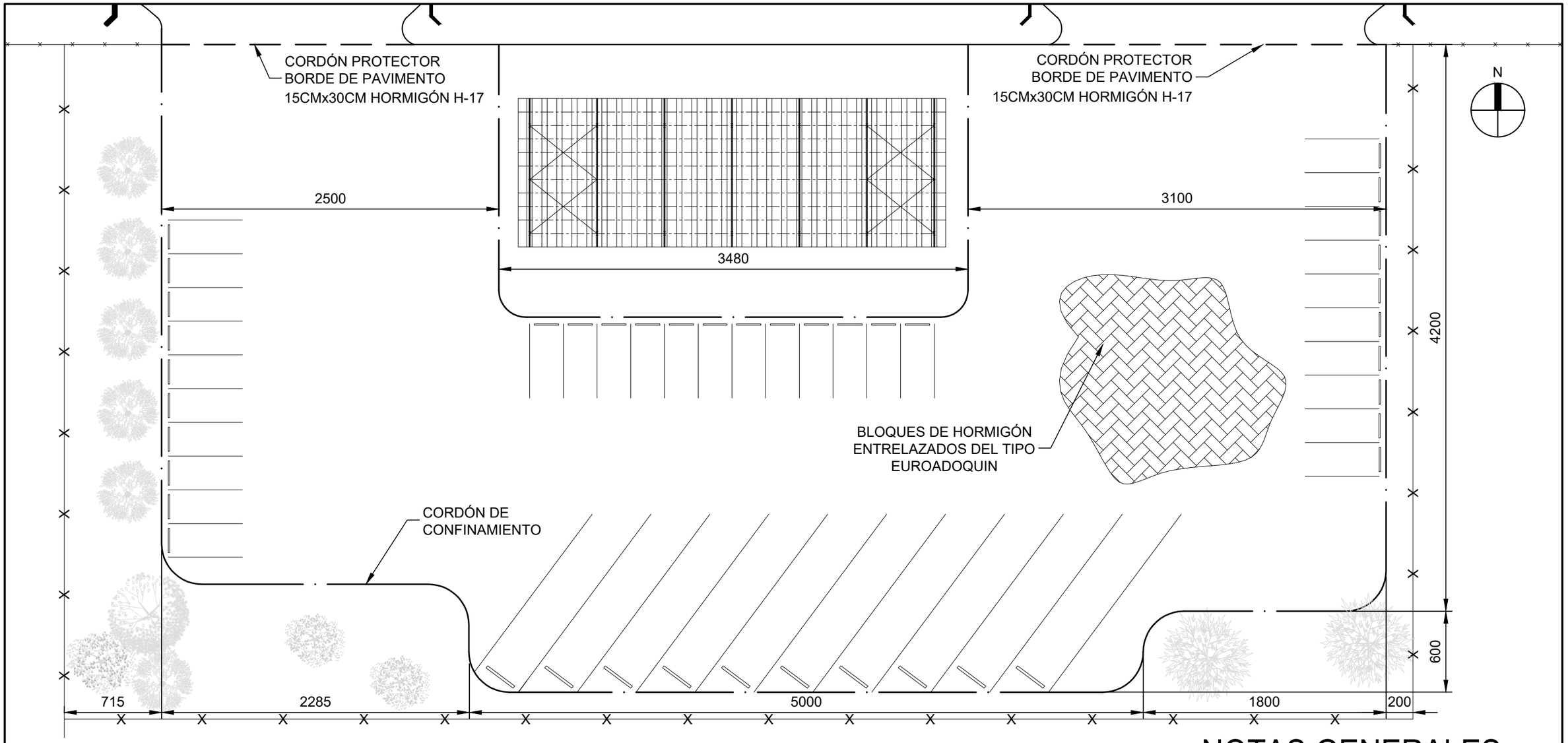
PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

ELEVACIONES EJES 1 AL 7 PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	1:75	16

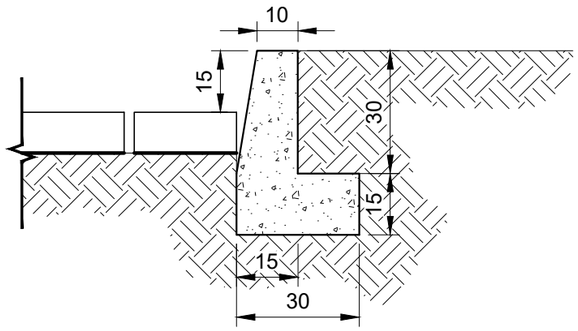


PLANTA ESTACIONAMIENTO

ESCALA 1:300

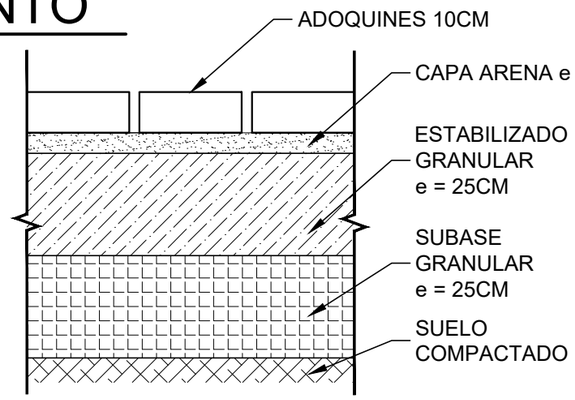
NOTAS GENERALES

1. DIMENSIONES EN CENTÍMETROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.



DETALLE CORDON

ESCALA 1:15



DETALLE CORDON

ESCALA 1:15

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

ESTACIONAMIENTO PARADOR PROPUESTO

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	VARIABLE	17

ANEXOS

ANEXO HIDRÁULICO

Tabla 1.1: *datos HEC - HMS*

SUBCUENCA	Cont Inicial (Calibración)	Cont Inicial (Severo)	Cont Inicial (Moderado Alto)	Cont Saturado	Succión (mm)	Cond (mm/h)	Imp %
		%	%	%			
A12-A	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	3.74
A12-B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
A12-C	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
A12-D	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
A12-E	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.5	0
AA-IBARLUCEA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	1.94
APOR C-SALVAT	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	1.87
APOR C-SALVAT-2	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
APOR C-SALVAT B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	1.87
APOR-DIR-1	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	0.5
APOR-DIR-2	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	0
APOR-DIR-3	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	6.4
APOR-DIR-4	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	19.57
APOR-DIR-5	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	13.59
APOR- DIR-6	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	49.08
APOR DIR C-SALVAT-3	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	5
APORTE -1 C2d8B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE1-C-LA LEGUA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE2-C-LA LEGUA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE BAJO	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
APORTE C2d8B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.25	25
APORTE C-4	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
APORTE-C-IBARLUCEA-2	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	7.22
APORTE-C-IBARLUCEA-3	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	11.76
APORTE-C-IBARLUCEA-4	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	2
APORTE-C-IBARLUCEA A	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	2.91
APORTE-C-IBARLUCEA B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	2.91
APORTE-C-LA CARMELITA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE-C-LA LEGUA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE C-MEDIA LEGUA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE C-MEDIA LEGUA2	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE C-MEDIA LEGUA3	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
APORTE-C-RETIRO	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
APORTE-C-RETIRO-1	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
APORTE EMB	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0.39
APORTE EMB-2	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.25	25
APORTE EMBALSE	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.25	25
Aportelbarlucea	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	2.91

Tabla 1.2: *datos HEC - HMS*

SUBCUENCA	Cont Inicial (Calibración)	Cont Inicial (Severo)	Cont Inicial (Moderado Alto)	Cont Saturado	Succión (mm)	Cond (mm/h)	Imp %
CAP BERMUDEZ A	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	3
CAP BERMUDEZ B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	3
COL CLODOMIRA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
FUNES SUR	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
G BAIGORRIA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	28.89
PEREZ	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	50
PEREZ NORTE	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	4.5
ROLDAN-FUNES	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	12.8
salida A012-B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	2.5	2.31
salida A012-C	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
salida ricardone	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	2.31
salida roldan	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
SOLDINI NORTE	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	19.55
SOLDINI OESTE	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	0
SUR AU R-C	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
ZAVALLA	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	2.02
ZAVALLA ESTE	0.24	0.48	0.35	0.48	581	3.8	2.3
ZAVALLA ESTE-1	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0.5
ZAVALLA OESTE -1	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
ZAVALLA OESTE A	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
ZAVALLA OESTE B	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0
ZAVALLA OESTE C	0.24	0.48	0.35	0.48	581	0.5	0

Tabla 2.1: *datos HEC - HMS*

SUBCUENCA	Área (Km^2)	TC (hs)	K (hs)
A12-A	7.40	3.00	12.00
A12-B	5.59	5.40	16.20
A12-C	3.48	1.35	5.41
A12-D	10.24	4.40	17.62
A12-E	4.35	2.00	8.00
AA-IBARLUCEA	6.84	1.48	4.45
APOR C-SALVAT	13.15	3.24	9.71
APOR C-SALVAT-2	8.14	3.24	9.71
APOR C-SALVAT B	5.02	3.24	9.71
APOR-DIR-1	1.08	1.85	5.56
APOR-DIR-2	2.29	1.04	2.09
APOR-DIR-3	14.85	2.61	5.23
APOR-DIR-4	4.76	1.48	2.23
APOR-DIR-5	14.28	2.90	2.90

Tabla 2.2: *datos HEC - HMS*

SUBCUENCA	Área (Km^2)	TC (hs)	K (hs)
APOR- DIR-6	5.55	1.82	1.82
APOR DIR C-SALVAT-3	14.01	3.89	7.78
APORTE -1 C2d8B	1.22	1.06	4.23
APORTE1-C-LA LEGUA	13.88	3.86	15.44
APORTE2-C-LA LEGUA	21.69	3.21	12.85
APORTE BAJO	5.99	2.07	6.20
APORTE C2d8B	32.86	4.59	2.30
APORTE C-4	2.45	1.07	3.21
APORTE-C-IBARLUCEA-2	8.32	2.35	5.87
APORTE-C-IBARLUCEA-3	8.42	1.11	3.34
APORTE-C-IBARLUCEA-4	1.53	0.65	0.65
APORTE-C-IBARLUCEA A	4.51	4.20	8.40
APORTE-C-IBARLUCEA B	5.74	4.20	8.40
APORTE-C-LA CARMELITA	17.84	1.91	7.63
APORTE-C-LA LEGUA	35.17	5.14	20.56
APORTE C-MEDIA LEGUA	11.67	2.65	10.60
APORTE C-MEDIA LEGUA2	3.07	1.68	6.73
APORTE C-MEDIA LEGUA3	2.17	1.92	7.68
APORTE-C-RETIRO	4.67	1.37	5.48
APORTE-C-RETIRO-1	21.81	4.24	16.94
APORTE EMB	25.87	3.29	3.29
APORTE EMB-2	8.88	3.29	1.65
APORTE EMBALSE	33.70	3.29	1.65
Aportelbarlucea	12.12	4.20	12.59
CAP BERMUDEZ A	2.01	1.48	4.45
CAP BERMUDEZ B	10.17	1.48	4.45
COL CLODOMIRA	2.13	1.27	5.08
FUNES SUR	8.16	1.47	4.41
G BAIGORRIA	4.98	1.48	2.97
PEREZ	40.00	6.00	12.00
PEREZ NORTE	12.04	1.54	4.61
ROLDAN-FUNES	9.46	0.83	2.48
salida A012-B	3.47	3.28	9.83
salida A012-C	3.47	2.20	6.61
salida ricardone	25.28	4.95	14.86
salida roldan	39.73	6.45	19.35
SOLDINI NORTE	9.66	3.69	11.07
SOLDINI OESTE	10.44	2.37	7.12
SUR AU R-C	16.72	4.00	16.00
ZAVALLA	3.18	1.65	4.95
ZAVALLA ESTE	20.87	2.78	8.34
ZAVALLA ESTE-1	7.84	2.31	9.22
ZAVALLA OESTE -1	16.47	2.80	11.18
ZAVALLA OESTE A	26.08	4.00	16.01
ZAVALLA OESTE B	6.86	2.96	11.84
ZAVALLA OESTE C	15.39	4.57	18.26

Donde en la tabla 1:

- Subcuenca: Nombre o código e identificación de la subcuenca modelada.
- Contenido inicial de humedad de suelo, en condiciones utilizadas para calibrar el modelo. Es un valor entre 0 y 1 que representa que tan húmedo está el suelo antes de una tormenta.
- Contenido inicial de humedad para un escenario severamente húmedo.
- Contenido inicial de humedad moderadamente alto, intermedio entre seco y saturado. Representa una condición típica después de lluvias no recientes pero aún con cierto nivel de humedad en el suelo.
- Contenido saturado, cantidad máxima de agua que puede retener el suelo cuando está completamente saturado. Este valor influye en cuánta agua se infiltra y cuánta se transforma en escorrentía.
- Succión. Tensión capilar del suelo en la superficie, relacionada con su capacidad de absorción. Valores más altos indican suelos más secos o de granulometría más fina.
- Conductancia hidráulica. Velocidad a la que el agua puede infiltrarse en el suelo cuando está saturado. Valores bajos representan suelos poco permeables.
- Porcentaje de impermeabilización de la subcuenca.

Y en la tabla 2:

- Subcuenca. Nombre o identificador de la subcuenca analizada.
- Área. Superficie de la subcuenca.
- Tiempo de concentración. Tiempo que tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado hidráulicamente hasta la salida de la cuenca.
- K. Coeficiente de almacenamiento de Clark. Representa el efecto de almacenamiento y atenuación de caudales de la cuenca.

ANEXO VIAL

Tabla 1: "Planilla Dirección Nacional de Vialidad"

VIAS DE COMUNICACION I
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
(CICLO DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRONOMIA - U.N.L.)

FUENTE: "NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CAMINOS RURALES" – D.N.V. – 1967. TABLAS Y GRAFICOS CITADOS CORRESPONDEN A LA FUENTE

CARACTERISTICAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CAMINOS RURALES

CATEGORIA DEL CAMINO	CARACTERISTICAS BASICAS: VOLUMEN TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL (1)	CARACTERISTICAS BASICAS: CONTROL DE ACCESOS	CARACTERISTICAS BASICAS: NUMERO DE CARRILES	TOPOGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO (2) (km/h)	PERALTE MAXIMO (3) (%)	RADIO MINIMO (3): DESEABLE (m)	RADIO MINIMO (3): ABSOLUTO (m)	PENDIENTES MAXIMAS Y LONGITUDES CORRESPONDIENTES EN RECTA HASTA 500 m SOBRE EL NIVEL DEL MAR (4): VALORES DESEABLES: PENDIENTE (%)	VALORES DESEABLES: LONGITUD (m)	VALORES LIMITES SEGUN VOLUMEN DE T.M.D.A.: PENDIENTE (%)	VALORES LIMITES: LONGITUD VOL. MAX. (m)	VALORES LIMITES: LONGITUD VOL. MIN. (m)	DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD (5): PARA FRENADO (m)	DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD (5): PARA SOBREPASO (m)	ANCHO DE CORONAMIENTO: CALZADA (m)	ANCHO DE CORONAMIENTO: BANQUINA (6) (m)	ANCHO DE CORONAMIENTO: CANTERO CENTRAL (7) (m)	ANCHO DE CORONAMIENTO: TOTAL (m)	TALUDES DEL TERRAPLEN SEGUN SU ALTURA (m) (8): 0.00 A 1.50 (SIN BARANDA)	1.50 A 3.00 (SIN BARANDA)	3.00 A 5.00 (CON BARANDA)	>5.00 (CON BARANDA)	ANCHO DE OBRAS DE ARTE ENTRE GUARDARRUEDAS SEGUN SU LUZ: L<10 (m)	L>10 (9) (m)	CRUCES (10): CON FERROCARRILES, VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN TRENES POR DIA: 0–10	10–100	>100	CON CAMINOS, VOLUMEN DE TRANSITO PREVISTO EN VEHICULOS POR DIA: 0–150	150–500	500–1500	1500–5000	5000–15000	>15000
ESPECIAL	>15000	TOTAL	>(2+2)	LLANURA	130	8	1200	700	2	1400	3	3800	–	260	–	7.50	3.50	≥11.00	≥33.00	1:6	1:4	1:3	1:2	≥33.00	≥213.00	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL	DIF. NIVEL
				ONDULADA	110	8	800	500	3	540	4	2100	–	185	–	7.50	3.50	≥11.00	≥33.00	1:6	1:4	1:3	1:2	≥33.00	≥213.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
I	5000 A 15000	TOTAL O PARCIAL	2+2	LLANURA	130	8	1200	700	3	540	3	3800	–	260	–	7.50	3.00	≥4.00	≥25.00	1:6	1:4	1:2	1:1 1/2	≥25.00	≥20.00	"	"	"	CANALIZ.	CANALIZ.	"	"	"	"
				ONDULADA	110	8	800	500	3	540	5	1400	–	185	–	7.50	3.00	≥4.00	≥25.00	1:6	1:4	1:2	1:1 1/2	≥25.00	≥20.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
				MONTAÑOSA	80	10	350	220	4	330	6	1000	–	110	–	7.00	3.00	≥1.00	≥21.00	1:3	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	≥21.00	≥16.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
II	1500 A 5000	PARCIAL	2	LLANURA	120	8	900	600	3	540	3	760	3800	220	800	7.30	3.00	–	13.30	1:4	1:4	1:2	1:1 1/2	13.30	8.30	A NIVEL	"	"	"	"	CANALIZ.	"	"	"
				ONDULADA	100	8	600	400	3	540	5	400	670	160	680	7.30	3.00	–	13.30	1:4	1:4	1:2	1:1 1/2	13.30	8.30	"	"	"	"	"	"	"	"	"
				MONTAÑOSA	70	10	250	160	5	240	7	270	380	90	470	6.70	2.00	–	10.70	1:2	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	10.70	8.30	"	"	"	"	"	"	"	"	"
III	500 A 1500	PARCIAL O SIN CONTROL	2	LLANURA	110	8	800	500	3	540	5	670	–	185	740	7.30	3.00	–	13.30	1:4	1:4	1:2	1:1 1/2	13.30	8.30	"	A NIVEL	"	DIRECTO	"	"	CANALIZ.	"	"
				ONDULADA	90	10	450	300	4	330	6	480	–	135	610	6.70	3.30	–	13.30	1:3	1:3	1:2	1:1 1/2	13.30	8.30	"	"	"	"	"	"	"	"	"
				MONTAÑOSA	60	10	180	120	5	240	7	380	3100	75	400	6.70	1.50	–	9.70	1:2	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	9.70	8.30	"	"	"	"	"	"	"	"	"
IV	150 A 500	SIN CONTROL	2	LLANURA	100	8	600	400	4	330	6	–	–	160	680	6.70	3.30	–	13.30	1:4	1:3	1:2	1:1 1/2	13.30	8.30	"	"	"	"	DIRECTO	"	"	CANALIZ.	"
				ONDULADA	70	10	250	160	5	240	7	3100	–	90	470	6.70	3.30	–	13.30	1:2	1:2	1:1 1/2	1:1 1/2	13.30	8.30	"	"	"	"	"	"	"	"	"
				MONTAÑOSA	40	10	80	50	6	190	8	1000	–	45	260	6.00	1.25	–	8.50	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	8.50	7.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
V	<150	SIN CONTROL	2	LLANURA	90	8	520	300	5	240	6	–	–	135	610	6.00	1.50	–	9.00	1:2	1:2	1:1 1/2	1:1 1/2	9.00	7.00	"	"	"	"	"	DIRECTO	"	"	"
				ONDULADA	50	10	120	80	6	190	8	–	–	60	330	6.00	1.50	–	9.00	1:2	1:2	1:1 1/2	1:1 1/2	9.00	7.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
				MONTAÑOSA	30	10	40	25	7	160	10	–	–	30	190	6.00	1.00	–	8.00	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	1:1 1/2	9.00	7.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"

NOTAS:

(1) EL VOLUMEN DE TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL (T.M.D.A.) DEBERA CORRESPONDER AL TRANSITO PROBABLE A LOS 25 AÑOS.
LOS VOLUMENES LIMITES, SUPERIOR DE CATEGORIA II, SUPERIOR E INFERIOR DE CATEGORIA I E INFERIOR DE CATEGORIA ESPECIAL, QUE FIGURAN EN ESTA PLANILLA, SON SOLO VALORES APROXIMADOS. LOS VOLUMENES LIMITES MAS AJUSTADOS, SE DEBERAN OBTENER DE LAS TABLAS Nos. 15 y 16.

(2) PODRAN ADOPTARSE VELOCIDADES DE DISEÑO MAYORES, CUANDO NO SIGNIFIQUEN AUMENTOS APRECIABLES EN EL COSTO DE LA OBRA.

(3) EN ZONAS PROXIMAS A LAS URBANAS, O EN ZONAS DE FRECUENTE FORMACION DE HIELO EN LA CALZADA, SE ADOPTARA UN PERALTE MAXIMO DEL 6 %.
EN ESTE CASO LOS RADIOS MINIMOS SE AJUSTARAN A DICHO PERALTE, SEGUN TABLA No. 3.

(4) LAS PENDIENTES MAXIMAS Y SUS LONGITUDES RESPECTIVAS CORRESPONDEN A ALTURAS DE HASTA 500 m SOBRE EL NIVEL DEL MAR Y UN TRANSITO DE DISEÑO CON UN 30 % DE CAMONES.
PARA OTRAS ALTURAS Y PORCENTAJES DE CAMIONES SE UTILIZARAN LOS VALORES DE LOS GRAFICOS Nos. 5 y 6.
EN ZONAS DE FRECUENTE FORMACION DE HIELO SOBRE LA CALZADA PAVIMENTADA, LAS PENDIENTES MAXIMAS SERAN, EN LO POSIBLE, DEL 2 % EN LLANURA Y 5 % EN MONTAÑA.

(5) LAS DISTANCIAS MINIMAS DE VISIBILIDAD PARA FRENADO DEBERAN MANTENERSE EN TODO EL CAMINO.
EN SECCIONES DE CAMINO DE 3 km DE LARGO EN LO POSIBLE DEBERA HABER LOS SIGUIENTES PORCENTAJES DE LONGITUD QUE PERMITAN EL SOBREPASO:
ZONAS LLANAS: 80 %, ZONA ONDULADA: 50 % Y ZONA MONTAÑOSA 30 %.

(6) EN CASO DE LLEVAR BARANDA DE SEGURIDAD, EL ANCHO DE LAS BANQUINAS SE AUMENTARA EN 0.50 m.

(7) ANCHO DESEABLE > 11.00 m, EN ZONA LLANA U ONDULADA.

(8) EN ZONAS ONDULADAS CON GRAN PORCENTAJE DE EXCAVACION EN ROCA, LOS TALUDES DEL TERRAPLEN SERAN LOS QUE CORRESPONDAN A CAMINOS DE ZONA MONTAÑOSA DE LA MISMA CATEGORIA.
EN ZONAS MONTAÑOSAS SIN APRECIABLE PORCENTAJE DE EXCAVACION EN ROCA, LOS TALUDES DEL TERRAPLEN SERAN LOS QUE CORRESPONDAN A CAMINOS DE ZONA ONDULADA DE LA MISMA CATEGORIA.
SI POR LA NATURALEZA DE LOS SUELOS, ALGUNOS DE LOS TALUDES FIJADOS EN LA PLANILLA NO PUDIERA MANTENERSE, PODRAN ACEPTARSE TALUDES MAS TENDIDOS.
EN CASO DE EXCEPCION Y POR CAUSAS FUNDADAS PODRAN PROYECTARSE TALUDES MAS EMPINADOS, SIEMPRE QUE LA NATURALEZA DE LOS SUELOS LO PERMITA.

(9) PARA CAMINOS DE CATEGORIA I Y ESPECIAL SE PROYECTARA ESTRUCTURA UNICA PARA CANTERO CENTRAL DE HASTA 6.00 m DE ANCHO,
Y ESTRUCTURA INDEPENDIENTE PARA CANTERO CENTRAL DE ANCHO MAYOR.

(10) EL TIPO DE CRUCE CON CAMINO Y FERROCARRIL QUE FIGURA EN LA PLANILLA ES EL ACONSEJABLE PARA CONDICIONES MEDIAS.
NO OBSTANTE ES RECOMENDABLE QUE SURJA DE UN ESTUDIO ECONOMICO DE LOS CASOS PARTICULARES.

Serviciabilidad.

SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)	
PAVIMENTOS FLEXIBLES	$P_0 = 4,2$
PAVIMENTOS RÍGIDOS	$P_0 = 4,5$

Tabla 2: "Nivel de Serviciabilidad Inicial"

SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)	
CAMINOS MUY IMPORTANTES	$P_t = 2,5$ o más
CAMINOS DE MENOR TRÁNSITO	$P_t = 2,0$

Tabla 3: "Nivel de Serviciabilidad Final"

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Capacidad estructural. Número estructural.

Para la determinación del SN estructural es necesario conocer los coeficientes de capa ai de cada material. Como se mencionó en el punto 6.5 los materiales utilizados son:

- Capa de rodamiento asfáltica CAC D19 R AM3
- Capa asfáltica CAC D19 B AC30
- Base de estabilizado granular con cemento, cuya resistencia a la compresión se encuentre entre los valores de 20 kg/cm² y 25 kg/cm².
- Subbase suelo seleccionado estabilizado con cal, cuya resistencia a la compresión a los 7 días sea mayor o igual a 9 kg/cm² .
- Subrasante de suelo existente del lugar tratado con cal con un CBR aproximado de 5.

Capa asfáltica.

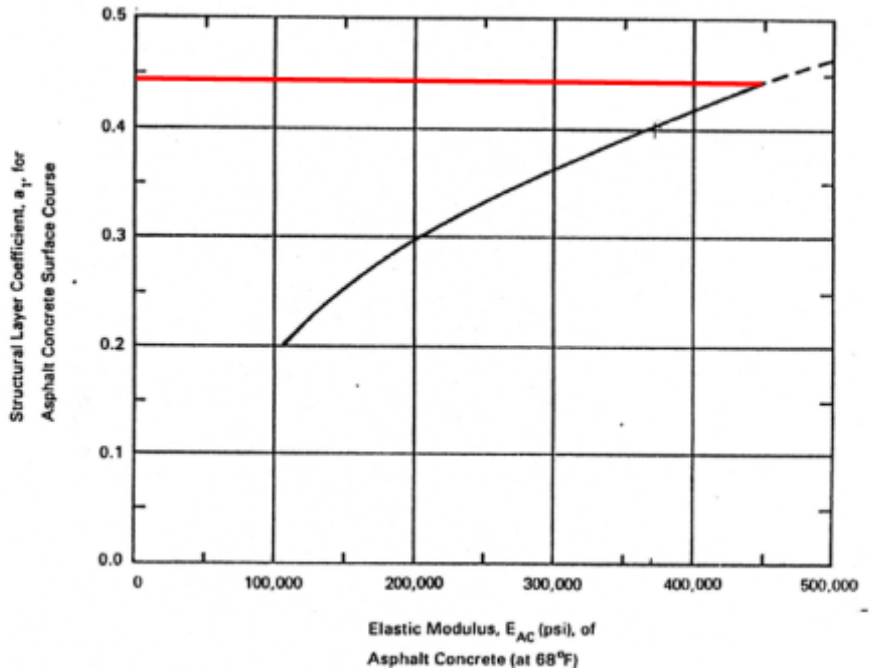


Figura 1: "Tabla para estimar el coeficiente de la capa estructural del concreto asfáltico de granulometría densa en función del módulo elástico"

Base y Subbase.

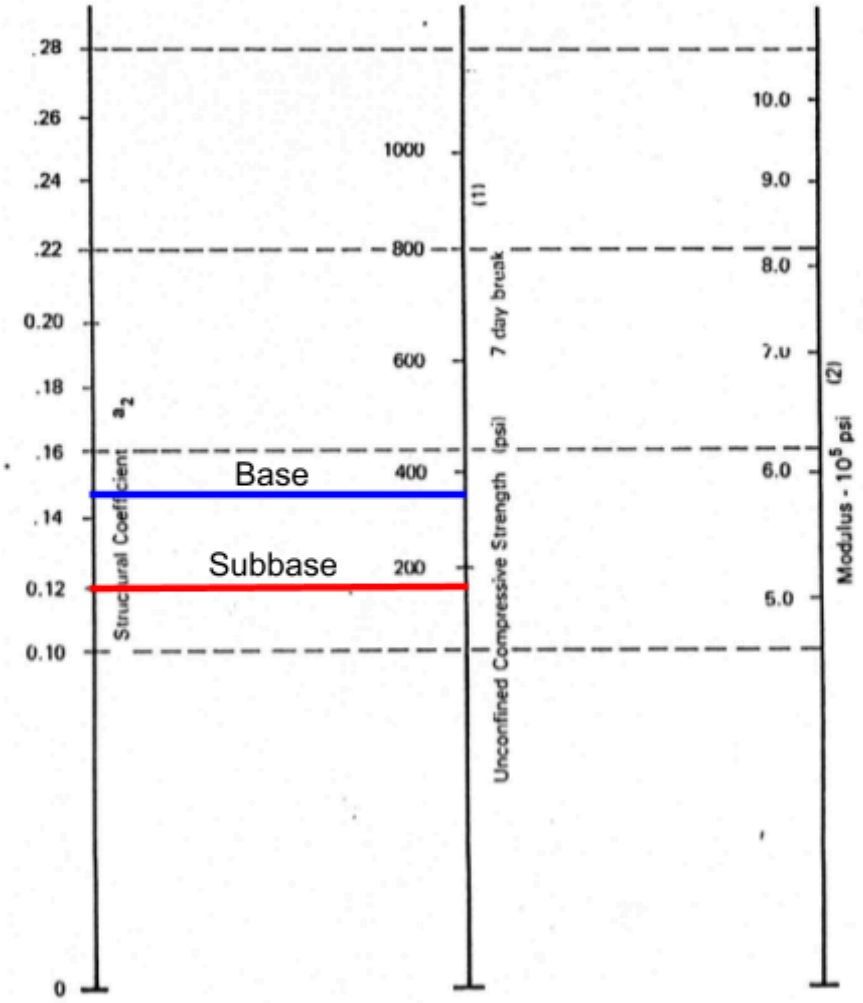


Figura 2: "Variación en la base tratada con cemento con parámetro de resistencia de la base"

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Drenaje. Coeficientes de drenaje.

Valores recomendados de *m* para modificar los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares en pavimentos flexibles					
Característica del drenaje		Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a contenidos de humedad próximos a la saturación			
	El agua es eliminada en:	Menos de 1%	1% – 5%	5% - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1 día	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1 semana	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1 mes	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy pobre	no drena	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Tabla 4: "Coeficientes de Drenajes"

Confiabilidad.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	CONFIABILIDAD, R [%]	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
AUTOPISTA – RUTA INTERESTATAL	85 – 99,9	80 – 99,9
ARTERIA PRINCIPAL	80 – 99	75 – 99
COLECTORA	80 – 95	75 – 95
LOCAL	50 – 80	50 – 80

Tabla 5: "Niveles de Confiabilidad Recomendados"

CONDICIÓN DE DISEÑO	S_0	
VARIACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO SIN ERRORES EN EL TRÁNSITO	PAVIMENTOS FLEXIBLES	0,44
	PAVIMENTOS RÍGIDOS	0,34
VARIACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO CON ERRORES EN EL TRÁNSITO	PAVIMENTOS FLEXIBLES	0,49
	PAVIMENTOS RÍGIDOS	0,39

Tabla 6: "Desvío General Estándar"

Entornos de Espesores Constructivos.

