

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil - Plan 2014

**CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO
PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN
GRANADERO BAIGORRIA
PROVINCIA DE SANTA FE**

ESTUDIANTES

AQUILANO, Matías Nicolás	A - 4344/3
DEMTI, Sofía	D - 4128/9
FRANCES CUTTI, Tomás	F - 3604/8
PIRO, Agustín Ezequiel	P - 4945/1

DIRECTORES:

Ing. Raúl Navarro
Mg. Ing. Claudia Forestieri
Mg. Arq. Cristina Cervera

ASESORES:

Mg. Ing. Nicolás Guido Bolcatto
Dr. Ing. Gerardo Adrián Riccardi
Dr. Ing. Juan Pablo Raffaelli

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

Ingeniería Civil
FEBRERO 2026

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

AGRADECIMIENTOS

La culminación de este Proyecto Final marca el cierre de una etapa fundamental en nuestras vidas. Este trabajo no solo representa la aplicación de conocimientos técnicos, sino el resultado de años de esfuerzo, constancia y aprendizaje compartido.

Agradecemos profundamente a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, nuestra casa de estudios, por brindarnos el espacio y las herramientas necesarias para formarnos como profesionales éticos y capaces.

Queremos destacar el acompañamiento de nuestros docentes de la cátedra y tutores, cuya guía y predisposición fueron claves para sortear los desafíos técnicos de este proyecto. Gracias por compartir su experiencia y por impulsarnos a buscar siempre la excelencia.

A nuestras familias y amigos, gracias por ser el sostén incondicional. Por la paciencia en las largas noches de estudio y por el aliento constante cuando el camino se hacía difícil. Este logro también es de ustedes.

Finalmente, gracias a cada integrante de este equipo. Por el compromiso, el debate constante y el compañerismo que permitieron transformar una idea en este proyecto final. Agustín, Tomás, Matías y Sofía.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
1) INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	4
1.1) Introducción.....	4
1.2) Objetivos.....	6
1.3) Emplazamiento del proyecto.....	6
1.4) Evolución, situación actual y emplazamiento del Barrio de Pescadores.....	8
2) MEMORIA DESCRIPTIVA.....	15
2.1) Datos iniciales.....	15
2.2) Estructura de contención de suelos.....	15
2.2.1) Alternativas estudiadas.....	15
2.2.2) Diseño del muro de contención.....	16
2.3) Movilidad urbana.....	17
■ Paseo público en el área superior de la barranca.....	21
Paseo peatonal y paso vehicular para vecinos.....	21
Bicisenda.....	25
Equipamiento.....	28
■ Paseo público en el área inferior de la barranca.....	32
■ Flujo vehicular de calles aledañas.....	36
2.4) Escurrimiento hidráulico - Sistema de desagües pluviales.....	36
3) IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	37
4) MEMORIA DE CÁLCULO.....	42
4.1) Condiciones del entorno.....	42
■ Estado del río Paraná.....	42
Análisis de los niveles hidrométricos de interés.....	42
Escenario para una recurrencia de 100 años.....	44
Análisis de permanencia de niveles hidrométricos.....	50
■ Estudios de suelo.....	52
4.2) Estructura de contención de suelos.....	54
■ Análisis con software GeoStudio.....	54
■ Resultados obtenidos.....	55
Verificación al vuelco.....	59
Verificación al deslizamiento.....	61
Verificación de hundimiento o capacidad de carga.....	63
Verificación a la estabilidad global.....	64
Verificación deslizamiento entre bloques.....	66
Contención de suelo para el paseo inferior.....	67
Análisis de movimiento de suelos.....	68
Consideraciones adicionales.....	70
4.3) Escurrimiento hidráulico - Sistema de desagües pluviales.....	72

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

■ Caudal de diseño.....	73
■ Diseño de la red de desagües.....	78
■ Dimensionamiento.....	81
5) EQUIPOS NECESARIOS Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	83
5.1) Equipos necesarios.....	83
5.2) Procedimiento constructivo.....	87
■ Etapa 1: Preparación e Inicio.....	88
■ Etapa 2: Estructura y Contención.....	88
■ Etapa 3: Paseos y Servicios.....	88
■ Etapa 4: Terminación.....	88
6) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
7) BIBLIOGRAFÍA.....	91
8) PLANOS.....	94
9) ANEXOS.....	96
9.1) ANEXO 1 - Noticias acerca de derrumbes.....	96
9.2) ANEXO 2 - Información básica recopilada.....	97
9.2.1) Obtención de niveles máximos y mínimos del pelo de agua.....	97
9.2.2) Estudios de suelos disponibles.....	101
9.2.3) Obtención de datos topobatimétricos.....	104
9.2.4) Obtención de perfiles transversales en zona superior de la barranca.....	105
9.2.5) Obtención de curvas IDR.....	110
9.3.1) ANEXO 3.1 - Cálculos geotécnicos.....	112
9.3.2) ANEXO 3.2 - Memoria de cálculo.....	115
9.3.3) ANEXO 3.3 - Memoria de cálculo de movimiento de suelos.....	122
9.4) ANEXO 4 - Cálculos de erosión general.....	123

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

1) INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1) Introducción

El área de intervención del presente proyecto se localiza en la franja costera comprendida entre las calles Estrada y Rosario, en la ciudad de Granadero Baigorria, provincia de Santa Fe, Argentina.



Figura 1.1.1: Ubicación de la zona en estudio dentro de la ciudad de Granadero Baigorria.

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Maps.

El proyecto de recuperación y puesta en valor de la **barranca del Barrio Paraíso** (indicando sus límites en color rojo sobre la figura anterior) se desarrolla en un contexto de urgencia y oportunidad. Situada sobre la margen derecha del Río Paraná, a 10 kilómetros del norte de Rosario, Baigorria forma parte del conurbano de esta ciudad y comparte con ella una característica geográfica tan distintiva como problemática: la barranca ribereña.

Esta barranca no constituye únicamente un accidente geográfico sino también el límite natural de la ciudad con su principal recurso hídrico: el Río Paraná. Con el paso del tiempo, ha sufrido un **proceso sostenido y acelerado de erosión y desmoronamiento**. Las causas son múltiples, combinando la dinámica natural del río y las precipitaciones

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

intensas con la ausencia de infraestructura adecuada para el saneamiento pluvial y, en algunos sectores, la ejecución de calles y viviendas sin considerar la vulnerabilidad del terreno. Esta situación, advertida reiteradamente por vecinos y autoridades no solo compromete el valor paisajístico y ambiental del área sino que también representa un riesgo tangible para la seguridad de los residentes, sus viviendas y la infraestructura urbana circundante.

Frente a este escenario, el presente proyecto se plantea como una **respuesta integral**. Su objetivo principal es mitigar el problema de erosión mediante la construcción de un *muro de contención* incorporando al mismo tiempo la recuperación y reintegración de la barranca como espacio público de calidad. La propuesta excede la dimensión técnica de la obra, ya que busca revitalizar el sector y transformarlo en un ámbito de uso comunitario.

En este sentido, se proyecta la creación de un *paseo urbano* que incorpore una bicisenda y una senda peatonal, garantizando una circulación segura y accesible. Asimismo, se prevee el proyecto de un *sistema de desagües pluviales* en la parte superior de la barranca con el fin de abordar una de las causas principales de la erosión de la misma. La intervención contempla también la habilitación de un *sector de paseo en la parte inferior* del muro de contención, aprovechando la costa del río como espacio recreativo de uso público. Para asegurar la conexión entre ambos niveles se proyecta la construcción de una *rampa* que facilite la accesibilidad.

En síntesis, este proyecto constituye una oportunidad para transformar una problemática histórica en una propuesta de valor estratégica. No se trata únicamente de una obra de infraestructura sino de una **inversión en seguridad, bienestar y calidad de vida** de los habitantes de Granadero Baigorria, mediante la recuperación de un espacio natural que será devuelto a la comunidad.



Figura 1.1.2:
Espacio
natural
donde se
desarrolla el
proyecto.

Fuente:
Elaboración
propia con la
utilización de
un drone.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

1.2) Objetivos

Objetivo General

Garantizar la **estabilidad geotécnica de la barranca del Barrio Paraíso** en la ciudad de Granadero Baigorria, generando un espacio de esparcimiento seguro para la comunidad.

Objetivos Particulares

El proyecto tiene los siguientes objetivos:

- **Diseñar y construir un muro de contención** que garantice la estabilidad del suelo.
- **Diseñar un sistema de desagüe pluvial eficiente** para prevenir la erosión del suelo.
- **Diseñar un sector de paseo** atractivo para la comunidad.
- **Diseñar la infraestructura para la movilidad peatonal y vehicular** en la zona interviniente y aledañas.

1.3) Emplazamiento del proyecto

En la presente sección, se incluirán imágenes satelitales que muestran la ubicación del Barrio Paraíso, en la ciudad de Granadera Baigorria y su entorno, detallando el área de intervención para el desarrollo del proyecto.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Figura 1.3.1: Ubicación de la zona en estudio dentro de la ciudad de Granadero Baigorria.

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Maps.

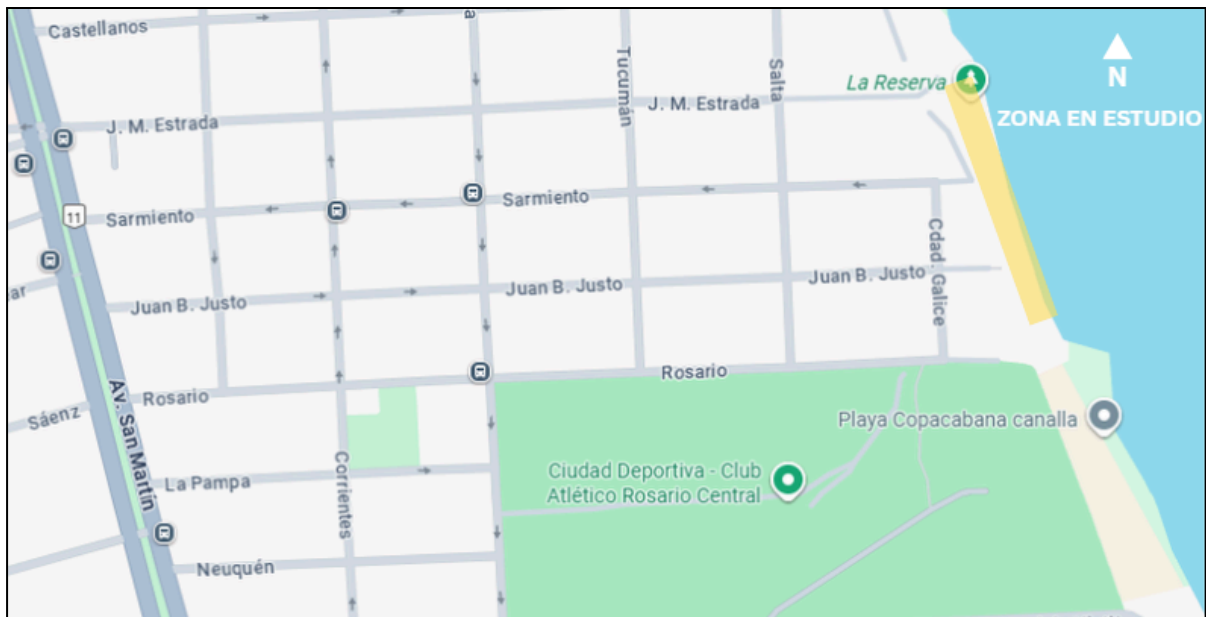


Figura 1.3.2: Ubicación ampliada.

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Maps.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

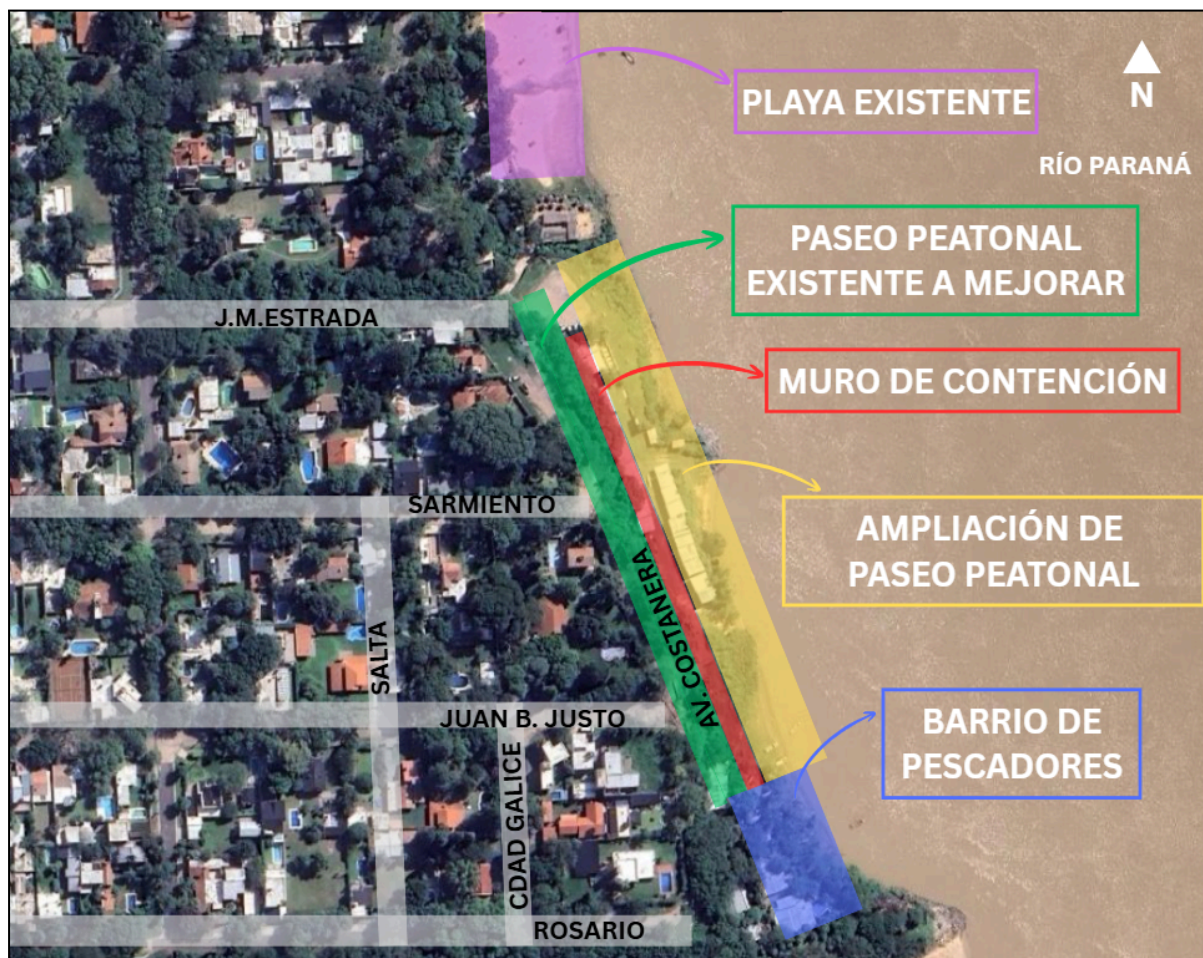


Figura 1.3.3: Ubicación esquemática de las distintas partes del proyecto en la zona en estudio.

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Maps.

Además, se presenta al sector en el **PLANO N°1: Croquis de ubicación y entorno.**

1.4) Evolución, situación actual y emplazamiento del Barrio de Pescadores.

Se presenta a continuación un análisis de las transformaciones que ha experimentado la barranca del Barrio Paraíso en los últimos años, poniendo en evidencia el progresivo avance de los procesos de erosión y desmoronamiento. Se pueden leer las noticias de estos sucesos en el [ANEXO 1 - Noticias acerca de derrumbes](#).

El problema es de naturaleza histórica, con vecinos que afirman que han estado reclamando al Estado Nacional por el desmoronamiento de la barranca desde hace 10 años. Desde antes de 2019 distintos informes ya señalaban que el problema era un "colapso ambiental largamente anunciado", donde el 70% de los ambientes de barranca del

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Paraná Inferior habían sido modificados en algún grado, y los usos fluviales y terrestres de las riberas (como el vertido de basura o las construcciones) contribuyen a la erosión.

A lo largo de los años la barranca ha sido afectada por la dinámica del Río Paraná y los fenómenos meteorológicos, obligando al municipio a realizar intervenciones puntuales.

En diciembre de 2023 se produjo un gran desprendimiento, específicamente en la Bajada Formosa, zona inmediatamente al norte del sector a intervenir. Este evento fue causado por un fuerte temporal y la crecida del río. La respuesta municipal fue una rápida intervención de monitoreo y clausura del sector para evitar accidentes, como se puede observar en la *Imagen 1.4.1*.



Imagen 1.4.1: Intervención del municipio tras el desmoronamiento de la barranca.

*Fuente: Municipalidad de Granadero Baigorria.
Fecha: 21/12/2023.*

La situación se intensificó en 2025, convirtiéndose en una alarma de riesgo para la infraestructura y las viviendas:

- En febrero de dicho año se registró una "primera caída importante" en la barranca, provocada por una tormenta intensa ocurrida el día 5 de ese mes, lo que llevó a la colocación de un vallado preventivo en el sector. Se presenta un fragmento de la noticia en la *Imagen 1.4.2*.
- En septiembre, el problema se agudiza concentrándose el derrumbe en la intersección de las calles Juan B. Justo y Sarmiento, en el Barrio Paraíso. Este desmoronamiento dejó grietas visibles y puso en riesgo las viviendas cercanas a la costanera. Se observa su estado en las *Imágenes 1.4.3-1.4.6*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Lo afirmó el Secretario de Obras Públicas Martín Tartarelli

El desprendimiento de tierra en algunos sectores de la costa, volvió a reabrir el debate sobre quien tiene que intervenir para la solución definitiva del tema

El secretario de Obras Públicas Martín Tartarelli en contacto con Radio City informó que hay reclamos presentados oportunamente ante la autoridad portuaria nacional (Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante) sin respuesta alguna

"Venimos monitoreando la situación con drones desde el aire y estudios de suelo sobre el lugar. El desprendimiento más significativo fue en febrero de éste año y desde allí no hubo cambios significativos en la barranca sobre calle J.B. Justo" remarcó el funcionario

En cuanto a la obra que hay que emprender para la solución definitiva del desmoronamiento de la barranca, Tartarelli fue claro: "es un costo inaccesible para los municipios y esto lo debe afrontar el gobierno nacional a quien hemos presentado el problema desde hace 10 años a esta parte"

Imagen 1.4.2: Fragmento de la noticia sobre continuos reclamos de esta problemática.

Fuente: Baigorria Informa. Fecha: 08/09/2025

Ante el avance del derrumbe, la demanda de los vecinos evolucionó de pedir atención a exigir una solución de fondo, el municipio sólo realizó medidas temporales colocando vallas y barreras para restringir el paso.