Material	Capa	Espesor (cm)	Comentarios
Mezclas asfálticas	Rodamiento	3 a 6	Las capas asfálticas delgadas (< 3 cm) normalmente son capas especialmente diseñadas para cumplir preponderantemente roles funcionales. Los espesores mayores, atienden a roles funcionales y estructurales
	Bases y sub bases	4 a 8	Con roles básicamente estructurales, el espesor queda condicionado por el tamaño máximo del agregado y por la posibilidad de alcanzar la densificación requerida mediante el proceso de compactación.
Suelos	Recubrimiento y sub base	10 a 20	En ciertos casos los materiales granulares compactados mediante rodillos vibrantes pueden ejecutarse hasta en 30 cm de espesor. Para espesores inferiores a 10 cm se torna dificultoso el proceso de compactación.
	Subrasante	20 a 30	Si bien no constituye una capa estructural, está sometida a acciones constructivas que demandan un entorno de espesores.
Suelos estabilizados	Sub base y base	15 a 20	En términos generales para los suelos que son estabilizados mediante mezclado en el camino (in situ), el espesor máximo se reduce a 15 cm. Cuando el mezclado se realiza en planta central o in situ, pero con equipos de alta energía de mezclado, se admite 20 cm pudiendo alcanzar los 25 cm (solo en sub bases).
Hormigón de cemento portland	Base de pavimentos rígidos	10 a 15	Las funciones de proveer uniformidad de apoyo y actuar como capa antibombeo, hacen que no se requieran mayores espesores. Por otra parte, habitualmente no resulta económico aumentar el espesor esta capa, dada su baja sensibilidad en la reducción del espesor de las losas.
	Losas del pavimento	15 a 25	Espesores menores a 15 cm se aplican en la repavimentación de pavimentos flexibles con losas de hormigón. Los espesores superiores a 25 cm son inusuales en pavimentos de calles y rutas, pero en aeropuertos pueden oscilar entre 30 y 60 cm.
Agregado pétreo para balasto	Balasto ferrocarril	10 a 30	Agregado pétreo triturado tamaño entre 3 y 5 cm. En Argentina está normalizado que el espesor de balasto tiene que ser de 30 cm por debajo del nivel inferior del durmiente correspondiente al riel más bajo.

Tabla 7. Espesores constructivos para capa de pavimento.

Diseño Geométrico.

Curvas verticales

Para el trazado de las curvas verticales se debió determinar sus longitudes, progresivas y cotas de sus puntos principales: Principio de Curva Vertical (PCV), Centro de Curva Vertical (CCV), y Fin de Curva Vertical (FCV).

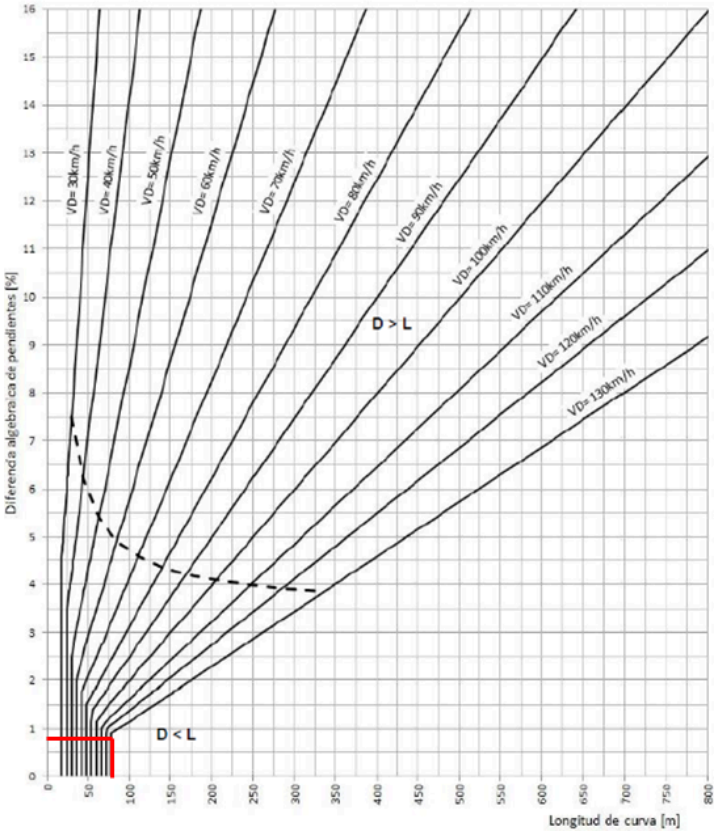
Nota: Todas las progresivas utilizadas para el cálculo, se encuentran referenciadas a una progresiva 0 que se ubica a una distancia de 1250 m al oeste de la alcantarilla existente. (Ver planos antecedentes).

- Curva 1

PI definido: Pr 629,58 m
Cota PI = 66,95 m

➢ Diferencia algebraica de pendientes:
io = (-0,67%) − (0,00%) = − 0,67% → Curva Cóncava

➢ Longitud de curva
Se buscó respetar la longitud mínima para la curva vertical, siguiendo los criterios de seguridad vial, confort en la circulación y estética de la carretera.
Criterio determinante → distancia de visibilidad de frenado:
Ingresamos a la sig figura para con la diferencia algebraica, hasta intersectar la recta correspondiente a VD=130km/h, se obtiene una longitud mínima de 80 m aproximadamente.
Se adopta L=80m.



➢ Progresivas de los puntos principales
Pr PCV = Pr PI - L/2 = 589,58 m

Pr CCV = Pr PI = 629,58 m
Pr FCV = Pr PI + L/2 = 669,58 m

➢ Parámetro p
p = 100 · L / io = - 11940,30m

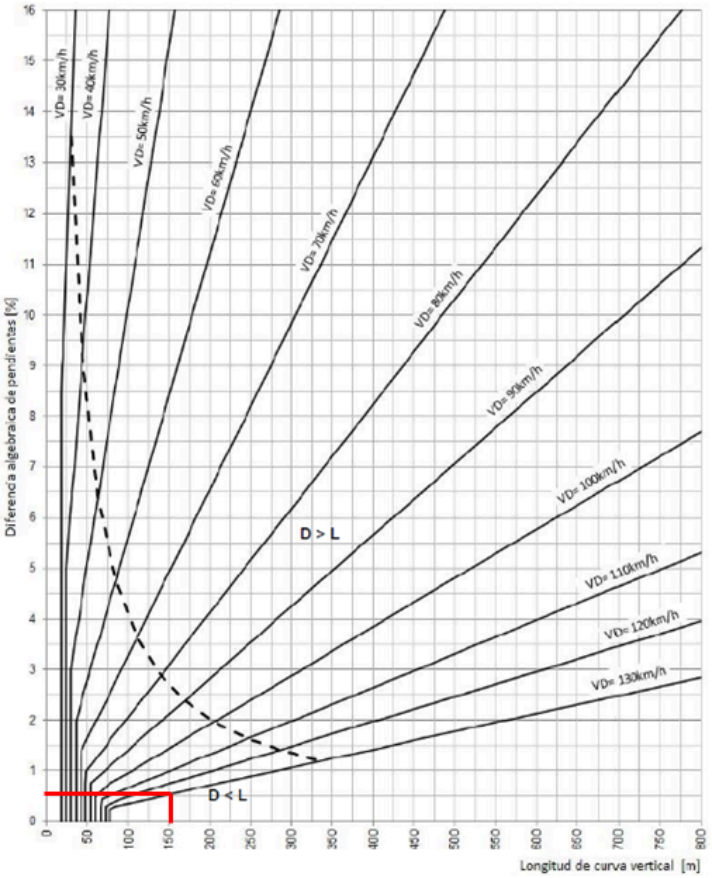
➢ Excentricidad e
e = x^2/(2 .p)= (io .L)/800= -0,07m

➢ Cotas de los puntos principales
$Cota\ PCV$ = $Cota$ PI − (i1 .x)/100 = 67,22m ; x=L/2
$Cota\ CCV$ = $Cota\ PCV$ + (i1 .x)/100 - x^2/(2 .p) = 67,02m ; x=L/2
$Cota\ FCV$ = $Cota\ PCV$ + (i1 .x)/100 - x^2/(2 .p) = 66,95m ; x=L

- **<u>Curva 2</u>**

PI definido: Pr 1408,00 m
Cota PI = 66,95 m

➢ Diferencia algebraica de pendientes:
io = (0,00%) − (−0,55%) = 0,55% → Curva Convexa
➢ Longitud de curva
Criterio determinante (distancia de visibilidad de frenado):
Ingresamos a la sig figura para con la diferencia algebraica, hasta intersectar la recta correspondiente a VD=130km/h.
Redondeando a múltiplo de 20m, se obtiene L=160m.



➢ Progresivas de los puntos principales

Pr PCV = Pr PI - L/2 = 1328,00 m
Pr CCV = Pr PI = 1408,00 m
Pr FCV = Pr PI + L/2 = 1488,00 m

➢ Parámetro p
p = 100 · L / io = 29356,52m

➢ Excentricidad e
e = x^2/(2 .p)= (io .L)/800= 0,11m

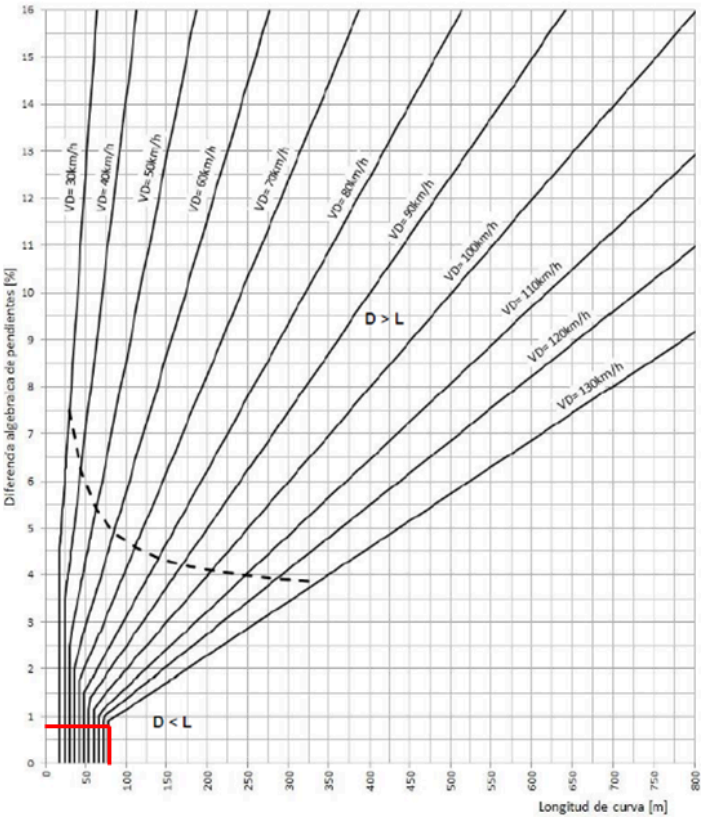
➢ Cotas de los puntos principales
$Cota\ PCV$ = $Cota$ PI − (i1 .x)/100 = 66,95m ; x=L/2
$Cota\ CCV$ = $Cota\ PCV$ + (i1 .x)/100 - x^2/(2 .p) = 66,84m ; x=L/2
$Cota\ FCV$ = $Cota\ PCV$ + (i1 .x)/100 - x^2/(2 .p) = 66,51m ; x=L

- <u>Curva 3</u>

PI definido: Pr 1823,15 m
Cota PI = 64,69 m

➢ Diferencia algebraica de pendientes:
io = (-0,55%) − (0,16%) = -0,71% → Curva Cóncava

➢ Longitud de curva
Criterio determinante (distancia de visibilidad de frenado):
Ingresamos a la sig figura para con la diferencia algebraica, hasta intersectar la recta correspondiente a VD=130km/h.
Redondeando a múltiplo de 20m, se obtiene L=80m.



➢ Progresivas de los puntos principales

Pr PCV = Pr PI - L/2 = 1783,15 m
Pr CCV = Pr PI = 1823,15 m
Pr FCV = Pr PI + L/2 = 1863,15 m

➢ Parámetro p
p = 100 · L / io = -11324,01m

➢ Excentricidad e
e = x^2/(2 .p)= (io .L)/800= -0,07m

➢ Cotas de los puntos principales
$Cota\ PCV$ = $Cota$ PI − (i1 .x)/100 = 64,90m ; x=L/2
$Cota\ CCV$ = $Cota\ PCV$ + (i1 .x)/100 - x^2/(2 .p) = 64,76m ; x=L/2
$Cota\ FCV$ = $Cota\ PCV$ + (i1 .x)/100 - x^2/(2 .p) = 64,75m ; x=L

ANEXO ESTRUCTURAL

C	2025-08-19	Enviado para correccion	G5		
B	2025-06-25	Enviado para correccion	G5		
A	2025-06-19	Enviado para correccion	G5		
REV	FECHA	ACTUALIZACIÓN	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

UNR Universidad Nacional de Rosario

GRUPO 5:
Fanjul, Luduena, Mammella,Thoroughgood,

PARADOR 5 - RN33 km 757

FUNDACION Y ESTRUCTURA

MEMORIA DE CÁLCULO

Escala: S/E **Archivo:** Anexo estructural	**Proyecto:** Intervencion el RN33	**N° Doc:**	**Hojas** 31	C

INDICE

1	OBJETO	1
2	ALCANCE	1
3	REGLAMENTOS Y CÓDIGOS DE REFERENCIA	1
4	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	1
5	MATERIALES	2
6	GEOMETRIAS	2
7	ESTADOS DE CARGA	2
8	COMBINACIONES DE CARGA	3
9	MODELO PARADOR 5	4
10	DIMENSIONAMIENTO BASES AISLADAS TIPO B1	31

1. OBJETO

El Objeto de la presente Memoria es presentar el diseño y cálculo estructural de las fundaciones y estructuras metalicas para el parador de ruta "Parador 5" como parte del proyecto "INTERVENCION EN RUTA NACIONAL 33 CONTROL A INUNDACIONES" entre los kilometros 757 y 760. Entre las localidades de Pujato y Rosario, Santa Fe.

2. ALCANCE

El alcance de este documento comprende el diseño de las fundaciones y estructuras metalicas del "Parador 5". Las fundaciones serán del tipo directas.

3. REGLAMENTOS Y CÓDIGOS DE REFERENCIA

El proyecto y cálculo estructural se corresponden con el Sistema Argentino para las Obras Civiles (CIRSOC):

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 103-1991: “Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes”

CIRSOC 104-2005: “Reglamento Argentino de Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones”

CIRSOC 201-2005: “Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón”

CIRSOC 301-2005: “Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios”

Pudiéndose utilizar otros reglamentos internacionales como:

ASCE 7-05 ó ASCE 7-10: "Minimum Desing Loads Buildings and Other Structures".

ANSI / AISC 360-05, Sepecification for Structural Steel Buildings, 2005

ACI-318: "Building Code Requirements for Stuctural Concrete".

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Plano nro 13	Planta de fundaciones
Plano nro 14	Planta estructural
Plano nro 15	Planta de cubierta
Plano nro 16	Elevacion ejes A y C
Plano nro 17	Elevacion ejes 1 al 7

5. MATERIALES

- Hormigón Estructural para pilotes: Clase H-30
Resistencia específica a la compresión: f'c = 300 kg/cm^2
- Hormigón Estructural: Clase H-30
Resistencia específica a la compresión: f'c = 300 kg/cm^2
Peso específico: $\gamma_{H°}$ = 2.5 t/m^3
Recubrimiento mínimo: 5 cm

- Acero para Armadura: Tipo ADN 420
Tensión de Fluencia Especificada: fy = 4200 kg/cm^2

- Acero para pernos de anclaje: ASTM 1554 Gr 36
- Acero para estructuras metalicas F-24
F-36 (Perfiles laminados de alas anchas "W")
- Acero para tuercas y arandelas ASTM A563 GE A.

6. GEOMETRIAS

En los planos adjuntos con el siguiente documento se detalla la geometría adoptada las fundaciones.

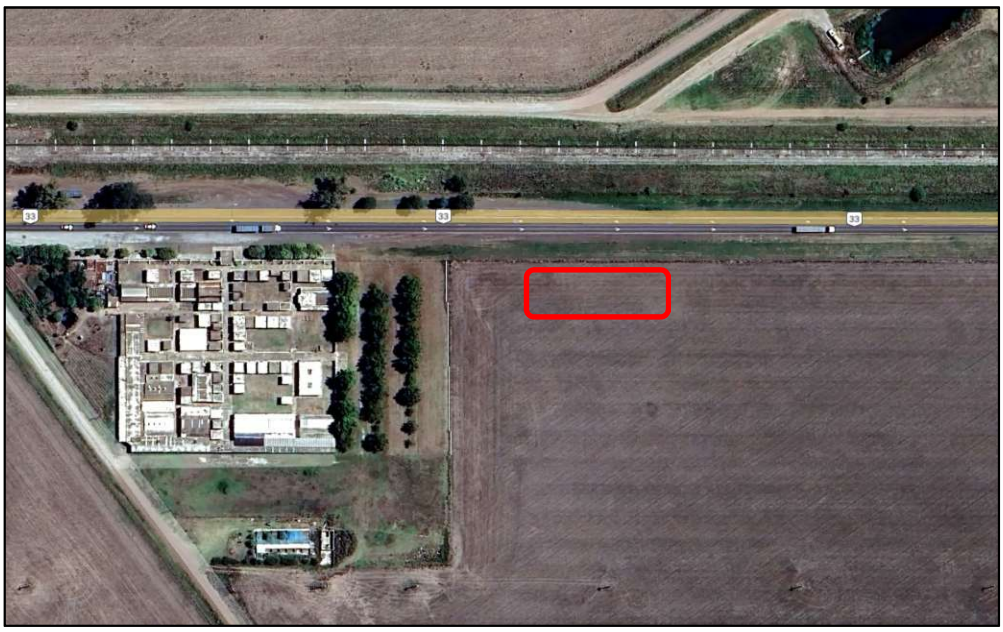


Figura 6.a. Ubicacion *General*

7. ESTADOS DE CARGA

Estado	Descripción	Categoría
D	Peso propio	DL
Lr	Sobrecarga cubierta	LL
Wx1	Viento x presion int.	WIND
Wx2	Viento x succion int.	WIND
Wz1	Viento z presion int.	WIND
Wz2	Viento z succion int.	WIND

8. COMBINACIONES DE CARGA

Para las combinaciones de carga tanto en servicio como en estado límite último se emplean las combinaciones detalladas.

8.1. COMBINACIONES DE CARGA DE SERVICIO

COMBINACIÓN S1	***D + L***	B.2.8
COMBINACIÓN S2	***D + Wx1***	B.2.8
COMBINACIÓN S3	***D + Wx2***	B.2.8
COMBINACIÓN S4	***D + Wy1***	B.2.8
COMBINACIÓN S5	***D + Wy2***	B.2.8
COMBINACIÓN S6	***D + 0.7 L + 0.7 Wx1***	B.2.9
COMBINACIÓN S7	***D + 0.7 L + 0.7 Wx2***	B.2.9
COMBINACIÓN S8	***D + 0.7 L + 0.7 Wy1***	B.2.9
COMBINACIÓN S9	***D + 0.7 L + 0.7 Wy2***	B.2.9

8.2. COMBINACIONES DE CARGAS ULTIMAS

COMBINACIÓN U1	***1.4 D***	B.2.1
COMBINACIÓN U2	***1.2 D + 1.6 L***	B.2.3
COMBINACIÓN U3	***1.2 D + 1.6 L + 0.8 Wx1***	B.2.3
COMBINACIÓN U4	***1.2 D + 1.6 L + 0.8 Wx2***	B.2.3
COMBINACIÓN U5	***1.2 D + 1.6 L + 0.8 Wz1***	B.2.3
COMBINACIÓN U6	***1.2 D + 1.6 L + 0.8 Wz2***	B.2.3
COMBINACIÓN U7	***1.2 D + 1.5 Wx1 + 0.5 L***	B.2.4
COMBINACIÓN U8	***1.2 D + 1.5 Wx2 + 0.5 L***	B.2.4
COMBINACIÓN U9	***1.2 D + 1.5 Wz1 + 0.5 L***	B.2.4
COMBINACIÓN U10	***1.2 D + 1.5 Wz2 + 0.5 L***	B.2.4
COMBINACIÓN U11	***0.9 D + 1.5 Wx1***	B.2.6
COMBINACIÓN U12	***0.9 D + 1.5 Wx2***	B.2.6
COMBINACIÓN U13	***0.9 D + 1.5 Wz1***	B.2.6
COMBINACIÓN U14	***0.9 D + 1.5 Wz2***	B.2.6

9. MODELO PARADOR 5

9.1. DATOS DEL TERRENO

Como no se cuenta con datos de un estudio de suelo de la zona donde se implantara la obra. Se trabajara con una capacidad admisible del suelo de 1,5 kg/cm2, un valor tipico para los suelos limosos/arcillosos que presentan en la zona. Para el peso especifico se utilizara un valor de 1800kg/m3.

9.2. ANALISIS DE CARGAS POR ESTADO

9.2.1. ESTADO PESO PROPIO (D)

El Peso Propio de la estructura fue evaluado en el modelo una vez definido las secciones y la calidad de los materiales.

Se adopta una carga de **0,15kN/m2** sobre la cubierta como carga permanente para simular el peso propio del cielo raso.

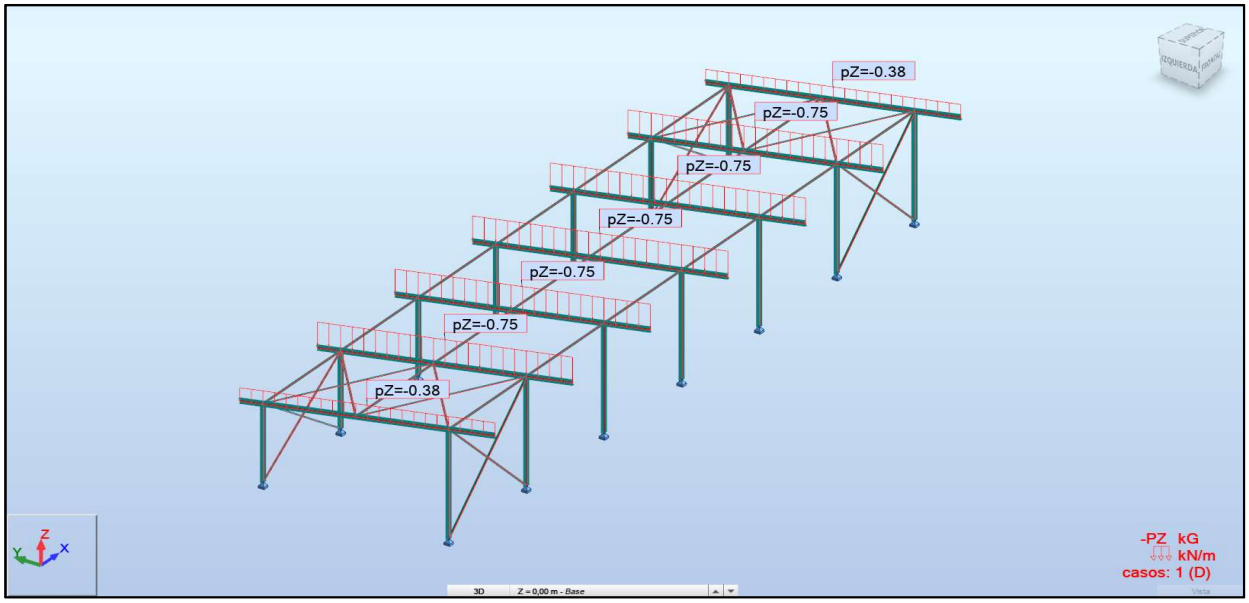


Figura 9.a. Cargas Permanentes

9.2.2. ESTADO SOBRECARGA PARA CUBIERTA (Lr)

Se utiliza el Reglamento CIRSOC 101 - 2005 - Apartado 4.9.1 - Cubiertas planas, horizontales o con pendientes y curvas).

$$Lr = 0.96 \times R1 \times R2 \quad \text{siendo} \quad 0.58 \leq Lr \leq 0.96 \qquad \textit{(Fórmula 4.2)}$$

donde: Lr = sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m^2.

Los factores de reducción R1 y R2 se determinan como sigue:

R1 =	1,00	para At ≤ 19 m^2
R1 =	1.2 - 0.01076 At	para 19 m^2 < At < 56 m^2
R1 =	0,60	para At ≥ 56 m^2

donde: At = área tributaria en m^2 soportada por cualquier elemento estructural.

R2 =	1,00	para F ≤ 4
R2 =	1.2 - 0.05 F	para 4 < F < 12
R2 =	0,60	para F ≥ 12

donde: para cubierta con pendiente F = 0.12 x pendiente (con la pendiente expresada en porcentaje)

<u>Sobrecarga mínima sobre correa:</u>

				Pendiente	17,6	%
Se adopta sep correas sc =	1,00	m		Angulo cubierta	10,0	°
Separacion portico =	5,00	m				
At = sc x Ltc x cos θ =	5,00	m^2	< 19 m^2 → R1 : 1			
F = 0.12 x pend =	2,11		< 4 → R2 : 1			

Sobrecarga mínima sobre correa: **Lr correa = 0.96 x R1 x R2 = 0,96 kN/m^2**

<u>Sobrecarga mínima sobre cabriada:</u>

At = b x Ltc =	40,00	m^2	< 56 m^2 → R1 : 0,77
F = 0.12 x pend =	2,11		< 4 → R2 : 1

Sobrecarga minima sobre cubierta: **Lr cubierta = 0,74 kN/m^2**

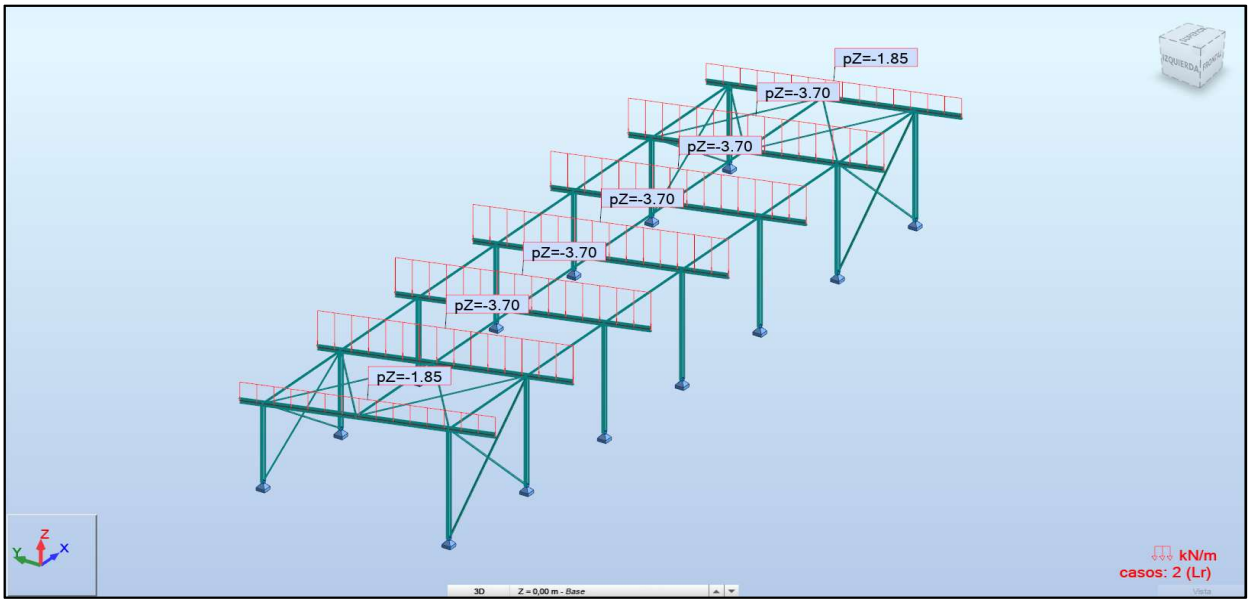


Figura 9.b. *Cargas ESTADO Lr*

9.2.3. ESTADO Wx/Wz - Viento sentido x presión int. / Viento sentido x succión int.

Se realiza el cálculo del viento actuante sobre el Edificio.
Para el cálculo se emplea el CAPITULO 5. MÉTODO 2 - PROCEDIMIENTO ANALÍTICO del Reglamento CIRSOC 102 - 2005.

Lado mayor =	a =	30,00	m		
Lado menor =	b =	8,00	m		
Altura de pared =	hp =	3,50		4,92	m
Pendiente de la cubierta =	θ =	10,0	°		
Pendiente de la cubierta =	x =	17,6	%		
Altura media de cubierta =	h =	3,80	m		

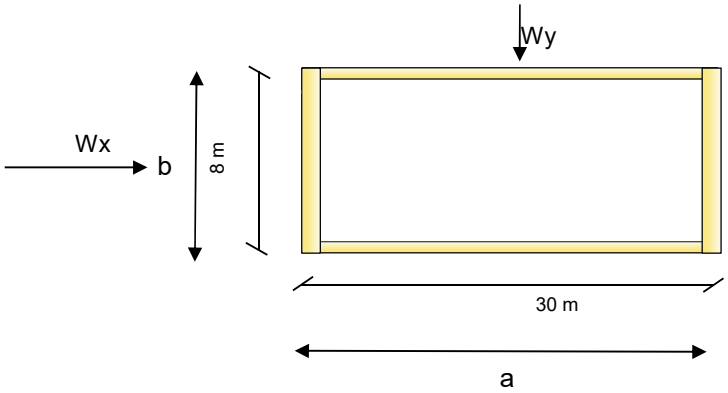
Los parámetros de cálculo son los siguientes.

Velocidad Básica del Viento: **V =**	50	**m/s**	*(Figura 1B)*
Factor de direccionalidad: **Kd =**	0,85		*(Tabla 6)*
Factor de importancia → Edificio Categoría II: **I =**	1		*(Tabla A-1)/(Tabla 1)*
Categoría de exposición:	C		*(Artículo 5.6)*
Factor Topográfico → Terreno llano: **Kzt =**	1		*(Figura 2)*
Factor de efecto de ráfaga: **G =**	0,85		*(Artículo 5.8)*
Clasificación del cerramiento:	Edificio Cerrado		*(Capítulo 2)*

Se calcula la presion dinamica como: Presión dinámica: **qz =** 0,613 x Kz x Kzt x Kd x ' *(Artículo 5.10)*

	Altura h(m)	Kz	qz, qh	
h	3,8	0,87	**1,13**	**kN/m²**

A continuación se muestra un resumen con esquemas donde se pueden ver los coeficientes de presión y la presión del viento actuante sobre la estructura:



VIENTO ACTUANTE SOBRE EL SISTEMA PRINCIPAL RESISTENTE

a) Coeficientes de presión

Coeficientes de presión interma

Viento con Presión Interior: **GCpi1 =** **0,18**
Viento con Succión Interior: **GCpi2 =** **-0,18** *(Tabla 7)*

Coeficientes de presión externa

Viento normal al lado "a" ***Wy*** *(Figura 3)*

Pared a barlovento:	**Cp1 =**	**0,80**		
Pared a sotavento:	**Cp2 =**	**-0,50**	L/B	0,27
Paredes laterales:	**Cp3 =**	**-0,70**		
Cubierta :	h/l =	0,48		
	θ =	10,0	°	(Normal a la cumbrera para θ = 10°)
Barlovento	**Cp4a =**	**-0,90**		
Sotavento	**Cp4b =**	**-0,50**		

Viento normal al lado "b" ***Wx*** *(Figura 3)*

Pared a barlovento:	**Cp1 =**	**0,80**		
Pared a sotavento:	**Cp2 =**	**-0,21**	L/B	3,75
Paredes laterales:	**Cp3 =**	**-0,70**		
Cubierta:	h/l =	0,13	(=< 0.50)	
	θ =	10,0	°	(Paralelo a la cumbrera para todo θ)
0 a h	**Cp4a =**	**-0,90**		
h a 2h	**Cp4b =**	**-0,50**		
> 2h	**Cp4c =**	**-0,30**		

c) Carga de viento de diseño

Las presiones de diseño para los sistemas principales resistentes a la fuerza del viento de edificios de todas las alturas se deben determinar mediante la siguiente expresión:

p = q G Cp - qi (GCpi) (Artículo 5.12.2.1)

Viento normal al lado "a" ***Wy***

Viento con presión interior (GCpi1)

Pared a barlovento:	**qw1 =** Ga Cp1 qz1 - GCpi1 qz1 =	**0,57**	**kN/m²**
Pared a sotavento:	**qw2 =** Ga Cp2 qh - GCpi1 qh =	**-0,69**	**kN/m²**
Paredes laterales:	**qw3 =** Ga Cp3 qh - GCpi1 qh =	**-0,88**	**kN/m²**
Cubierta			
Barlovento	**qw4a =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-1,07**	**kN/m²**
Sotavento	**qw4b =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,69**	**kN/m²**

Viento con succión interior (GCpi2)

Pared a barlovento:	**qw1 =** Ga Cp1 qz1 - GCpi1 qz1 =	**0,97**	**kN/m²**
Pared a sotavento:	**qw2 =** Ga Cp2 qh - GCpi2 qh =	**-0,28**	**kN/m²**
Paredes laterales:	**qw3 =** Ga Cp3 qh - GCpi2 qh =	**-0,47**	**kN/m²**
Cubierta			
Barlovento	**qw4a =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,66**	**kN/m²**
Sotavento	**qw4b =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,28**	**kN/m²**

Viento normal al lado "b" ***Wx***

Viento con presión interior (GCpi1)

Pared a barlovento:	**qw1 =** Ga Cp1 qz1 - GCpi1 qz1 =	**0,57**	**kN/m²**
Pared a sotavento:	**qw2 =** Ga Cp2 qh - GCpi1 qh =	**-0,41**	**kN/m²**
Paredes laterales:	**qw3 =** Ga Cp3 qh - GCpi1 qh =	**-0,88**	**kN/m²**
Cubierta			
0 a h	**qw4a =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-1,07**	**kN/m²**
h a 2h	**qw4b =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,69**	**kN/m²**
>2h	**qw4c =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,49**	**kN/m²**

Viento con succión interior (GCpi2)

Pared a barlovento:	**qw1a =** Ga Cp1 qz1 - GCpi1 qz1 =	**0,97**	**kN/m²**
Pared a sotavento:	**qw2 =** Ga Cp2 qh - GCpi2 qh =	**0,00**	**kN/m²**
Paredes laterales:	**qw3 =** Ga Cp3 qh - GCpi2 qh =	**-0,47**	**kN/m²**
Cubierta			
0 a h	**qw4a =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,66**	**kN/m²**
h a 2h	**qw4b =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,28**	**kN/m²**
>2h	**qw4c =** Ga Cp4 qh - GCpi1 qh =	**-0,08**	**kN/m²**

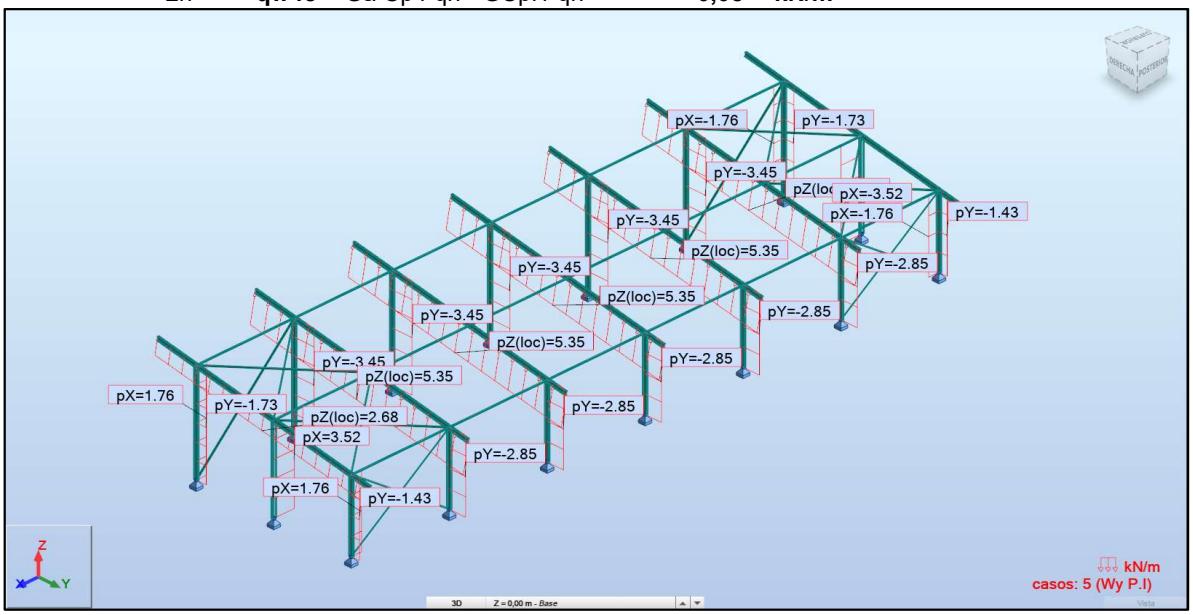


Figura 9.c. *Cargas ESTADO Wy p.i*

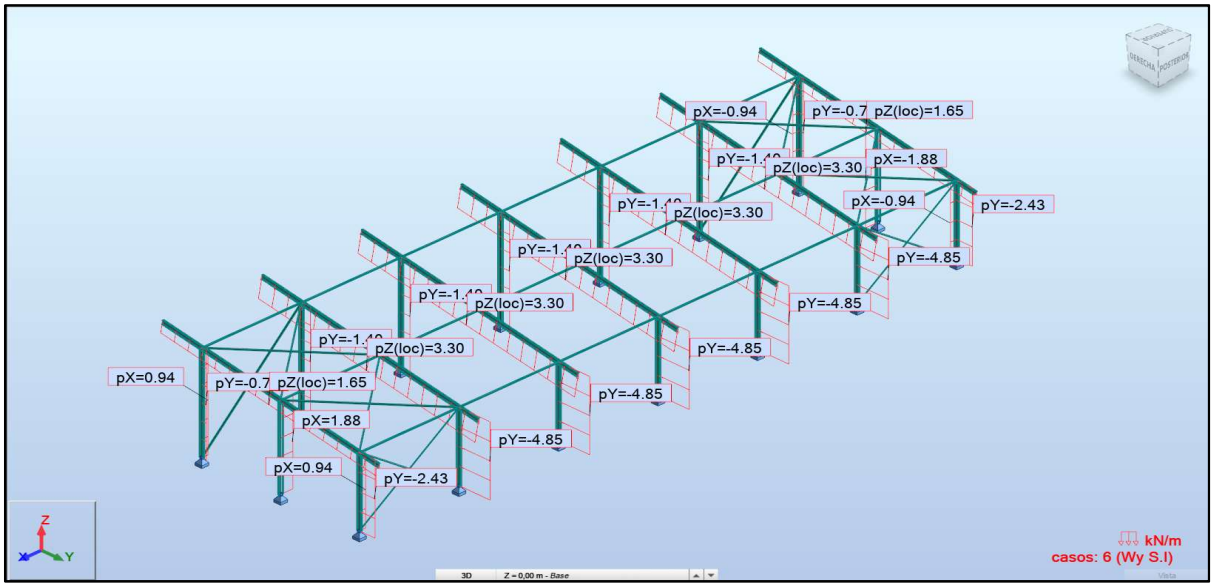


Figura 9.d. *Cargas ESTADO Wy s.i*

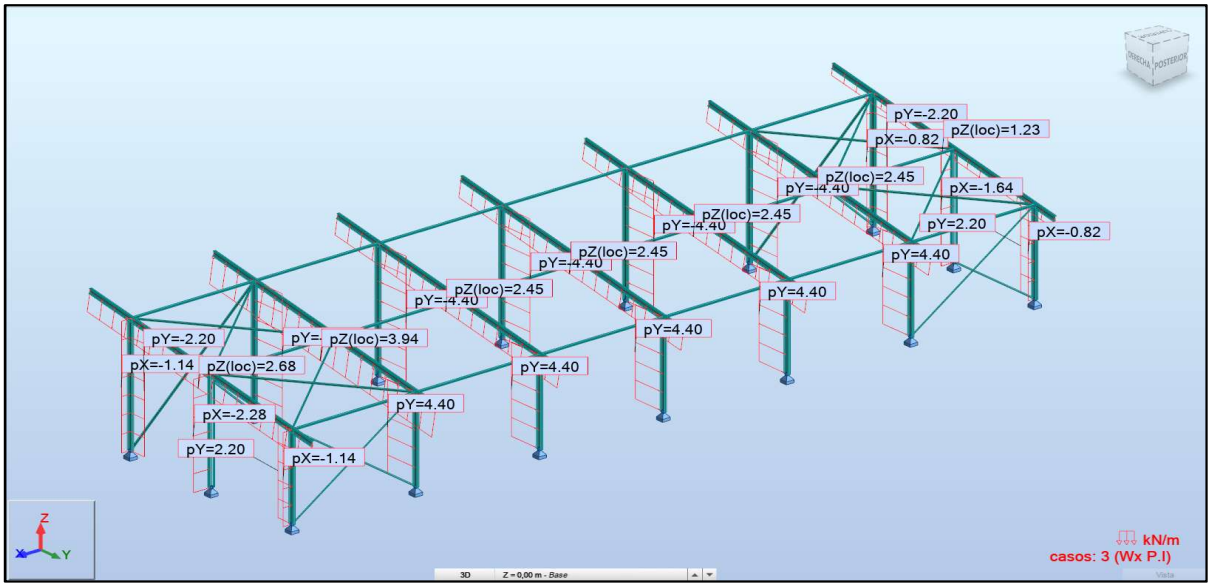


Figura 9.e. *Cargas ESTADO Wx p.i.*

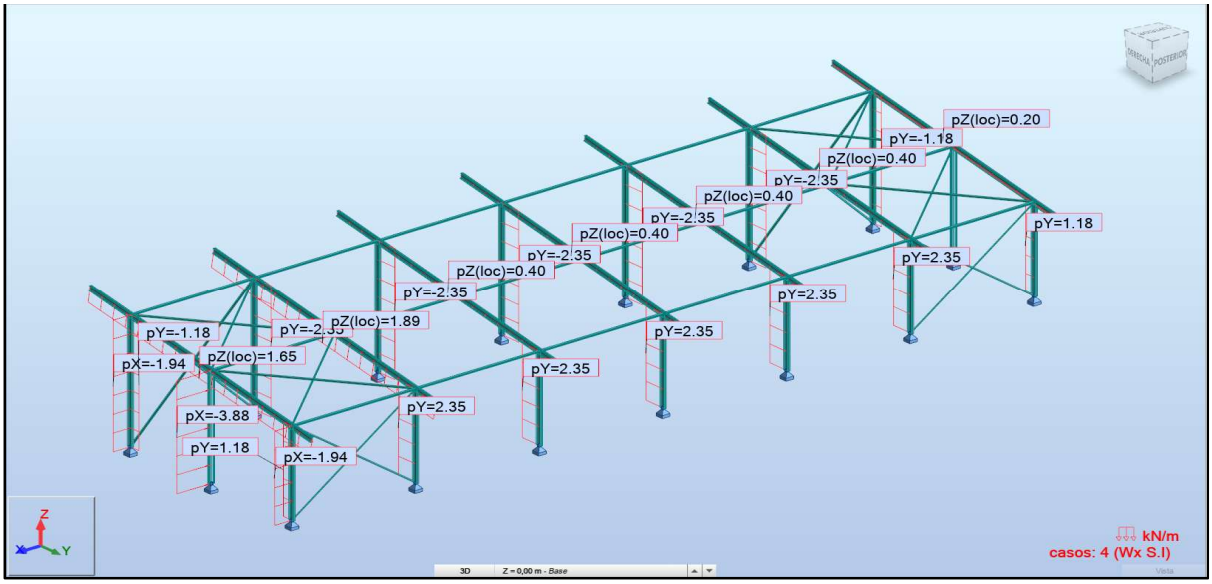


Figura 9.f. *Cargas ESTADO Wx* s.i.

9.3. MODELO PARA EL ANALISIS DE LA ESTRUCTURA

El modelo estructural se realiza en el Programa Robot Structural Analysis Professional 2022.

OBSERVACIONES

El modelo se realiza para obtener las reacciones y solicitaciones para el calculo de fundaciones y para el cálculo de la Estructura Metálica.

DESCRIPCION GENERAL

Geometría y secciones transversales

La geometría y las secciones transversales de los elementos estructurales corresponden a los que se indica en los planos de la estructura. El modelo fue declarado como espacial . El material de columnas y vigas fue declarado como acero de calidad A572-50

Vínculos externos

Las columnas de los porticos fueron declaradas como articuladas.

Verificaciones de secciones metalicas mediante Ram Advance

Se le indicó al programa que verificara las barras del modelo mediante el Código ANSI / AISC 360-10, Specification for Structural Steel Buildings, 2010. Método LRFD (Estado Ultimo). Cabe destacar que es el reglamente norteamericano en el que se baso el Cirsoc 301-18 (Reglamento actual valido para el calculo de estructuras metalicas en Argentina).

Para todas las Combinaciones de carga el cociente entre **Solicitacion actuante / Solicitacion admisible < 1** para estar en **Buenas Condiciones.**

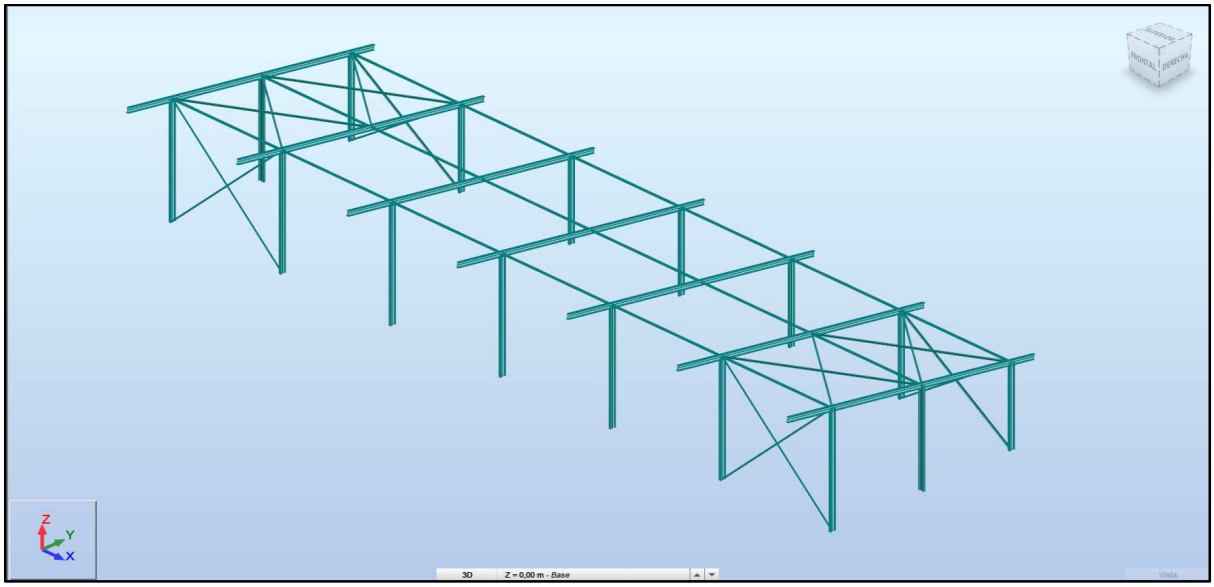


Figura 9.g. *Modelo 3D nave espesador*

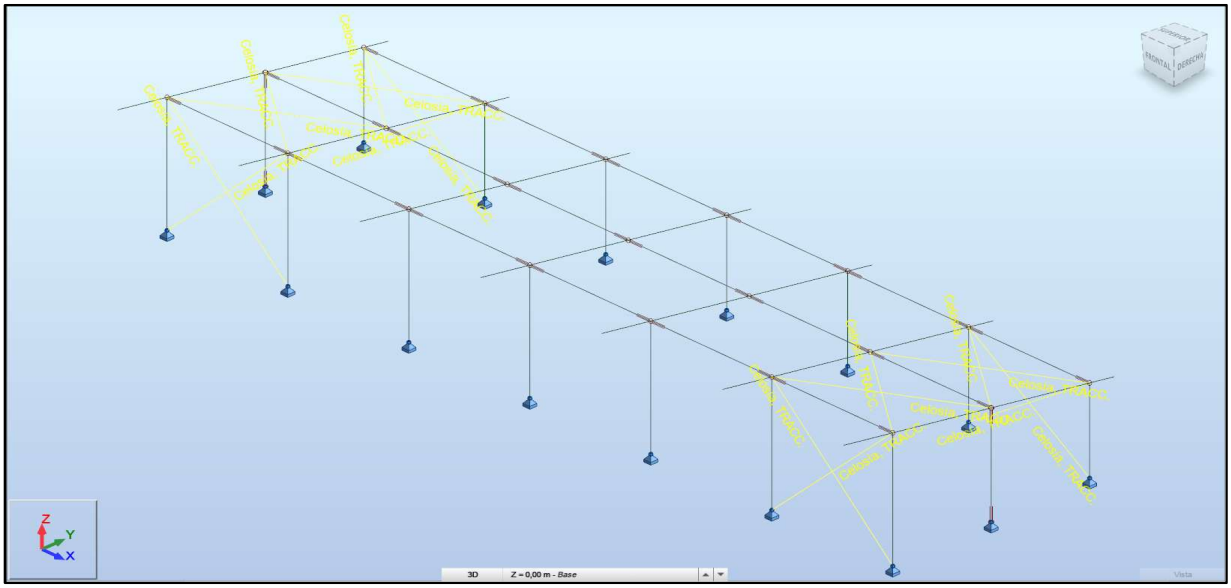
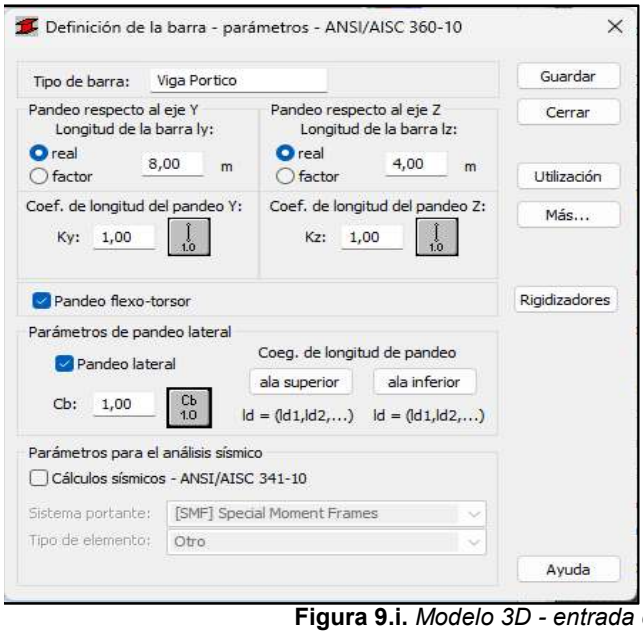


Figura 9.h. *Modelo 3D - Vinculos*

Se establecen las diferentes condiciones para cada grupo de barras, como longitudes entre arriostramientos y coeficiente de longitud efectivas para su posterior dimensionamiento y verificacion.



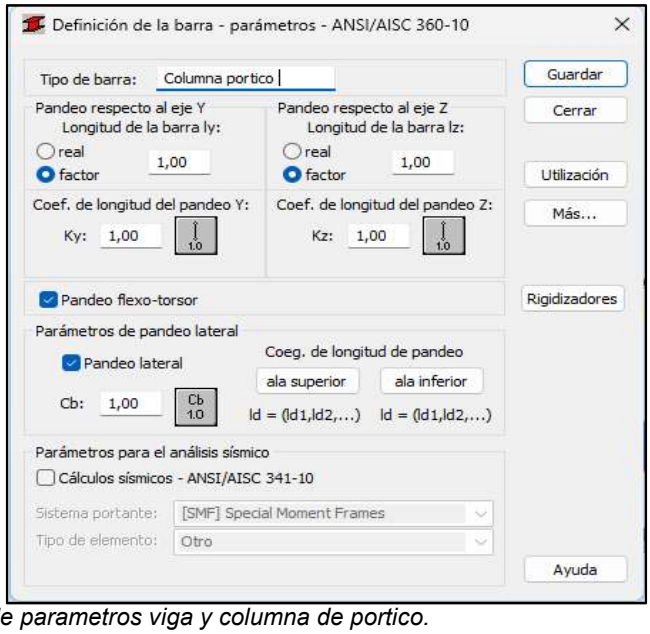
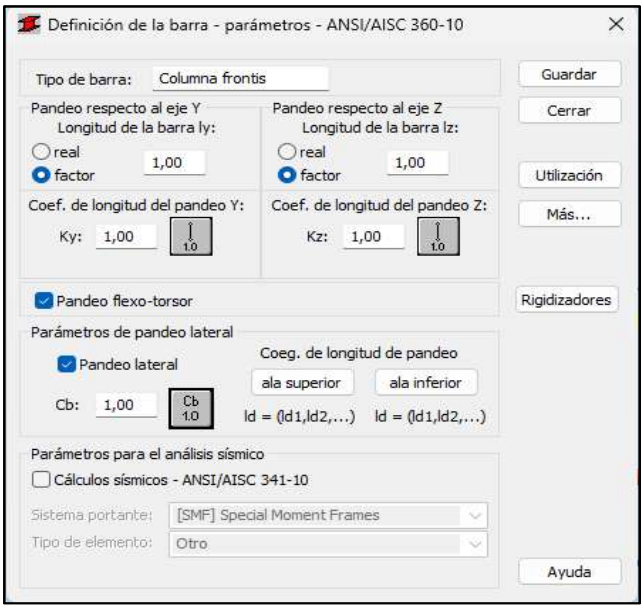


Figura 9.i. *Modelo 3D - entrada de parametros viga y columna de portico.*



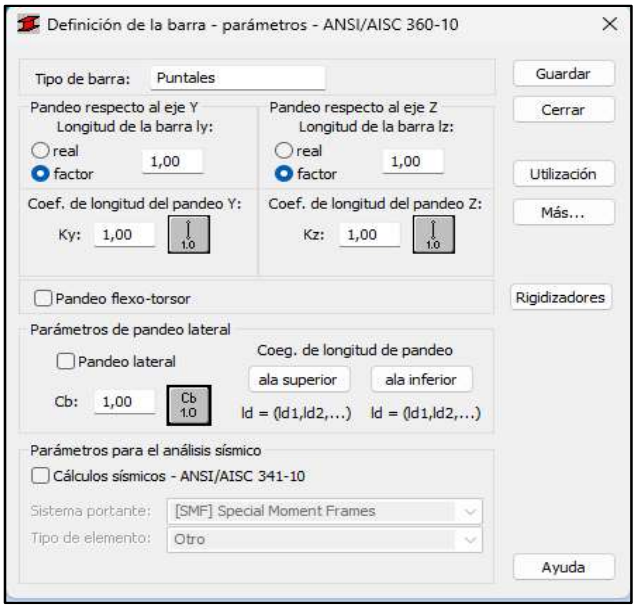


Figura 9.j. Modelo 3D - entrada de parametros puntales y columnas de frontis.

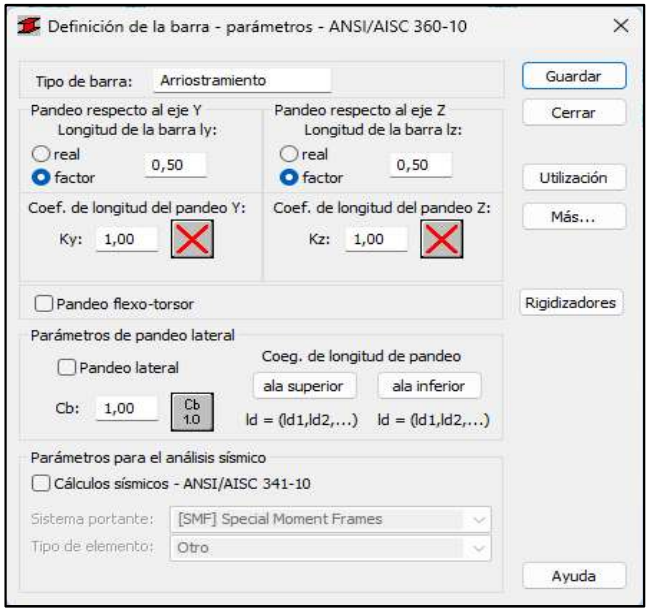


Figura 9.k. Modelo 3D - entrada de parametros arriostramientos.

9.4. VERIFICACIONES ELU

El proceso de dimensionamiento de los perfiles comenzo inicialmente con la propuesta de una seccion para cada grupo de barras, de manera que el programa luego segun las resistencias y los esfuerzos que presenten proponga el tamano de esa seccion que sea el adecuado.
Para el portico se opto por perfiles de alas anchas "W".
Para las cruces de arriostramientos perfiles angulos de alas iguales "L".
Para los puntales se eligio un perfil compuesto por dos "L" en forma de cruz.

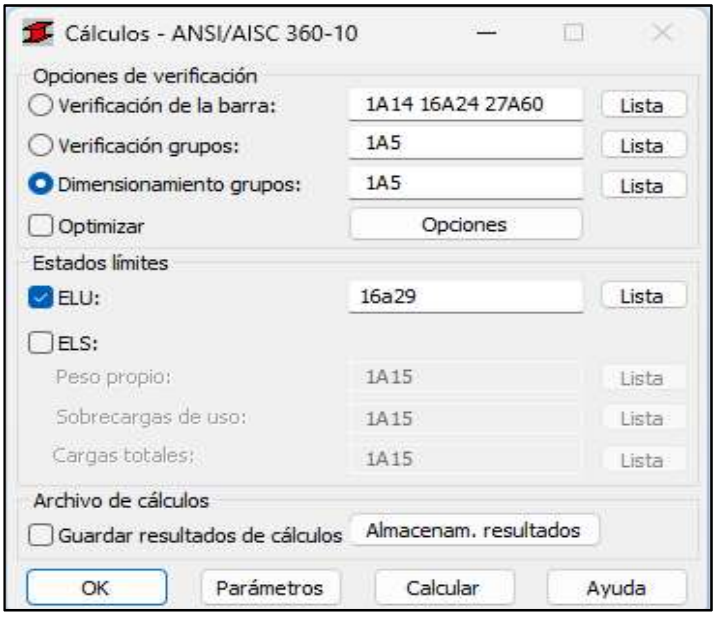


Figura 9.l. Dimensionamiento en Robot structural.

ANSI/AISC 360-10 - Dimensionamiento de grupos de barras (ELU) 1A5

Resultados | Mensajes

Barra	Perfil	Material	Lay	Laz	Solicit.	Caso
Grupo : 1 Columnas portico						
13 13	W 4x13	STEEL A572-50	80.22	137.26	1.24	28 U13
	W 5x16		64.65	109.13	0.81	
	W 5x19		63.36	107.53	0.67	
Grupo : 2 Vigas portico						
21 21	W 4x13	STEEL A572-50	183.36	156.87	1.33	28 U13
	W 5x16		147.76	124.71	0.87	
	W 5x19		144.82	122.89	0.72	
Grupo : 3 Puntales						
27 27	2 L 3x3x0.25	STEEL A36	149.50	168.04	0.16	23 U8
Grupo : 4 Arriostramientos						
49 49	L 2x2x0.125	STEEL A36	222.12	222.12	0.17	23 U8
	L 2x2x0.1875		224.94	224.94	0.12	
Grupo : 5 Columnas frontis						
60 60	W 4x13	STEEL A572-50	96.27	164.71	0.46	24 U9
	W 5x16		77.57	130.95	0.29	

Nota de cálc. | Cerrar | Cambiar | Ayuda | Cambiar todo

Puntos de cálculo
división: n = 3
extremos : ninguno
adicionales : ninguno

Figura 9.m. Secciones propuestas por el programas y sus ratios.

Se adoptan las secciones propuestas por el programa, vale aclarar que tanto los arriostramientos como los puntales fueron elegidos por esbeltez maxima y no su resistencia. Y se procede a la verificacion de las mismas, para chequear la salida de datos y verificar los calculos hechos por el programa.

Cálculos - ANSI/AISC 360-10

Opciones de verificación
- Verificación de la barra: 1A14 16A24 27A60 — Lista
- Verificación grupos: 1A5 — Lista
- Dimensionamiento grupos: 1A5 — Lista
- Optimizar — Opciones

Estados límites
- ELU: 16a29 — Lista
- ELS:
  - Peso propio: 1A15 — Lista
  - Sobrecargas de uso: 1A15 — Lista
  - Cargas totales: 1A15 — Lista

Archivo de cálculos
- Guardar resultados de cálculos — Almacenam. resultados

OK | Parámetros | Calcular | Ayuda

Figura 9.n. Verificacion en Robot structural.

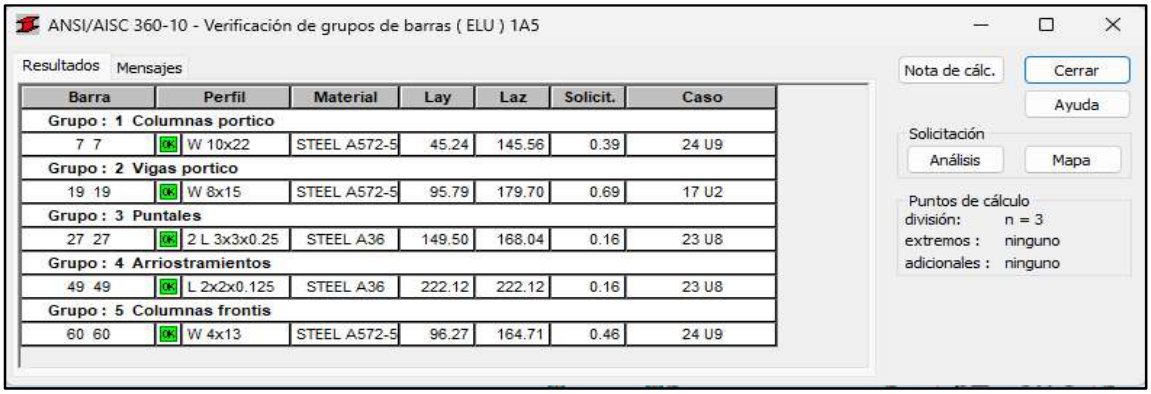
Al final del apartado 9 se anexan las verificacaciones realizadas para cada grupo de barras.

9.5. VERIFICACIONES EN ELS

Si bien el reglamento actual Cirsoc 301-2018 no establece limites de deformaciones se procede a verificar la situación en servicio de la estructura, contemplando que las deformaciones bajo las combinaciones más desfavorables tengan valores admisibles segun limites establecidos en la edicion 2005 del cirsoc 301.

Se observo que la flecha maxima de la estructura para los estados de servicio daba un valor de 7,8cm para las vigas y 7,1cm para las columas, quedando fuera de los limites establecidos por el reglamento. Por lo que se procedio a elegir un perfil de mayor altura para aumentar su rigidez.

Se propone una seccion W 10X22 para las columnas del portico y un W 8X15 para la viga



Barra		Perfil	Material	Lay	Laz	Solicit.	Caso
Grupo : 1 Columnas portico							
7 7	OK	W 10x22	STEEL A572-5	45.24	145.56	0.39	24 U9
Grupo : 2 Vigas portico							
19 19	OK	W 8x15	STEEL A572-5	95.79	179.70	0.69	17 U2
Grupo : 3 Puntales							
27 27	OK	2 L 3x3x0.25	STEEL A36	149.50	168.04	0.16	23 U8
Grupo : 4 Arriostramientos							
49 49	OK	L 2x2x0.125	STEEL A36	222.12	222.12	0.16	23 U8
Grupo : 5 Columnas frontis							
60 60	OK	W 4x13	STEEL A572-5	96.27	164.71	0.46	24 U9

Figura 9.o. Verificacion de resistencia de la nueva propuesta para el portico.