A partir de una inspección en campo, se registraron imágenes que ilustran la situación actual del sector, donde pueden observarse varios episodios de derrumbes ocurridos tras días de precipitaciones. Como consecuencia de estos eventos, se produjeron anegamientos en la calzada y restricciones en la circulación peatonal y vehicular. Considerando que el área es frecuentemente transitada por vecinos y visitantes, se considera imperiosa la intervención para mejorar las condiciones de seguridad y estabilidad del sitio.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Imagen 1.4.3: Desmoronamiento de la barranca en la calle Juan B Justo.

Fecha: 08/08/2025. Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Imagen 1.4.4: Desmoronamiento de la barranca en la calle Juan B Justo.

Fecha: 08/08/2025. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 1.4.5: Desmoronamiento de la barranca en la intersección con calle Sarmiento.

Fecha: 12/09/2025. Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Imagen 1.4.6: Desmoronamiento de la barranca en la intersección con la calle Sarmiento.

Fecha: 12/09/2025. Fuente: Elaboración propia.

Se observa el derrumbe de la barranca el día 6 de septiembre del corriente año, luego de semanas de intensa lluvia, la situación empeoró con respecto a semanas anteriores (imágenes del 08/08/2025), que se muestra en la última foto.

Por otro lado, en las proximidades de la intersección de las calles Juan B. Justo y Avenida Costanera, se ubica, sobre la propia barranca, un asentamiento informal identificado por el municipio como “Barrio de Pescadores”. Si bien este asentamiento no forma parte del barrio Remanso Valerio, sus habitantes desarrollan principalmente actividades vinculadas a la pesca y, debido a su prolongada permanencia en el lugar, su relocalización no resulta viable. La cercanía al río Paraná constituye un elemento esencial para su modo de vida.

En consecuencia, se decidió extender el muro de contención en sentido longitudinal hasta el punto inmediatamente anterior a dicho barrio, a fin de no afectar su permanencia y garantizar su resguardo. No obstante, se considera recomendable realizar una verificación específica del estado de la barranca en las secciones donde se emplazan las viviendas con

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

el objetivo de evaluar su estabilidad y asegurar condiciones adecuadas de seguridad para sus habitantes.



Imagen 1.4.7: Ubicación Barrio de Pescadores.

Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google Maps.

Al momento de la ejecución del proyecto propuesto, se recomienda comunicarse con los habitantes, ya que nuestra intervención influye en el comportamiento del Barrio de Pescadores. Por lo tanto, también se debe hacer un análisis de impacto ambiental para evaluar cómo afecta el proyecto en la comunidad y la aceptación del mismo.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

2) MEMORIA DESCRIPTIVA

En este apartado, se explicará brevemente en cada una de las aristas a tratar y lo definido en este proyecto. Luego, en la memoria de cálculo se encontrará todo el desarrollo numérico. Por último, en los Anexos se encontrará la información restante que acompaña al cálculo (tablas, gráficos, imágenes, etc).

2.1) Datos iniciales

Antes de cualquier intervención, se debe estudiar cuáles son las condiciones actuales en la que se encuentra el sector. Para el análisis, los datos fundamentales a conocer y analizar son: **comportamiento del río Paraná y estudios de suelo**. Para conocer el comportamiento del río Paraná, se analizan los *niveles hidrométricos*. Obtuvimos aquellos que nos servirán para el diseño de las distintas partes del trabajo (R=100 de mínimos anuales para la estabilidad de la barranca y permanencia para determinar la cota de terraplén) y el análisis de erosión para R=100 de máximos anuales (en qué situación se encontrarán el lecho y el paseo) (*Fuente: Departamento de Hidráulica de la UNR - DR. ING. Gerardo A. Riccardi*). Esto se puede ver en el *PLANO N°2: Perfiles de erosión general* en el 9.4) ANEXO 5 - Cálculos de erosión general.

2.2) Estructura de contención de suelos

2.2.1) Alternativas estudiadas

Durante el transcurso de la carrera y en reuniones con nuestro asesor Mg. Ing. Nicolás Guido Bolcatto, especialista en Ingeniería Geotécnica, se analizaron distintas alternativas para poder subsanar un desnivel del terreno. Algunas de las opciones consideradas fueron:

- Muro de hormigón: consiste en formar una estructura de hormigón capaz de resistir el terreno natural. El mismo puede ser tanto de gravedad como en ménsula o voladizo. La principal dificultad es la altura a cubrir, alcanzando valores cercanos a los 18 m. Por lo tanto, si se elige esta alternativa, se presentaría la dificultad de necesitar una gran cantidad de volumen de hormigón, por lo que no es recomendable. Se suele utilizar este sistema de contención con desniveles de hasta 5 m para el caso de los muros de gravedad y 10m para los muros en voladizo.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- Tablestacas: son una estructura de contención flexible, hecha de elementos prefabricados de acero, hormigón o PVC que se hincan en el suelo para formar un muro continuo, usado para sostener tierras, realizar excavaciones seguras, proteger costas o crear ataguías impermeables, especialmente donde hay nivel freático. Tienen la ventaja de tener un bajo peso propio debido a los pequeños espesores con las que se construyen. Además, es posible cubrir grandes desniveles ya que se pueden empalmar, en el caso de que fueran metálicas. Analizando sus desventajas, presentan un elevado precio en el caso de dicho material; y al ejecutarlas de hormigón se pierden las ventajas mencionadas de un peso reducido y salvar grandes alturas. Otra desventaja a considerar para ambos tipos son los métodos de ejecución ya que es necesario utilizar piloterías o equipos de hincado para su colocación y, siendo que el espacio actual es reducido para la ejecución de la estructura de contención, esta alternativa no podría ser la óptima.
- Muro de gaviones: el gavión tipo caja es una estructura en forma de paralelepípedo, producida a partir de un único paño de malla hexagonal de doble torsión que forma la base, la tapa y las paredes frontal y trasera. Por dentro de la caja, se rellena con material pétreo (piedra o canto rodado). A este paño base son unidos, durante la fabricación, paneles que formarán las dos paredes de las extremidades y los diafragmas. Esta alternativa tiene ventajas en el proceso de ejecución ya que se pueden ejecutar in situ o en la zona de obra y, por otro lado, no se necesitan materiales de precio elevado; pero la dificultad radica en el lugar de obtención de los mismos ya que la piedra partida o canto rodado no se encuentran cerca de la zona de nuestro proyecto, por lo que podría ser reemplazado por bloques de hormigón. El comportamiento de los muros es en conjunto con el suelo, conformando así un gran muro de gravedad. Además, no existen limitaciones en altura con respecto a este método constructivo, debiéndose realizar las verificaciones necesarias para que el muro no se desmorone.

2.2.2) Diseño del muro de contención

En base al análisis anterior, consideramos que el **muro de gaviones** resulta el más adecuado para la problemática analizada, ya que se presentan suelos arcillosos y rellenos principalmente, por lo tanto constituye la solución técnica más eficiente debido fundamentalmente a su permeabilidad y flexibilidad, características críticas para garantizar

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

la estabilidad en este tipo de terrenos. Dado que las arcillas son susceptibles a cambios de volumen y retención de humedad, un muro de hormigón impermeable correría un alto riesgo de sufrir empujes hidrostáticos excesivos detrás de su paramento, mientras que el gavión actúa como un sistema autodrenante que disipa estas presiones de agua de forma natural, evitando el colapso por saturación del trasdós. Asimismo, la naturaleza flexible de la malla de acero rellena de piedra permite que la estructura absorba y se acomode a los asentamientos diferenciales o ligeros movimientos de ladera propios de un suelo de relleno sin sufrir las fisuras o roturas frágiles que condenarían a una estructura rígida de hormigón armado, ofreciendo así una solución más resiliente, económica y sencilla de ejecutar en la pendiente sin necesidad de cimentaciones profundas complejas.

Se adoptó la ejecución de un **muro de gaviones** con elementos de 1 m x 1 m x 1 m, una pendiente de 53° y el diseño esquematizado en la *Figura 2.2.1*. El detalle de su cálculo se encuentra en 9.2) ANEXO 3 - Cálculos geotécnicos y su diseño en el PLANO N°3.1: **Ing. Geotécnica - Muro de contención**

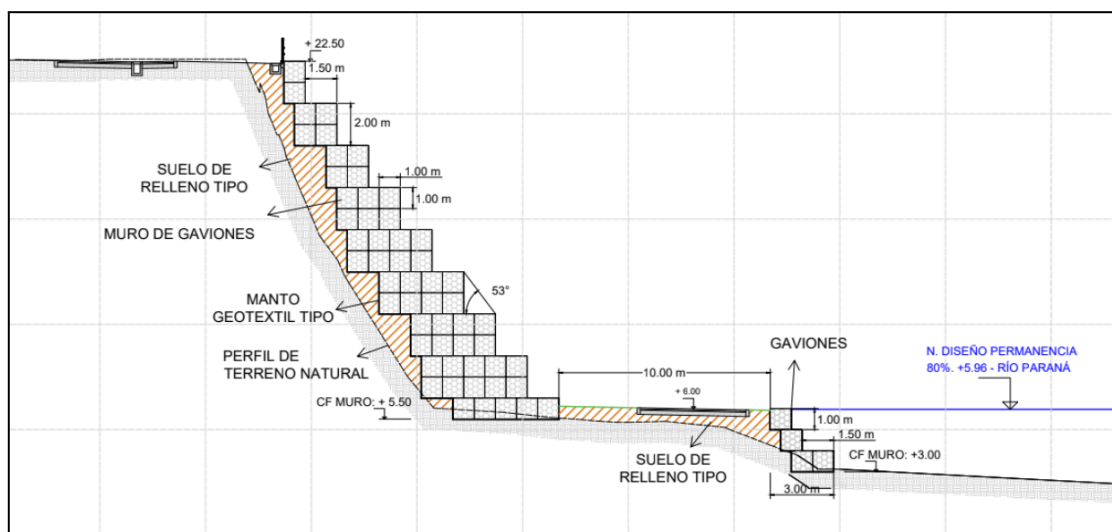


Figura 2.2.1: Esquema en corte del muro de contención - Cotas referidas al IGN.

Fuente: Elaboración propia.

2.3) Movilidad urbana

En búsqueda de confeccionar un sector que permita vincular a los habitantes de la ciudad de Granadero Baigorria con el río y, a su vez, circular de forma segura, se planteó realizar dos paseos peatonales, uno de ellos ubicados en la zona superior denominado

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Paseo Superior, ubicado en concordancia con el nivel de coronamiento del muro de contención, y un Paseo Inferior, que rodea la costa del río Paraná, permitiendo así una mayor conexión con el mismo.

El paseo a nivel superior se conformará por un **paseo peatonal** de 3,50 m de ancho que eventualmente permitirá la circulación de algún vehículo que necesite ingresar a su domicilio. A su vez, se plantea una **bicisenda** de 1,50 m de ancho. La materialidad adoptada es de pavimento intertrabado, tanto para el paseo peatonal como para la bicisenda. El acceso al paseo inferior es mediante la escalera existente ubicada en el extremo norte del paseo superior, o mediante la calle Estrada, que desemboca en el estacionamiento planteado. En el esquema de la *Figura 2.3.1.* se puede observar una vista en planta donde se muestra la extensión de los paseos inferior y superior. A su vez se presentan el *PLANO N°4: Perfil transversal tipo paseo peatonal*, el *PLANO N°5.1: Movilidad urbana- Planta general* y el *PLANO N°5.2: Movilidad urbana.*

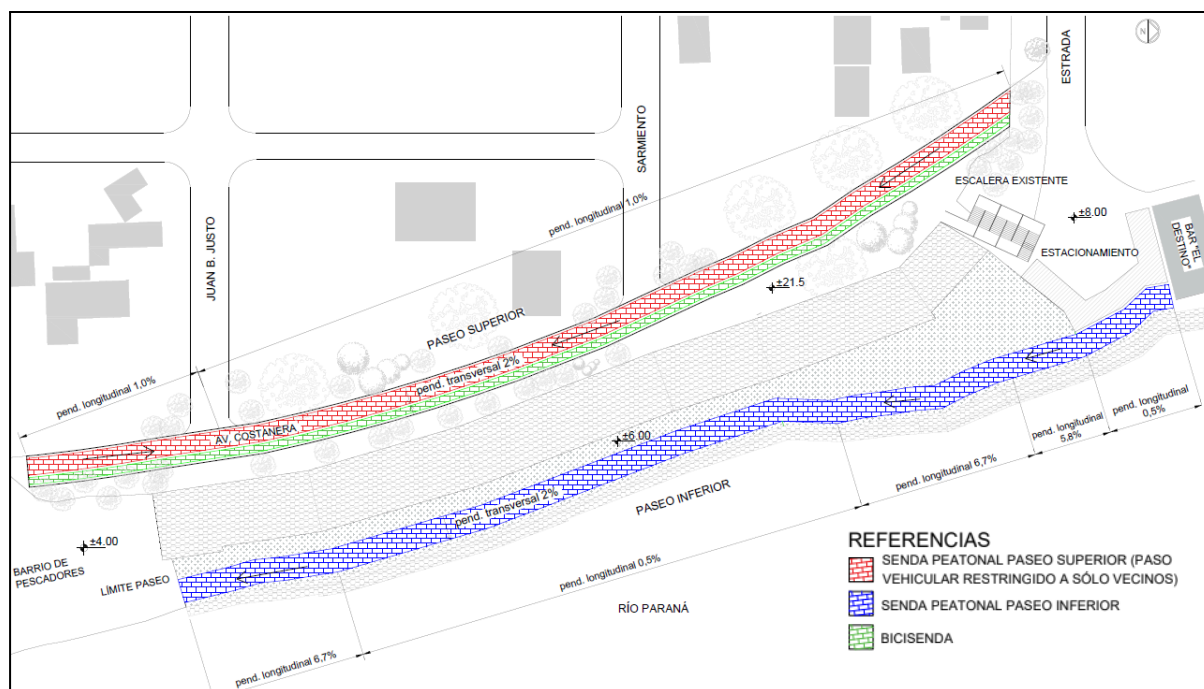


Figura 2.3.1: Planta general - Medidas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

En la figura *Figura 2.3.2.* se muestra el perfil transversal del paseo superior y en la *Figura 2.3.3.* un perfil transversal del paseo inferior.

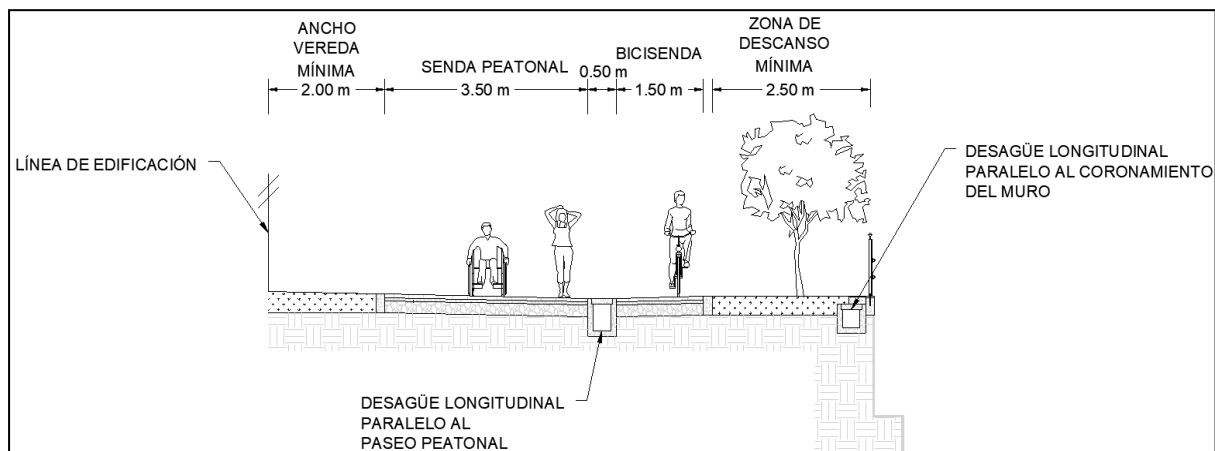


Figura 2.3.2: Perfil transversal paseo superior. Medidas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

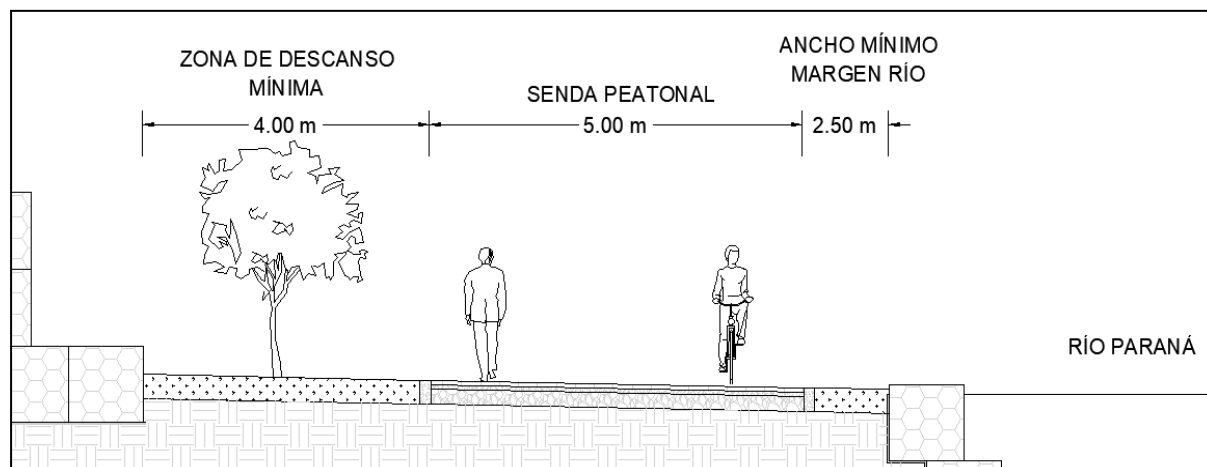


Figura 2.3.3: Perfil transversal del paseo inferior. Medidas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto de movilidad urbana en el Barrio Paraíso de Granadero Baigorria se centra en transformar la franja costera en un **espacio público seguro, accesible y prioritario para peatones y ciclistas**, integrándose con la estructura de contención de la barranca.