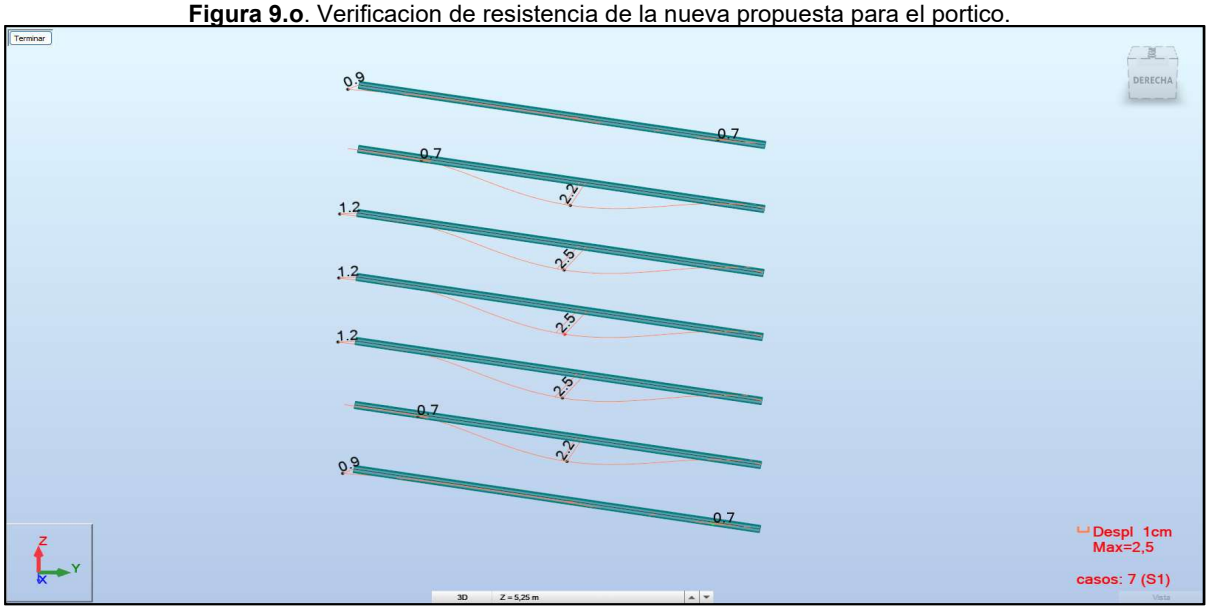


Figura 9.p. Flecha maxima para la viga del portico.

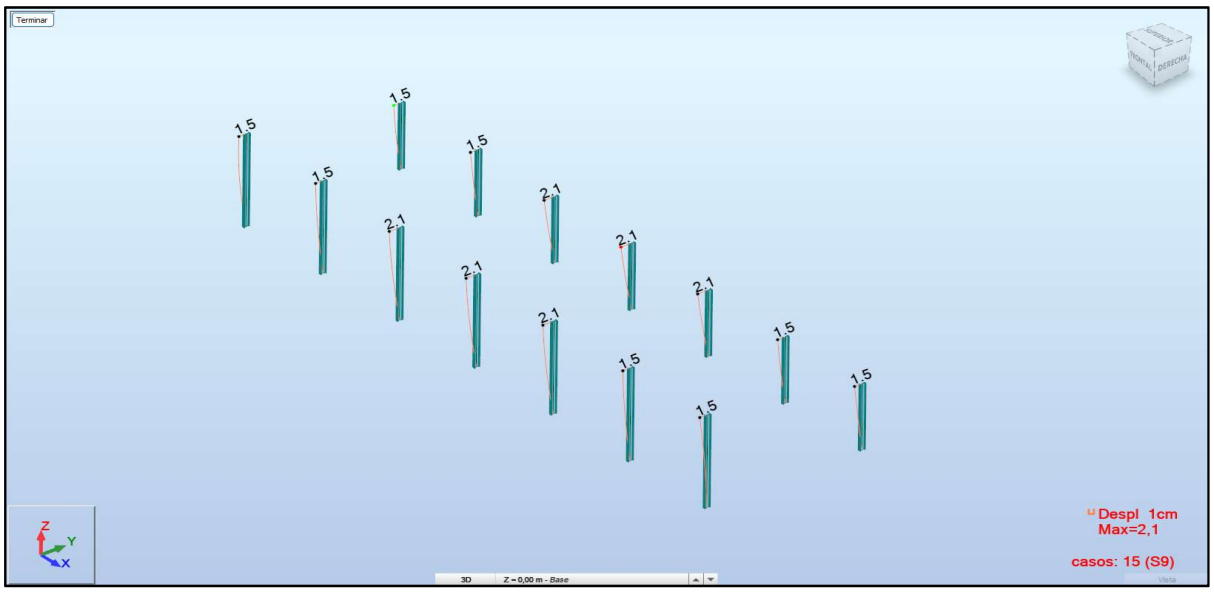


Figura 9.q. Flecha maxima para las columnas del portico.

Deformación Vigas

L =	11170	mm		
f adm = L / 200 =	55,85	mm		
Máx desplazamiento =	2,5	mm	*COMBINACIÓN S1*	**OK**

Deformación Columnas

H col =	3500	mm		
f adm = H / 160 =	21,875	mm		
Máx desplazamiento =	2,1	mm	*COMBINACIÓN S9*	**OK**

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
GRUPO: 2 Vigas portico ; BARRA: 19 19 ; COORDENADA: x = 0.82 L = 9.14 m				
Características de la sección: W 8x15				
Ax	28.65	cm2	área de la sección	
Ay	16.34	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Y	
Az	12.82	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Z	
J	5.70	cm4	constante de torsión	
Iy	1997.91	cm4	momento de inercia respecto al eje Y	
Iz	141.93	cm4	momento de inercia respecto al eje Z	
Zy	222.86	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Y	
Sy	193.98	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Y	
Zz	43.75	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Z	
Sz	27.80	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Z	
d	20.6	cm	altura de la sección	
bf	10.2	cm	anchura de la sección	
tf	0.8	cm	espesor del ala	
tw	0.6	cm	espesor del alma	
ry	8.4	cm	radio de inercia respecto al eje Y	
rz	2.2	cm	radio de inercia respecto al eje Z	
Material:				
Nombre			STEEL A572-50	
Fy	344.74	MPa	resistencia de material	
Fu	448.16	MPa	límite mínima de resistencia a la tracción	
E	199947.96	MPa	coeficiente de elasticidad longitudinal	
Método de coeficientes parciales LRFD				
Fic	0.90		parámetro de resistencia para la compresión	[E1]
Fib	0.90		parámetro de resistencia para la flexión	[F1.(1)]
Fiv	1.00		parámetro de resistencia para el cortante	[G2.1.(a)]
Estabilidad local de la sección				
Lamf	6.38		Proporción de anchura-espesor para un ala	[Table B4.1a,b]
Lamw	28.08		Proporción de anchura-espesor para un alma	[Table B4.1a,b]
clase de sección en compresión simple				
Lamf_r_N	13.49		Esbeltez límite para el ala no esbelta	[Table B4.1a]
ClassF_N	No esbelto		clase del ala	[Table B4.1a]
Lamw_r_N	35.88		Esbeltez límite para el alma no esbelta	[Table B4.1a]
ClassW_N	No esbelto		clase del alma	[Table

				B4.1a]
clase de sección en flexión simple por el momento My				
Lamf_p_My	9.15		Esbeltez límite para el ala compacta	[Table B4.1b]
Lamf_r_My	24.08		Esbeltez límite para el ala no compacta	[Table B4.1b]
ClassF_My	compacto		clase del ala	[Table B4.1b]
Lamw_p_My	90.55		Esbeltez límite para el alma compacta	[Table B4.1b]
Lamw_r_My	137.27		Esbeltez límite para el alma no compacta	[Table B4.1b]
ClassW_My	compacto		clase del alma	[Table B4.1b]
Esbeltez límite para cortante				
Lamw_p_Vz	59.24		Esbeltez límite de cortante para el alma compacta	[G2.1.(b)]
Lamw_r_Vz	73.78		Esbeltez límite de cortante para el alma no compacta	[G2.1.(b)]
Parámetros del análisis de pandeo:				
respecto al eje Y de la sección				
Ly	8.00	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Ky	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Ky*Ly/ry	95.79		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fey	215.06	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcry	176.24	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E3]
Pny	504.85	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E3]
respecto al eje Z de la sección				
Lz	4.00	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Kz	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Kz*Lz/rz	179.70		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fez	61.11	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcrz	53.60	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E3]
Pnz	153.53	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E3]
Parámetros del análisis de pandeo lateral				
Rm	1.00		parámetro de asimetría de la sección	[Comm.F1]
Cb	1.00		coeficiente de redución para el pandeo lateral	[F1.(3)]
Lb	1.27	m	longitud de la barra para el pandeo lateral	[F2.2]
Lpy	0.94	m	longitud máx. en el estado límite de resistencia	[F2.2]
Lry	3.06	m	longitud máx. en el estado límite de pandeo lateral	[F2.2]
Mcry	192.06	kN*m	momento crítico en pandeo lateral	[F9.2]
Otros:				
Cw	13910.1	cm6	constante de pandeo local	[E,F]
kvz	5.00		coef. de inestabilidad local para el cortante	[G2.1]
Cvz	1.00		coef. para el cálculo de las tensiones críticas en cortante	[G2.1]
Esfuerzos internos				

Pr	0.78	kN	resistencia exigida a la compresión	
Mry	-44.44	kN*m	resistencia exigida a la flexión	
Vrz	-31.15	kN	resistencia exigida al cortante	
Resistencias nominales:				
Pn	153.53	kN	Resistencia nominal a la compresión:	[E3]
respecto al eje Y de la sección				
Mpy	76.83	kN*m	Momento plástico nominal	[F]
Mny[YD]	76.83	kN*m	Resistencia nominal a flexión en el estado límite de plastificación	[F2.1]
Mny[LTB]	72.16	kN*m	Resistencia nominal al pandeo lateral	[F2.2]
Mny1[LTB]	72.16	kN*m	Resistencia nominal al pandeo lateral (Cb = 1.0)	[F2.2]
Mny	72.16	kN*m	Resistencia nominal a la flexión	[F2]
Vnz	265.15	kN	Resistencia nominal en cortante	[G2.1]
Resistencias de dimensionamiento:				
Fic*Pn	138.17	kN	resistencia de cálculo a la compresión	[E3]
respecto al eje Y de la sección				
Fib*Mpy	69.15	kN*m	Momento plástico dimensionante	[F]
Fib*Mny[YD]	69.15	kN*m	Resistencia de dimensionamiento a la flexión en el estado límite de plastificación	[F2.1]
Fib*Mny[LTB]	64.95	kN*m	Resistencia de dimensionamiento al pandeo lateral en torsión	[F2.2]
Fib*Mny1[LTD]	64.95	kN*m	Resistencia de dimensionamiento al pandeo lateral en torsión	[F2.2]
Fib*Mny	64.95	kN*m	resistencia de cálculo a la flexión	[F2]
Fiv*Vnz	265.15	kN	resistencia de cálculo al cortante	[G2.1]
Fórmulas de verificación:				
UF[KL/r]	0.90		Max(Ky*Ly/ry/(K*L/r),max ; Kz*Lz/rz/(K*L/r),max)	estable
UF(H1_1b)	0.69		Pr/(2*Fic*Pn) + Mry/(Fib*Mny)	Verificado
	0.12		Vrz/(Fiv*Vnz)	Verificado
Solicitación:				
RAT	0.69		solicitación	Perfil correcto

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
GRUPO: 3 Puntales ; BARRA: 27 27 ; COORDENADA: x = 0.50 L = 2.50 m				
Características de la sección compuesta: 2 L 3x3x0.25				
Ax	18.58	cm2	área de la sección	
Ay	6.84	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Y	
Az	6.84	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Z	
J	2.60	cm4	constante de torsión	
Iy	207.84	cm4	momento de inercia respecto al eje Y	
Iz	164.51	cm4	momento de inercia respecto al eje Z	
Zy	38.57	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Y	
Sy	38.57	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Y	
Zz	30.53	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Z	
Sz	30.53	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Z	
d	10.8	cm	altura de la sección	
bf	10.8	cm	anchura de la sección	
tf	0.6	cm	espesor del ala	
tw	0.6	cm	espesor del alma	
ry	3.3	cm	radio de inercia respecto al eje Y	
rz	3.0	cm	radio de inercia respecto al eje Z	
Material:				
Nombre			STEEL A36	
Fy	248.21	MPa	resistencia de material	
Fu	399.90	MPa	límite mínima de resistencia a la tracción	
E	199947.96	MPa	coeficiente de elasticidad longitudinal	
Método de coeficientes parciales LRFD				
Fic	0.90		parámetro de resistencia para la compresión	[E1]
Fib	0.90		parámetro de resistencia para la flexión	[F1.(1)]
FiT	0.90		Coeficiente de resistencia para la ruptura en tracción	[H3.1]
Estabilidad local de la sección				
Lamf	8.49		Proporción de anchura-espesor para un ala	[Table B4.1a,b]
Lamw	8.49		Proporción de anchura-espesor para un alma	[Table B4.1a,b]
clase de sección en compresión simple				
Lamf_r_N	12.77		Esbeltez límite para el ala no esbelta	[Table B4.1a]
ClassF_N	No esbelto		clase del ala	[Table B4.1a]
Lamw_r_N	12.77		Esbeltez límite para el alma no esbelta	[Table B4.1a]

ClassW_N	No esbelto		clase del alma	[Table B4.1a]
clase de sección en flexión simple por el momento My				
Lamf_r_My	12.77		Esbeltez límite para el ala no compacta	[Table B4.1b]
ClassF_My	compacto		clase del ala	[Table B4.1b]
Lamw_p_My	15.33		Esbeltez límite para el alma compacta	[Table B4.1b]
Lamw_r_My	25.83		Esbeltez límite para el alma no compacta	[Table B4.1b]
ClassW_My	compacto		clase del alma	[Table B4.1b]
clase de sección en flexión simple por el momento Mz				
Lamf_p_Mz	15.33		Esbeltez límite para el ala compacta	[Table B4.1b]
Lamf_r_Mz	25.83		Esbeltez límite para el ala no compacta	[Table B4.1b]
ClassF_Mz	compacto		clase del ala	[Table B4.1b]
Lamw_r_Mz	12.77		Esbeltez límite para el alma no compacta	[Table B4.1b]
ClassW_Mz	compacto		clase del alma	[Table B4.1b]
Parámetros del análisis de pandeo:				
respecto al eje Y de la sección				
Ly	5.00	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Ky	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Ky*Ly/ry	149.50		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fey	88.29	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcry	77.43	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E3]
Pny	143.88	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E3]
respecto al eje Z de la sección				
Lz	5.00	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Kz	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Kz*Lz/rz	168.04		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fez	69.89	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcrz	61.29	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E3]
Pnz	113.89	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E3]
Parámetros del análisis de pandeo lateral				
Rm	1.00		parámetro de asimetría de la sección	[Comm.F1]
Cb	1.00		coeficiente de redución para el pandeo lateral	[F1.(3)]
Lb	1.00	m	longitud de la barra para el pandeo lateral	[F]
Otros:				
Esfuerzos internos				

Pr	13.03	kN	resistencia exigida a la compresión	
Tr	0.00	kN*m	resistencia exigida a la torsión	
Mry	0.38	kN*m	resistencia exigida a la flexión	
Mrz	-0.38	kN*m	resistencia exigida a la flexión	
Vry	0.00	kN	resistencia exigida al cortante	
Vrz	0.00	kN	resistencia exigida al cortante	
Resistencias nominales:				
Pn	113.89	kN	Resistencia nominal a la compresión:	[E3]
respecto al eje Y de la sección				
Mpy	9.57	kN*m	Momento plástico nominal	[F]
Mny	9.57	kN*m	Resistencia nominal a la flexión	[F]
Vnz	101.91	kN	Resistencia nominal en cortante	[G2.1]
respecto al eje Z de la sección				
Mpz	7.58	kN*m	Momento plástico nominal	[F]
Mnz	7.58	kN*m	Resistencia nominal a la flexión	[F]
Vny	101.91	kN	Resistencia nominal en cortante	[G2.1]
Resistencias de dimensionamiento:				
Fic*Pn	102.50	kN	resistencia de cálculo a la compresión	[E3]
respecto al eje Y de la sección				
Fib*Mpy	8.62	kN*m	Momento plástico dimensionante	[F]
Fib*Mny	8.62	kN*m	resistencia de cálculo a la flexión	[F]
Fiv*Vnz	91.72	kN	resistencia de cálculo al cortante	[G2.1]
respecto al eje Z de la sección				
Fib*Mpz	6.82	kN*m	Momento plástico dimensionante	[F]
Fib*Mnz	6.82	kN*m	resistencia de cálculo a la flexión	[F]
Fiv*Vny	91.72	kN	resistencia de cálculo al cortante	[G2.1]
Tensiones en la sección:				
frvy,mx	0.01	MPa	tensión de de cizalladura para torsión simple	
frvz,mx	0.01	MPa	tensión de de cizalladura para torsión simple	
Fórmulas de verificación:				
UF[KL/r]	0.84		Max(Ky*Ly/ry/(K*L/r),max ; Kz*Lz/rz/(K*L/r),max)	estable
UF(H1_1b)	0.16		Pr/(2*Fic*Pn) + Mry/(Fib*Mny) + Mrz/(Fib*Mnz)	Verificado
UF(G2_1)	0.00		frvy,mx/(0.6*Fiv*Fy)	Verificado
	0.00		frvz,mx/(0.6*Fiv*Fy)	Verificado
Solicitación:				
RAT	0.16		solicitación	Perfil correcto

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
GRUPO: 1 Columnas portico ; BARRA: 7 7 ; COORDENADA: x = 0.50 L = 2.45 m				
Características de la sección: W 10x22				
Ax	41.87	cm2	área de la sección	
Ay	26.71	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Y	
Az	15.79	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Z	
J	9.95	cm4	constante de torsión	
Iy	4911.53	cm4	momento de inercia respecto al eje Y	
Iz	474.50	cm4	momento de inercia respecto al eje Z	
Zy	426.06	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Y	
Sy	379.15	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Y	
Zz	99.96	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Z	
Sz	64.98	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Z	
d	25.9	cm	altura de la sección	
bf	14.6	cm	anchura de la sección	
tf	0.9	cm	espesor del ala	
tw	0.6	cm	espesor del alma	
ry	10.8	cm	radio de inercia respecto al eje Y	
rz	3.4	cm	radio de inercia respecto al eje Z	
Material:				
Nombre			STEEL A572-50	
Fy	344.74	MPa	resistencia de material	
Fu	448.16	MPa	límite mínima de resistencia a la tracción	
E	199947.96	MPa	coeficiente de elasticidad longitudinal	
Método de coeficientes parciales LRFD				
Fic	0.90		parámetro de resistencia para la compresión	[E1]
Fib	0.90		parámetro de resistencia para la flexión	[F1.(1)]
Fiv	0.90		parámetro de resistencia para el cortante	[G1]
Estabilidad local de la sección				
Lamf	7.99		Proporción de anchura-espesor para un ala	[Table B4.1a,b]
Lamw	37.00		Proporción de anchura-espesor para un alma	[Table B4.1a,b]
clase de sección en compresión simple				
Lamf_r_N	13.49		Esbeltez límite para el ala no esbelta	[Table B4.1a]
ClassF_N	No esbelto		clase del ala	[Table B4.1a]
Lamw_r_N	35.88		Esbeltez límite para el alma no esbelta	[Table B4.1a]
ClassW_N	esbelto		clase del alma	[Table

				B4.1a]
clase de sección en flexión simple por el momento My				
Lamf_p_My	9.15		Esbeltez límite para el ala compacta	[Table B4.1b]
Lamf_r_My	24.08		Esbeltez límite para el ala no compacta	[Table B4.1b]
ClassF_My	compacto		clase del ala	[Table B4.1b]
Lamw_p_My	90.55		Esbeltez límite para el alma compacta	[Table B4.1b]
Lamw_r_My	137.27		Esbeltez límite para el alma no compacta	[Table B4.1b]
ClassW_My	compacto		clase del alma	[Table B4.1b]
clase de sección en flexión simple por el momento Mz				
Lamf_p_Mz	9.15		Esbeltez límite para el ala compacta	[Table B4.1b]
Lamf_r_Mz	24.08		Esbeltez límite para el ala no compacta	[Table B4.1b]
ClassF_Mz	compacto		clase del ala	[Table B4.1b]
Lamw_p_Mz	90.55		Esbeltez límite para el alma compacta	[Table B4.1b]
Lamw_r_Mz	137.27		Esbeltez límite para el alma no compacta	[Table B4.1b]
ClassW_Mz	compacto		clase del alma	[Table B4.1b]
Esbeltez límite para cortante				
Lamw_p_Vz	59.24		Esbeltez límite de cortante para el alma compacta	[G2.1.(b)]
Lamw_r_Vz	73.78		Esbeltez límite de cortante para el alma no compacta	[G2.1.(b)]
Parámetros del análisis de pandeo:				
Qs	1.00		coef. de reducción para las paredes esbeltas no arriostradas	[E.7.1]
Qa	1.00		coef. de reducción para las paredes esbeltas arriostradas	[E.7.2]
Q	1.00		coef. de reducción para los barras esbeltas en compresión	[E.7]
respecto al eje Y de la sección				
Ly	4.90	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Ky	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Ky*Ly/ry	45.24		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fey	964.12	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcry	296.82	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E7]
Pny	1242.81	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E7]
respecto al eje Z de la sección				
Lz	4.90	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Kz	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]

Kz*Lz/rz	145.56		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fez	93.14	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcrz	81.69	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E7]
Pnz	342.03	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E7]
Parámetros del análisis de pandeo lateral				
Rm	1.00		parámetro de asimetría de la sección	[Comm.F1]
Cb	1.00		coeficiente de redución para el pandeo lateral	[F1.(3)]
Lb	2.00	m	longitud de la barra para el pandeo lateral	[F2.2]
Lpy	1.43	m	longitud máx. en el estado límite de resistencia	[F2.2]
Lry	4.22	m	longitud máx. en el estado límite de pandeo lateral	[F2.2]
Mcry	321.70	kN*m	momento crítico en pandeo lateral	[F9.2]
Otros:				
Cw	74103.3	cm6	constante de pandeo local	[E,F]
kvy	1.20		coef. de inestabilidad local para el cortante	[G7]
Cvy	1.00		coef. para el cálculo de las tensiones críticas en cortante	[G7]
kvz	5.00		coef. de inestabilidad local para el cortante	[G2.1]
Cvz	1.00		coef. para el cálculo de las tensiones críticas en cortante	[G2.1]
Esfuerzos internos				
Pr	10.81	kN	resistencia exigida a la compresión	
Mry	-12.18	kN*m	resistencia exigida a la flexión	
Mrz	8.45	kN*m	resistencia exigida a la flexión	
Vry	0.00	kN	resistencia exigida al cortante	
Vrz	-1.58	kN	resistencia exigida al cortante	
Resistencias nominales:				
Pn	342.03	kN	Resistencia nominal a la compresión:	[E7]
respecto al eje Y de la sección				
Mpy	146.88	kN*m	Momento plástico nominal	[F]
Mny[YD]	146.88	kN*m	Resistencia nominal a flexión en el estado límite de plastificación	[F2.1]
Mny[LTB]	135.51	kN*m	Resistencia nominal al pandeo lateral	[F2.2]
Mny1[LTB]	135.51	kN*m	Resistencia nominal al pandeo lateral (Cb = 1.0)	[F2.2]
Mny	135.51	kN*m	Resistencia nominal a la flexión	[F2]
Vnz	326.68	kN	Resistencia nominal en cortante	[G2.1]
respecto al eje Z de la sección				
Mpz	34.46	kN*m	Momento plástico nominal	[F]
Mnz[YD]	34.46	kN*m	Resistencia nominal a flexión en el estado límite de plastificación	[F6]
Mnz	34.46	kN*m	Resistencia nominal a la flexión	[F6]
Vny	552.47	kN	Resistencia nominal en cortante	[G2.1]
Resistencias de dimensionamiento:				
Fic*Pn	307.83	kN	resistencia de cálculo a la compresión	[E7]
respecto al eje Y de la sección				
Fib*Mpy	132.19	kN*m	Momento plástico dimensionante	[F]
Fib*Mny[YD]	132.19	kN*m	Resistencia de dimensionamiento a la flexión en el estado límite de plastificación	[F2.1]

Fib*Mny[LTB]	121.96	kN*m	Resistencia de dimensionamiento al pandeo lateral en torsión	[F2.2]
Fib*Mny1[LTD]	121.96	kN*m	Resistencia de dimensionamiento al pandeo lateral en torsión	[F2.2]
Fib*Mny	121.96	kN*m	resistencia de cálculo a la flexión	[F2]
1.00*Vnz	326.68	kN	resistencia de cálculo al cortante	[G2.1]
respecto al eje Z de la sección				
Fib*Mpz	31.01	kN*m	Momento plástico dimensionante	[F]
Fib*Mnz[YD]	31.01	kN*m	Resistencia de dimensionamiento a la flexión en el estado límite de plastificación	[F6]
Fib*Mnz	31.01	kN*m	resistencia de cálculo a la flexión	[F6]
Fiv*Vny	497.22	kN	resistencia de cálculo al cortante	[G2.1]
Fórmulas de verificación :				
UF[KL/r]	0.73		Max(Ky*Ly/ry/(K*L/r),max ; Kz*Lz/rz/(K*L/r),max)	estable
UF(H1_1b)	0.39		Pr/(2*Fic*Pn) + Mry/(Fib*Mny) + Mrz/(Fib*Mnz)	Verificado
UF(G2_1)	0.00		Vry/(Fiv*Vny)	Verificado
	0.00		Vrz/(1.00*Vnz)	Verificado
Solicitación :				
RAT	0.39		solicitación	Perfil correcto

Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
GRUPO: 4 Arriostramientos ; BARRA: 49 49 ; COORDENADA: x = 0.00 L = 0.00 m				
Características de la sección: L 2x2x0.125				
Ax	3.17	cm2	área de la sección	
Ay	1.61	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Y	
Az	1.61	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Z	
J	0.12	cm4	constante de torsión	
Iy	7.87	cm4	momento de inercia respecto al eje Y	
Iz	7.87	cm4	momento de inercia respecto al eje Z	
Zy	3.77	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Y	
Sy	2.11	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Y	
Zz	3.77	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Z	
Sz	2.11	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Z	
d	5.1	cm	altura de la sección	
bf	5.1	cm	anchura de la sección	
tf	0.3	cm	espesor del ala	
tw	0.3	cm	espesor del alma	
ry	1.6	cm	radio de inercia respecto al eje Y	
rz	1.6	cm	radio de inercia respecto al eje Z	
Material:				
Nombre			STEEL A36	
Fy	248.21	MPa	resistencia de material	
Fu	399.90	MPa	límite mínima de resistencia a la tracción	
E	199947.96	MPa	coeficiente de elasticidad longitudinal	
Método de coeficientes parciales LRFD				
Fity	0.90		Coeficiente de resistencia para la plastificación en tracción	[D2.(a)]
Fitu	0.75		Coeficiente de resistencia para la ruptura en tracción	[D2.(b)]
Estabilidad local de la sección				
Lamf	16.00		Proporción de anchura-espesor para un ala	[Table B4.1a,b]
Lamw	16.00		Proporción de anchura-espesor para un alma	[Table B4.1a,b]
Otros:				
An/Ag	1.00		Proporción área debilitada (neto) - área no debilitada (bruta)	[D3.2]
U	1.00		Parámetro del cizallamiento	[D3.3]
Ae	3.17	cm2	área de superficie efectiva neta	[D3.3]
Esfuerzos internos				
Pr	-11.12	kN	Resistencia exigida a la tracción	

Resistencias nominales:				
Pnty	78.63	kN	Resistencia nominal a la plastificación en tracción	[D2.(a)]
Pntu	126.68	kN	Resistencia nominal a la rotura en tracción	[D2.(b)]
Resistencias de dimensionamiento:				
Fity*Pnty	70.76	kN	Resistencia de dimensionamiento a la plastificación en tracción	[D2.(a)]
Fitu*Pntu	95.01	kN	Resistencia de dimensionamiento a la rotura en tracción	[D2.(b)]
Fórmulas de verificación:				
UF[KL/r]				
UF(H1_1a)	0.16		Pr/(Fity*Pnty)	Verificado
Solicitación:				
RAT	0.16		solicitación	Perfil correcto

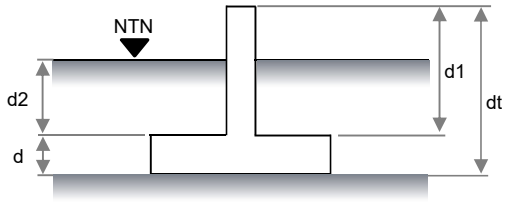
Símbolo	Valor	Unidad	Descripción del símbolo	P
GRUPO: 5 Columnas frontis ; BARRA: 60 60 ; COORDENADA: x = 0.50 L = 2.10 m				
Características de la sección: W 4x13				
Ax	24.71	cm2	área de la sección	
Ay	18.07	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Y	
Az	7.51	cm2	área eficaz en cortante en la dirección Z	
J	6.29	cm4	constante de torsión	
Iy	470.34	cm4	momento de inercia respecto al eje Y	
Iz	160.67	cm4	momento de inercia respecto al eje Z	
Zy	102.91	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Y	
Sy	89.03	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Y	
Zz	47.85	cm3	módulo de sección plástico respecto al eje Z	
Sz	31.16	cm3	módulo de sección elástico respecto al eje Z	
d	10.6	cm	altura de la sección	
bf	10.3	cm	anchura de la sección	
tf	0.9	cm	espesor del ala	
tw	0.7	cm	espesor del alma	
ry	4.4	cm	radio de inercia respecto al eje Y	
rz	2.5	cm	radio de inercia respecto al eje Z	
Material:				
Nombre			STEEL A572-50	
Fy	344.74	MPa	resistencia de material	
Fu	448.16	MPa	límite mínima de resistencia a la tracción	
E	199947.96	MPa	coeficiente de elasticidad longitudinal	
Método de coeficientes parciales LRFD				
Fic	0.90		parámetro de resistencia para la compresión	[E1]
Fib	0.90		parámetro de resistencia para la flexión	[F1.(1)]
Estabilidad local de la sección				
Lamf	5.88		Proporción de anchura-espesor para un ala	[Table B4.1a,b]
Lamw	10.61		Proporción de anchura-espesor para un alma	[Table B4.1a,b]
clase de sección en compresión simple				
Lamf_r_N	13.49		Esbeltez límite para el ala no esbelta	[Table B4.1a]
ClassF_N	No esbelto		clase del ala	[Table B4.1a]
Lamw_r_N	35.88		Esbeltez límite para el alma no esbelta	[Table B4.1a]
ClassW_N	No esbelto		clase del alma	[Table B4.1a]

clase de sección en flexión simple por el momento My				
Lamf_p_My	9.15		Esbeltez límite para el ala compacta	[Table B4.1b]
Lamf_r_My	24.08		Esbeltez límite para el ala no compacta	[Table B4.1b]
ClassF_My	compacto		clase del ala	[Table B4.1b]
Lamw_p_My	90.55		Esbeltez límite para el alma compacta	[Table B4.1b]
Lamw_r_My	137.27		Esbeltez límite para el alma no compacta	[Table B4.1b]
ClassW_My	compacto		clase del alma	[Table B4.1b]
Parámetros del análisis de pandeo:				
respecto al eje Y de la sección				
Ly	4.20	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Ky	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Ky*Ly/ry	96.27		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fey	212.94	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcry	175.07	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E3]
Pny	432.59	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E3]
respecto al eje Z de la sección				
Lz	4.20	m	longitud no protegida contra el pandeo de la barra	[E2]
Kz	1.00		Coeficiente eficaz de longitud de pandeo	[E2]
Kz*Lz/rz	164.71		esbeltez de cálculo de la barra	[E2]
Fez	72.74	MPa	tensión crítica elástica para el pandeo	[E3]
Fcrz	63.79	MPa	tensión crítica en pandeo por torsión	[E3]
Pnz	157.63	kN	resistencia nominal de la barra en compresión	[E3]
Parámetros del análisis de pandeo lateral				
Rm	1.00		parámetro de asimetría de la sección	[Comm.F1]
Cb	1.00		coeficiente de redución para el pandeo lateral	[F1.(3)]
Lb	2.00	m	longitud de la barra para el pandeo lateral	[F2.2]
Lpy	1.08	m	longitud máx. en el estado límite de resistencia	[F2.2]
Lry	5.89	m	longitud máx. en el estado límite de pandeo lateral	[F2.2]
Mcry	72.84	kN*m	momento crítico en pandeo lateral	[F9.2]
Otros:				
Cw	3771.5	cm6	constante de pandeo local	[E,F]
Esfuerzos internos				
Pr	11.51	kN	resistencia exigida a la compresión	
Mry	-12.42	kN*m	resistencia exigida a la flexión	
Resistencias nominales:				
Pn	157.63	kN	Resistencia nominal a la compresión:	[E3]
respecto al eje Y de				

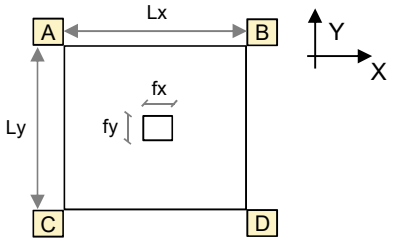
la sección				
Mpy	35.48	kN*m	Momento plástico nominal	[F]
Mny[YD]	35.48	kN*m	Resistencia nominal a flexión en el estado límite de plastificación	[F2.1]
Mny[LTB]	32.80	kN*m	Resistencia nominal al pandeo lateral	[F2.2]
Mny1[LTB]	32.80	kN*m	Resistencia nominal al pandeo lateral (Cb = 1.0)	[F2.2]
Mny	32.80	kN*m	Resistencia nominal a la flexión	[F2]
Resistencias de dimensionamiento:				
Fic*Pn	141.87	kN	resistencia de cálculo a la compresión	[E3]
respecto al eje Y de la sección				
Fib*Mpy	31.93	kN*m	Momento plástico dimensionante	[F]
Fib*Mny[YD]	31.93	kN*m	Resistencia de dimensionamiento a la flexión en el estado límite de plastificación	[F2.1]
Fib*Mny[LTB]	29.52	kN*m	Resistencia de dimensionamiento al pandeo lateral en torsión	[F2.2]
Fib*Mny1[LTD]	29.52	kN*m	Resistencia de dimensionamiento al pandeo lateral en torsión	[F2.2]
Fib*Mny	29.52	kN*m	resistencia de cálculo a la flexión	[F2]
Fórmulas de verificación:				
UF[KL/r]	0.82		Max(Ky*Ly/ry/(K*L/r),max ; Kz*Lz/rz/(K*L/r),max)	estable
UF(H1_1b)	0.46		Pr/(2*Fic*Pn) + Mry/(Fib*Mny)	Verificado
Solicitación:				
RAT	0.46		solicitación	Perfil correcto

10. DIMENSIONAMIENTO BASES AISLADAS TIPO B1

10.1. Geometría y materiales



Vista lateral



Vista superior

Dimensiones de la Zapata:

	Lx =	1,50	m
	Ly =	1,50	m
	d =	0,40	m
Área:	A =	2,25	m²
Módulo de la sección:	Wx =	0,56	m³
Módulo de la sección:	Wz =	0,56	m³

Empuje Pasivo

Pp= Kp x γ' x D / 2

Kp=	1,50	
γ =	18,00	KN/m3
Pp =	20,25	KN/m2
ppx=	-21,06	KN
ppy=	-21,06	KN

Dimensiones del Fuste:

	fx =	0,40	m
	fy =	0,40	m
	d1 =	1,20	m
	d2 =	1,10	m
Altura total de fundación:	dt =	1,60	m

Volumen de H°A°:

Vol = 1,09 m³

pp Fundación = -27,30 kN ($\gamma_{H°A°}$ = 25,00 KN/m³)

Volumen Tapada:

Vol = 2,30 m³ (γ_{SUELO} = 18,00 kN/m³

pp Tapada = -41,38 kN

Total peso H°A° + Tapada = **-68,68 kN**

Suelo:

Tensión admisible del terreno: σ adm = 150 kN/m^2

Calidad del hormigón estructural:

Clase de Hormigón:		H-30	
Resistencia especificada de rotura a la compresión:	f´c =	30	Mpa
Acero de refuerzo:	fy =	420	Mpa

10.2. Cargas a nivel superior de fuste

Se detallan las combinaciones donde se dan las reacciones máximas.

Maxima Traccion: S4
Maxima Compresión: S1
Maximo Corte en X: S3
Maxima Corte en Y: S5

BASE	TIPO 1				
Combinación de Carga	Qx [kN]	N [kN]	Qy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
Max. Traccion	1,27	23,38	-5,91	0,00	0,00
Max. Compresion	0,00	-31,99	-4,07	0,00	0,00
Max. Corte en X	-9,75	7,62	-2,01	0,00	0,00
Max. Corte en Y	0,00	11,35	-13,84	0,00	0,00

10.3. Verificaciones

10.3.1 Verificación al vuelco

	Solicitaciones a Nivel de Fundación			Momentos Estabilizantes		Coef de seguridad		Obs.
Combinación de Carga	Mvx [kNm]	Mvy [kNm]	N [kN]	Mex [kNm]	Mey [kNm]	νx	νy	
Max. Traccion	9,5	2,0	-45,30	-34	-34	3,59	16,72	B.C.
Max. Compresion	6,5	0,0	-100,67	-76	-76	11,59	-	B.C.
Max. Corte en X	3,2	-15,6	-61,1	-46	-46	14,24	2,94	B.C.
Max. Corte en Y	22,1	0,0	-57,3	-43	-43	1,94	-	B.C.

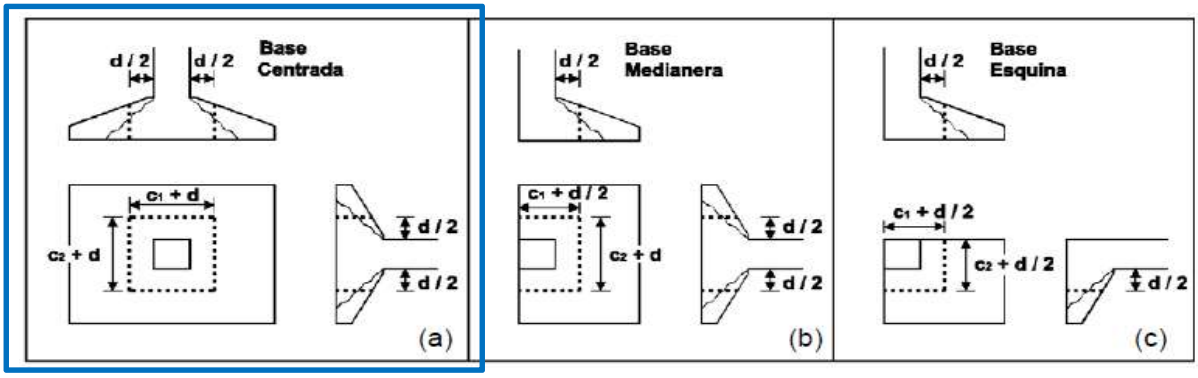
10.3.2 Verificación al deslizamiento

Combinación de Carga	N [kN]	Coeficiente de rozamiento	Fuerza Est x [kN]	Fuerza Est y [kN]	desestabiliz.[kN		Coef de seguridad		Obs.
					Qx	Qy	νx	νy	
Max. Traccion	-45	0,30	-34,65	-34,65	1,27	-5,91	27,28	5,86	B.C.
Max. Compresion	-101	0,30	-51,26	-51,26	0,00	-4,07	-	12,59	B.C.
Max. Corte en X	-61	0,30	-39,38	-39,38	-9,75	-2,01	4,04	19,59	B.C.
Max. Corte en Y	-57	0,30	-38,26	-38,26	0,00	-13,84	-	2,76	B.C.

10.3.3 Verificación al punzonado

Se utiliza el Reglamento CIRSOC 201-2005, Artículo 11.12.1.2. Para esta verificacion se utilizan cargas MAYORADAS.

Perímetro crítico



$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{3}$$

Combinación de Carga	Perímetro sección crítica: bo [m]	Altura sección crítica: d [m]	Vc [kN]	N [kN]	Ratio	Obs.
Max. Traccion	3,20	0,40	2337	39,30	0,017	B.C.
Max. Compresion	3,20	0,40	2337	47,68	0,020	B.C.
Max. Corte en X	3,20	0,40	2337	10,00	0,004	B.C.
Max. Corte en Y	3,20	0,40	2337	21,19	0,009	B.C.

10.3.4 Verificación tensiones en el terreno

Combinación de Carga	Tensiones Terreno				% aumento **σadm**	verificación **σadm**	Obs.
	σ_A kN/m2	σ_B kN/m2	σ_C kN/m2	σ_D kN/m2			
Max. Traccion	-7	0,29	-40,56	-33,33	0%		Pohl
Max. Compresion	-33	-33,17	-56,32	-56,32	0%	38%	B.C.
Max. Corte en X	6	-49,15	-5,12	-60,59	0%		Pohl
Max. Corte en Y	14	13,89	-64,85	-64,85	0%		Pohl

NOTA: Para el cálculo de las tensiones máximas se utilizan los coeficientes de Pohl, por lo que la tensión máxima viene dada por la expresión σmáx = (μ x N) / (Lx x Lz), donde μ es el coeficiente de Pohl.

Combinación de Carga	ex/Lx	ez/Lz	μ	σ_{MAX}	% aumento **σadm**	verificación **σadm**	
Max. Traccion	0,03	0,14	1,84	-37,05	0%	25%	B.C.
Max. Compresion	0,00	0,04	1,24	-55,48	0%	37%	B.C.
Max. Corte en X	0,17	0,04	2,08	-56,45	0%	38%	B.C.
Max. Corte en Y	0,00	0,26	2,56	-65,23	0%	43%	B.C.

10.4. Dimensionamiento a flexión principal

Geometría de la zapata de fundación:

Altura de la sección transversal:	h =	40,00	cm
Ancho unitario de la sección transversal:	bw =	100,00	cm
Altura útil dirección x:	dx =	34,00	cm
Altura útil dirección y:	dy =	35,00	cm
Altura media:	d¨=	34,50	cm
Recubrimiento libre de armaduras:	Cc =	5,00	cm

Cargas en Estado Límite Último

Se detallan las combinaciones donde se dan las reacciones máximas.

Maxima Traccion:	U13
Maxima Compresión:	U2
Maximo Corte en X:	U8
Maxima Corte en Y:	U14

BASE	TIPO 1				
Nodo Modelo					
Combinación de Carga	Qx [kN]	N [kN]	Qy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
Max. Traccion	-2,48	39,30	-19,42	0,00	0,00
Max. Compresion	0,00	-47,68	-6,13	0,00	0,00
Max. Corte en X	-15,49	10,00	-3,32	0,00	0,00
Max. Corte en Y	0,00	21,19	-21,33	0,00	0,00

Combinación de Carga	Solicitaciones a Nivel de Fundación			Tensiones Terreno				Mmáx [kNm]
	Mvx [kNm]	Mvy [kNm]	N [kN]	σ_A kN/m2	σ_B kN/m2	σ_C kN/m2	σ_D kN/m2	
Max. Traccion	31,1	-3,97	-22,51	52,29	38,2	-58,19	-72,30	10,94
Max. Compresion	9,8	0,00	-130,10	-40,39	-40,4	-75,26	-75,26	11,38
Max. Corte en X	5,3	-24,78	-72,42	21,32	-66,8	2,43	-85,69	12,96
Max. Corte en Y	34,1	0,00	-40,62	42,62	42,6	-78,73	-78,73	11,91

Dimensionamiento a flexión principal - Dirección x y z

Se realiza el cálculo como si en toda la superficie de la solera actuara la máxima tensión que se genera en el suelo con cargas últimas.

M máx para el dimensionamiento = **12,96 kNm**

Factor de reducción de la resistencia: Ø = 0,90

Momento mayorado: Mu = 12,9606 Knm

Momento nominal: Mn = Mu / Ø = 14,40 Knm

mn = Mn / (bw x d^2 x f'c) = 0,004

$$we = \frac{-1+\sqrt{1-2{,}352*mn}}{-1{,}176} = 0{,}004$$

As= we * b * d * fc/fy = 1,00 cm^2/m

Asmín = 1,8‰ x bw x h/2 = 3,60 cm^2/m (ρ min = 0,0018)

As necesaria = 3,60 cm^2/m

Sep. Armaduras: S máx ≤
- 2,5 h = 100 cm
- 25 db = 25 cm (db = diámetro de las barras)
- 30 cm

Armadura adoptada en dirección x inferior: **1 Ø10 c/ 15cm** **(5,24 cm^2/m)**

Armadura adoptada en dirección z inferior: **1 Ø10 c/ 15cm** **(5,24 cm^2/m)**

Para el dimensionamiento de la armadura superior de la base se supone una carga repartida actuando en su parte superior igual al peso de la tapada de tierra y el mismo peso del hormigon. Esta armadura actuara en caso de levantamiento de la base.

d= 0,40 m

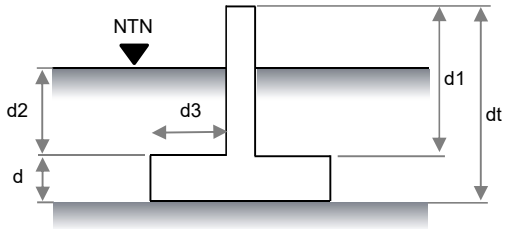
d2= 1,20 m

d3= 0,55 m

w1 = 25kN/m3 * d * 1m = **10 Kn/m**

w2= 18kn/m3 * d2 * 1m = **21,6 Kn/m**

Mmax= ((w1+w2)*d3^2)/2 = **4,78 Knm**



Vista lateral

Factor de reducción de la resistencia: Ø = 0,90

Momento mayorado: Mu = 4,7795 Knm

Momento nominal: Mn = Mu / Ø = 5,31 Knm

mn = Mn / (bw x d^2 x f'c) = 0,002

$$we = \frac{-1+\sqrt{1-2{,}352*mn}}{-1{,}176} = 0{,}002$$

As= we * b * d * fc/fy = 0,37 cm^2/m

Asmín = 1,8‰ x bw x h/2 = 3,60 cm^2/m (ρ min = 0,0018)

As necesaria = 3,60 cm^2/m

Sep. Armaduras: S máx ≤ { 2,5 h = 53 cm; 25 db = 25 cm; 30 cm } (db = diámetro de las barras)

Armadura adoptada en dirección x inferior: **1 Ø10 c/ 15cm** **(5,24 cm^2/m)**

Armadura adoptada en dirección z inferior: **1 Ø10 c/ 15cm** **(5,24 cm^2/m)**

10.5 DIMENSIONAMIENTO DE FUSTES 01

10.5.1 Geometría

fx = 0,40 m

fz = 0,40 m

Área sección: Ag = 0,16 m^2

Altura: h fuste = 1,20 m

Recubrimiento= 0,05 m

10.5.2 Solicitaciones

Del Programa de cálculo se obtienen los máximos esfuerzos actuantes a nivel superior de fustes, por lo tanto se debe sumar el momento que produce el esfuerzo horizontal por la altura del fuste.

BASE					
Combinación de Carga	Qx [kN]	N [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	Mz [kNm]
Max. Traccion	-2,48	39,30	-19,42	-23,30	2,98
Max. Compresion	0,00	-47,68	-6,13	-7,36	0,00
Max. Corte en X	-15,49	10,00	-3,32	-3,98	18,59
Max. Corte en Y	0,00	21,19	-21,33	-25,60	0,00

Momento: Mu = 0,026 MNm
Compresión: Pu = -0,048 MN

10.5.3 Dimensionamiento a flexo-compresión

Armadura principal:

m = Mu / (Ag x fx) = 0,40 Mpa
n = Pu / Ag = -0,30 Mpa
γ = 0,75
ρ min = 0,01 (de diagrama de interacción)

As necasaria = 16,00 cm^2

Armadura principal adoptada: **8 Ø 16 mm** (16,08 cm^2)

Estribos:

Se adoptan los estribos en función del diámetro de las barras longitudinales.

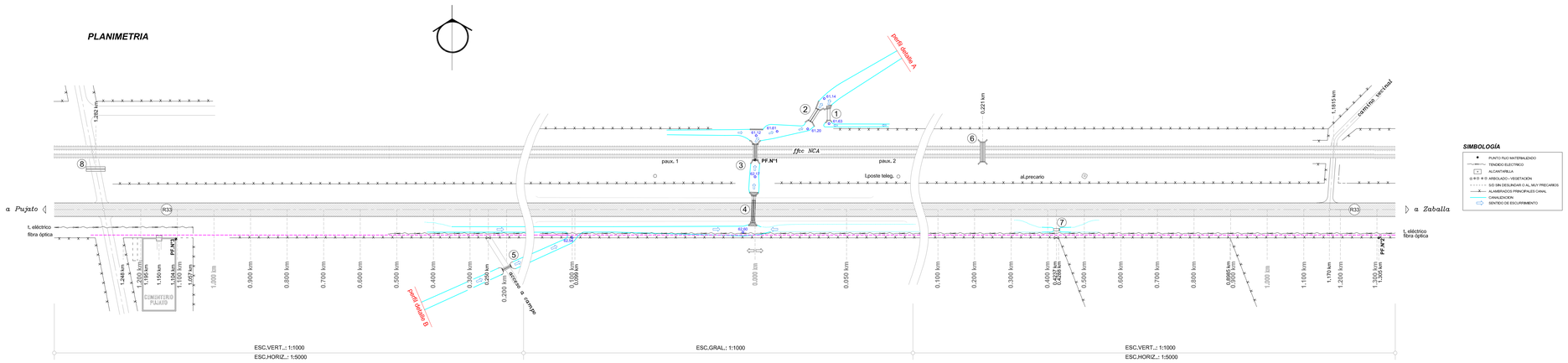
db = 16 mm d_{be} = 8 mm mm

S máx ≤
- 12 d_{db} = 19,20 cm
- 48 d_{de} = 38,40 cm
- b = 40,00 cm

Armadura adoptada para estribos: **1 Ø8 c/ 15cm** **(3,35 cm^2/m)**

ANTECEDENTES

PLANIMETRIA



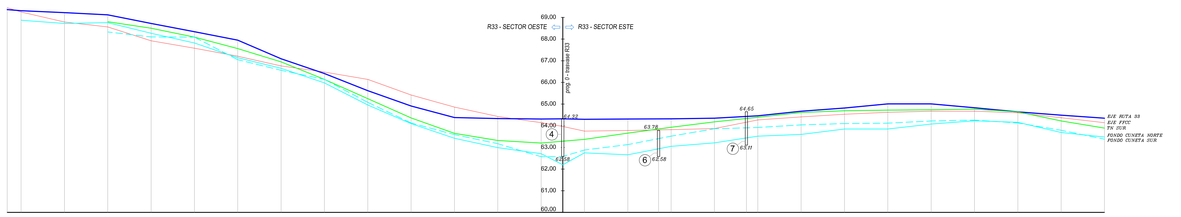
SIMBOLOGÍA

- PUNTO FIJO MATERIALIZADO
- TENDIDO ELECTRICO
- ALCANTARILLA
- ARBOLADO - VEGETACIÓN
- S/O SIN DESLINDAR O AL MUY PRECARIOS
- ALAMBRADOS PERIMCIPILES CANAL
- CANALIZACIÓN
- SENTIDO DE ESCURRIMIENTO

PLANILLA DE ALCANTARILLAS

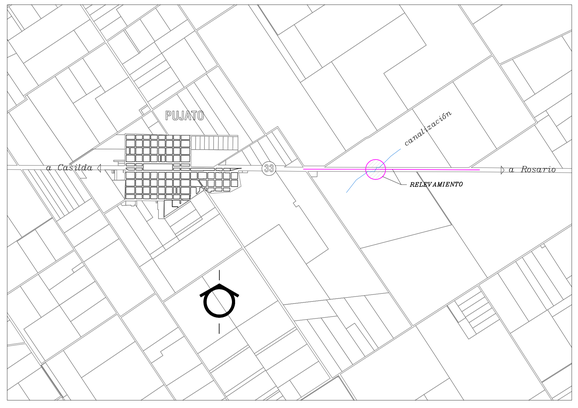
Nº	PROG. (M)	COTAS CALZADA / TAPADA (M)	COTAS FONDO (M)	CARACTERISTICAS	OBSERVACIONES	ESTADO
1	fuera traza	tapada 63,37	platea norte 61.95 platea sur 61.96	alcantarilla rect. con cabezales reves. y platea de hormigón + alas 45° h=1,00m - L=1,50m - ac=6,40m	salida cuneta a canal	bueno
2	fuera traza	tapada 63,49	fondo norte tubo oeste 61.29 fondo sur tubo oeste 61.25 fondo norte tubo este 61.29 fondo sur tubo este 61.18	alcantarilla 2 tubos de Hº + d=1,00m con alas y platea de Hº - ac=8,00m	canalización	bueno
3	0,000	63,97	fondo norte tubo oeste 62.47 fondo norte tubo centro 62.46 fondo norte tubo este 62.46 fondo sur tubo oeste 62.52 fondo sur tubo centro 62.53 fondo sur tubo este 62.52	alcantarilla de 3 tubos de fe pilares y alas 45° de ladrillo cabezales y platea de Hº 3xd=0,60m - a.cabezal=0,45m ac.ffcc=8,30m	trasvase ferrocarril	bueno
4	0,000	calzada 64,32	platea norte 62.58 platea sur 62.82	alcantarilla sobre R33, compuesta de un tramo central de 2 tubos de Hº de d=0,60m, mientras que el ingreso y salida son rectangulares de 2 luces 2xL=0,90m - h=1,00m - a.pilar=0,25m con platea.cabezales y alas 45° de Hº ac=14,20m	trasvase R33	bueno
5	fuera traza	tapada 64,28	fondo norte tubo oeste 62.69 fondo norte tubo este 62.65	alc. de 2 tubos de Hº + d=0,60m cabazales precarios + ac=5,00m	paso entre campos	regular bueno
6	221m sector este	tapada 63,78	fondo tubo oeste 62.62 fondo tubo este 62.58	alc. de 2 tubos de Hº + d=0,60m cabazales y alas 45° de Hº ac=11,20	alc.ferroviaria	bueno
7	423,70m sector este	tapada 64,65	fondo tubo oeste 63.27 fondo tubo este 63.11	alc. de 1 tubo de Hº + d=1,00m cabezal este de ladrillo revestido sin cabezal oeste ac=11.60m	ingreso a campo cabezal roto	regular bueno
8	1282,00m sector oeste	tapada 69,48	fondo este tubo norte 68.34 fondo este tubo sur 68.10	alc. de 2 tubos de Hº + d=0,50m sin cabezales - largo tubo=6,50m ac=5,00m	cuneta ff.cc. salida a camino tubos tapados	regular bueno

PERFILES LONGITUDINALES



PROGRESIVAS	EJE FFCC	EJE R33	TN SUR	CUNETA NORTE	CUNETA SUR
1282,00	69.45	69.36		68.87	
1250,00	69.25	69.31			
1150,00	68.79	69.22		68.72	
1050,00	68.56	69.12	68.81	68.76	68.33
950,00	67.92	68.72	68.50	68.27	68.10
850,00	67.58	68.34	68.09	67.82	68.09
750,00	67.21	67.95	67.56	67.13	67.05
650,00	66.76	67.09	66.95	66.65	66.56
550,00	66.48	66.41	66.14	65.98	66.14
450,00	66.14	65.62	65.25	64.96	65.08
350,00	65.42	64.91	64.36	64.10	64.13
250,00	64.86	64.38	63.65	63.42	63.59
150,00	64.43	64.33	63.32	62.99	63.17
50,00	64.14	64.31	63.20	62.71	62.57
00,00	63.97	64.32	63.37	62.20	62.58
50,00	63.75	64.30	63.37	62.75	62.88
150,00	63.78	64.31	63.66	62.66	63.13
221,00	63.82	64.32	63.93	63.05	63.52
250,00	63.87	64.35	64.18	63.21	63.66
350,00	64.27	64.46	64.39	63.52	63.92
423,70	64.41	64.67	64.61	63.60	64.04
450,00	64.53	64.82	64.69	63.85	64.10
550,00	64.62	65.01	64.72	63.85	64.13
650,00	64.67	65.01	64.74	64.08	64.22
750,00	64.67	64.83	64.77	64.23	64.26
850,00	64.60	64.64	64.64	64.16	64.13
950,00	64.37	64.49	64.22	63.69	63.79
1050,00	64.14	64.35	63.89	63.48	63.38
1150,00					
1250,00					

CROQUIS DE UBICACIÓN



PLANILLA DE PUNTOS FIJOS

Nº PUNTO	PROG. (KM)	COTA (IGM) (M)	Coordenadas WGS84 B (gg.mmssddd)	Coordenadas WGS84 L (gg.mmssddd)	Coordenadas Gauss-Kruger Este	Coordenadas Gauss-Kruger Norte	MATERIALIZACIÓN	OBSERV.
IGN 6n (8Z)a	0,744 este	63.991	-33.010165	-60.595215	6346869.893	5406766.712	pilar de hormigón subterráneo	coord. aproximadas
1	0.000	64.316	-33.010121	-61.002078	6346882.530	5406023.409	pintura cabezal sur alc.ffcc.	coord. aproximadas
2	1.305 este	64.304	-33.010317	-60.593053	6346834.535	5407328.260	fe en palmera	coord. aproximadas
3	1.104 oeste	69.965	-33.010205	-61.010332	6346846.026	5404919.495	fe en pared de cementerio	coord. aproximadas

SANTA FE

PROVINCIA DE SANTA FE
MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS BASICOS Y GESTION DE TIERRAS

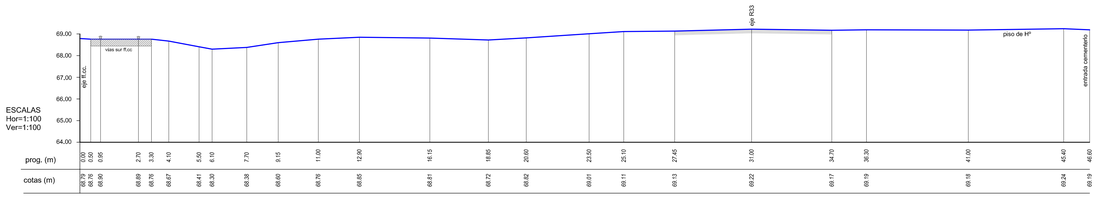
DIBUJO: AGRIM. J.BLUMBERG / AUX. L.CALDERON
OP.TEC.: AGRIM. JORGE A. BLUMBERG
DIRECTOR GENERAL AGRIM. GRETHEL VON DER THUSEN
DIRECTOR PROVINCIAL ING.PABLO BELLITTIERI
SUBSECRETARIO DE PLANIFICACION ING. RICARDO RUIZ
SECRETARIO RECURSOS HÍDRICOS ING. JUAN CARLOS BERTONI
MINISTRO: ING. JOSÉ LEÓN GARIBAY

DEPARTAMENTO SAN LORENZO
PUJATO
RELEVAMIENTO SECTOR R33
DETALLE CRUCE CANALIZACION EN R33
PLANIMETRIA
PERFILES LONGITUDINALES Y PLANILLAS ASOCIADAS

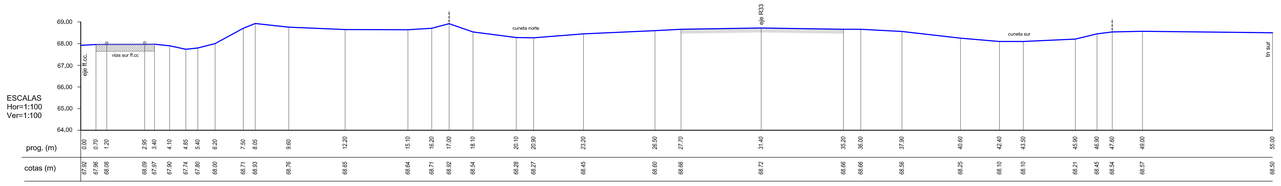
FECHA: MAYO 2017
EXPTE: 01802-0016171-1
ESCALA: Indicadas
PLANO Nro.: 04 de 06

PERFILES TRANSVERSALES ruta 33

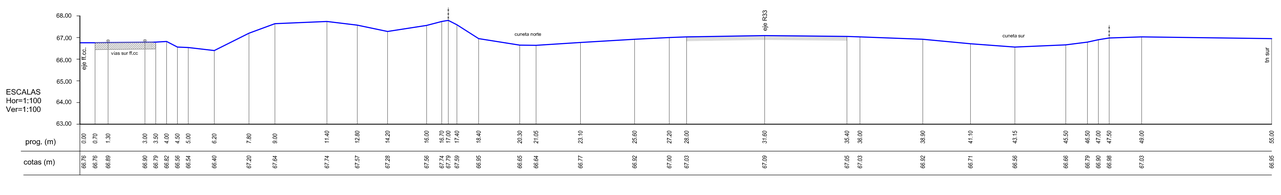
PERFIL Nº 1
prog. 1.150 km - sector oeste



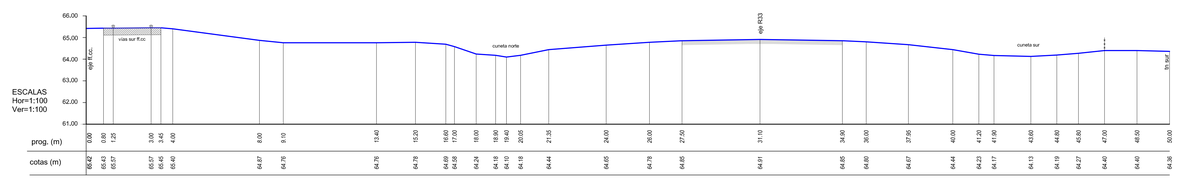
PERFIL Nº 2
prog. 0.950 km - sector oeste



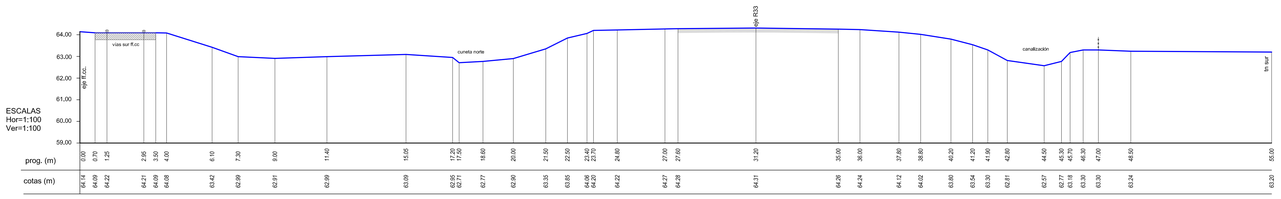
PERFIL Nº 3
prog. 0.650 km - sector oeste



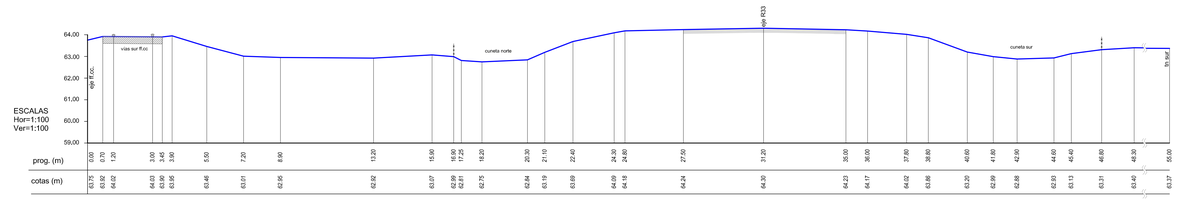
PERFIL Nº 4
prog. 0.350 km - sector oeste