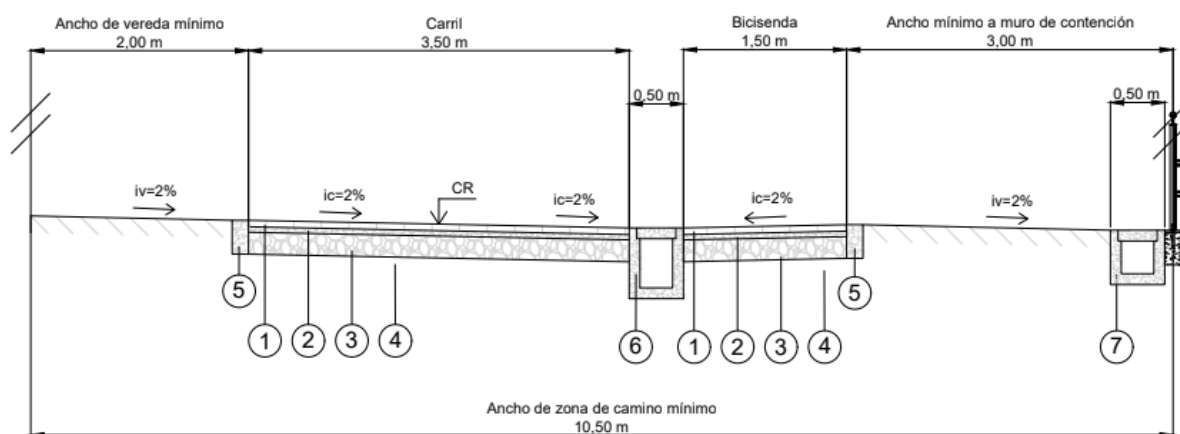
En esencia, el proyecto busca revitalizar el sector, convirtiendo una problemática histórica (la erosión de la barranca) en una propuesta de valor estratégica para la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de los habitantes de Granadero Baigorria.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Los puntos claves a los que se apunta son:

- **Establecer un corredor recreativo:** Transformar el área en un ámbito de uso comunitario y de esparcimiento.
- **Seguridad y Accesibilidad:** Garantizar una circulación segura y accesible para todos los usuarios.
- **Prioridad no motorizada:** Diseñar el paseo con una **bicisenda** (1,50 m de ancho) y una **senda peatonal** (3,50 m de ancho), fomentando el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo y saludable. *Figura 2.3.4.*
- **Conexión vertical:** Mediante una escalera metálica ya existente en la zona, para conectar de forma segura el nivel superior, con la nueva zona del paseo inferior.
- **Gestión del tránsito:** Reestructurar el flujo vehicular en las calles aledañas, **restringiendo el paso vehicular** en el paseo a solo frentistas y emergencias, y limitando la velocidad máxima a 10 km/h.
- **Infraestructura de calidad:** Instalar equipamiento (mobiliario urbano, iluminación, señalización) y utilizar materiales de pavimento adecuados (hormigón intertrabado para la senda peatonal y hormigón poroso drenante para la bicisenda).



Diseño estructural:

1. Bloques adoquines intertrabado $e = 6$ cm con junta 20 cm x 30 cm x 6 cm, ancho 3,50 m
2. Capa de arena de esp. 5 cm y ancho 3,50 m.
3. Subbase granular esp. 20 cm y ancho 3,50 m.
4. Explanda compactada ancho 3,50 m.
5. Contención lateral de hormigón esp. 20 cm y altura 30 cm.
6. Canaleta 50 cm x 65 cm c/ rejilla modelo Indupag.
7. Canaleta 50 cm x 50 cm c/ rejilla modelo Indupag.

Figura 2.3.4: Perfil transversal del área superior.

Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

■ Paseo público en el área superior de la barranca

Se proyecta un **paseo público recreativo** en la parte superior de la barranca con la implementación de bicisenda y senda peatonal que incluya iluminación, señalización y mobiliario urbano. Además, se dispone de una escalera de uso público existente en el lugar, en el sector norte del muro, la cual servirá de conexión entre el paseo superior e inferior.



Figura 2.3.5: Escalera existente en el sector de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Paseo peatonal y paso vehicular para vecinos

Se presenta a continuación la *Figura 2.3.6*, la cuál identifica tanto el paseo superior como el paseo inferior, junto con sus características principales y dimensiones en la *Figura 2.3.7*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

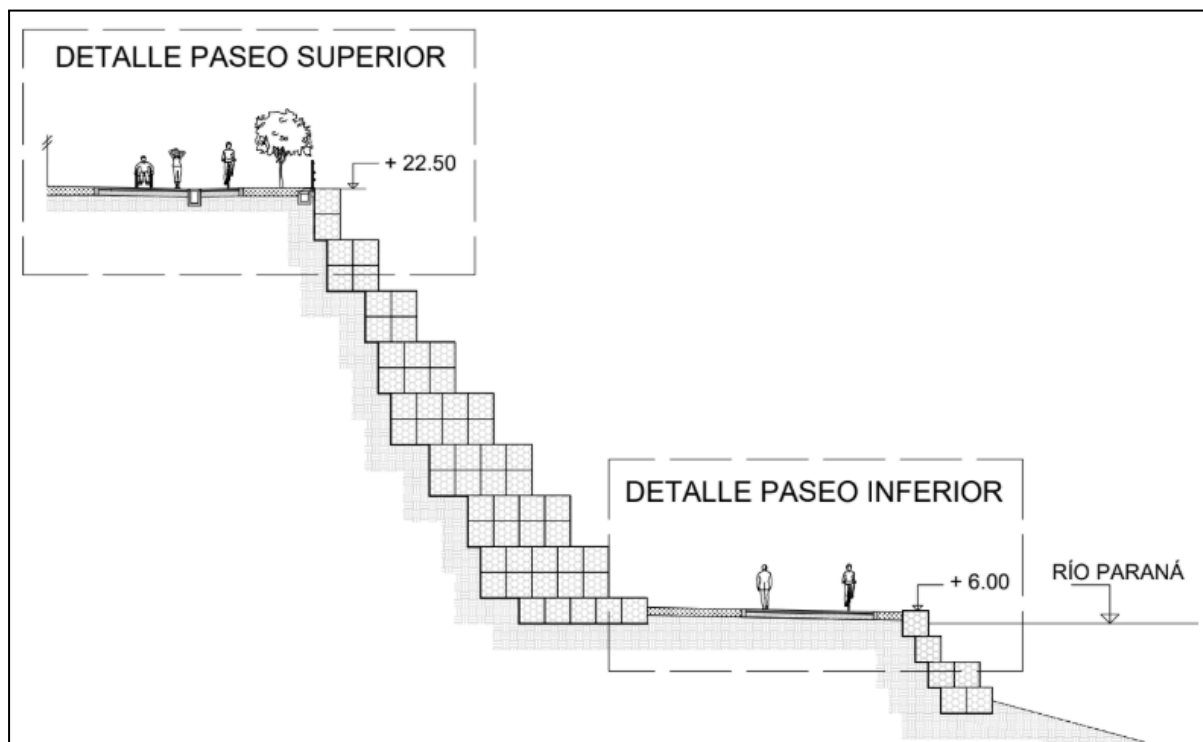


Figura 2.3.6: Corte transversal del sector en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

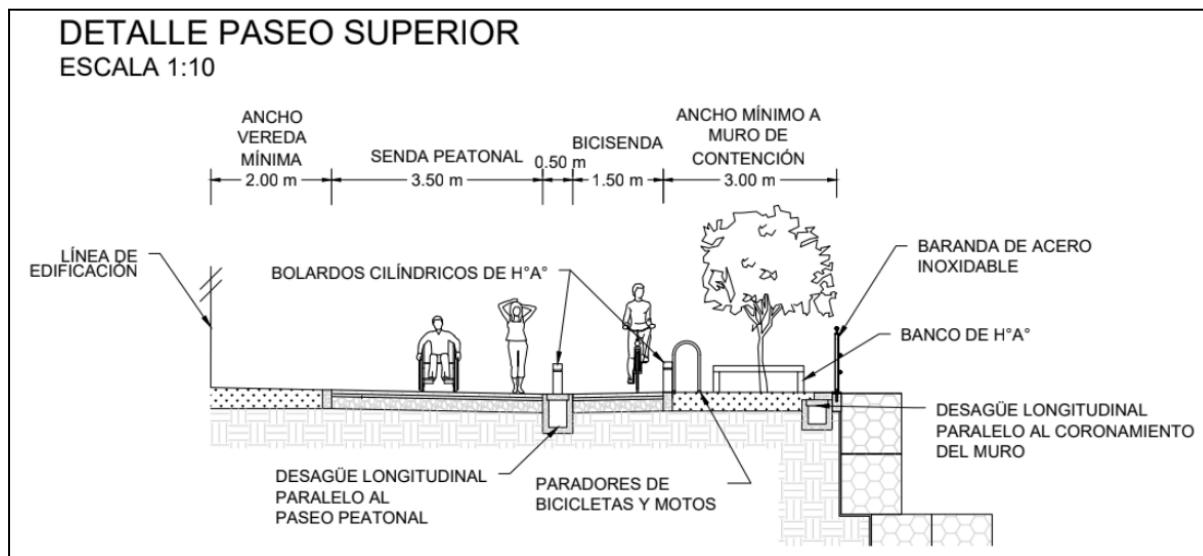


Figura 2.3.7: Corte paseo superior. Fuente: Producción propia.

Para el paseo superior, se dispondrá un paseo peatonal con un ancho de 3,50 m a lo largo de toda la barranca que contará con mobiliario urbano, iluminación, carpeta de césped drenante para las grandes superficies de espacio verde y plantación de árboles y arbustos

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

nativos. El mismo será caracterizado a partir de valores indicados según el apunte “Elementos de la sección transversal” de la materia Transporte 2 (Departamento de Transporte, 2022) y el “Manual de Diseño Urbano” utilizado para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

Estará conformado por **pavimento articulado intertrabado**, el cual se trata de un solado compuesto por piezas prefabricadas de hormigón de 20x30x6 cm. Para el cual también tomamos una **pendiente transversal de 2 %**, según la *Tabla 2.3.1: Pendientes transversales mínimas de calzadas según materialidad*.

Tabla 2.3.1: Pendientes transversales mínimas de calzadas según materialidad.

Fuente: Elementos de la sección transversal (Departamento de Transporte, 2022).

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

Se adopta debido a su alta resistencia al desgaste en superficie, una vez finalizada la obra se puede transitar de manera inmediata, es fácilmente reparable y a bajo costo, las juntas facilitan el escurrimiento del agua (importante para el funcionamiento del sistema de desagües que protege al muro), y es de larga vida útil. Además, se recomienda su aplicación en sectores con características como las del proyecto (bicisendas, senderos o solados de plazas, zonas de riesgo hídrico, entre otros).

Para su diseño se utilizó el “Manual Euroadoquin” (Universidad de Alicante, s.f.). A partir de los estudios de suelos disponibles, se adopta un CBR de entre 5 y 10 (menor rango, del lado de la seguridad) y un uso de la vía “C4 - Áreas peatonales, calles residenciales, aparcamientos de vehículos...”.

Según lo recientemente mencionado, obtenemos perfil de la *Figura 2.3.8*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Figura 2.3.8: Perfil transversal de paseo peatonal / vehicular.

Fuente: Manual Euroadoquin (Universidad de Alicante, s.f.).

Se aclara que “Zahorra artificial” referencia en nuestro vocabulario a estabilizado granular.

De esta forma, resulta el paquete estructural conformado, en orden descendente, por los siguiente materiales:

- Adoquines intertrabados
- Capa de arena (3-5 cm)
- Subbase granular
- Subrasante de suelo compactado

El pavimento intertrabado se puede presentar con distintas disposiciones, en nuestro caso adoptamos la *espina de pez a 90°*, como se muestra en la Figura 2.3.9.



Figura 2.3.9: Pavimento articulado intertrabado en espina de pez a 90°. Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Además, se considera importante incluir **mosaicos podotáctiles**, piezas prefabricadas que por su configuración (formal y cromática) son parte de un sistema háptico de comunicación de distintas situaciones urbanas en los pavimentos.

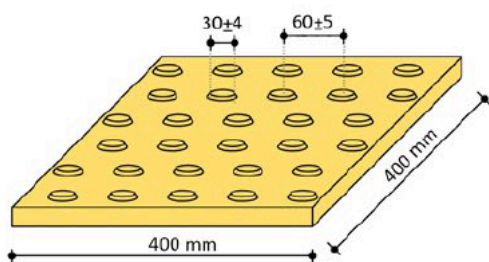
Más allá de su importancia social cuenta con los siguientes beneficios: poseen gran resistencia para el alto tránsito peatonal requieren un bajo nivel de mantenimiento y el dibujo de las losetas otorga una superficie antideslizante.

Adoptamos sus dimensiones de 40x40 cm para mantener relación con los bloques para el pavimento intertrabado (también se encuentran de 30x30 cm o 60 x 40 cm).

Es importante contar con las dos configuraciones de la *Figura 2.3.10* a lo largo del camino:

- Prevención: permiten indicar comienzo y finalización de una franja guía, señalar bifurcaciones, anunciar la presencia de escaleras o rampas, informar sobre la presencia de paradas de vehículos de transporte público, obstáculos y elementos de información.
- Guía: funcionan para indicar la dirección de un recorrido, las acanaladuras siempre deben estar orientadas en la dirección de la marcha.

BALDOSA DE PREVENCIÓN



BALDOSA GUÍA

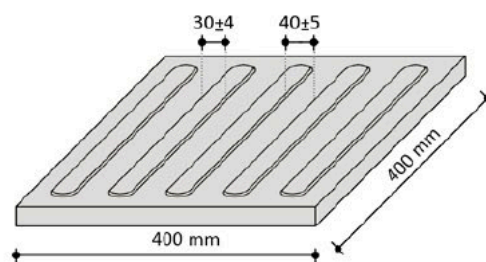


Figura 2.3.10: Configuraciones de mosaicos podotáctiles.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

Se muestra detallado el perfil transversal tipo en el *PLANO N°4: Perfil tipo de obra básica y pavimentos*.

Bicisenda

La bicisenda proyectada tiene como finalidad incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, no contaminante y saludable, asegurando un recorrido seguro y ordenado dentro del paseo costero. Se presenta nuevamente la imagen en planta, en la *Figura 2.3.11*. Se destaca en color verde la bicisenda.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

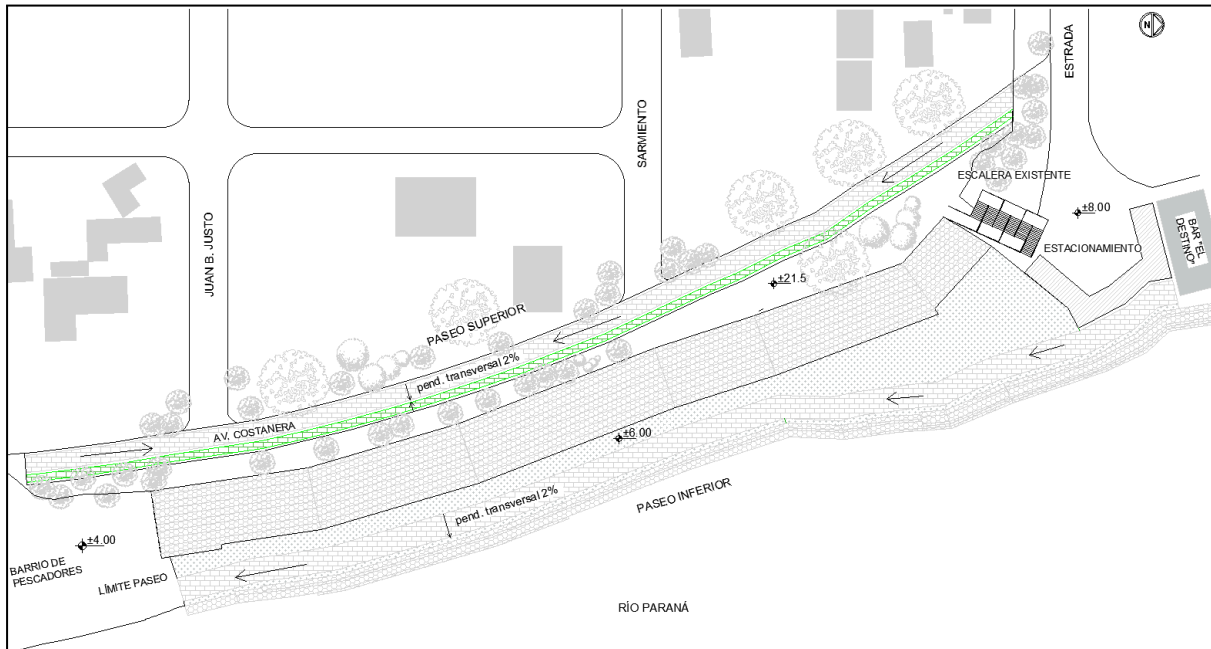


Figura 2.3.11: Planialtimetría general. Ubicación de bicisenda.

Fuente: Elaboración propia.

El mismo presenta un recorrido que se adapta a la margen de la barranca y da continuidad a los extremos de ésta con las calles aledañas para el ingreso o egreso en el sector, como se observa en el *PLANO N°5.1: Planta general - Movilidad urbana*.

Para su definición se utilizó, de igual forma, el “Manual Euroadoquin” (Universidad de Alicante, s.f.), definiendo el mismo paquete estructural que en el caso del paseo peatonal / vehicular.

Para el sector destinado a ciclistas, se toma un **ancho de 1,50 m** de acuerdo al espacio necesario para una circulación fluida y segura, mostrado en *Figura 4.3.12*. Se considera que el **gálibo vertical libre deseable es de 2,50 m**.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

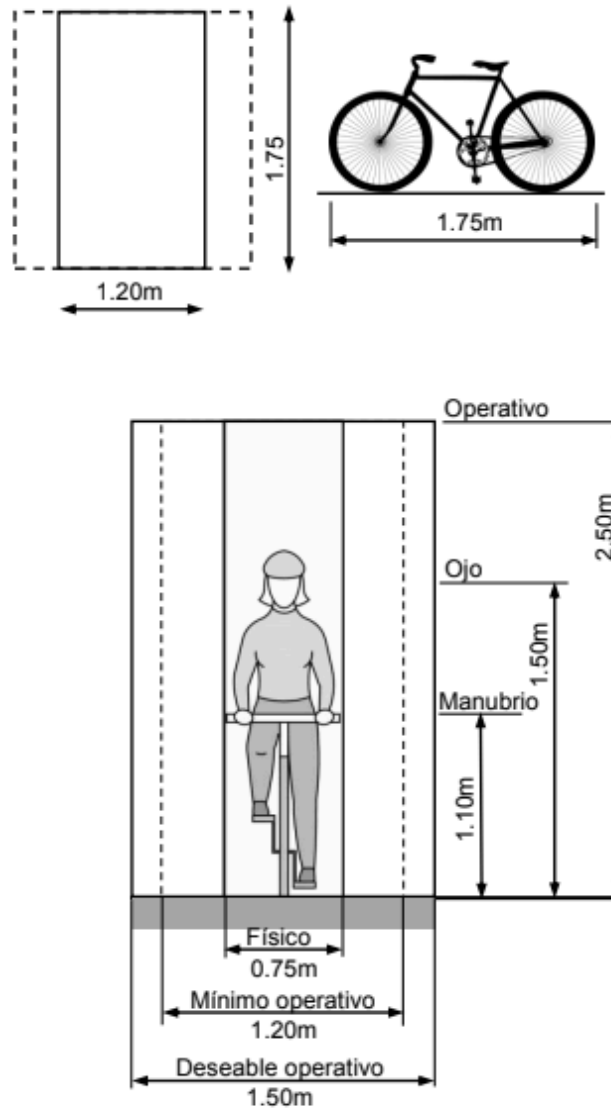


Figura 2.3.12: Dimensiones para la operación de la bicicleta.