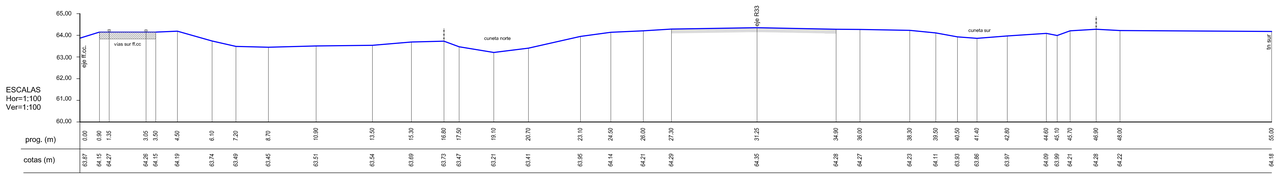
PERFIL Nº 5
prog. 0.050 km - sector oeste



PERFIL Nº 6
prog. 0.050 km - sector este



PERFIL Nº 7
prog. 0.350 km - sector este



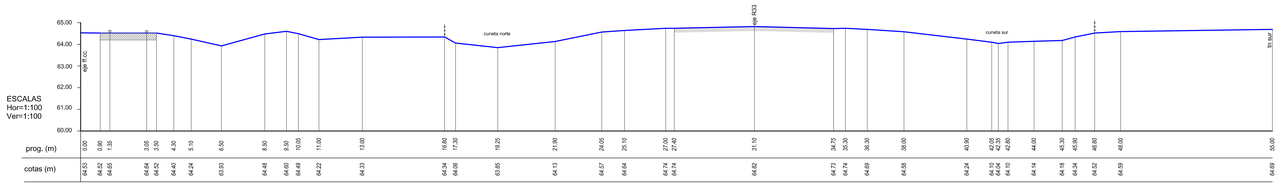
SANTA FE

PROVINCIA DE SANTA FE
MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS BASICOS Y GESTION DE TIERRAS

DIBUJO: AGRIM. JORGE A. BLUMBERG	DEPARTAMENTO SAN LORENZO
OP.TEC.: AGRIM. JORGE A. BLUMBERG	PUJATO
DIRECTOR GENERAL AGRIM. GRETHEL VON DER THUSEN	RELEVAMIENTO SECTOR R33
DIRECTOR PROVINCIAL ING. ING.PABLO BELLITTIERI	PERFILES TRANSVERSALES
SUBSECRETARIO DE PLANIFICACION ING. RICARDO RUIZ	PERFILES 1 a 7
SECRETARIO RECURSOS HÍDRICOS ING. JUAN CARLOS BERTONI	FECHA: MAYO 2017 / ESCALA: Indicadas / PLANO Nro.: 05 de 06
MINISTRO: ING. JOSÉ LEÓN GARIBAY	EXPTE: 01802-0016171-1

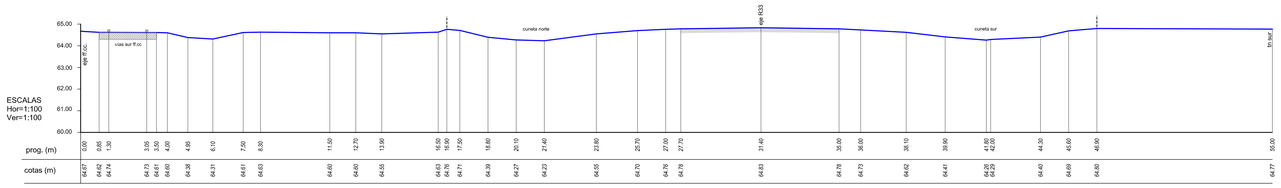
PERFIL Nº 8

prog. 0.650 km - sector este



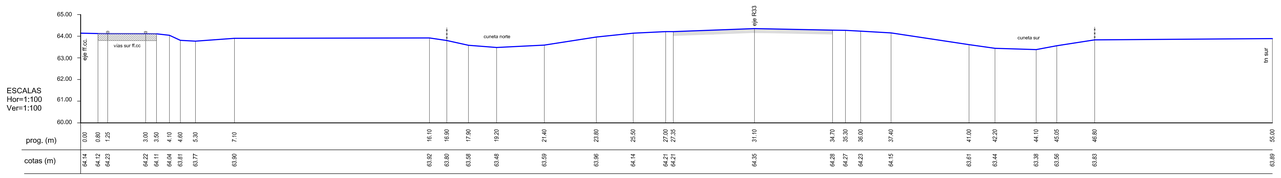
PERFIL Nº 9

prog. 0.950 km - sector este



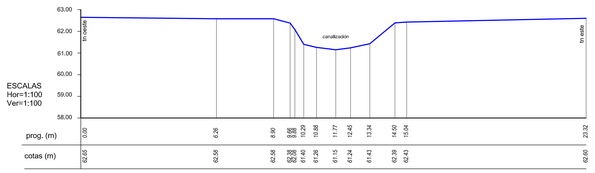
PERFIL Nº 10

prog. 1.250 km - sector este



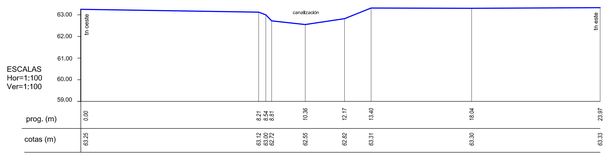
PERFIL DE DETALLE A

50m a abajo alc. 1 y 2



PERFIL DE DETALLE B

43 m a abajo alc. 5



SANTA FE

PROVINCIA DE SANTA FE
MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS BASICOS Y GESTION DE TIERRAS

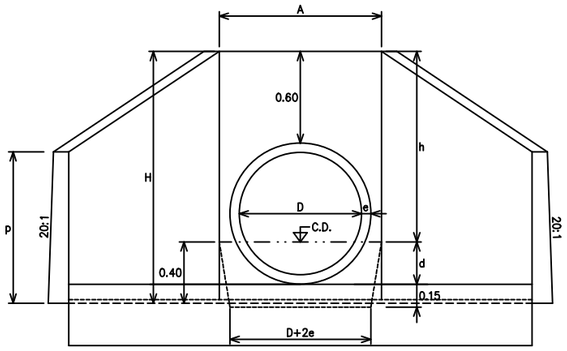
DIBUJO: AGRIM. JORGE A. BLUMBERG	DEPARTAMENTO SAN LORENZO
OP.TEC.: AGRIM. JORGE A. BLUMBERG	PUJATO
DIRECTOR GENERAL AGRIM. GRETHEL VON DER THUSEN	RELEVAMIENTO SECTOR R33
DIRECTOR PROVINCIAL ING. ING.PABLO BELLITTIERI	PERFILES TRANSVERSALES
SUBSECRETARIO DE PLANIFICACION ING. RICARDO RUIZ	PERFILES 8 a 10 - DETALLES A y B
SECRETARIO RECURSOS HIDRICOS ING. JUAN CARLOS BERTONI	FECHA: MAYO 2017 — ESCALA: Indicadas — PLANO Nro.: 06 de 06
MINISTRO: ING. JOSÉ LEÓN GARIBAY	EXPTE: 01802-0016171-1

PLANOS TIPOS

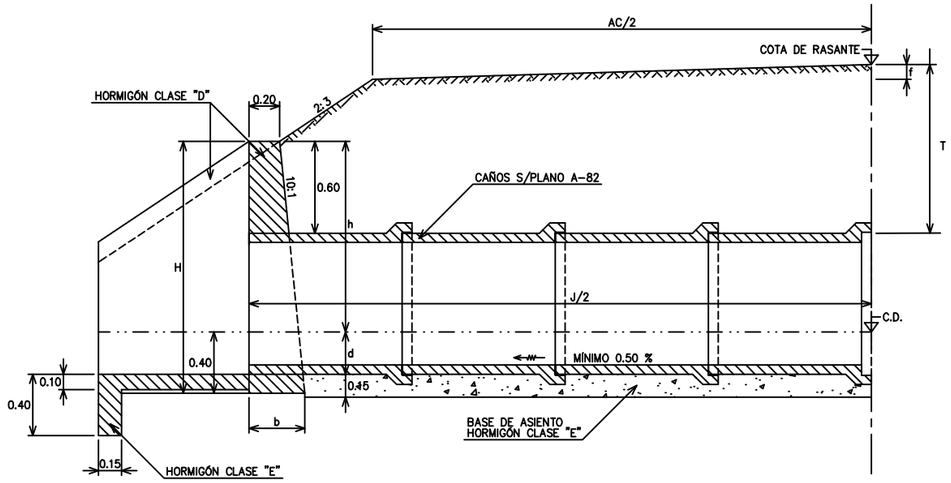
ALCANTARILLA DE CAÑOS SEGUN PLANO H-2993

ESCALA 1:20

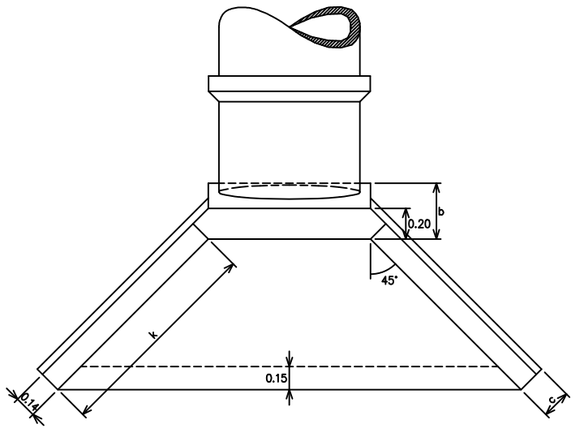
VISTA EMBOCADURA



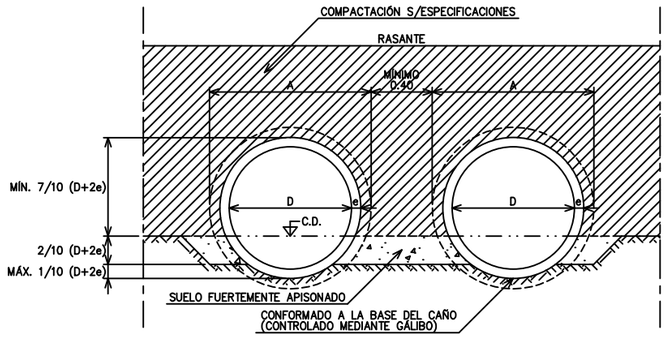
SEMI-CORTE LONGITUDINAL



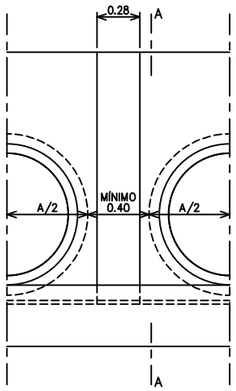
PLANTA EMBOCADURA

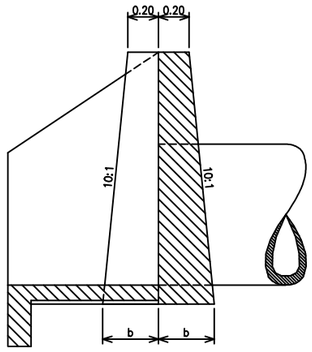


COLOCACIÓN DE CAÑOS SIN ASIENTO DE HORMIGÓN



CONTRAFUERTE PARA LUCES MÚLTIPLES





CORTE A-A

DATOS A FIJAR EN EL PROYECTO

D=....m; J=....m
INDICAR CON O SIN BASE DE ASIENTO
n=.... (N° DE LUCES)

D (m)	b (m)	k (m)	P (m)	A (m)	H (m)	c (m)	h (m)	d (m)
0.60	0.35	1.24	0.90	0.81	1.490	0.185	1.090	0.210
0.80	0.37	1.39	0.98	1.06	1.644	0.189	1.244	0.276
1.00	0.39	1.58	1.06	1.32	1.805	0.193	1.405	0.345

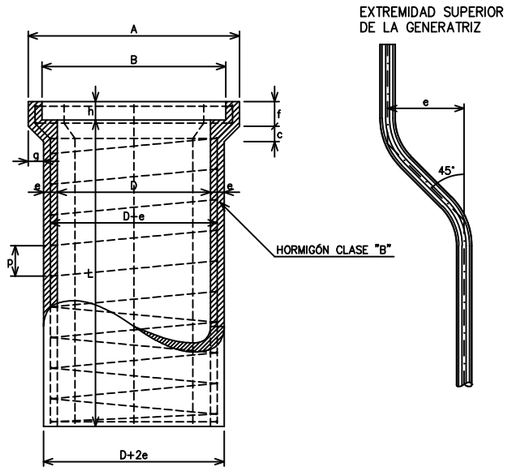
NOTAS

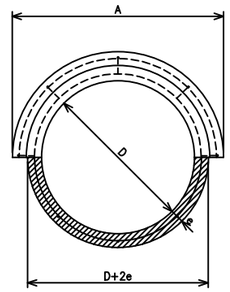
LOS CAÑOS PODRÁN SER ASENTADOS SOBRE UNA BASE DE HORMIGÓN CLASE "E", SEGÚN DETALLE, CONFORMADO A LA BASE DEL CAÑO.

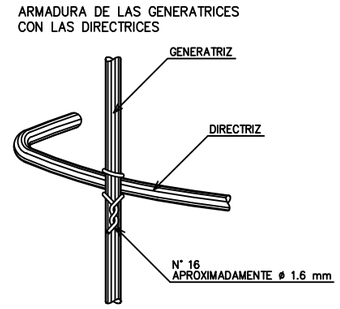
LAS JUNTAS SERÁN TOMADAS CON MORTERO ASFÁLTICO 1:3.

CAÑOS DE HORMIGÓN SEGÚN PLANO A-82

ESCALA 1:10







DIÁMETRO	ESPES. PARED	LARGO ÚTIL	ARMADURAS				PESO TOTAL ARMAD.	DIMENSIONES						VOLUM. DE HORM.
			LONG.	ESPIRALES										
D (m)	e (m)	L (m)	ø (mm)	ø (mm)	P (m)	DIAM. EXTER.	(kg)	A (m)	B (m)	c (m)	f (m)	g (m)	h (m)	(m3)
0.40	0.040	1.00	7x8	6	0.10	0.452	7.580	0.570	0.490	0.045	0.080	0.045	0.060	0.0608
0.50	0.045	1.00	8x8	6	0.10	0.557	8.590	0.690	0.600	0.050	0.080	0.050	0.060	0.0847
0.60	0.050	1.00	9x8	8	0.11	0.668	14.820	0.810	0.710	0.055	0.085	0.055	0.060	0.1123
0.80	0.060	1.00	12x8	10	0.11	0.875	27.763	1.055	0.935	0.068	0.100	0.068	0.065	0.1780
1.00	0.075	1.00	14x8	12	0.11	1.092	46.722	1.320	1.170	0.080	0.115	0.085	0.075	0.2780

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

HORMIGÓN: 1:1.5:3 POR VOLUMEN, CON UN MÍNIMO DE 400 kg DE CEMENTO PORTLAND POR m3.
PEDREGULLO: DE 5 A 15 mm PARA CAÑOS DE 0.40 A 0.60 m DE DIÁMETRO.
DE 5 A 20 mm PARA CAÑOS DE 0.80 A 1.00 m DE DIÁMETRO.

ES COPIA DEL PLANO H-2993 DE LA D.N.V. ADAPTADO EN TAMAÑO

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

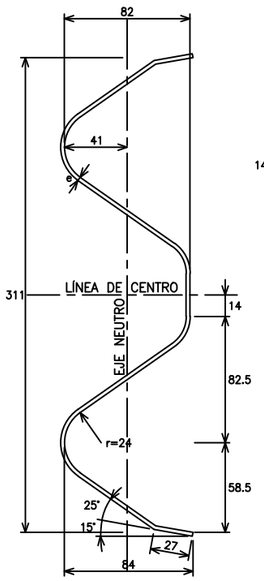
INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

PLANO TIPO H-2993 / PLANO TIPO A-82

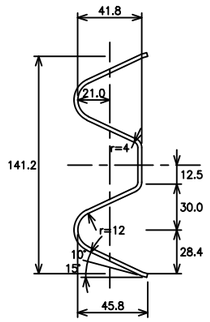
REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	SIN ESCALA	

SECCIÓN TRANSVERSAL

DEFENSA



MINI DEFENSA



PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS DEFENSAS

	TIPO	CLASE	CALIBRE e	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (cm2)	MOMENTO DE INERCIA (cm4)		MÓDULO RESISTENTE (cm3)		PESO DE LA DEFENSA (kg)	
					HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL	3.81 m	7.62 m
	DEFENSA	A	12 (2.5mm)	12.84	96.1	1249.0	22.5	80.6	41	78
		B	10 (3.2mm)	16.52	123.6	1607.0	28.9	103.6	53	100
	MINI DEFENSA	–	12 (2.5mm)	5.95	12.0	92.0	4.8	13.0	19	40

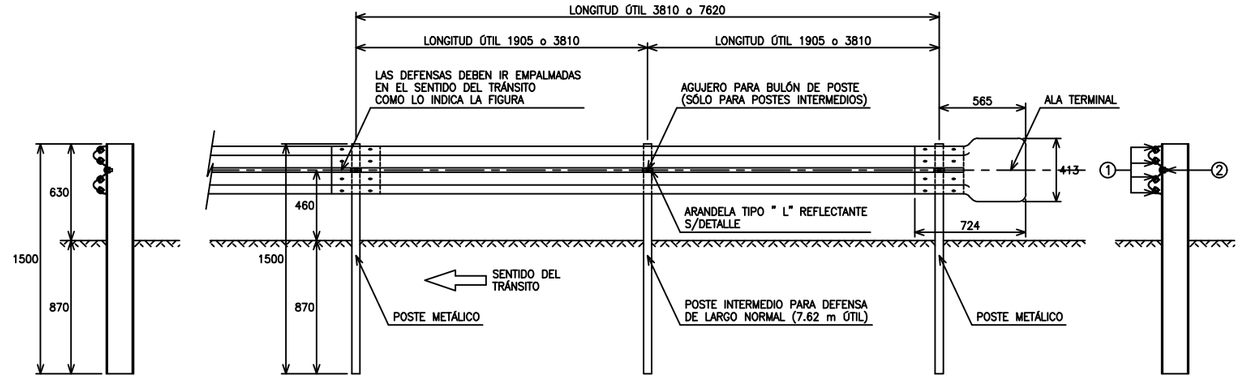
PROPIEDADES FÍSICAS DE POSTES LAMINADOS EN CALIENTE

	TIPO	ALTURA h (mm)	ANCHO b (mm)	ESPESOR e (mm)	MOMENTO DE INERCIA (cm4)		MÓDULO RESISTENTE (cm3)		Wx.Wy (cm6)	Wx/Wy
					HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL		
	LIVIANO	152.4	48.77	5.08	541.0	29.1	70.5	8.2	578.0	8.60
	PESADO	177.8	53.09	5.33	873.0	40.8	98.3	10.3	1013.0	9.54

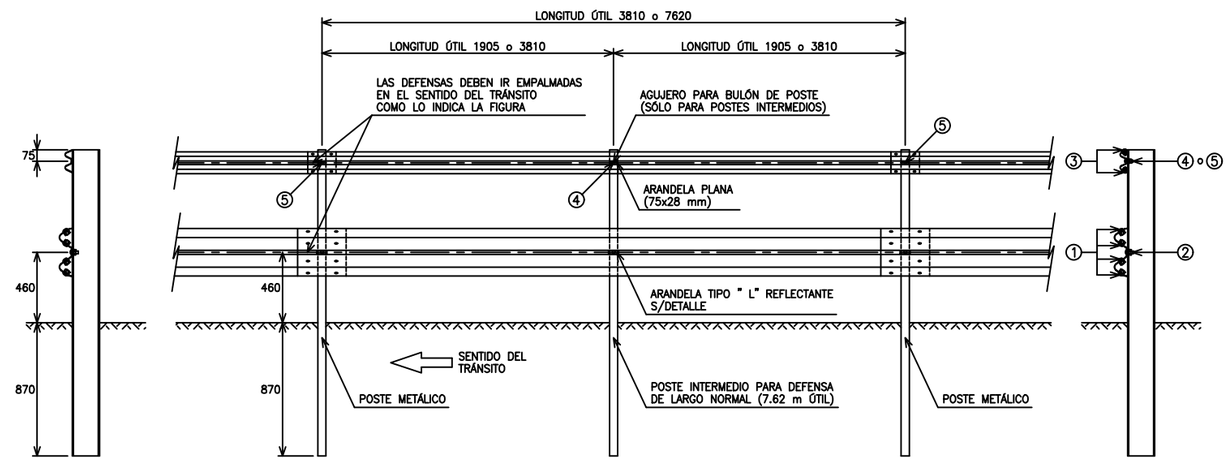
PROPIEDADES FÍSICAS DE POSTES CONFORMADOS EN FRIO

	TIPO	ALTURA h (mm)	ANCHO b (mm)	ESPESOR e (mm)	MOMENTO DE INERCIA (cm4)		MÓDULO RESISTENTE (cm3)		Wx.Wy (cm6)	Wx/Wy
					HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL		
	LIVIANO	170.0	70.0	4.75	590.0	64.0	73.8	12.3	908.0	6.0
	PESADO	190.0	80.0	4.75	850.0	96.0	89.5	16.3	1578.0	5.5

DETALLE DE INSTALACIÓN DE LA DEFENSA Y DETALLE DE BULONES



DETALLE DE INSTALACIÓN DE LA MINI DEFENSA Y DETALLE DE BULONES

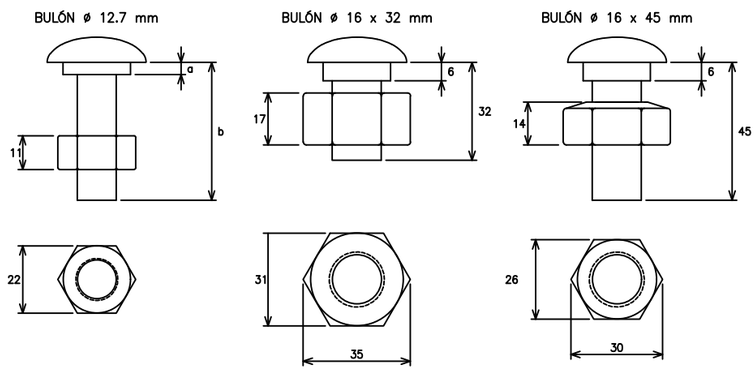


DETALLE DE BULÓN Y TUERCA

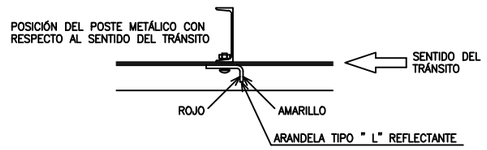
DIMENSIONES DE LOS BULONES

	ø 16.0 mm		ø 12.7 mm		
POSICIÓN	1	2	3	4	5
a (mm)	6	6	4	4	4
b (mm)	32	45	15	25	45

NOTA
LA CARA REDONDEADA DE LA TUERCA DEBE ASENTAR CONTRA EL FUSTE.



DETALLE DEL POSTE EN PLANTA



DATOS A FIJAR EN EL PROYECTO
- DEFENSA SEGUN PLANO H–10237
- CLASE .....
- LONGITUD ÓTIL ..... m (MÚLTIPLO DE 3.81 m)
- CON O SIN ALAS TERMINALES (COMUNES O ESPECIALES)
- POSTES (INDICAR TIPO)

NOTA
LAS DEFENSAS EN CURVA, CUYO RADIO SEA MAYOR DE 45 m, PODRÁN ADAPTARSE DIRECTAMENTE EN OBRA AL INSTALARSE, Y LAS DE RADIO MENOR DEBERÁN SER PROVISTAS CURVAS PREVIAMENTE.

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

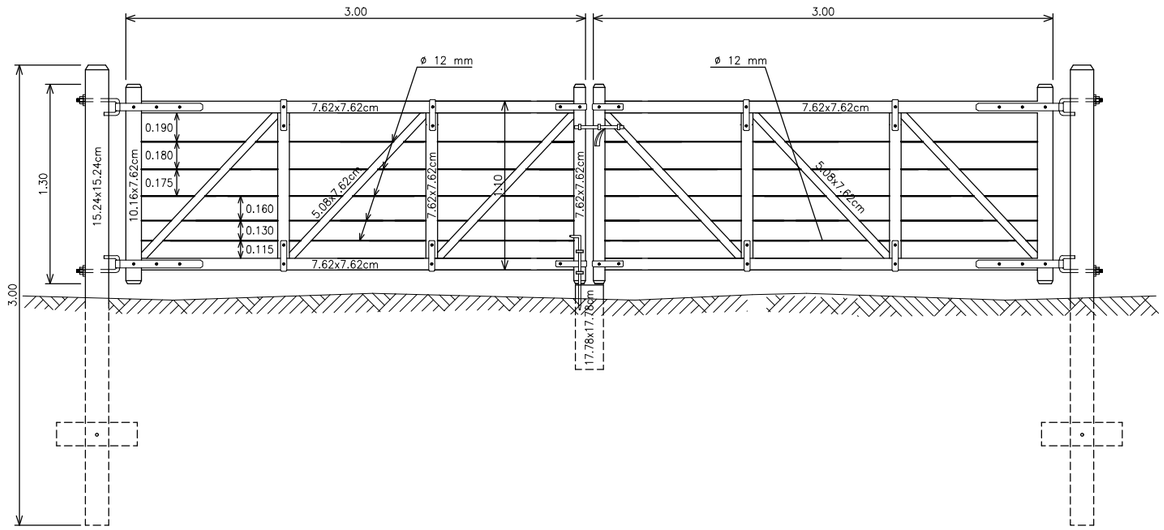
INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

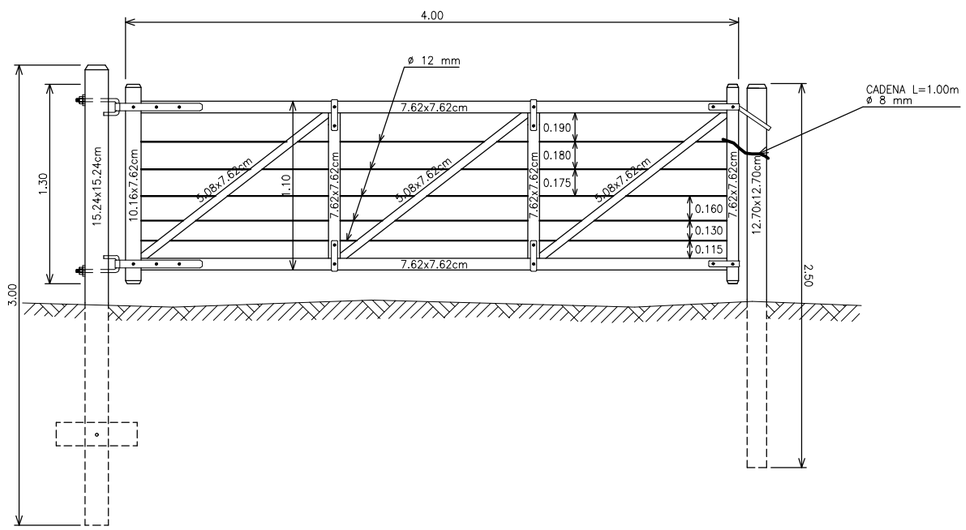
PLANO TIPO H-10237

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	SIN ESCALA	

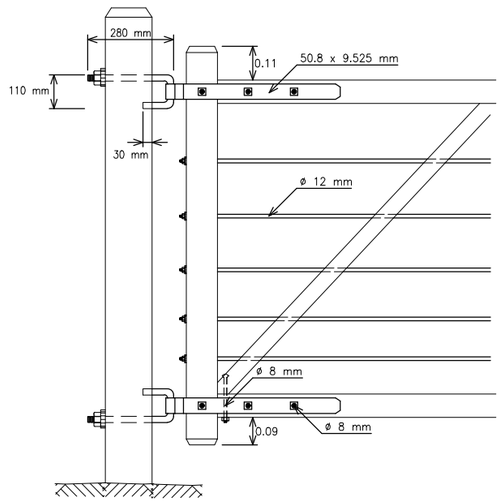
TIPO (A)
PARA ZONA AGRÍCOLA
ESCALA 1:20

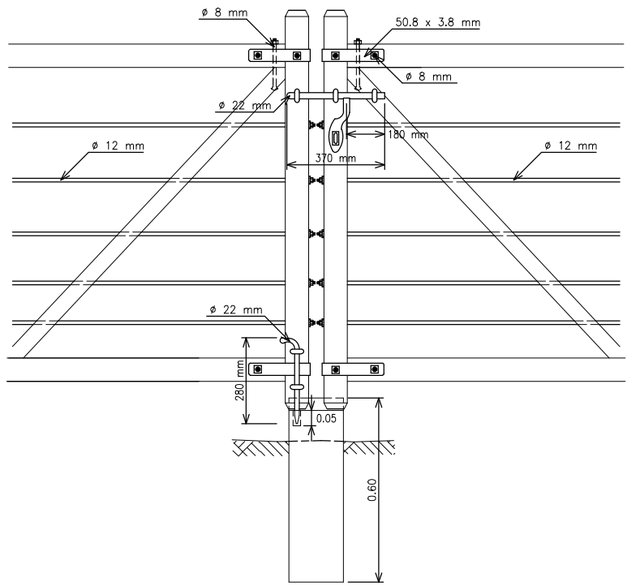


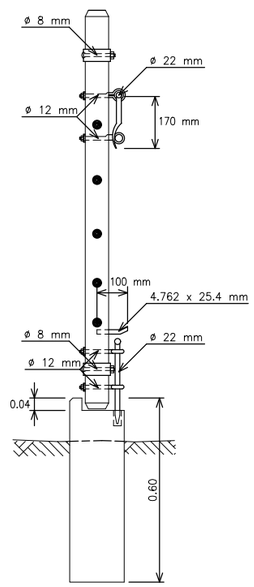
TIPO (B)
PARA ZONA GANADERA E INDUSTRIAL
ESCALA 1:20



DETALLES
ESCALA 1:10

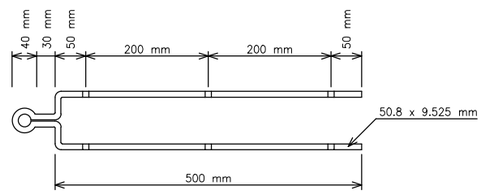




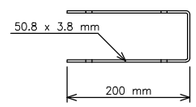


ACCESORIOS
ESCALA 1:5

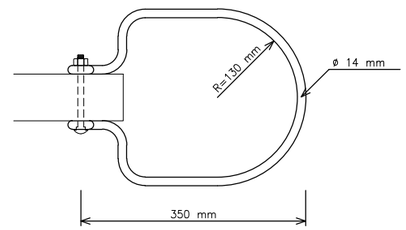
BISAGRA



GRAPA



ARO DE CIERRE



NOTAS:
TODAS LAS PARTES DE MADERA LLEVARÁN UNA MANO DE ACEITE MINERAL.
LAS PARTES METÁLICAS SERÁN PINTADAS CON ALQUITRÁN.
LA TRANQUERA SERÁ DE LAPACHO U OTRA MADERA INDICADA EN EL PLANO 0-23000.
PARA POSTES SE UTILIZARÁ URUNDAY-CURUPAY U OTRA MADERA DE ACUERDO AL PLANO YA MENCIONADO.