Fuente: Elementos de la sección transversal (Departamento de Transporte, 2022).

Además, el ancho de carril depende si es de uso exclusivo o compartido, de la velocidad, del volumen, de la presencia de elementos de borde y del confort. Por lo tanto, según las condiciones del carril adyacente AASHTO aconseja los valores que se indican en la *Tabla 2.3.2*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Tabla 2.3.2: Ancho de ciclovías adyacentes a calzadas según AASHTO.

Fuente: Elementos de la sección transversal (Departamento de Transporte, 2022).

	EN CALZADA	ANCHO [m]	OBSERVACIONES
Un sentido de circulación	Deseable operativo	1,50	
	Entre carriles de circulación y estacionamiento	1,50 a 1,80	
	Con carriles de circulación	1,20 a 1,50	Depende si hay cordón, baranda
	Con carril de estacionamiento angosto (2,10 m)	1,80 a 2,10	
	Con altos volúmenes de ciclistas	1,80 a 2,40	Permite sobrepasos
Dos sentidos de circulación	Con bajos volúmenes de ciclistas	2,40	Alineamientos con buena visibilidad
	Con altos volúmenes de ciclistas	3,00 a 4,20	O compartido con otros usuarios

Se adopta una **pendiente longitudinal del 1%**, ya que pendientes superiores al 5% no son deseables, esto se debe a que si son ascendentes se dificulta la circulación; y en caso de ser descendentes provocan un aumento de velocidad produciendo incomodidad en los usuarios. A su vez, no deben ser inferiores al 0,50%, para garantizar el escurrimiento superficial.

En cuanto a la **pendiente transversal** se adopta una pendiente **del 2%**. Esto se define teniendo en cuenta la materialidad (adoquines intertrabados), respetando los rangos presentes en la *Tabla 2.3.1* (1%-2%).

Equipamiento

El diseño y definición del equipamiento, elementos que agregan valor y conforman la infraestructura de la ciudad para el uso cotidiano por los habitantes, se realiza considerando una adecuada interacción de la comunidad y según las necesidades que tenga la misma sobre el sector a desarrollar.

El mismo está formado por:

- **Mobiliario**

- Bancos de hormigón armado H30: contruídos in situ; adoptados por su resistencia, bajo mantenimiento y bajo costo; largo de 1,50 m. Distribuidos sobre los espacios verdes disponibles. *Figura 2.3.13.*
- Bolardos cilíndricos de hormigón armado con cabezal cubierto con chapa de hierro galvanizado: por su bajo mantenimiento, valor estético y bajo costo. En los extremos del paseo. *Figura 2.3.14.*

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- Paradores de bicicletas y motos: de acero galvanizado en caliente, permite adaptabilidad a diferentes tamaños de bicicletas (o motos), bajo costo de mantenimiento y mayor seguridad por el cuadro que incorporan. En ambos extremos en intersecciones con las calles. *Figura 2.3.15.*
- Rejillas modelo Indupag: hechas en acero F24 galvanizado en caliente, presentan bisagras antivandálicas y sistema anti ruidos. Terminación superior del sistema de desagües pluviales. *Figura 2.3.16.*
- Barandas: para el paseo superior se pretende colocar barandas de acero inoxidable, de altura 1,20 m, que acompañe el recorrido del paseo y garantice una correcta seguridad para los peatones y ciclistas. *Figura 2.3.17.*

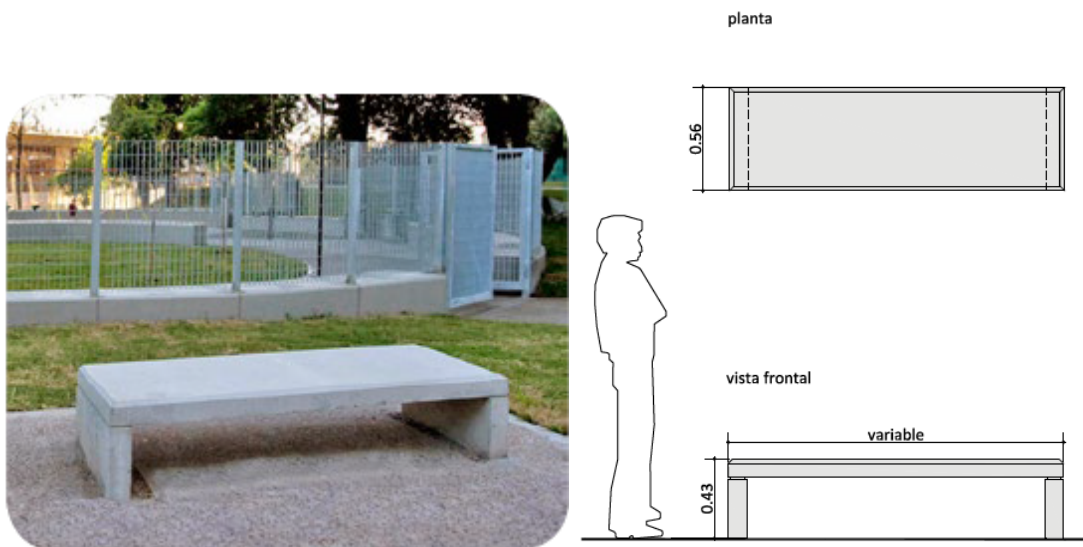


Figura 2.3.13: Bancos de hormigón armado H30.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Figura 2.3.14: Bolardos cilíndricos.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

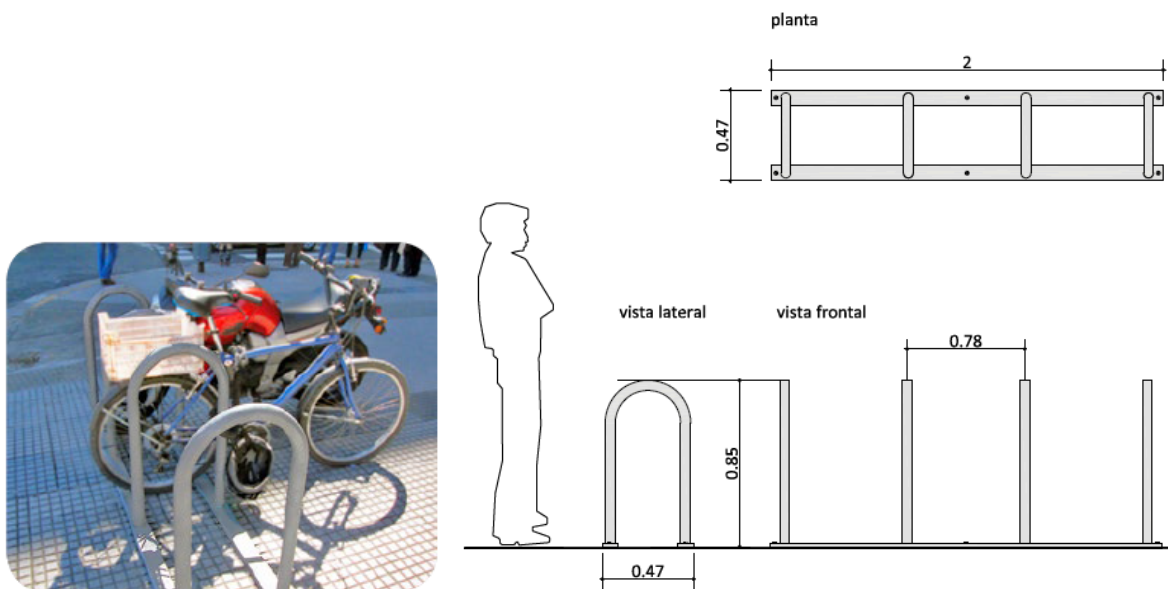


Figura 2.3.15: Paradores de bicicletas y motos.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

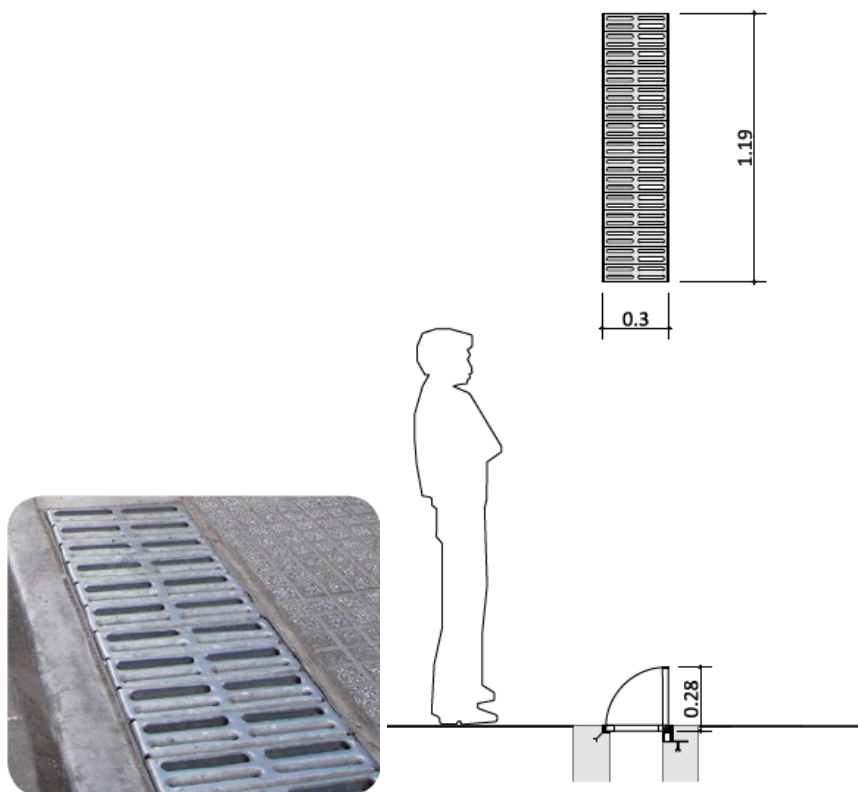


Figura 2.3.16: Rejillas modelo Indupag.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

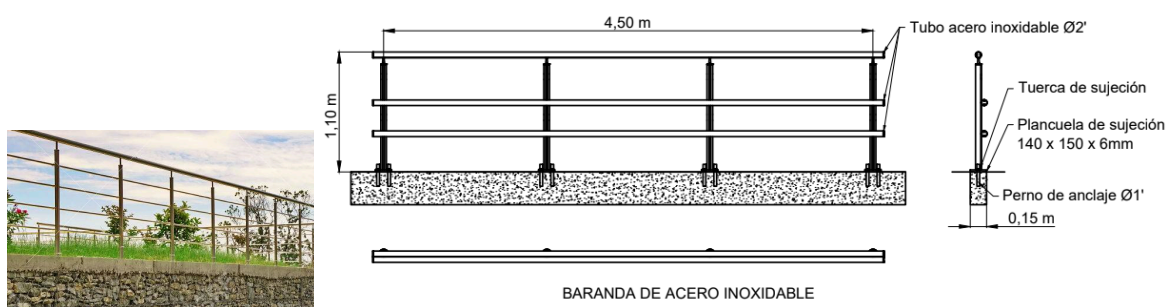


Figura 2.3.17: Baranda de acero inoxidable.

Fuente: Elaboración propia.

- **Alumbrado público:** Farola Ornamental LED, formada por una columna cilíndrica recta para empotrar, sin placa base, construida en un solo tramo; con tratamiento galvanizado por inmersión en caliente. *Figura 2.3.18.*

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

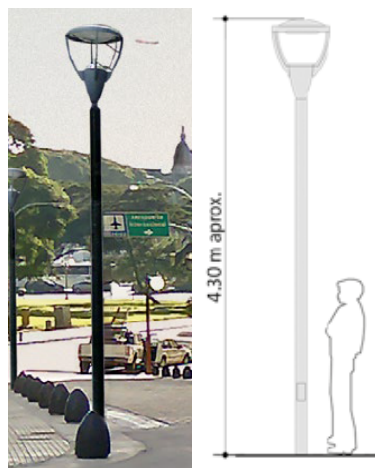


Figura 2.3.18: Farola Ornamental LED.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

- **Vegetación:** carpeta cespitosa para las grandes superficies de espacio verde drenante. Se incluyen además árboles, arbustos y herbáceas nativas. *Figura 2.3.19.*

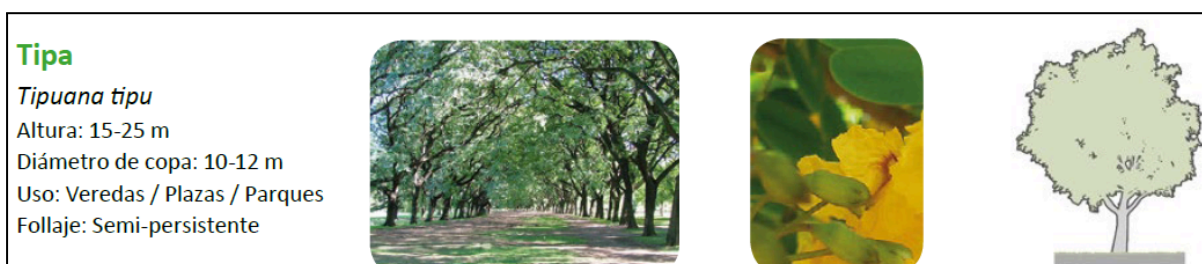


Figura 2.3.19: Características del árbol nativo Tipa.

Fuente: Manual de Diseño Urbano (Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura, 2015).

■ Paseo público en el área inferior de la barranca

El proyecto inicial consistía en el **diseño de una nueva playa** y su posterior conexión con la playa existente ubicada hacia el norte. Para poder llevar a cabo esta obra, el plan requería determinar en primera instancia las dimensiones y posición del muro de contención y, considerando la posible erosión por las corrientes del río, proyectar la nueva playa con la posibilidad de diseñar una escollera. Todo este diseño preliminar se sustentaba en un complejo **análisis de permanencia de los niveles hidrométricos**, tal como se detalla en el ítem específico.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Sin embargo, esta decisión inicial fue posteriormente modificada y descartada. El análisis dio como resultado que el diseño de la playa no era viable, principalmente debido a que se requería un importante volumen de relleno de arena para poder garantizar la permanencia del 80% de uso que se había estimado a lo largo del año. Otros factores determinantes fueron que la playa resultante sería muy angosta, que existía un desnivel en la continuidad del suelo de la zona, y que la obra no lograría el objetivo de dar continuidad al terreno existente.

Por estos motivos, se tomó la decisión de reemplazar el diseño de la playa por la creación del **paseo inferior**, el cual se ejecutará mediante un **terraplén de suelo seleccionado o de aporte** y por encima se realizará un paseo peatonal/bicisenda de **bloques de adoquines de hormigón intertrabados**, logrando una solución que asegura una continuidad de lo existente, siguiendo además el mismo criterio de diseño utilizado en la zona superior y ofrece un espacio de recreación funcional.

Se presenta la *Figura 2.3.20* sus características principales y dimensiones

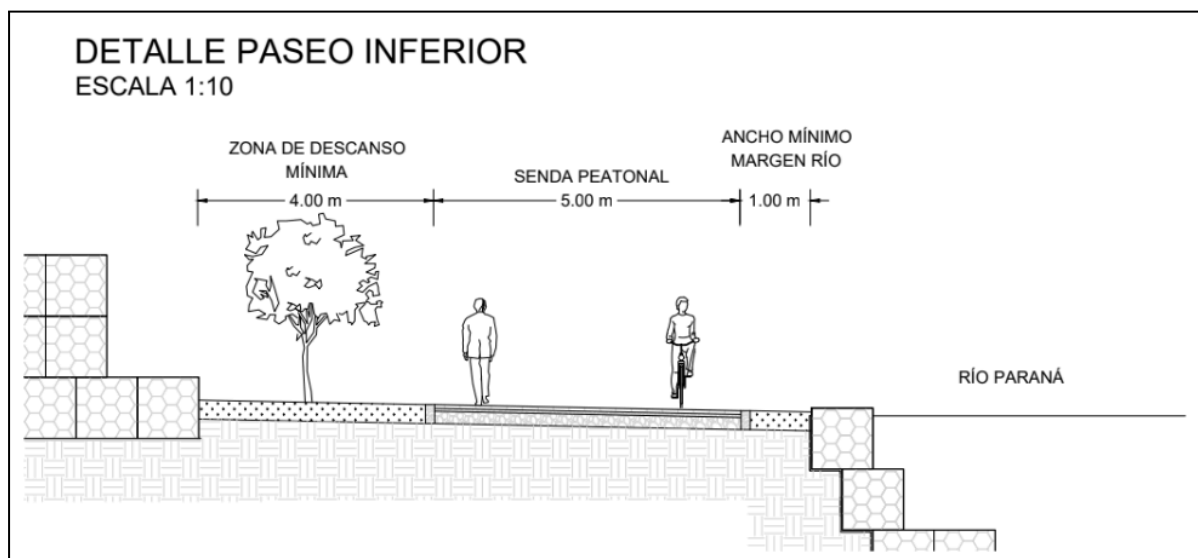


Figura 2.3.20: Corte paseo inferior.

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta se centra en una senda de uso compartido para peatones y ciclistas, la cual estará equipada con un sistema de iluminación para garantizar la seguridad y potenciar el uso nocturno del espacio público. Asimismo, se conservarán zonas de **suelo natural con césped** a ambos costados del camino; de esta manera, se busca que la obra se integre

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

armónicamente con el paisaje, respetando tanto la estética como las condiciones naturales que ya posee el lugar.

Además, para garantizar la estabilidad lateral de este paseo inferior, se proyecta un muro de contención lateral de gaviones, de menor tamaño que el anterior, el cual acompañará el recorrido del paseo inferior en toda su extensión. Con esto buscamos revestir el margen del río, evitando así posibles erosiones que afectan la vida útil del paseo. Lo mencionado se observa en la *Figura 2.3.21.* y *Figura 2.3.22.*

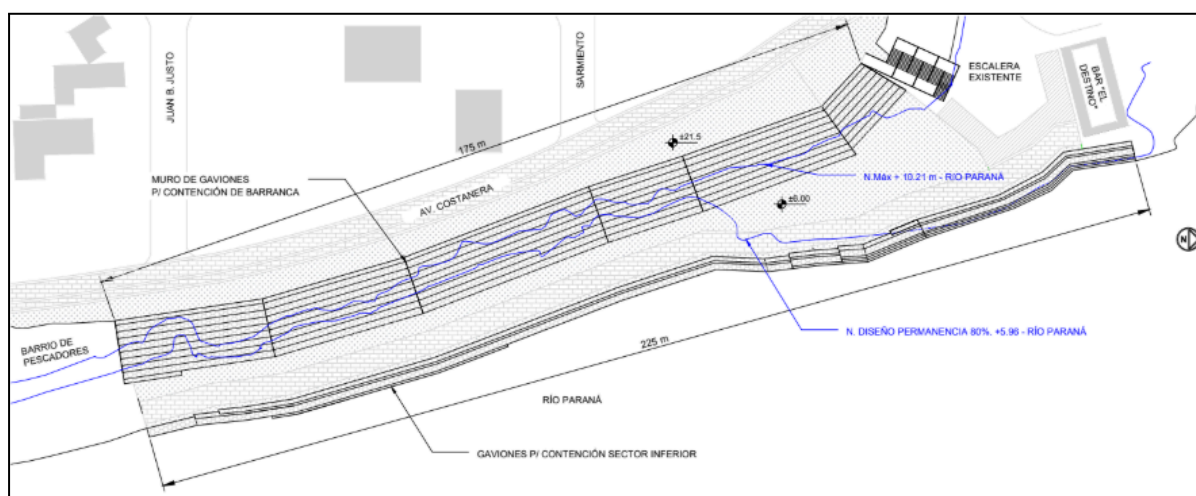


Figura 2.3.21. Planta. Medidas en metros.

Fuente: Elaboración propia.

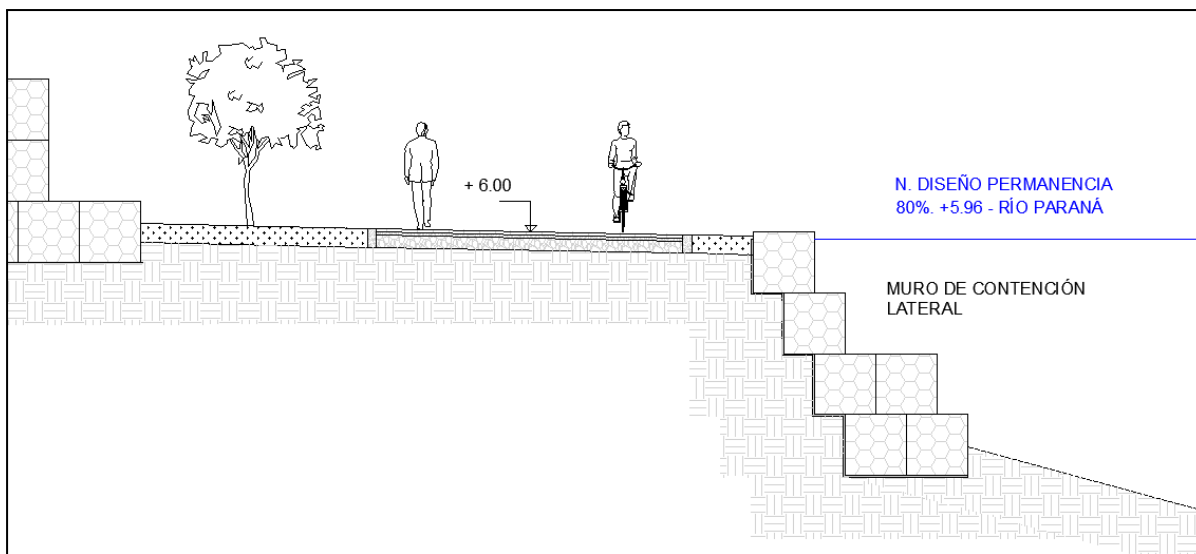


Figura 2.3.22. Perfil transversal. Medidas en metros.

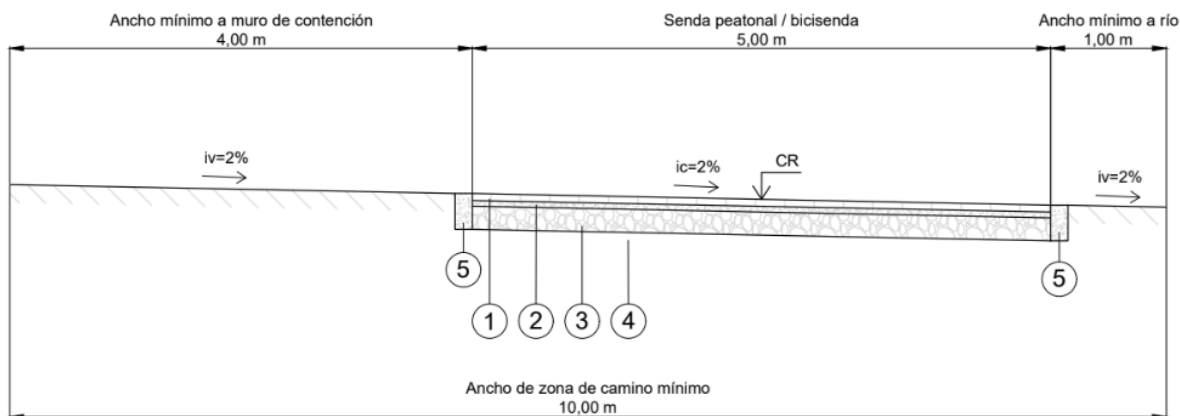
Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

En la *Figura 2.3.23*. se puede observar un perfil transversal tipo del paseo inferior, con el detalle de la materialidad adoptada.

PERFIL TRANSVERSAL TIPO DEL PASEO RIBEREÑO ÁREA INFERIOR ESCALA 1:50



Diseño estructural:

1. Bloques adoquines intertrabado $e = 6$ cm con junta 20 cm x 30 cm x 6 cm, ancho 3,50 m
2. Capa de arena de esp. 5 cm y ancho 3,50 m.
3. Subbase granular esp. 20 cm y ancho 3,50 m.
4. Explanda compactada ancho 3,50 m.
5. Contención lateral de hormigón esp. 20 cm y altura 30 cm.

Figura 2.3.23: Perfil transversal en área inferior.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los aspectos técnicos y de equipamiento, se ha decidido mantener una **continuidad** con lo ejecutado en el sector superior. Por un lado, el paquete estructural de la senda replicará la misma composición de materiales y espesores, garantizando así una resistencia y durabilidad uniformes en todo el recorrido. Por otro lado, se utilizará la misma tipología de mobiliario e iluminación, lo que permitirá conservar la identidad estética del proyecto y asegurar una integración visual coherente entre ambos niveles del paseo.

Se definió una pendiente transversal del 2% para permitir el desagüe superficial y una cota de +6.00 m, por encima de la cota de agua obtenida con un nivel de permanencia del 80%, con el objetivo de permitir un uso de los habitantes durante una gran proporción de tiempo en el año.

Para poder vincular el Barrio de Pescadores con el paseo inferior, en las cercanías del barrio, más precisamente los últimos 30 m del paseo, se define una pendiente

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

longitudinal de 6,67%, logrando así un acceso de los habitantes del barrio para con el paseo.

■ Flujo vehicular de calles aledañas

Para lograr un carácter de paseo público con posibilidades de tránsito a pie y en bicicleta, sumando posibilidades de permanencia en los sectores de uso recreativos, deportivos y de esparcimiento y encuentro social decidimos **no incluir tránsito vehicular**, permitiendo el acceso sólo para emergencias (ambulancias y bomberos) y frentistas, restringiendo la velocidad máxima a 10 km/h.

Se colocarán cerca del acceso, espacio para estacionamiento de autos (calles aledañas) y box de motos y bicicletas (en los extremos del paseo peatonal). Además, se reacondicionará el espacio de estacionamiento actualmente utilizado al final de la calle Estrada, utilizado por los vecinos para recurrir al bar “El Destino”.

2.4) Esguerrimiento hidráulico - Sistema de desagües pluviales

En base al esguerrimiento hidráulico, dividimos el proyecto en 2 zonas.

- **Zona superior**, el esguerrimiento de las calles aledañas (con desagües existentes) y del paseo proyectado (se debe retirar lo existente para la realización del muro y se diseña un sistema nuevo para este sector).
- **Zona inferior**: para la zona adyacente al muro de contención (en caso de acumularse en la zona superior ante lluvia extraordinaria) y el posterior desagüe al río Paraná.

La proyección de los conductos de desagües pluviales (en color azul) se puede observar en la *Figura 2.4.1*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

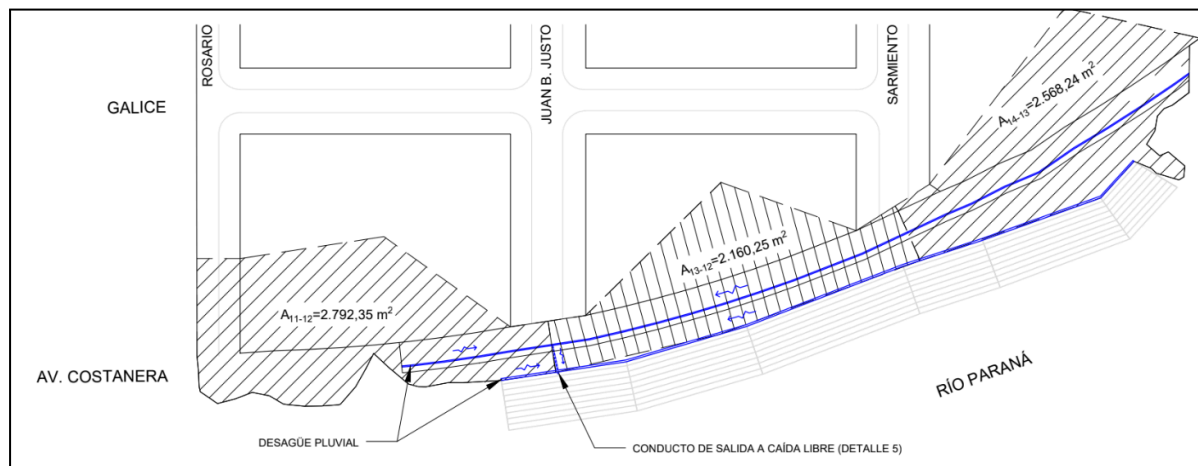


Figura 2.4.1: Planta general del desagüe pluvial..

Fuente: Elaboración propia.

Su diseño se observa en el **PLANO N°6.3: Sistema de desagües pluviales - Desagüe proyectado.**

3) IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En el marco de la cátedra y en concordancia con los principios de desarrollo sostenible promovidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se incorpora en este proyecto un análisis de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aplicado a la propuesta de la contención de la barranca del Barrio Paraíso, en la ciudad de Granadero Baigorria. Este enfoque permite evaluar el impacto del proyecto en diversas dimensiones, abarcando desde la infraestructura y la innovación hasta la preservación del ambiente.

En la presente sección, los ODS serán clasificados según su grado de vinculación con las metas y acciones específicas planteadas en el informe, priorizando aquellos que presentan una relación más directa y significativa. Esta clasificación facilita la identificación de los aportes más relevantes de la intervención en términos de sostenibilidad y permite evidenciar de qué manera el trabajo se alinea con los esfuerzos globales orientados a la construcción de un futuro más equilibrado y sustentable.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Figura 3.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

Fuente: (Asamblea General de las Naciones Unidas., 2015).

ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles

La intervención busca mejorar la calidad del entorno urbano mediante la recuperación de un espacio degradado y su reintegración al tejido social. La creación de áreas de esparcimiento, sendas peatonales y espacios de encuentro contribuye al fortalecimiento de la cohesión comunitaria y a la generación de un entorno urbano más inclusivo, seguro y accesible.

Este objetivo busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. De manera que este proyecto se alinea con las siguientes metas:

“11.3. Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible. Aumentar la capacidad para planificar y gestionar de manera participativa, integrada y sostenible los asentamientos humanos en todos los países.”

“11.4. Aumentar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo”

“11.5. Reducir el número de muertes y de personas afectadas por desastres, incluidos los relacionados con el agua. Reducir las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto bruto interno mundial, con especial atención a la protección de las personas en situaciones de vulnerabilidad.”

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

“11.7. Dar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, los adultos mayores y las personas con discapacidad. “

ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura

El proyecto promueve el desarrollo de infraestructura resiliente y sostenible mediante la incorporación de soluciones constructivas adaptadas al entorno ribereño. La utilización de materiales y técnicas apropiadas para mitigar la erosión y garantizar la durabilidad de las estructuras fomenta la innovación en el diseño de obras hidráulicas y de contención, orientadas a la seguridad y la eficiencia.

A su vez, dentro de este objetivo, podemos relacionar ciertas metas con nuestro proyecto:

“9.1. Desarrollar infraestructuras que sean confiables, sostenibles, de calidad y capaces de enfrentarse y adaptarse a diversas circunstancias para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas. Prestar especial atención al acceso equitativo para todos. “

“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.”

ODS 14 – Vida submarina

Dado que el área de intervención se encuentra directamente vinculada al río Paraná, el proyecto contribuye a la protección de los ecosistemas acuáticos al evitar el arrastre de sedimentos y residuos hacia el cauce, mejorando así la calidad del agua y preservando la biodiversidad. A su vez, se intenta en lo posible de no modificar el cauce del río al extender el paseo en la zona inferior del proyecto.

A su vez, dentro de este objetivo, podemos relacionar ciertas metas con nuestro proyecto:

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

“14.2. Gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos perjudiciales, fortalecer su capacidad de absorber perturbaciones sin alterarse y adoptar medidas para repararlos de modo que conserven su salud y productividad.”

“14.5. Conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales, el derecho internacional y sobre la base de la información científica disponible.”

ODS 6 - Agua limpia y saneamiento

Aunque nuestro proyecto no se centra específicamente en el agua y el saneamiento, reconocemos la importancia de preservar la calidad del agua en la zona ribereña y promover el acceso equitativo a servicios básicos para todos los habitantes de la comunidad. La revitalización de la zona ribereña puede tener impactos positivos en la calidad del agua al reducir la contaminación y mejorar la gestión de los recursos hídricos. Además, al promover prácticas de construcción sostenibles contribuimos a la conservación de los recursos naturales y la protección de los ecosistemas acuáticos locales.

A su vez, dentro de este objetivo, podemos relacionar ciertas metas con nuestro proyecto:

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

“6.6 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.”

ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres

La conservación y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres son fundamentales para garantizar la salud y la prosperidad de las generaciones presentes y futuras. La recuperación de la barranca y su reforestación con especies nativas ayudan a estabilizar el terreno y promover la restauración del ecosistema local. Esto incluye la protección de la flora y la fauna autóctonas, la preservación de los cursos de agua y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles en las áreas adyacentes. Estas acciones favorecen la biodiversidad y contribuyen al equilibrio ecológico del área ribereña.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

A su vez, dentro de este objetivo, podemos relacionar ciertas metas con nuestro proyecto:

“15.1. De aquí a 2030, asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, con las obligaciones contraídas en los acuerdos internacionales.”

“15.3. Luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, e intentar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación del suelo.”

En síntesis, el proyecto integra los principios del desarrollo sostenible en cada una de sus etapas —desde el diseño hasta la ejecución—, proponiendo una intervención que no sólo resuelve una problemática estructural, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental, social y económica a largo plazo.

4) MEMORIA DE CÁLCULO

4.1) Condiciones del entorno

■ Estado del río Paraná

Antes de diseñar la nueva propuesta, es importante conocer las características y el comportamiento *tanto del río Paraná como del suelo* presente en dicho sector, ya que serán variables claves a tener en cuenta por su estado actual y las condiciones necesarias que se deben alcanzar o respetar a lo largo del proyecto.

Análisis de los niveles hidrométricos de interés

A partir de los estudios realizados por el Departamento de Hidráulica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario, y recopilación de datos, presentes en la publicación “Estudio de modelación hidrodinámica en tramo del río Paraná entre km 452 a km 405” (Riccardi et al., 2023), podemos determinar los distintos niveles hidrométricos en los km 448 (Puerto General San Martín) y km 416 (Rosario). Cabe destacar que estos valores están referenciados al 0 local de la regla posicionada en cada una de las estaciones de medición. En el caso del puerto de Rosario el cero local tiene un valor de 2,92 m en IGN y en el caso de Puerto San Martín es de 3,31 m IGN. Estos valores se pueden observar en la *Figura 4.1.1*, obtenida de la “Campaña de relevamiento de ceros hidrométricos DELTA PARANA: Estudio hidrodinámico integrador del Delta del río Paraná con fines múltiples” (Sabarots Gerbec et al., 2018) realizada por la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la República Argentina.

Al realizar el análisis para **Granadero Baigorria**, dado que nos encontramos en el **km 431,5**, una vez determinados los niveles del agua en las progresivas de Rosario y Puerto San Martín decidimos hacer una interpolación lineal y así obtener los niveles de permanencia del río Paraná en nuestra zona, como se muestra en la *Figura 4.1.2*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

LOCALIDAD	INSTRUMENTO	UBICACIÓN	COTA CERO	OBSERVACIÓN
TIGRE	Escala	Acceso libre. Al lado de la Prefectura.	-0,01	
CAMPANA	Escala	Muelle. Desarrollos Portuarios S.A.	0,42	
ZÁRATE	Escala	Prefectura Naval Argentina	0,24	Escala sobre muelle de madera de la prefectura.
BARADERO	Escala 1	Muelle público.	0,60	Escala nueva.
RAMALLO	Escala	Muelle público	1,62	
SAN NICOLÁS	Escala	Muelle privado	3,91	
VILLA CONSTITUCIÓN	Escala	Muelle privado	1,98	
SANTA FE	Escala 1	Muelle público	8,38	Las dos escalas están muy próximas la una de la otra.
	Escala 2		8,37	
PARANÁ	Escala	Muelle público	9,43	Bulón en la DNVN.
DIAMANTE	Escala	Muelle de Diamante	6,75	
VICTORIA	Escala 1	Muelle público	1,56	Ambas escalas están muy cerca. El muelle está en frente de la Prefectura.
	Escala 2		1,54	
ROSARIO	Escala	Muelle en la DNVN – DPI. Puerto de Rosario	2,92	
SAN LORENZO	Escala	Muelle en Puerto San Martín	3,31	Bulón en predio de la PNA. Escala detrás de predio de YPF.
SAN PEDRO	Escala 1	Muelle Privado. Consorcio de Gestión Puerto San Pedro.	0,71	Distancia entre escalas 60m.
	Escala 2		0,72	
IBICUY	Escala	Muelle de PNA	0,46	

Figura 4.1.1. Ceros hidrométricos de la República Argentina

Fuente: Instituto Nacional Del Agua.

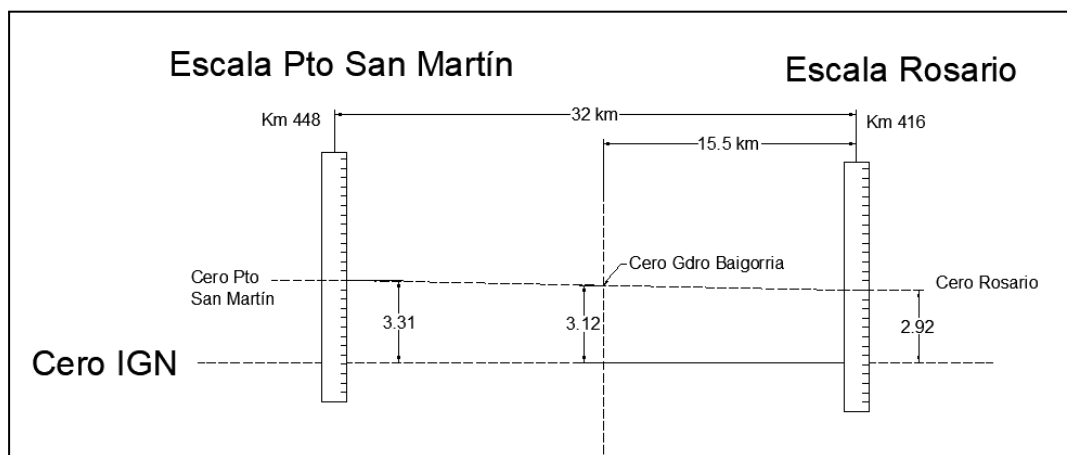


Figura 4.1.2. Relación de niveles hidrométricos en Puerto General San Martín y Puerto Rosario.

Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Escenario para una recurrencia de 100 años

En el documento antes mencionado, también se realizaron simulaciones de distintos escenarios de permanencia (3%, 50%, 80%) y recurrencia de mínimos anuales (10 y 100 años). En este sentido, los **escenarios de permanencia** representan la probabilidad de que un determinado nivel de agua se mantenga por encima de una cota durante un período de tiempo. Es decir, cuantifican cuánto tiempo un río permanece en ciertos niveles, permitiendo evaluar la disponibilidad o la recurrencia de condiciones hidrológicas relevantes para el diseño.

Por otro lado, la **recurrencia (R)** es un parámetro estadístico que indica el intervalo promedio de tiempo para que al menos una vez se supere o sea menor el valor considerado en un año, según se trate de máximos o de mínimos. Se expresa como *período de retorno* y se calcula a partir de series históricas mediante ordenamiento y asignación probabilística. Su análisis permite estimar la probabilidad de repetición de niveles extremos, tanto niveles máximos como mínimos.

A su vez, se determinaron las características del río a partir de análisis estadísticos y modelos probabilísticos. Un análisis más detallado se puede ver en el ítem 9.1.1) *Obtención de niveles máximos y mínimos del pelo de agua*.

Previo a la simulación se definió el **coeficiente de Manning** (es un valor empírico utilizado para estimar la resistencia al flujo o la rugosidad que opone la superficie de un canal o conducto a la corriente de agua) que mejor ajusta a las mediciones realizadas, el cual es de $\eta = 0,025$, presentado en *Tabla 4.1.1*.

Además, la publicación “Estudios de Niveles Hidrométricos Puerto Rosario (km 416)” (Departamento de Hidráulica, 2022) se obtiene la **pendiente hidráulica** y el **nivel hidrométrico** medido en el puerto Rosario para R=100 años de la *Tabla 4.1.2*. Luego, se traslada la altura del río al km 431,5 utilizando dicha pendiente y la distancia desde la ciudad hasta la localidad de Granadero Baigorria.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Tabla 4.1.1. Ajuste del coeficiente de Manning a partir de cotas observadas y calculadas.

Fuente: Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales.

Escenario	Condiciones de borde		Cotas de agua observadas (m)		Manning de ajuste n	Cotas calculadas por el modelo (m)	
	Q (m³/s)	Z en km 405 (m)	Z PSM	Z ROS		Z PSM	Z ROS
Permanencia 3%	23599	7.54	9.02	7.92	0.025	9.01	7.94
Permanencia 50%	16252	5.73	6.95	6.04	0.025	6.86	6.04
Permanencia 80%	12627	4.49	5.54	4.76	0.025	5.48	4.76
R=10	7813	2.46	3.22	2.65	0.025	3.27	2.68
R=100	6238	1.77	2.44	1.94	0.025	2.49	1.96

Tabla 4.1.2. Niveles máximos asociados a diferentes recurrencias. Fuente: Departamento de Hidráulica de la UNR - DR. ING. Gerardo A. Riccardi).

Niveles Máximos				
R	H _{hidrómetro km 416}	Z _{km 416}	Pend. Hidráulica	Z _{km 421}
10	5.71	8.74	3.50/100000	8.92
50	6.46	9.49	3.50/100000	9.67
100	6.75	9.78	3.50/100000	9.96

Posteriormente, obtenemos el **caudal asociado** a partir de la altura del río y la batimetría obtenida mediante estudios ya realizados en la zona (Fuente: MSC. ING. Nicolás G. Bolcatto) mediante la fórmula de Manning, calculando para distintas franjas sucesivas y luego promediando para llegar a un valor de Q_{med} .

Con estos valores, calculamos si se producirá **erosión** mediante la metodología de **Lischtnan-Lebediev**, método clásico de ingeniería hidráulica utilizado para calcular la erosión general del fondo de un cauce, adaptado de Juárez Badillo y Rico Rodríguez de manera que el proceso erosivo se detiene cuando la velocidad media del flujo U_r iguala a la velocidad U_e que mantiene a la sección en equilibrio o en régimen, asumiendo implícitamente la condición de lecho vivo. Para su cálculo, se aplica la serie de pasos indicada en el apunte “Erosión Hídrica” de la materia Obras Hidráulicas (Departamento de Hidráulica, 2022).

La metodología de Lischtnan-Lebediev es un procedimiento de cálculo hidráulico empírico diseñado para estimar la profundidad máxima de erosión general en un cauce natural, basándose en el establecimiento de un equilibrio físico entre la fuerza erosiva de la corriente de agua y la capacidad de resistencia del suelo del fondo. Este método funciona

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

comparando la velocidad real del flujo con una "velocidad crítica" de arrastre, la cual se determina mediante coeficientes que consideran específicamente las características del terreno, permitiendo así calcular hasta qué cota exacta descenderá el lecho durante una crecida máxima para garantizar que la fundación del muro de gaviones se asiente por debajo de esa línea de erosión y no sufra descalzamientos estructurales.

La **aplicabilidad del método** se justifica principalmente por su versatilidad para evaluar suelos heterogéneos, adaptándose perfectamente a la naturaleza mixta del terreno, ya que, a diferencia de fórmulas definidas únicamente para materiales granulares o cohesivos, este método incorpora coeficientes específicos que permiten ponderar tanto la resistencia por cohesión de la arcilla como el peso y trabazón de los clastos pétreos, permitiéndote calcular una profundidad de erosión realista y segura.

La hipótesis fundamental del método radica en asumir que la distribución transversal de caudales específicos se mantiene constante durante el desarrollo del proceso erosivo. Esto puede no cumplirse si la sección presenta importantes variaciones granulométricas tanto en sentido transversal como en sentido vertical.

El método consiste en comparar ambas velocidades o, de manera similar, el tirante de agua inicial H_0 ($R=100$ años) con la profundidad de erosión H_s . En este sentido, H_s representa la **profundidad total de la columna de agua** necesaria para que la velocidad del flujo disminuya lo suficiente como para dejar de arrastrar partículas del fondo. De esta manera, si $H_0 < H_s$, la velocidad del flujo en la sección excede la velocidad crítica de arrastre del material del lecho. En consecuencia, se producirá la socavación del fondo, aumentando la profundidad hasta alcanzar el valor de H_s , momento en el cual se restablece el equilibrio hidrodinámico y cesa el proceso erosivo. Esta situación es la que se presenta en la *Figura 4.1.3*.

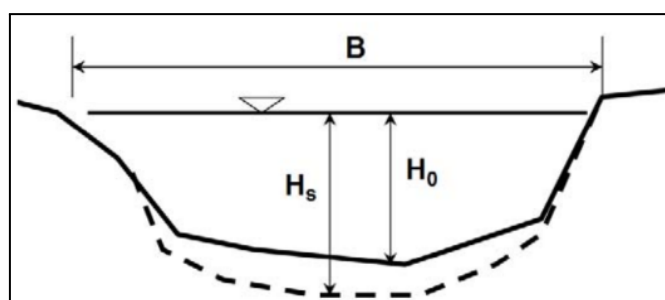


Figura 4.1.3. Esquema erosivo de Lischtvan-Lebediev.

Fuente: Erosión Hídrica (Departamento de Hidráulica, 2022).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Debido a que el lecho del río presenta **dunas**, se debe tener en cuenta que la erosión puede darse en la parte baja de una de ellas. Por lo tanto, considerando esta situación ya que es la condición más desfavorable, a la altura del tirante calculado por el método tendremos que sumarle la mitad de la altura de una de ellas como se indica en la *Figura 4.1.4*, equivalente a un quinto del tirante de agua (Ing. Riccardi Gerardo) de modo que:

$$H_{TOTAL} = H_s + \frac{H_{duna}}{2} = H_s + \frac{H_0 / 5}{2}$$

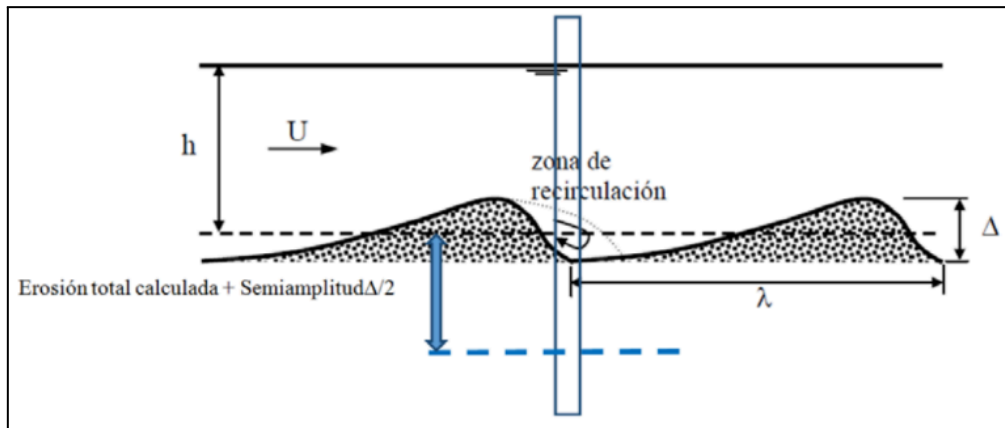


Figura 4.1.4. Erosión total en un lecho de suelo granular con dunas.

Fuente: Erosión Hídrica (Departamento de Hidráulica, 2022).

Procedimiento:

- Tirante asociado a $R = 100$ años en escala IGN - Puerto Rosario (km 416):

$$H_{IGN \text{ km } 416} = H_{0 \text{ en IGN, km } 416} + H_{hidrómetro, \text{ km } 416} = 2,92 \text{ m} + 6,75 \text{ m} = 9,67 \text{ m}$$

- Tirante H_0 ($R = 100$ años) en km 431,5:

$$H_0 = H_{IGN \text{ km } 431,5} + S \times L$$

$$= 9,67 \text{ m} + 3,50 \times 10^{-5} (431,5 - 416) \text{ km} \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 10,21 \text{ m}$$

- Caudal medio asociado:

$$Q_i = \frac{1}{\eta} \frac{A^{5/3}}{p^{2/3}} \sqrt{s} \rightarrow Q_{med} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad \text{siendo:}$$

- Q_i [m^3/s]: Es el volumen de agua que pasa por una sección en una unidad de tiempo (caudal).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- $\eta [s/m^{1/3}]$: Es el coeficiente de rugosidad que representa la resistencia que ofrece el lecho al flujo del agua.
- $A [m^2]$: Es el área mojada, definida como la superficie de la sección transversal ocupada por el agua.
- $P [m]$: Es el perímetro mojado, correspondiente a la longitud de la línea de contacto entre el agua y el cauce.
- $s [m/m]$: Es la pendiente longitudinal del fondo del canal o línea de energía (valor adimensional).

- Pronóstico de erosión:

- Lischtván-Lebediev, considerando suelo granular:
$$Hs = \left(\frac{\frac{1}{\eta} H_0^{5/3} S^{1/2}}{0,68 d_m^{0,28} \beta} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde d_m (mm) es el diámetro medio de los granos de fondo tomado de estudios realizados en el Parque España ($d_m = 0,27 \text{ mm}$); β (-) es un coeficiente que depende del período de retorno de la crecida (*Tabla 4.1.3*); x (-) es un exponente variable función de d_m (interpolando de la *Tabla 4.1.4*).

$$x = \frac{x(d=0,10 \text{ mm}) - x(d=0,50 \text{ mm})}{0,50 \text{ mm} - 0,10 \text{ mm}} \cdot 0,27 \text{ mm} + x(d = 0,10 \text{ mm})$$

$$= \frac{0,41 - 0,42}{0,40 \text{ mm}} \times 0,27 \text{ mm} + 0,41 \text{ mm} = 0,41$$

Tabla 4.1.3: Coeficiente β . Fuente: Erosión Hídrica (Departamento de Hidráulica, 2022).

Probabilidad anual (en %) de que se presente el Q de diseño	0.1	0.2	0.3	1	2	5	10	20	50	100
Recurrencia (años)	1000	500	333	100	50	20	10	5	2	1
Coeficiente β	1.07	1.05	1.03	1.00	0.97	0.94	0.90	0.86	0.82	0.77

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Tabla 4.1.4: Coeficiente x y $1/(1 + x)$. Fuente: Erosión Hídrica (Departamento de Hidráulica, 2022),

Suelos Cohesivos						Suelos No Cohesivos					
γ_d (t/m ³)	x	$1/(1+x)$	γ_d (t/m ³)	x	$1/(1+x)$	d (mm)	x	$1/(1+x)$	d (mm)	x	$1/(1+x)$
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40.00	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.24	0.38	0.72	0.10	0.42	0.70	60.00	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90.00	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140.00	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190.00	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250.00	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4.00	0.37	0.73	310.00	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.58	0.32	0.76	6.00	0.36	0.74	370.00	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8.00	0.35	0.74	450.00	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10.00	0.34	0.75	570.00	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.78	15.00	0.33	0.75	750.00	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20.00	0.32	0.76	1000.00	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25.00	0.31	0.76			

○ Altura de dunas: $H_{dunas} = \frac{H_0}{5}$ (Ing. Riccardi Gerardo)

○ Profundidad de erosión: $H_{TOTAL} = H_s + \frac{H_{dunas}}{2}$

Se adiciona a la obtenida por la metodología de Lischtván-Lebediev la semiapertura de una duna y se compara con el tirante en franjas tomadas cada 10 m para analizar su condición.

Como aclaraciones adicionales tomamos una parte de la sección transversal completa del río, consideramos nuestro análisis hasta 100 m dentro del mismo, suficiente para el análisis en cuestión.

Para el obtener el nivel mínimo tomamos una recurrencia de 100 años de mínimos anuales de la publicación “Estudio de modelación hidrodinámica en tramo del río Paraná entre km 452 a km 405” (Riccardi et al., 2023) de la *Tabla 4.1.5* e interpolamos con la cota en el puerto de Rosario y la pendiente de dicha situación al km 431,5.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Tabla 4.1.5: Mediciones tomadas para los distintos escenarios analizados. Fuente: Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales.

Escenario	H _{PSM} (m)	Q _{ent.} (m ³ /s)	Pendiente (m/m)	Z _{PSM} (m) Km 448	Z _{ROS} (m) Km 416	Z (m) Km405
Permanencia de días al año 3%	5.39	23599	3.44E-05	9.02	7.92	7.54
Permanencia de días al año 50%	3.32	16252	2.85E-05	7.92	6.04	5.73
Permanencia de días al año 80%	1.91	12627	2.44E-05	4.76	4.76	4.49
Mínimo R=10 años	-0.41	7813	1.78E-05	2.65	2.65	2.46
Mínimo R=100 años	-1.19	6213	1.55E-05	1.94	1.94	1.77

La erosión del lecho del río Paraná se determinó partiendo de los datos batimétricos que se presentan en el Anexo 9.1.3) *Obtención de datos topobatimétricos*.

Análisis de permanencia de niveles hidrométricos

Una vez determinada la permanencia en las progresivas de Rosario y Puerto San Martín mediante los datos brindados por el Dr. Ing. Gerardo A. Riccardi del Departamento de Hidráulica de la UNR, presentadas en las Figuras 4.1.5 y 4.1.6, se obtienen los niveles de permanencia del río Paraná en Granadero Baigorria para nuestro estudio. La permanencia indica el porcentaje anual para el cual se mantiene un nivel de río. Por ejemplo para el caso siguiente, si quisiéramos utilizar el paseo durante el 50% del año deberíamos considerar dimensionar la misma para un nivel mayor que el de la permanencia de 50%, que en el caso de Baigorria sería 3,5 m en nivel hidrométrico.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

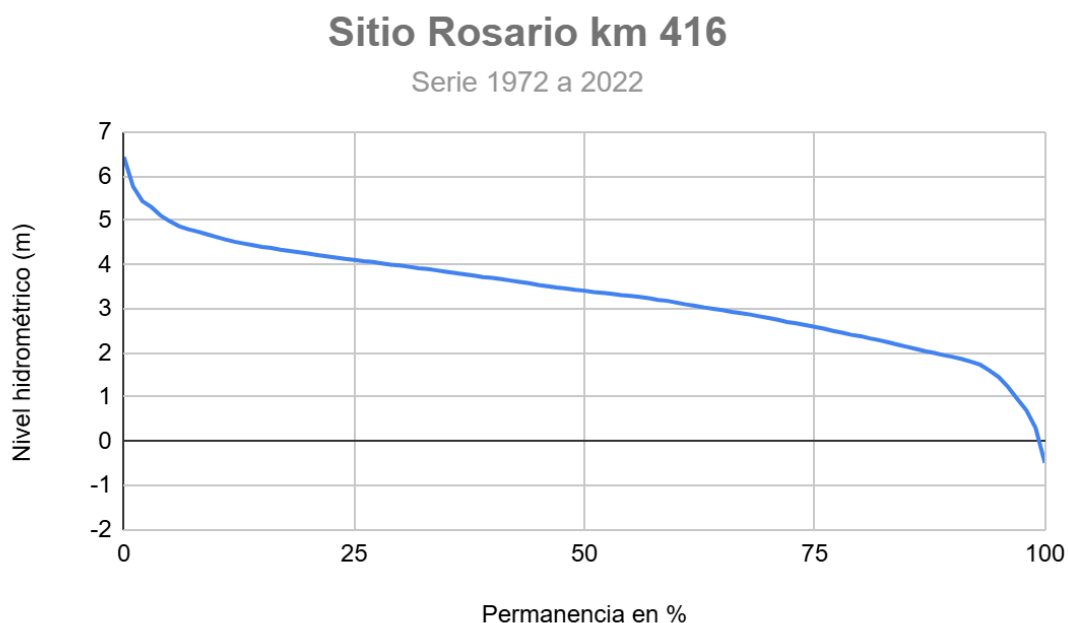


Figura 4.1.5. duración de niveles hidrométricos diarios (referidos al cero local) en el Hidrómetro Rosario. Serie 1972-2022. Fuente: Departamento de Hidráulica de la UNR. Curvas de

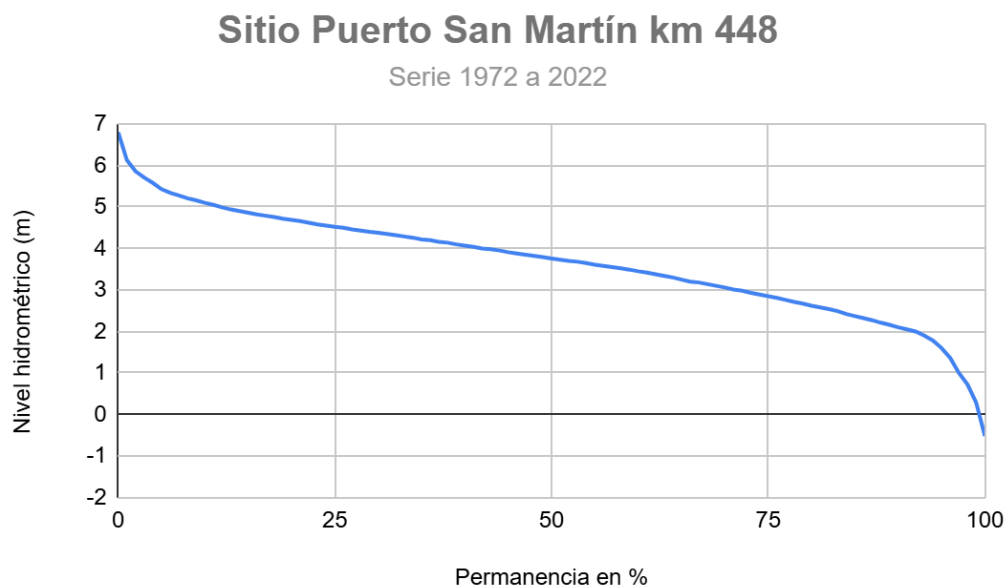


Figura 4.1.6. Curvas de duración de niveles hidrométricos diarios (referidos al cero local) en el Hidrómetro Puerto San Martín. Serie 1972-2022. Fuente: Departamento de Hidráulica de la UNR.