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

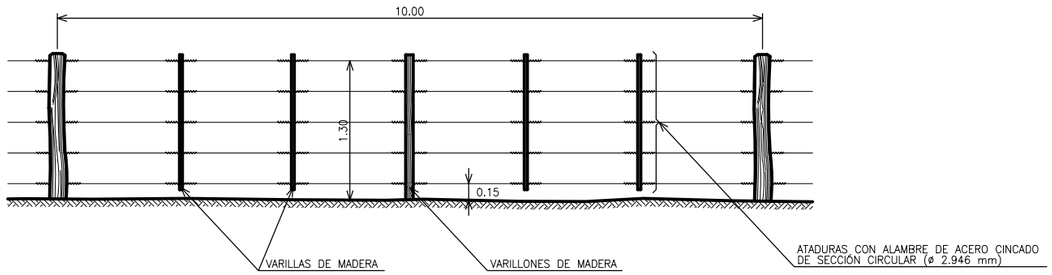
INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

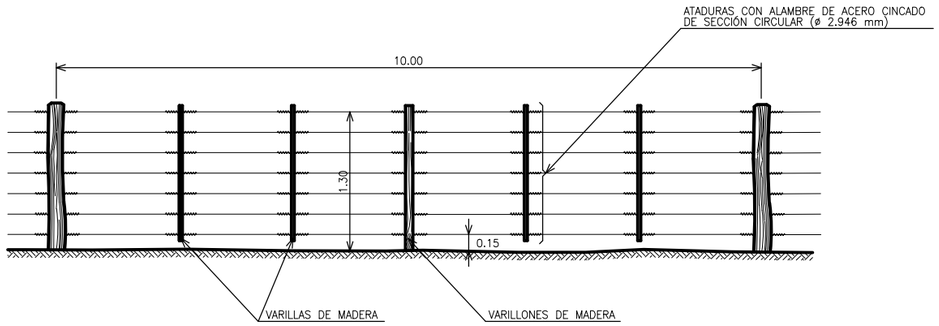
PLANO TIPO J-5084

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	VARIAS	

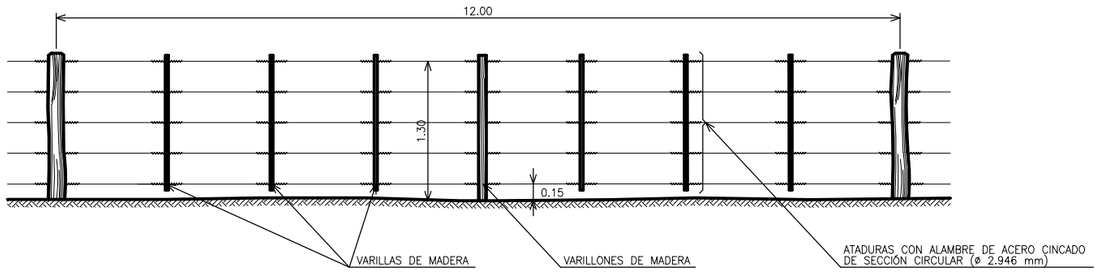
TIPO (A)



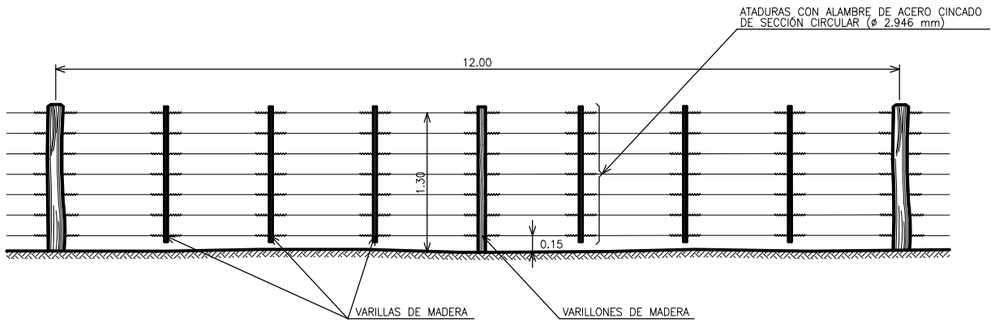
TIPO (B)



TIPO (C)



TIPO (D)



DATOS A FIJAR EN EL PROYECTO:
ALAMBRADO TIPO A – B – C – D

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:

FANJUL, JULIAN

LUDUEÑA, EXEQUIEL

MAMMELLA, FRANCO

THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

PLANO TIPO H-2840

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	VARIAS	

PLANO OB - 2

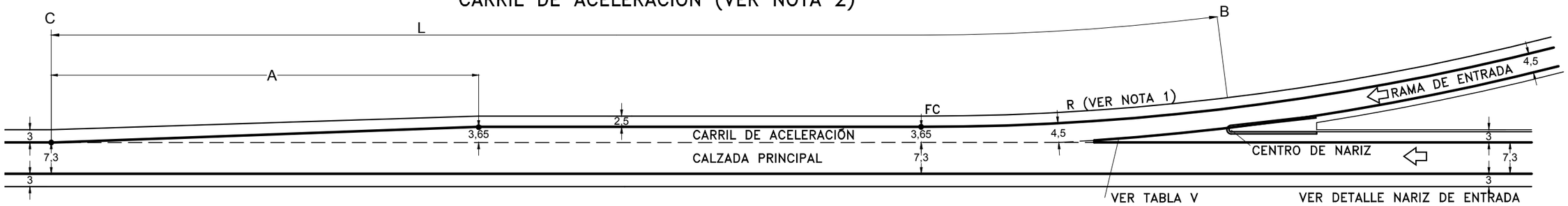
NOTAS:

1) R = 300 m PARA VELOCIDAD DIRECTRIZ DE HASTA 80 km/h, R = 600 m PARA VELOCIDADES MAYORES.

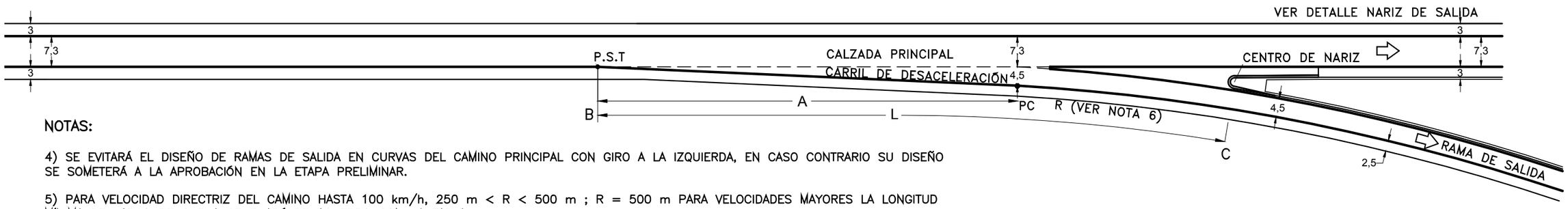
2) CUANDO EL CAMINO ESTA EN CURVA CON GIRO A LA DERECHA EN EL SENTIDO DEL TRÁNSITO, EL PROYECTISTA DEBERÁ SELECCIONAR EL RADIO DE ENTRADA AL CARRIL DE ACELERACIÓN CON UNA CONVERGENCIA SIMILAR A LA DADA POR EL ESQUEMA MOSTRADO.

3) CUANDO EL CAMINO ESTA EN CURVA CON GIRO A LA IZQUIERDA EN EL SENTIDO DEL TRÁNSITO, LA SECCIÓN DE ENTRADA AL CARRIL DE ACELERACIÓN DEBERÁ SER EN TANGENTE.

CARRIL DE ACELERACIÓN (VER NOTA 2)



CARRIL DE DESACELERACION (VER NOTA 6)



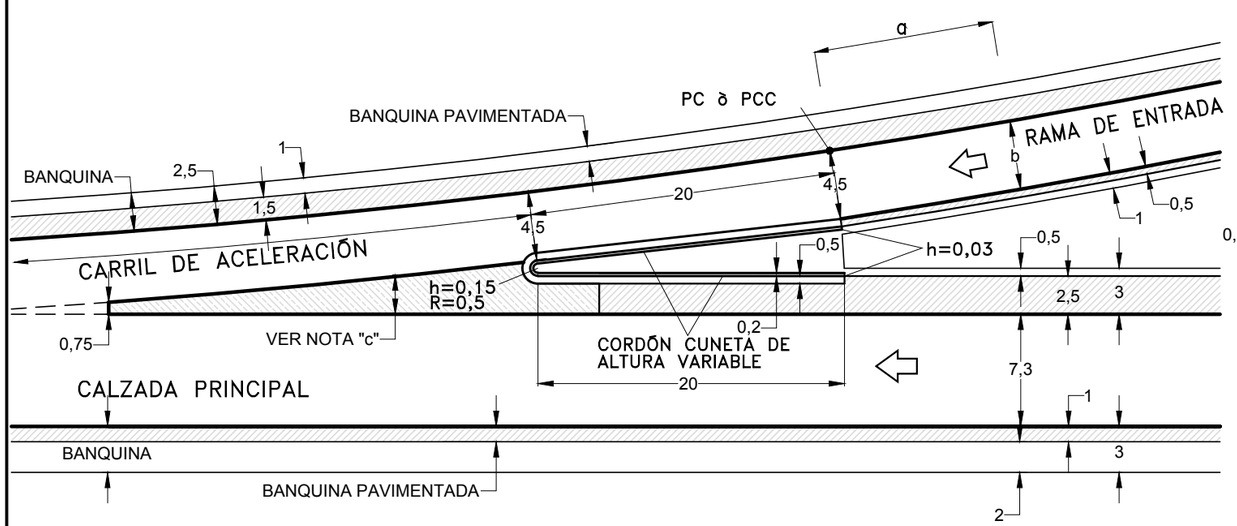
NOTAS:

4) SE EVITARÁ EL DISEÑO DE RAMAS DE SALIDA EN CURVAS DEL CAMINO PRINCIPAL CON GIRO A LA IZQUIERDA, EN CASO CONTRARIO SU DISEÑO SE SOMETERÁ A LA APROBACIÓN EN LA ETAPA PRELIMINAR.

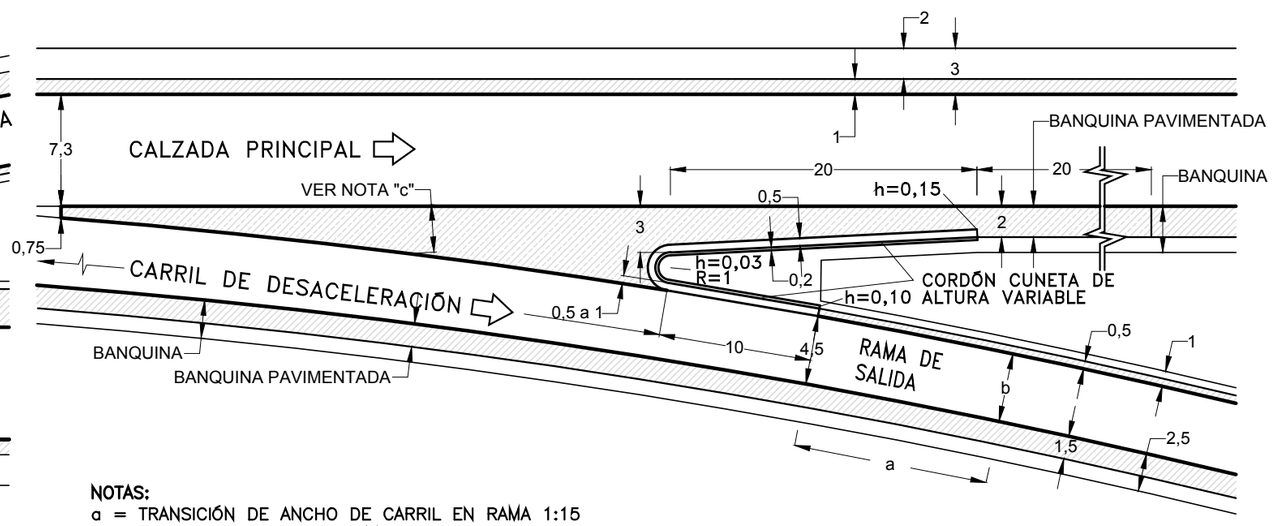
5) PARA VELOCIDAD DIRECTRIZ DEL CAMINO HASTA 100 km/h, 250 m < R < 500 m ; R = 500 m PARA VELOCIDADES MAYORES LA LONGITUD MÍNIMA DEL ARCO DE CURVA SE FIJARÁ DE ACUERDO CON LA TABLA IV.

6) CUANDO EL CAMINO ES EN CURVA CON GIRO A LA DERECHA EN EL SENTIDO DEL TRÁNSITO, DEBERÁ SELECCIONARSE UN RADIO PARA EL CARRIL DE DESACELERACIÓN CON UNA DIVERGENCIA CON RESPECTO A LA RUTA, SIMILAR A LA INDICADA EN EL ESQUEMA.

DETALLE DE NARIZ DE ENTRADA



DETALLE DE NARIZ DE SALIDA



NOTAS:
a = TRANSICIÓN DE ANCHO DE CARRIL EN RAMA 1:15
b = ANCHO DE CARRIL EN RAMA SEGÚN TABLA I, CASO 1 – 2 ð 3
c = PAQUETE ESTRUCTURAL SIMILAR AL DE LA RAMA; SUPERFICIE CONTRASTANTE

TABLA I :

ANCHOS DE PAVIMENTO DE RAMAS Y/O CAMINOS DE ENLACE

RADIO DEL BORDE INTERNO	CASO 1 : 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA S/ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULO DETENIDO			CASO 2 : 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA C/ ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULO DETENIDO			CASO 3 : 2 CARRILES 1 Ó 2 SENTIDOS DE MARCHA		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,2	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,9	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,7	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,2	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
100	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	9,3	8,7
125	3,9	4,5	4,9	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,9	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
RECTA	3,6	4,2	4,4	5,0	5,5	6,1	7,3	7,9	7,9
MODIFICACIÓN DEL ANCHO SEGÚN EL TRATAMIENTO LATERAL USADO									
BANQUINA NO ESTABILIZADA	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN MONTABLE	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDÓN NO MONTABLE 1 LADO	AUMENTAR EN 0,3 m			NINGUNA			AUMENTAR EN 0,3 m		
2 LADOS	AUMENTAR EN 0,6 m			AUMENTAR EN 0,3 m			AUMENTAR EN 0,6 m		
BANQUINA ESTABILIZADA EN UNO O AMBOS LADOS	EN CONDICIONES B Y C EL ANCHO EN RECTA PUEDE REDUCIRSE A 3,6 m SI ANCHO DE BANQUINA PAVIMENTADA ES 1,2 m O MÁS			DEDUCIR EL ANCHO DE LA BANQUINA ESTABILIZADA ANCHO MÍNIMO COMO CASO 1			DEDUCIR 0.6 m DONDE LA BANQUINA PAVIMENTADA SEA DE 1,2 m COMO MÍNIMO		

CONDICIÓN "A" PREDOMINAN VEHÍCULOS LIVIANOS, PERO TAMBIÉN SE CONSIDERA QUE GIRAN CAMIONES SU, AUNQUE NO SON SUFICIENTES COMO PARA INFLUIR EN EL DISEÑO

CONDICIÓN "B" SUFICIENTES VEHÍCULOS SU COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO, PERO CON ALGUNA CONSIDERACIÓN PARA LOS SEMIRREMOLQUES

CONDICIÓN "C" SUFICIENTES VEHÍCULOS SEMIRREMOLQUES WB12 O WB15 COMO PARA GOBERNAR EL DISEÑO

MÁXIMOS VEHÍCULOS TIPO CONSIDERADOS EN LA DETERMINACIÓN DE LOS ANCHOS DE CALZADAS

CASO 1			CASO 2			CASO 3		
CONDICIÓN			CONDICIÓN			CONDICIÓN		
A	B	C	A	B	C	A	B	C
P	SU	WB12 ó ICBUS* (el mayor)	P–P	P–SU	SU–SU	P–SU	SU–SU	WB12 y WB12

* ICBUS = INTERCITY BUS

MÁXIMOS VEHÍCULOS TIPO QUE PUEDEN REALIZAR MANIOBRAS EN LOS ANCHOS DE CALZADAS

CASO 1			CASO 2			CASO 3		
CONDICIÓN			CONDICIÓN			CONDICIÓN		
A	B	C	A	B	C	A	B	C
WB12	WB12	WB15	P SU	P WB12	SU WB12	SU WB12	WB12 WB12	WB15 WB15

TABLA II Desaceleración:

LONGITUDES MÍNIMAS DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD – DESACELERACIÓN CUANDO LAS PENDIENTES LONGITUDINALES DE LOS CARRILES SON: i ≤ ± 2%

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

TABLA III :

FACTORES DE CORRECCIÓN A APLICAR A LAS LONGITUDES DE DESACELERACIÓN A Y L, CUANDO LOS CARRILES DE DESACELERACIÓN SE CONSTRUYEN EN PENDIENTES I > ± 2 %

CARRIL DE DESACELERACIÓN		
VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	LONGITUD EN PENDIENTE = FACTOR x LONGITUD DE TABLA II	
PARA CUALQUIER VELOCIDAD	3 a 5% ASCENDENTE 0,9	3 a 5% DESCENDENTE 1,2
PARA CUALQUIER VELOCIDAD	5 a 6% ASCENDENTE 0,8	5 a 6% DESCENDENTE 1,35

CARRIL DE ACELERACIÓN							
VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	LONGITUD EN PENDIENTE = FACTOR x LONGITUD DE TABLA II						
	VELOCIDAD DIRECTRIZ DE RAMPA km/h						
	30	40	50	60	70	80	Cualquier velocidad
	3 a 5% ASCENDENTE						3 a 5% DESCENDENTE
60		1,3	1,3				0,7
70	1,3	1,3	1,4				0,7
80	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5		0,65
90	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	0,6
100	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	0,6
110	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	0,6
	5 a 6% ASCENDENTE						5 a 6% DESCENDENTE
60		1,5	1,5				0,6
70	1,5	1,5	1,6				0,6
80	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0		0,55
90	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	0,5
100	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	0,5
110	2,0	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	0,5

NOTA: LA PENDIENTE ES EL PROMEDIO ENTRE LAS CORRESPONDIENTES A LOS PUNTOS B Y C

TABLA II Aceelración :

LONGITUDES MÍNIMAS DE LAS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD – ACELERACIÓN CUANDO LAS PENDIENTES LONGITUDINALES DE LOS CARRILES SON: i ≤ ± 2%

VELOCIDAD DIRECTRIZ DE LA AUTOPISTA km/h	VELOCIDAD MEDIA DE MARCHA km/h	VELOCIDAD DIRECTRIZ EN LA NARIZ DE SALIDA DE LA AUTOPISTA km/h								CUÑA A (m)
		0	20	30	40	50	60	70	80	
		LONGITUD DEL CARRIL DE DESACELERACIÓN, "L" INCLUÍDA LA TRANSICIÓN A (EN m)								
60	47	185	165	140	110					110
70	55	230	210	180	145	110				110
80	62	275	255	225	190	140				110
90	69	330	305	280	240	195	130			110
100	76	390	370	345	305	260	200	125		110
110	83	445	425	400	360	310	250	115	110	110
120	90	515	490	465	425	375	315	245	160	110
130	97	575	550	525	485	440	380	305	225	110

TABLA IV :

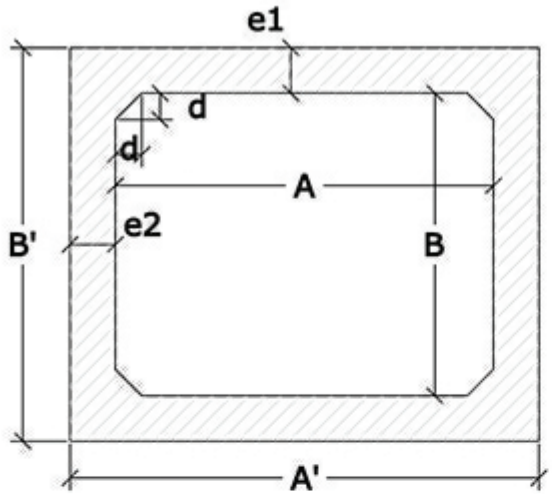
LONGITUD DEL ARCO CIRCULAR PARA CURVAS COMPUESTAS DE RAMAS (CUANDO ESTÁN SEGUIDAS POR UNA CURVA DE RADIO IGUAL A LA MITAD O PRECEDIDAS POR CURVA DE RADIO IGUAL AL DOBLE)

RADIO (m)	30	45	60	75	90	120	150 O MAS
LONGITUD DEL ARCO (m)							
MINIMA DESEABLE	20	25	30	35	40	45	50
RADIO (m)	25	30	40	45	55	65	75

TABLA V :

DIFERENCIA ÁLGEBRAICA EN EL QUIEBRE DE LA PENDIENTE TRANSVERSAL

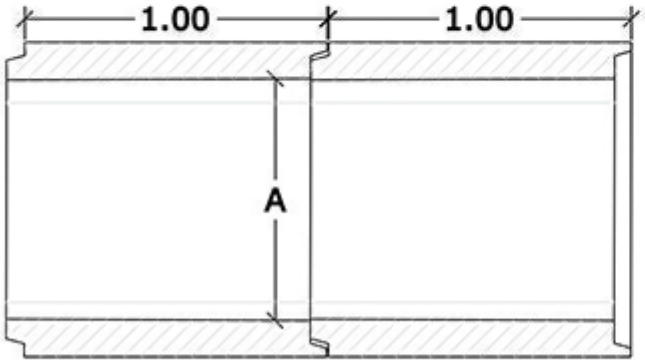
VELOCIDAD DE DISEÑO A LA SALIDA O ENTRADA	%
30 Y 35 km/*h	5–8
40 y 45 km/h	5–6
>50 km/h	4–5



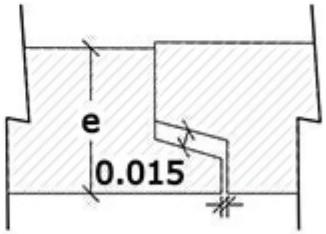
SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

A	B	e_1	e_2	d
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0,80	0,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,00	0,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,00	1,00	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,20	0,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,20	1,00	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,20	1,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,50	0,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,50	1,00	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,50	1,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,50	1,50	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,80	0,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,80	1,00	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,80	1,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,80	1,50	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
1,80	1,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
2,00	0,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
2,00	1,00	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
2,00	1,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
2,00	1,50	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
2,00	1,80	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07
2,00	2,00	0,12 - 0,15 - 0,20	0,12 - 0,15 - 0,20	0,07

DIMENSIONES DE REFERENCIAS



CORTE LONGITUDINAL TIPO



ENCASTRE TIPO. 0.005

Resistencia del Hormigón: 300 kg/cm2
Armaduras realizados con hierro ADN S 420

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THOROUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

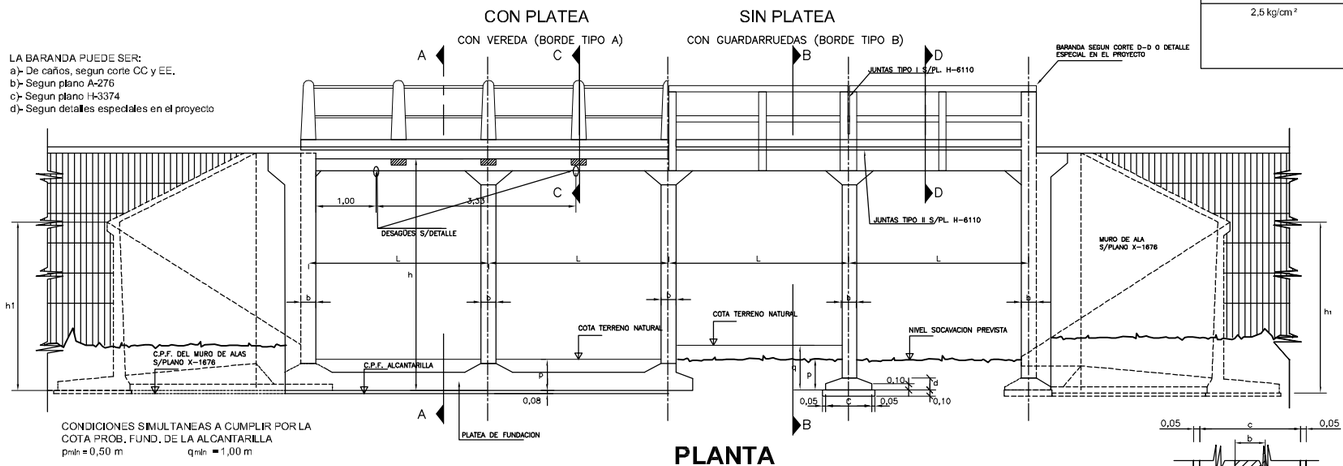
PLANO TIPO ALCANTARILLA PREFABRICADA

REVISION:	FECHA:	ESCALA:	N° PLANO:
01	25/07/25	VARIAS	

# VISTA LATERAL
ESC.= 1:50

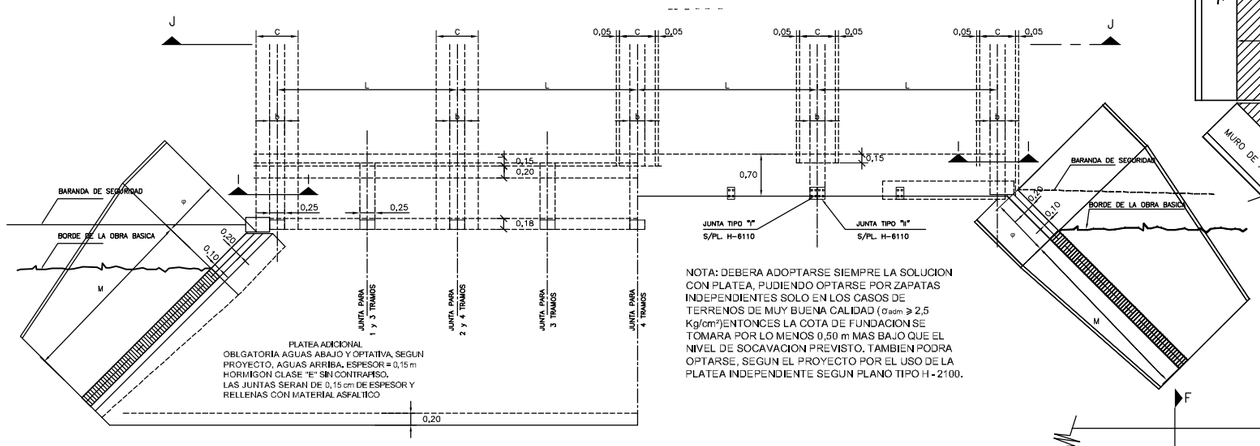
PRESIONES SOBRE EL TERRENO		
ALCANTARILLA S/PLATEA	ALCANTARILLA C/PLATEA	
2,5 kg/cm²	MUROS DE ALA	DEBAJO PLATEA
	ver Plano X - 1676	0,5 kg/cm²

LA BARANDA PUEDE SER:
a)- De caños, segun corte CC y EE.
b)- Segun plano A-276
c)- Segun plano H-3374
d)- Segun detalles especiales en el proyecto



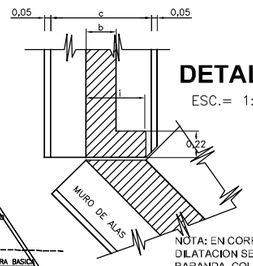
CONDICIONES SIMULTANEAS A CUMPLIR POR LA COTA PROB. FUND. DE LA ALCANTARILLA
$p_{min} = 0,50$ m $q_{min} = 1,00$ m

PLANTA



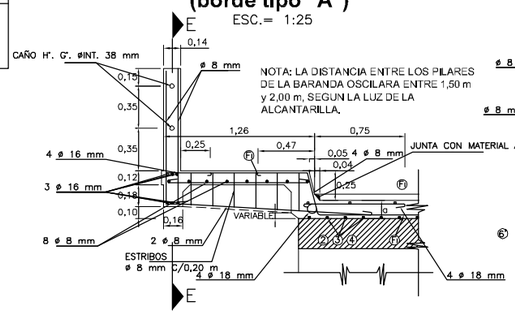
NOTA: DEBERA ADOPTARSE SIEMPRE LA SOLUCION CON PLATEA, PUDIENDO OPTARSE POR ZAPATAS INDEPENDIENTES SOLO EN LOS CASOS DE TERRENOS DE MUY BUENA CALIDAD ($\sigma_{adm} \geq 2,5$ Kg/cm²) ENTONCES LA COTA DE FUNDACION SE TOMARA POR LO MENOS 0,50 m MAS BAJO QUE EL NIVEL DE SOCAVACION PREVISTO. TAMBIEN PODRA OPTARSE, SEGUN EL PROYECTO POR EL USO DE LA PLATEA INDEPENDIENTE SEGUN PLANO TIPO H - 2100.

# DETALLE
ESC.= 1:25



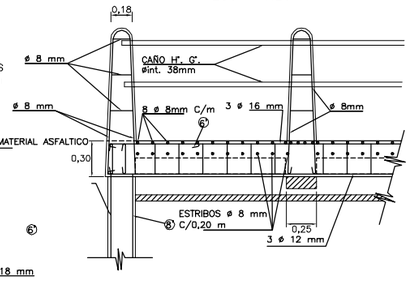
NOTA: EN CORRESPONDENCIA DE LAS JUNTAS DE DILATACION SE EJECUTARAN LOS EMPALMES DE LA BARANDA, COLOCANDO UN MANGUITO DE DILATACION DE 50 mm DE DIAMETRO INTERIOR (sin rosca) Y ENGRASANDO EL CAÑO A COLOCARSE

BARANDA DE CAÑOS
CORTE C-C
(borde tipo "A")
ESC.= 1:25

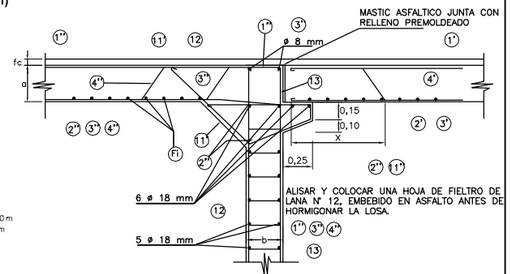


NOTA: LA DISTANCIA ENTRE LOS PILARES DE LA BARANDA OSCILARA ENTRE 1,50 m y 2,00 m, SEGUN LA LUZ DE LA ALCANTARILLA.

# CORTE E - E
ESC.= 1:25

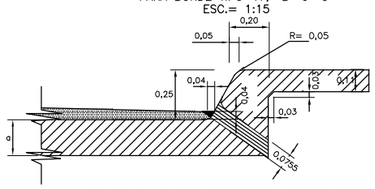


JUNTA DE DILATACION
MODIFICACION DE LA CABEZA DEL PIE DERECHO
ESC.= 1:25



NOTA: LAS ALCANTARILLAS MULTIPLES DE 2,00 m DE LUZ, LLEVARAN JUNTAS DE DILATACION CUANDO EL N° DE TRAMOS SEA MAYOR DE 5, LAS DE 3,00 m DE LUZ, CUANDO SEA MAYOR DE 4 TRAMOS.

CAÑO DE DESAGÜE H° GALVANIZADO (Øext.= 7,55cm)
PARA BORDE TIPO "A", "B" o "C"
ESC.= 1:15

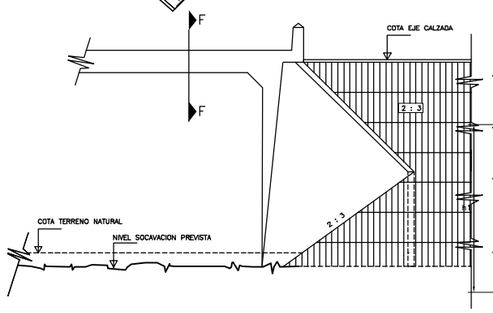


NOTA: EN LAS ALCANTARILLAS SIMPLES O MULTIPLES DE MAS DE 4,00 m DE LUZ TOTAL, SE COLOCARA UN CAÑO DE DESAGÜE PLUVIAL A 1,00 m DE CADA ESQUINA.
CUANDO LA LUZ TOTAL SEA DE 9,00 y 10,00 m, LLEVARAN ADEMAS UN CAÑO INTERMEDIO.
PARA LUCES MAYORES, LOS CAÑOS SE COLOCARAN A DISTANCIA VARIABLE, ENTRE 3,33 y 4,33 m DE LOS DE LA ESQUINA.