A partir de estos valores procedemos a interpolar al km 431,5 para así obtener los niveles hidrométricos en nuestro 0 local. Llegando a los niveles de permanencia mostrados en la Figura 4.1.7.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

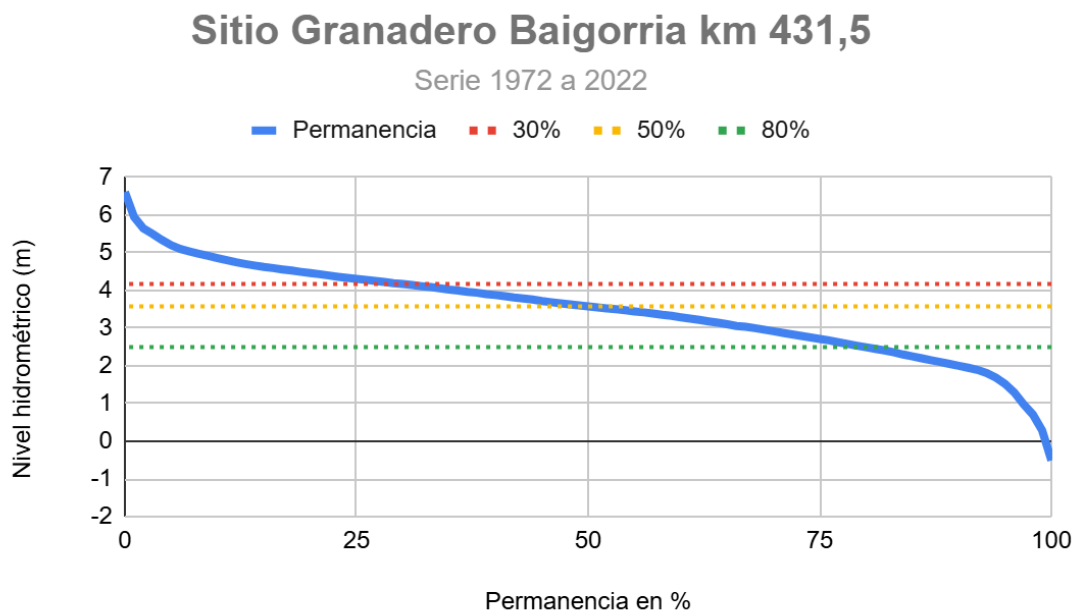


Figura 4.1.7. Curvas de duración de niveles hidrométricos diarios trasladados a Granadero Baigorria.

Fuente:Elaboración propia.

La determinación de los niveles de permanencia se pueden observar en el Anexo 9.1.2) *Obtención de niveles máximos y mínimos del pelo de agua.*

■ Estudios de suelo

A partir de los estudios de suelo, presentes en el ítem 9.1.2) *Estudios de suelos disponibles*, se utilizan los valores que mejor representen cada estrato o el resultado más desfavorable obtenido para estar del lado de la seguridad; quedando definido cada uno por:

1. Espesor: $Profundidad\ inferior - Profundidad\ superior$
2. Número de golpes del ensayo: $N = N_{prom} \geq N_{min}$
3. Índice plástico: $IP_{prom} = LL - LP$, con LL límite líquido y LP límite plástico

Para estimar un valor conservador para el promedio de los últimos dos realizamos un análisis estadístico considerando:

3.1. $k_n = N_{95} \sqrt{\frac{1}{n}}$, de *Tabla 4.1.6* y siendo n el número analizado por estrato

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- 3.2. $X_k = \mu \times [1 - k_n \times COV]$, obteniendo el valor promedio a partir de la media $\left(\mu = \frac{\sum N_i}{n}\right)$ y la covarianza como referencia de bibliografías al no tener muestras estadísticas numerosas, de la *Tabla 4.1.7*.

Tabla 4.1.6: Valores para N_{95} y n .

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
N_{95}	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
k_n	1.16	0.95	0.82	0.74	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.47
n	14	16	18	20	25	30	35	40	50	100
N_{95}	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
k_n	0.44	0.41	0.39	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.16

Tabla 4.1.7: Valores para COV de bibliografías.

Parámetro	COV	Referencia
NSPT	15%-45%	<u>Harr (1984)</u> , <u>Kulhawy (1992)</u>
Límite líquido Límite plástico Índice plástico	6%-30%	<u>Phoon & Kulhawy (1999)</u>

4. Humedad natural: ω_n
5. Relación de vacíos: $e = \omega_n G_s$, asumiendo saturación total ($S_r = 1$), determinante, y ($G = 2,70$)
6. Peso específico saturado: $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w$ $\left(\gamma_w = 9,81 \frac{kN}{m^3}\right)$
7. Ángulo de fricción interna: $\phi' = 30^\circ + 5^\circ - \frac{IP}{10}$, aplicable a arcillas normalmente consolidadas y limos (*Skempton, 1964*)
8. Cohesión drenada: $c' = 0,60 N + 5$
9. Nivel mínimo del río Paraná ($R = 100$ años de mínimos anuales, más crítico)

Se encuentran las tablas de cálculo en el 9.2) *ANEXO 3 - Cálculos geotécnicos*.

4.2) Estructura de contención de suelos

El muro es el elemento estructural fundamental del proyecto ya que permitirá solucionar el problema principal: lograr la *estabilidad geotécnica de la barranca del Barrio Paraíso*. Además, una vez definido el mismo, se podrá diseñar el sistema de desagües pluviales en la parte superior y el espacio público recreativo.

■ Análisis con software GeoStudio

Se procedió a **modelar en el programa** “GeoStudio” un perfil transversal característico del sector, tomando uno cuya condición sea crítica para la estabilidad.

El programa GeoStudio es un software geotécnico esencial para el caso en estudio, ya que permite modelar, simular y analizar el comportamiento de distintos estratos de suelos bajo diversas condiciones. Sus principales aplicaciones incluyen el cálculo de la estabilidad de taludes (SLOPE/W) para prevenir deslizamientos, la simulación del flujo de agua subterránea (SEEP/W) para entender las presiones de poros, y el análisis de esfuerzos y deformaciones (SIGMA/W) para diseñar cimentaciones y estructuras de manera segura y eficiente. En esencia, GeoStudio es una herramienta predictiva que reduce el riesgo geotécnico y optimiza el diseño de proyectos como presas, carreteras y excavaciones.

La representación de una barranca y sus estratos en GeoStudio a partir de estudios de suelos, comienza con una etapa fundamental: la caracterización de ellos en base a los resultados obtenidos. En este proceso se determina la ubicación de las interfaces y las propiedades geotécnicas. Una vez que esta información está consolidada, se procede a crear un nuevo proyecto y configurar las unidades en el software.

El primer paso del modelado es la definición de la *geometría bidimensional*. Se debe dibujar el perfil topográfico de la barranca y, utilizando los datos de los estudios de suelos, trazar las líneas que definen los límites entre los distintos estratos geológicos, como muestra la *Figura 4.2.1*. Cabe destacar que para definir la geometría se contaron con los perfiles transversales de la barranca, que fueron brindados por la Municipalidad de Granadero Baigorria y se muestran en el apartado 9.1.4) *Obtención de perfiles transversales en zona superior de la barranca*.

Con la geometría y los límites de las capas definidos, el paso siguiente es la asignación de las propiedades de los materiales. Utilizando los resultados de los ensayos de suelos se crea una lista de materiales geotécnicos. A continuación, se ingresan los

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

parámetros de resistencia obtenidos como el peso unitario (γ), la cohesión (c) y el ángulo de fricción interna (ϕ). Un aspecto importante es la definición del *nivel freático*; esta línea o superficie de presión de poros se dibuja o modela ya que la presencia de agua es un factor determinante en la estabilidad de las barrancas.

Finalmente, para realizar el estudio de estabilidad se define la *superficie de falla crítica*. Esto se hace estableciendo zonas de posibles entradas y salidas de las líneas de falla por deslizamientos potenciales. El software ejecuta el análisis buscando aquella donde se obtenga el Factor de Seguridad (FS) más bajo. La interpretación de este valor y la visualización de la superficie crítica permiten determinar si la barranca es estable con las condiciones de estratigrafía y propiedades de suelo modeladas, concluyendo así la representación y el análisis geotécnico a partir de la caracterización inicial de los suelos.

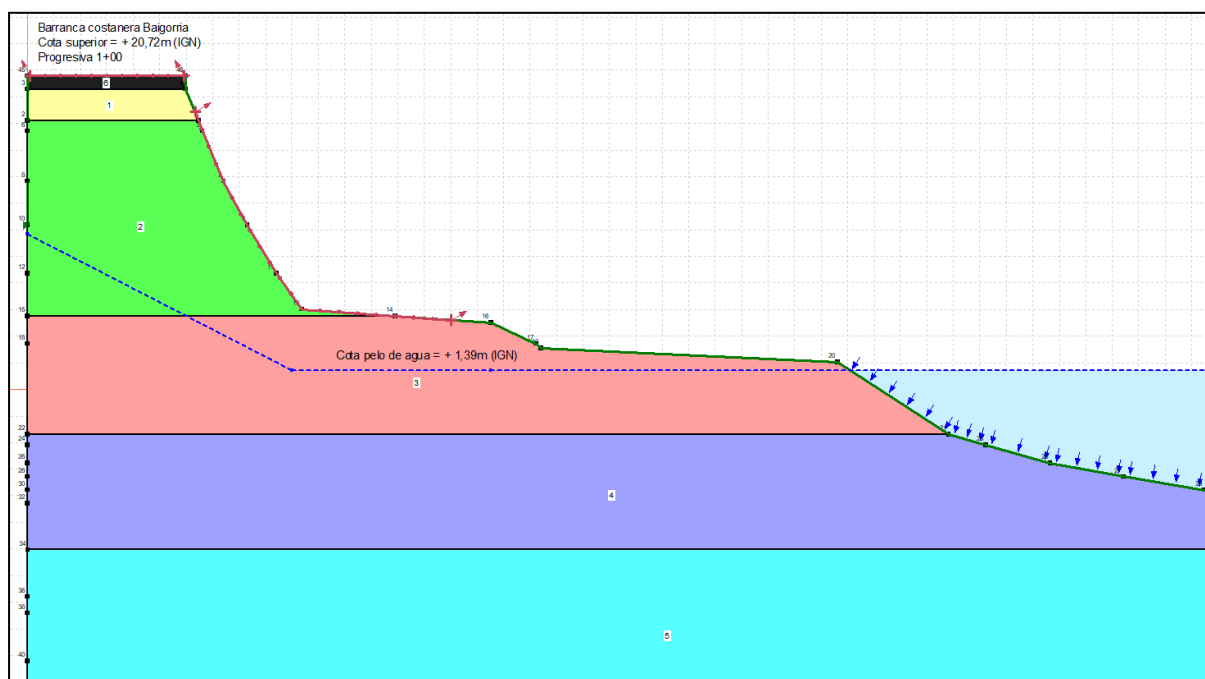


Figura 4.2.1. Representación de la barranca en GeoStudio.

Fuente: Elaboración propia.

■ Resultados obtenidos

Luego se ejecutó el programa seleccionando los rangos de entrada y salida (inicio y fin de la superficie de falla) y obtenemos la curva de menor **factor de seguridad FS** para verificar la estabilidad, considerando buenas condiciones para taludes naturales si $FS \geq 1,2/1,3$.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

En dicho caso, no será necesaria una intervención para evitar su desmoronamiento.

Los resultados de nuestro estudio se presentan en la *Figura 4.2.2*:

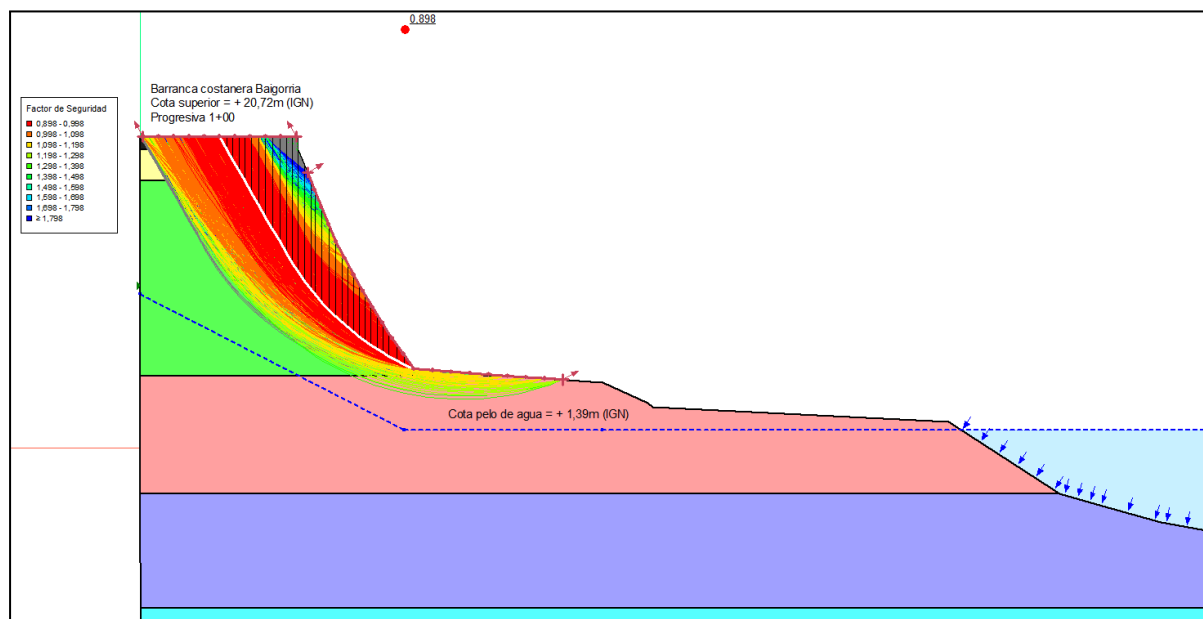


Figura 4.2.2. Resultados obtenidos en GeoStudio.

Fuente: Elaboración propia.

A partir del gráfico obtenido, se indica una condición de inestabilidad localizada y crítica principalmente en su cresta y pata, tal como lo evidencian las numerosas superficies de deslizamiento con Factores de Seguridad (FS) muy bajos (rangos en colores rojo/naranja, menores a 1,098 e incluso por debajo de 1,0). Sin embargo, las fallas que abarcan la totalidad de la altura y penetran profundamente en los estratos inferiores arrojan valores de FS aceptables o buenos (rangos en verde/azul, superiores a 1,3).

Esto significa que no hay un riesgo de colapso global y profundo de la barranca pero sí un riesgo inminente de **deslizamientos superficiales y locales que deben ser mitigados**, especialmente considerando la influencia del nivel freático bajo (a +1,39m).

■ Diseño del muro

Para el dimensionamiento, se adoptan bloques de gaviones de dimensiones 1m de alto x 1m de ancho x 1m de largo. Las características de los materiales utilizados son las siguientes:

- Material de relleno de gaviones: Debe ser llenado con material pétreo, con diámetro medio nunca inferior a la menor dimensión de la malla hexagonal. Se selecciona

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

canto rodado o piedra triturada, con diámetro mayor a 1,5 diámetro de la malla. Su peso específico se encuentra en la *Tabla 4.2.1*:

Tabla 4.2.1. Peso específico de distintas piedras.

Fuente: Obras de contención: Manual técnico (Leister de Almeida Barros, 2025).

Tipo de piedra	Peso específico [tf/m ³]
Basalto	2,5 - 3,3
Diorito	2,5 - 3,3
Gabro	2,7 - 3,1
Gneiss	2,5 - 3,0
Granito	2,6 - 3,3
Calcáreo	1,7 - 3,1
Mármol	2,5 - 3,3
Cuarcita	2,65
Arenito	1,2 - 3,0
Argilito	2,0 - 2,5

- Malla metálica: malla hexagonal de doble torsión, es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono revestidos con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras (revestimiento Galfan) que confiere protección contra la corrosión. Cuando está en contacto con agua, es aconsejable que sea utilizada la malla producida con alambres con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión. Se ilustra en *Figura 4.1.3*.

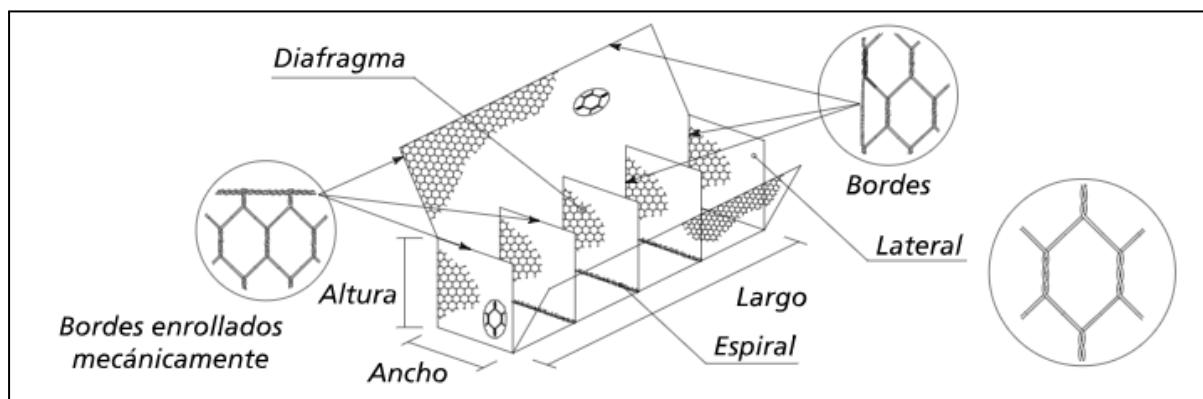


Figura 4.2.3. Esquema de gaviones con malla metálica hexagonal.