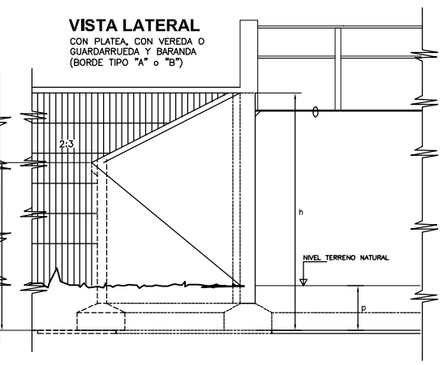
ALCANTARILLA CON MURO DE ALA EN VOLADIZO (PARTE I₁)
(DIBUJO PARA h= 2,00 m y l= 3,00 m)
ESC.= 1:50

VISTA LATERAL
ESC.= 1:50

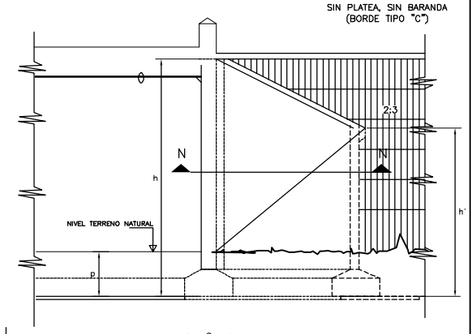
ALCANTARILLA DE ANCHO IGUAL AL DE LA OBRA BASICA (BORDE TIPO"C")



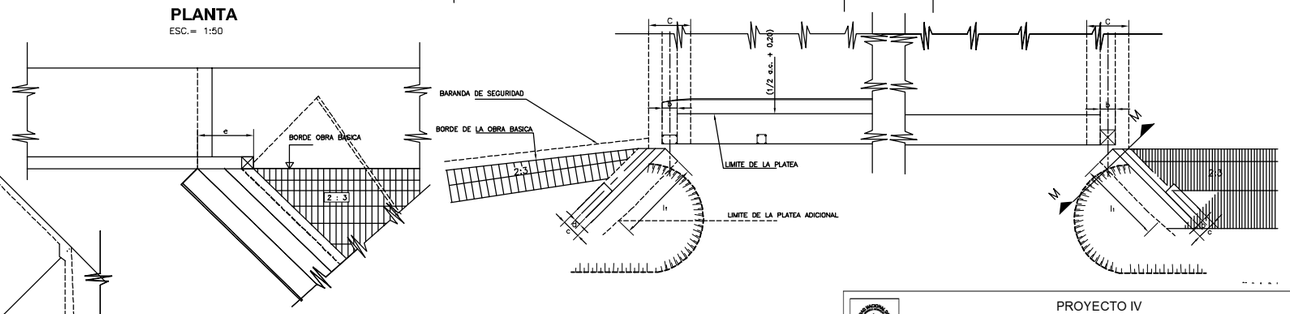
VISTA LATERAL
CON PLATEA, CON VEREDA O GUARDARRUEDA Y BARANDA (BORDE TIPO "A" o "B")



VISTA LATERAL
SIN PLATEA, SIN BARANDA (BORDE TIPO "C")



PLANTA
ESC.= 1:50

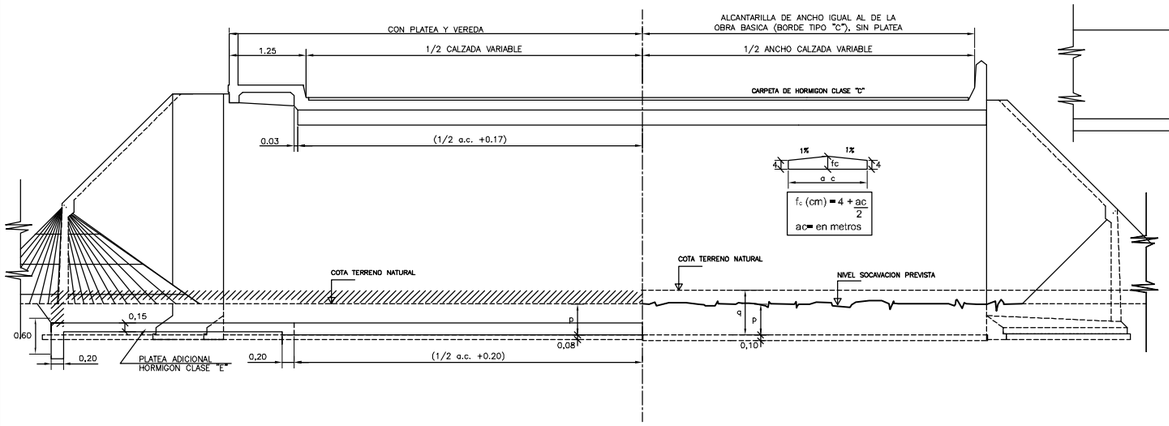


DATOS A FIJAR EN LOS PROYECTOS
1 - LA LUZ DE LA ALCANTARILLA Y EL NUMERO DE TRAMOS.
2 - LA ALTURA DE LA ALCANTARILLA.
3 - LA COTA DE FUNDACION Y LA COTA DE TERRENO NATURAL O COTA SOCAVACION PREVISTA.
4 - EL ANCHO DE LA CALZADA.
5 - TIPO DE BORDE DE CALZADA: A- B o C
6 - RECTA u OBLICUA
7 - TIPO DE FUNDACION (CON O SIN PLATEA)
8 - TIPO DE BARANDA.
9 - TIPO DE MURO DE ALA Y DATOS NECESARIOS.

EL RECUBRIMIENTO MINIMO DE LA ARMADURA DE LA LOSA DE CALZADA, GUARDARRUEDAS Y BARANDA SERA DE 2 cm, EL DE LOS DEMAS ELEMENTOS SERA DE 3 cm.
SEPARACION MINIMA DE BARDAS SERA DE 4 cm.
SE USARA HORMIGON CLASE "B" EN TODAS LAS ESTRUCTURAS, SALVO AQUELLAS DONDE SE INDIQUE OTRA COSA.

NOTA: LA CALZADA DE LA ALCANTARILLA DEBERA IDENTIFICARSE CON EL PERFIL LONGITUDINAL DE LA RASANTE DEL CAMINO DONDE SE CONSTRUYE, EVITANDO TODA IRREGULARIDAD, DE MODO QUE HAYA CONTINUADO EN LA MISMA.

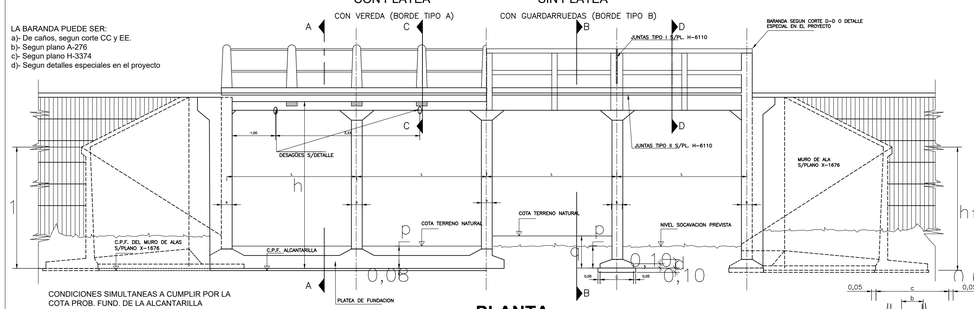
SEMI - SECCION A - A
SEMI - SECCION B - B
ESC.= 1:50



PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				
INTEGRANTES: FANJUL, JULIAN LUDUEÑA, EXEQUIEL MAMMELLA, FRANCO THOROUGHGOOD, FELIPE	INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe			
	PLANO TIPO Z-2915			
	REVISION: 01	FECHA: 25/07/25	ESCALA:	N° PLANO:

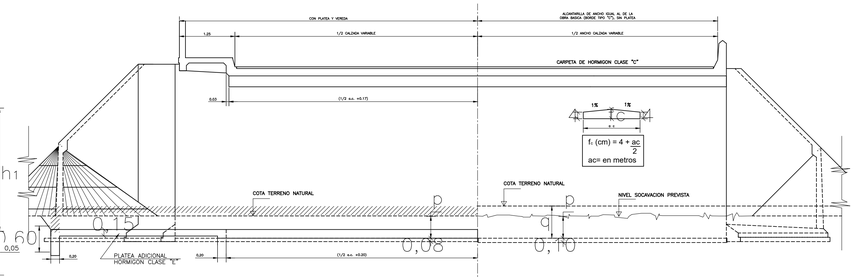
# VISTA LATERAL
ESC.= 1:50

LA BARANDA PUEDE SER:
a)- De caños, segun corte CC y EE.
b)- Segun plano A-276
c)- Segun plano H-3374
d)- Segun detalles especiales en el proyecto

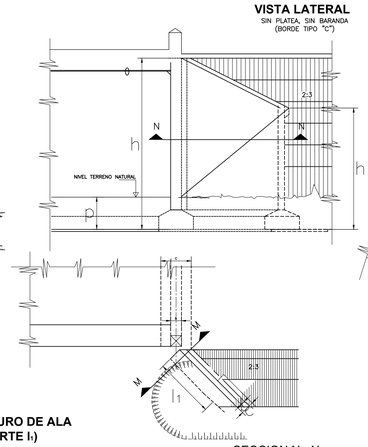


CONDICIONES SIMULTANEAS A CUMPLIR POR LA COTA PROB. FUND. DE LA ALCANTARILLA
p_{min} = 0,50 m q_{min} = 1,00 m

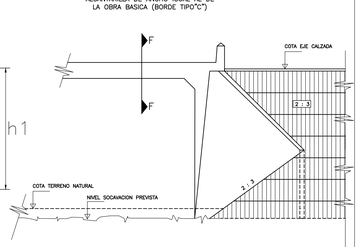
SEMI - SECCION A - A
SEMI - SECCION B - B
ESC.= 1:50



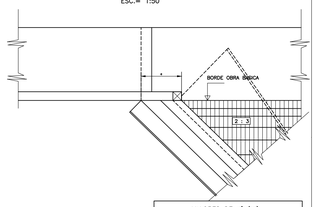
VISTA LATERAL
SIN PLATEA, SIN BARANDA (BORDE TIPO "C")



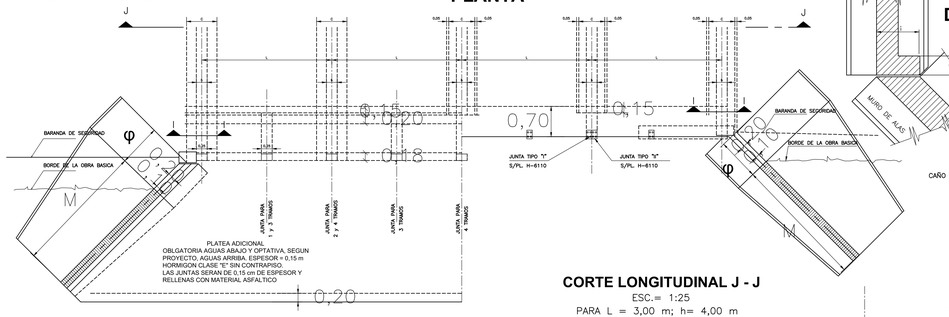
VISTA LATERAL
ESC.= 1:50
ALCANTARILLA DE ANCHO IGUAL AL DE LA OBRA BASICA (BORDE TIPO"C")



PLANTA
ESC.= 1:50



PLANTA

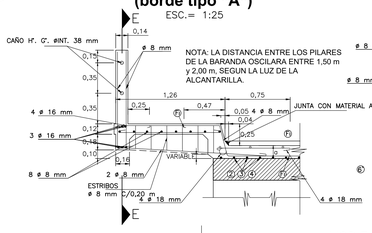


DETALLE
ESC.= 1:25

NOTA: EN CORRESPONDENCIA DE LAS JUNTAS DE DILATACION SE EJECUTARAN LOS EMPALMES DE LA BARANDA, COLOCANDO UN MANGUITO DE DILATACION DE 50 mm DE DIAMETRO INTERIOR (sin rosca) Y ENGRASANDO EL CAÑO A COLOCARSE

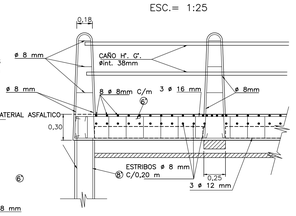
NOTA: LA CALZADA DE LA ALCANTARILLA DEBERA IDENTIFICARSE CON EL PERFIL LONGITUDINAL DE LA RASANTE DEL CAMINO DONDE SE CONSTRUYE, EVITANDO TODA IRREGULARIDAD, DE MODO QUE HAYA CONTINUADO EN LA MISMA.

BARANDA DE CAÑOS
CORTE C-C
(borde tipo "A")
ESC.= 1:25



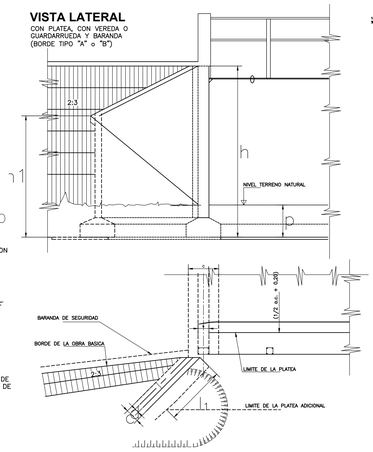
NOTA: LA DISTANCIA ENTRE LOS PILARES DE LA BARANDA OSCILARA ENTRE 1,50 m y 2,00 m, SEGUN LA LUZ DE LA ALCANTARILLA.

CORTE E - E
ESC.= 1:25

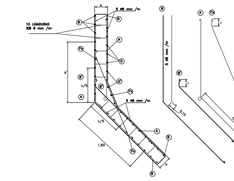


ALCANTARILLA CON MURO DE ALA EN VOLADIZO (PARTE I_1)
(DIBUJO PARA h= 2,00 m y l= 3,00 m)
ESC.= 1:50

VISTA LATERAL
CON PLATEA, CON VEREDA O GUARDARRUEDA Y BARANDA (BORDE TIPO "A" o "B")

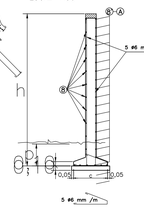


SECCION N - N
ESC.= 1:20



NOTA: LOS VALORES l y h DE ESTOS MUROS DE ALA, HAN SIDO FIJADOS EN FUNCION DE h y p ó q, DE MANERA QUE EL CONO DE TIERRA (pendiente 2:3) SEA TANGENTE A LA PROLONGACION DEL PIE DERECHO.

SECCION M - M
ESC.= 1:50



VALORES DE p' (m)			
BORDE DE CALZADA	TIPO A	TIPO B	TIPO C
p'	3,30	2,00	0,75

MURO DE ALA (Parte I_1)

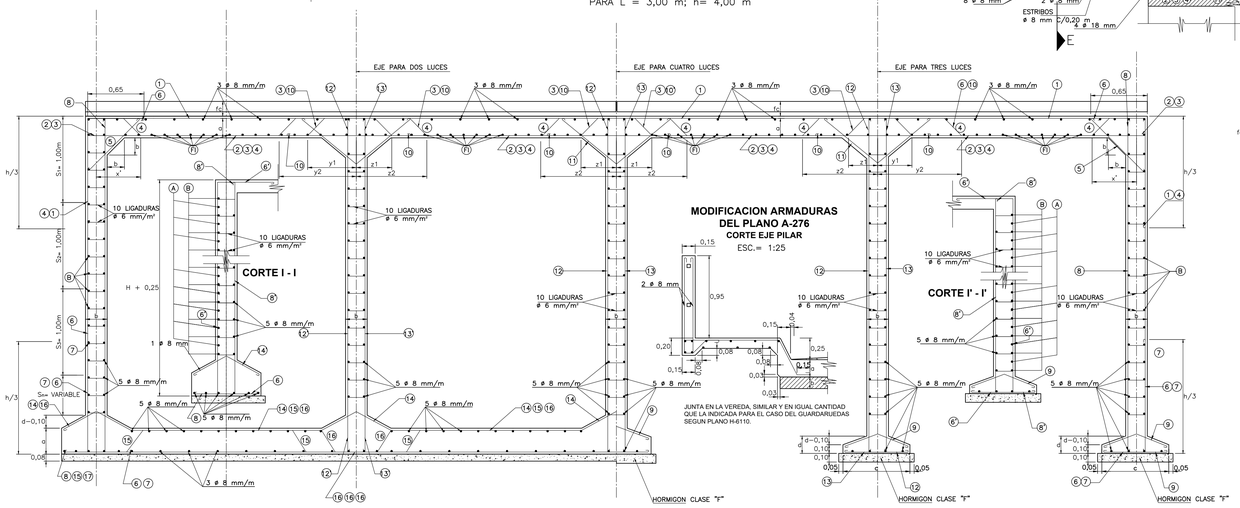
PARA 90° ≥ α ≥ 80°
(para p o q = 0,50)

h	1,50	2,00	2,50	3,00
h_1	1,05	1,30	1,55	1,80
l_1	1,10	1,65	2,15	2,70

PARA 80° > α > 50°
(para p o q = 1,00)

h = 1,50				
α	β y δ		l_1	h_1
90°	β	20°	1,80	
	δ	65°	0,85	
60°	β	30°	1,50	1,00
	δ	60°	0,85	
70°	β	35°	1,30	
	δ	55°	0,95	

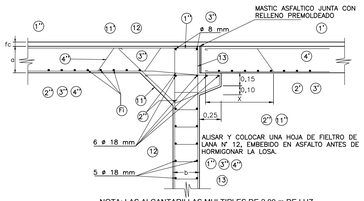
CORTE LONGITUDINAL J - J
ESC.= 1:25
PARA L = 3,00 m; h= 4,00 m



MODIFICACION ARMADURAS DEL PLANO A-276
CORTE EJE PILAR
ESC.= 1:25

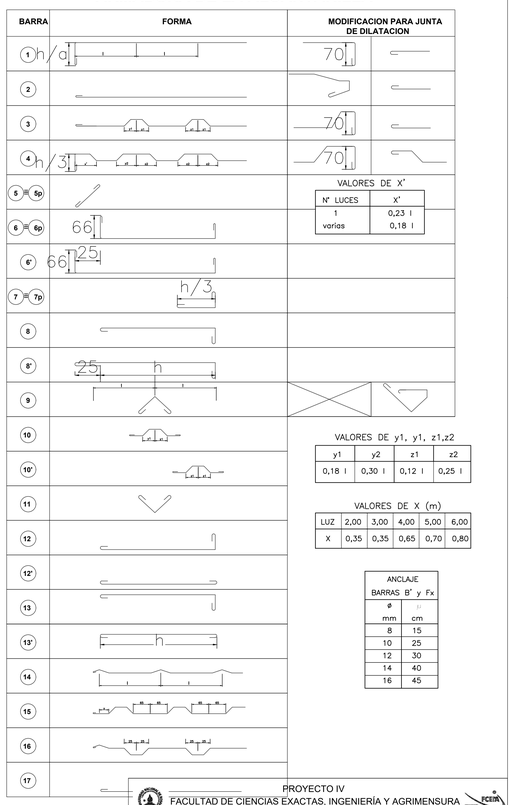
JUNTA EN LA VEREDA, SIMILAR Y EN IGUAL CANTIDAD QUE LA INDICADA PARA EL CASO DEL GUARDARUEDAS SEGUN PLANO H-6110.

JUNTA DE DILATACION
MODIFICACION DE LA CABEZA DEL PIE DERECHO
ESC.= 1:25



NOTA: LAS ALCANTARILLAS MULTIPLES DE 2,00 m DE LUZ, LLEVARAN JUNTAS DE DILATACION CUANDO EL N° DE TRAMOS SEA MAYOR DE 5. LAS DE 3,00 m DE LUZ, CUANDO SEA MAYOR DE 4 TRAMOS.

ARMADURA DE LA ALCANTARILLA



VALORES DE X'	
N° LUCES	X'
1	0,23 l
varias	0,18 l

VALORES DE y1, y1, z1,z2			
y1	y2	z1	z2
0,18 l	0,30 l	0,12 l	0,25 l

VALORES DE X (m)					
LUZ	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
X	0,35	0,35	0,65	0,70	0,80

ANCLAJE	
BARRAS B' y Fx	
ø mm	cm
8	15
10	25
12	30
14	40
16	45

ARMADURA DEL PORTICO (barras por metro)

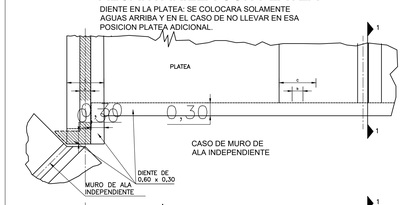
I	2 METROS				3 METROS				4 METROS		5 METROS		6 METROS		I
N° LUCES	SIMPLE		MULTIPLE		SIMPLE		MULTIPLE		SIMPLE		SIMPLE		SIMPLE		N° LUCES
h	250	300	250	300	250	300	250	300	250	300	300	350	300	350	h
a	22	23	26	22	23	26	20	21	23	25	23	24	28	24	a
b	20	21	27	20	21	27	21	24	28	22	23	24	28	21	b
c	50	85	110	60	85	110	60	85	110	60	85	110	65	75	c
d	17	22	25	17	22	25	17	22	25	17	22	25	17	18	d

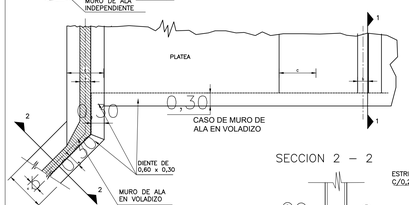
VER NOTA	2 METROS SIMPLE 250	2 METROS SIMPLE 300	2 METROS MULTIPLE 250	2 METROS MULTIPLE 300	3 METROS SIMPLE 250	3 METROS SIMPLE 300	3 METROS MULTIPLE 250	3 METROS MULTIPLE 300	4 METROS SIMPLE 250	4 METROS SIMPLE 300	5 METROS SIMPLE 300	5 METROS SIMPLE 350	6 METROS SIMPLE 300	6 METROS SIMPLE 350	I
1															1
2			3 Ø 12										3 Ø 16		2
3	4 Ø 12		4 Ø 10	3 Ø 12	4 Ø 12		4 Ø 10 3 Ø 12	3 Ø 12	5 Ø 12	4 Ø 12	5 Ø 12		4 Ø 16	5 Ø 12	3
4															4
5			6Ø10	6Ø10	6Ø12		3Ø12	6 Ø 12		6 Ø 12			6 Ø12		5
5p									3 Ø 12	7 Ø 12	8 Ø 12	6 Ø 12	8 Ø 16	7 Ø 16	5p
6	4Ø8	4Ø8	4 Ø 10	6Ø10	4Ø8	4Ø8	6 Ø 12	6Ø12	4 Ø 8	4 Ø 8	4 Ø 8	5 Ø 12	4 Ø 10	4 Ø 12	6
6p									6 Ø 12	7 Ø 10	5 Ø 12	6 Ø 12	7 Ø 12	6 Ø 12	6p
7	4Ø8	4Ø8	4 Ø 10	6Ø10	4Ø8	3 Ø 10	3Ø12	3Ø8	3 Ø 12	2 Ø 8	4 Ø 8	4 Ø 12	4 Ø 10	3 Ø 12	7
7p										4 Ø 8		4 Ø 12	4 Ø 8	4 Ø 10	7p
8	4Ø10	3Ø8	4 Ø 10	6Ø10	4Ø8	6 Ø 10	3Ø12	6 Ø 8	6 Ø 12	8 Ø 8	6 Ø 12	8 Ø 8	8 Ø 8	8 Ø 8	8
9	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	5 Ø 8	9
10								3 Ø 8							10
11			4 Ø10					3 Ø 12							11
12			6Ø10	6 Ø 10	5 Ø 12	6 Ø 12	6 Ø 10	6 Ø 10	9 Ø 10	6 Ø 12					12
13															13
14															14
15	3 Ø 10		3 Ø 10		3 Ø 12		3 Ø 12		5 Ø 12	4 Ø 12	5 Ø 12		4 Ø 16		15
16									4 Ø 8		4 Ø 8	5 Ø 12	3 Ø 16	5 Ø 12	16
17									4 Ø 8	4 Ø 12	4 Ø 8	4 Ø 12	4 Ø 8 4 Ø 12	4 Ø 10	17
Fl	6 Ø 8		6 Ø 8		7 Ø 8		7 Ø 8		9 Ø 8		7 Ø 10		7 Ø 10		Fl

ARMADURA HORIZONTAL DE LOS PIES DERECHOS EXTREMOS Y MUROS DE ALA EN VOLADIZO

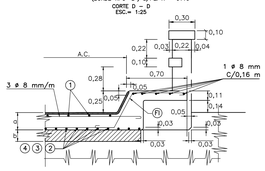
		2 METROS SIMPLE 250	2 METROS SIMPLE 300	2 METROS MULTIPLE 250	2 METROS MULTIPLE 300	3 METROS SIMPLE 250	3 METROS SIMPLE 300	3 METROS MULTIPLE 250	3 METROS MULTIPLE 300	4 METROS SIMPLE 250	4 METROS SIMPLE 300	5 METROS SIMPLE 300	5 METROS SIMPLE 350	6 METROS SIMPLE 300	6 METROS SIMPLE 350		
S_1	A	5 Ø 8 5 Ø 8	5 Ø 8 4 Ø 10			3 Ø 8 5 Ø 8	4 Ø 10 5 Ø 8			4 Ø 8 5 Ø 8	3 Ø 8 4 Ø 10					A	S_1
	B - B'		10 Ø 8 10 Ø 10				12 Ø 8 10 Ø 10							4 Ø 10		B - B'	
S_2	A									5 Ø 8 5 Ø 8	5 Ø 8 5 Ø 8					A	S_2
	B - B'		⊗		⊗			⊗				⊗		⊗		B - B'	
S_3	A															A	S_3
	B - B'															B - B'	
S_4	A															A	S_4
	B - B'															B - B'	
S_5	A															A	S_5
	B - B'															B - B'	
S_6	A															A	S_6
	B - B'															B - B'	
S_7	A	5 Ø 8 5 Ø 8	5 Ø 8 4 Ø 10			3 Ø 8 5 Ø 8	4 Ø 10 5 Ø 8			5 Ø 8 5 Ø 8		5 Ø 8 4 Ø 10		4 Ø 10		A	S_7
	B - B'															B - B'	
	h	250	300	250	300	250	300	250	300	250	300	300	350	300	350	h	
N° LUCES		SIMPLE		MULTIPLE		SIMPLE		MULTIPLE		SIMPLE		SIMPLE		SIMPLE		N° LUCES	
I		2 METROS				3 METROS				4 METROS		5 METROS		6 METROS		I	

ALCANTARILLA CON PLATEA
DIENTE EN LA PLATEA: SE COLOCARA SOLAMENTE AGUAS ARRIBA Y EN EL CASO DE NO LLEVAR EN ESA POSICION PLATEA ADICIONAL.

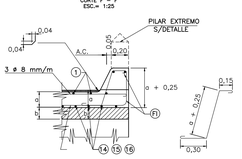




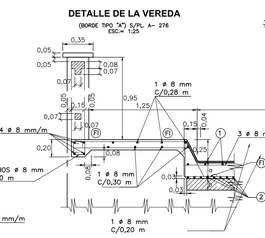
DETALLE DEL GUARDARRUEDAS
(BORDE TIPO "B") S/PL. H – 6110
CORTE D – D
ESC.= 1:25

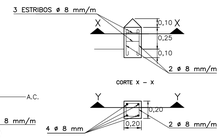


BORDE DE CALZADA TIPO "C"
CORTE F – F
ESC.= 1:25

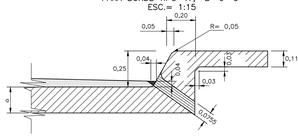


DETALLE DE LA VEREDA
(BORDE TIPO "A") S/PL. A– 276
ESC.= 1:25

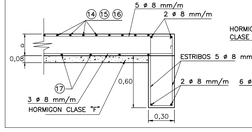




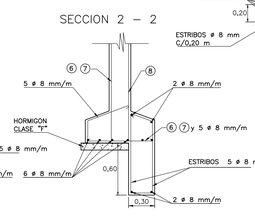
CAÑO DE DESAGÜE H° GALVANIZADO (Øext.= 7,55cm)
PARA BORDE TIPO "A", "B" o "C"
ESC.= 1:15



SECCION 1 – 1



SECCION 2 – 2



NOTA: EN LAS ALCANTARILLAS SIMPLES O MULTIPLES DE MAS DE 4,00 m DE LUZ TOTAL, SE COLOCARA UN CAÑO DE DESAGÜE PLUVIAL A 1,00 m DE CADA ESQUINA.
CUANDO LA LUZ TOTAL SEA DE 9,00 y 10,00 m, LLEVARAN ADEMAS UN CAÑO INTERMEDIO.
PARA LUCES MAYORES, LOS CAÑOS SE COLOCARAN A DISTANCIA VARIABLE, ENTRE 3,33 y 4,33 m DE LOS DE LA ESQUINA.

DATOS A FIJAR EN LOS PROYECTOS
1 - LA LUZ DE LA ALCANTARILLA Y EL NUMERO DE TRAMOS.
2 - LA ALTURA DE LA ALCANTARILLA.
3 - LA COTA DE FUNDACION Y LA COTA DE TERRENO NATURAL O COTA SOCAVACION PREVISTA.
4 - EL ANCHO DE LA CALZADA.
5 - TIPO DE BORDE DE CALZADA: A- B o C
6 - RECTA u OBLICUA
7 - TIPO DE FUNDACION (CON O SIN PLATEA)
8 - TIPO DE BARANDA.
9 - TIPO DE MURO DE ALA Y DATOS NECESARIOS.

EL RECUBRIMIENTO MINIMO DE LA ARMADURA DE LA LOSA DE CALZADA, GUARDARRUEDAS Y BARANDA SERA DE 2 cm. EL DE LOS DEMAS ELEMENTOS SERA DE 3 cm.
SEPARACION MINIMA DE BARDAS SERA DE 4 cm.
SE USARA HORMIGON CLASE "B" EN TODAS LAS ESTRUCTURAS, SALVO AQUELLAS DONDE SE INDIQUE OTRA COSA.

MATERIALES

HORMIGON: CLASE "B", σb = 210 kg/cm²

ACERO: σadm = 2400 kg/cm²

σfe = 4200 kg/cm²

PRESIONES SOBRE EL TERENO		
ALCANTARILLA S/PLATEA	ALCANTARILLA C/PLATEA	
2,5 kg/cm²	MUROS DE ALA	DEBAJO PLATEA
	ver Plano X - 1676	0,5 kg/cm²

NOTA: LAS BARRAS "A" y "B" NO EXISTEN; "B" SE TRANSFORMA EN 5 Ø 8 mm/m, EN TODA LA ALTURA.
LAS ARMADURAS "5p", "6p" y "7p", REEMPLAZAN A LA 5, 6 y 7 RESPECTIVAMENTE, SOLO EN EL CASO DE ALCANTARILLAS DE 4, 5 y 6 METROS DE LUZ CON PLATEA DE FUNDACION.

PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

INTEGRANTES:
FANJUL, JULIAN
LUDUEÑA, EXEQUIEL
MAMMELLA, FRANCO
THORDUGHGOOD, FELIPE

INTERVENCIÓN EN RUTA NACIONAL N°33, CONTROL A INUNDACIONES EN TRAMO KM 757 - KM 760 entre Pujato (Dpto. San lorenzo) - Zavalla (Depto. Rosario), Pcia. Santa Fe

PLANO TIPO ALCANTARILLA Z - 2915 - I

REVISION:	FECHA:	ESCALA:
01	25/07/25	VARIAS