Fuente: Obras de contención: Manual técnico (Leister de Almeida Barros, 2025).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- Material de relleno de suelo: como material de relleno del suelo, con el fin de conformar el perfil del terreno y evitar espacios vacíos por detrás del muro se pretende utilizar el mismo suelo presente en el terreno, obtenido de sectores donde es necesario realizar la excavación del mismo. A su vez, en caso de que no sea suficiente se procederá a rellenar con suelo seleccionado limo-arcilloso apto para compactación.

■ Verificaciones del muro

Para verificar el correcto funcionamiento del muro se deben analizar las siguientes situaciones indicadas en la *Figura 4.2.4*:

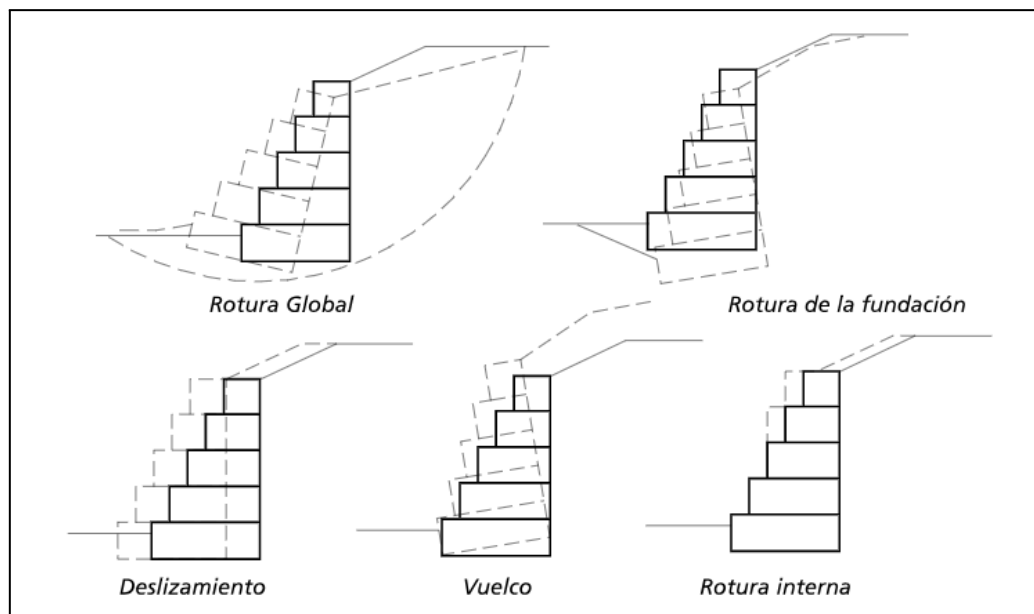


Figura 4.2.4. Tipos de fallas en muro de gaviones.

Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al vuelco

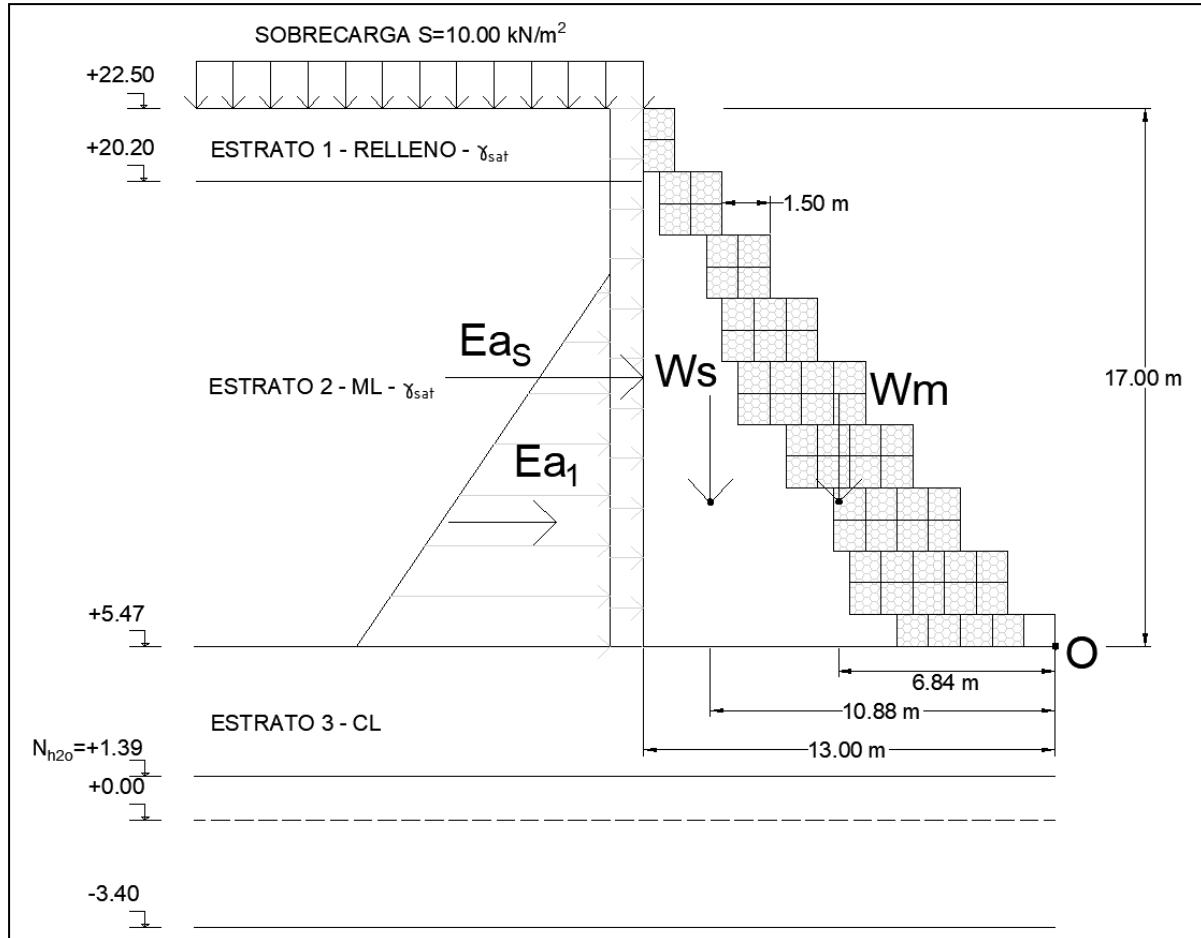


Figura 4.2.5. Esquema de verificación de la estabilidad al vuelco.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la verificación al vuelco se procede a calcular los empujes actuantes provenientes del suelo y las fuerzas resistentes, en este caso es el peso de la estructura de contención. El FS de vuelco se determina como:

$$FS_{vuelco} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o}$$

Siendo:

$-\sum M_o$ la sumatoria de los momentos de las fuerzas que tienden a volcar el muro respecto al punto O (punto de la base más alejado del suelo a contener).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

$-\sum M_R$ la sumatoria de los momentos de las fuerzas que tienden a resistir el volcamiento del muro respecto al punto O.

Para poder determinar los empujes del suelo, se utiliza la *teoría de Terzaghi*, la cual nos permite determinar los mismos planteando una superficie de falla vertical. Por ende quedan definidos los empujes actuantes y la estructura resistente, conformada por parte del suelo, elementos de contención del suelo (en nuestro caso geotextil que no es considerado en el análisis de cálculo) y los muros de gaviones.

Cabe destacar que se considera una sobrecarga de valor igual a $S=10 \text{ kN/m}^2$, la cual contempla el paso tanto de peatones como vehículos.

Otra consideración adicional que se tuvo en cuenta es la cota del nivel freático a considerar. Como en el caso de la estabilidad al vuelco, la peor condición de análisis es que el empuje lateral sea máximo, se contempla el nivel freático igual al valor del nivel de agua del río Paraná para una recurrencia igual a 100 años ($N_{mín \text{ } R=100} = +1,39 \text{ m}$), siendo entonces la cota del nivel freático menor a la cota de fundación del muro ($CF=+5,50 \text{ m}$), maximizando el empuje lateral.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al deslizamiento

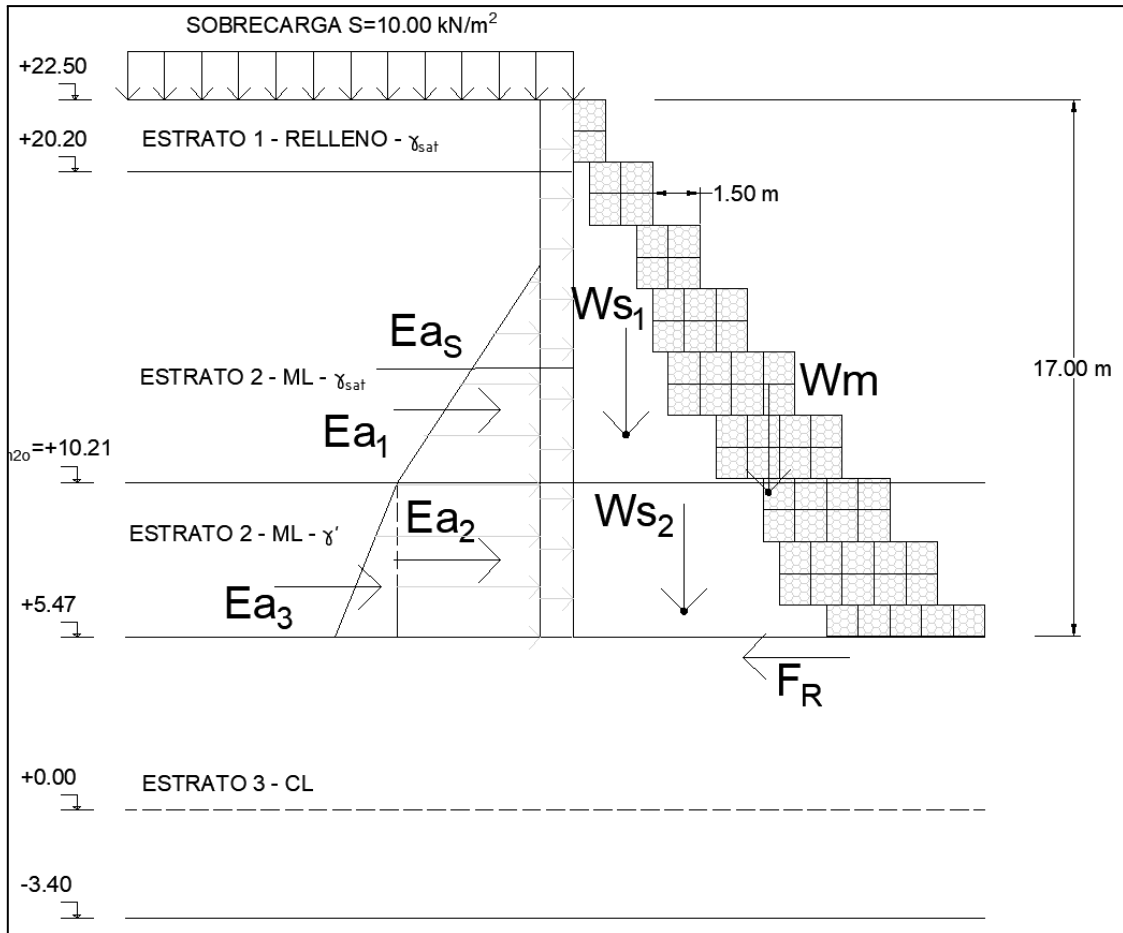


Figura 4.2.6. Esquema de verificación al deslizamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del análisis por deslizamiento, se debe verificar que:

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{\sum F_R}{\sum E_a} \geq 1,5$$

Es decir, que la fuerza resistente sea mayor que la fuerza desestabilizante.

La fuerza desestabilizante es la sumatoria de los empujes del suelo, donde para el análisis lo subdividimos en los empujes debido a la sobrecarga E_S , el empuje por encima del nivel freático E_{a1} , y los empujes por debajo del nivel freático E_{a2} y E_{a3} .

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

La fuerza resistente depende del rozamiento entre el muro y el suelo debajo del mismo, por lo que es necesario contar con los valores característicos del mismo, como el ángulo de fricción del suelo y la cohesión. Para poder determinar F_R se utiliza la siguiente ecuación

$$F_R = \sum V \times \tan\phi + c'a \times B$$

Siendo: ϕ = el ángulo de fricción del suelo por debajo del muro

$c'a$ = la cohesión del suelo por debajo del muro

B = el ancho de la base

$\sum V$ = es la sumatoria de las fuerzas verticales actuantes, que en este caso son el peso del muro de gaviones y el peso del suelo que se encuentra dentro del plano de falla definido para la teoría de Terzaghi.

Para considerar la peor situación de análisis, similar al caso anterior, se contempla que el nivel freático tenga igual cota que el valor del cota máxima del río Paraná para una recurrencia igual a 100 años ($N_{\text{máx}}_{R=100} = +10,21$ m), Debido a que el valor de F_R depende de las fuerzas verticales actuantes y por ende del peso específico del suelo que conforma el muro, como el nivel freático se encuentra por encima de la cota de fundación del muro, este peso específico deberá ser el peso específico sumergido, que es menor al peso específico saturado de un suelo, por lo que provocará que la fuerza resistente horizontal F_R sea menor, colocandonos en una peor condición de análisis.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación de hundimiento o capacidad de carga

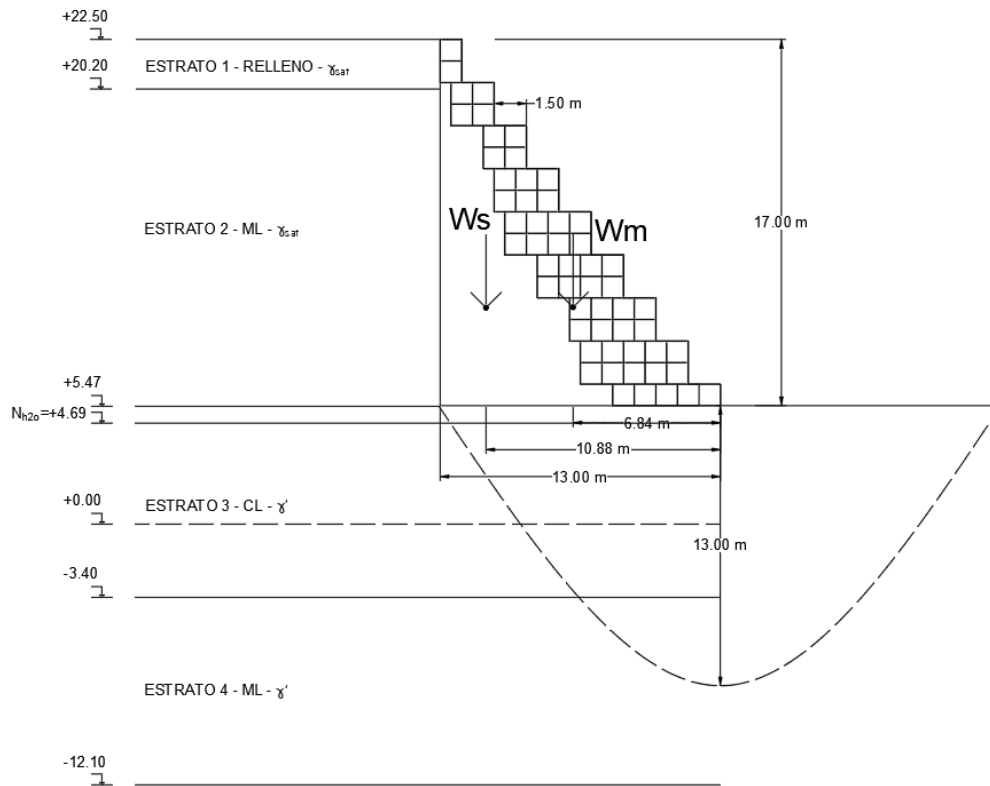


Figura 4.2.7. Esquema de verificación al hundimiento.

Fuente: Elaboración propia.

La verificación de capacidad de carga consiste en

$$FS_{cap. carga} = \frac{q_u}{q_{m\acute{a}x}} \geq 3$$

Para determinar la capacidad de carga del suelo, procedemos a utilizar la fórmula determinada por *Brinch-Hansen*:

$$qu = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} + q N_q s_q d_q i_q + c N_c s_c d_c i_c$$

Siendo:

Factores de capacidad de carga

- N_{γ} función del peso específico del suelo por debajo de la fundación del muro

$$N_{\gamma} = \frac{1}{2} (N_q - 1) \tan (\Phi)$$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- N_q función de la sobrecarga

$$N_q = e^{\pi \tan(\Phi)} \tan^2\left(45^\circ + \frac{\Phi}{2}\right)$$

- N_c función de la cohesión del suelo por debajo de la fundación del muro

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\Phi)$$

Factores de forma

- s: factor de forma de cimentación
- d: factor de forma de profundidad de cimentación
- i: factor de forma de inclinación de cargas

En nuestro caso, al ser un muro de gravedad de ancho B y de longitud infinita y que la profundidad de fundación Df es igual a 0 y las cargas actuantes son gravitatorias a excepción del empuje, todos los factores tanto de forma, profundidad y de inclinación los consideramos igual a 1. Por lo tanto, la ecuación general anterior se reduce a:

$$qu = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q N_q + c N_c$$

Para poder realizar la determinación de la capacidad de carga, se plantea una falla circular, donde se debe contemplar la interacción del suelo con la estructura hasta una profundidad igual a la base B. Además, como para esta profundidad el suelo está estratificado la capacidad de carga se vería modificada. En nuestro caso, como los suelos CL y ML que se encuentran por debajo del muro tienen espesores y características similares se procede a realizar una ponderación de los parámetros de los estratos y así realizar la verificación de capacidad con un solo estrato equivalente y poder aplicar la ecuación de Brinch-Hansen mencionada anteriormente.

Además, para poder realizar el análisis en la peor condición se establece que la cota del nivel freático esté por debajo de la cota de fundación del muro, esto para que la carga actuante sea máxima (es decir el peso del muro).

Verificación a la estabilidad global

El análisis de estabilidad global se ha llevado a cabo empleando métodos de equilibrio límite para determinar el factor de seguridad (FS) a lo largo de diversas **superficies de falla**.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

La evaluación se realizó de manera comparativa: inicialmente, se cuantificó el FS para la configuración topográfica original de la barranca, observándose un valor comprometido. Posteriormente, se reevaluó el sistema incorporando el muro de contención diseñado. En todos los casos, el modelo de cálculo incluye una sobrecarga de 10 kPa aplicada en el extradós del muro con el fin de considerar los efectos de cargas vivas o de operación sobre la estabilidad del conjunto, como se presentan en la *Figura 4.2.5*.

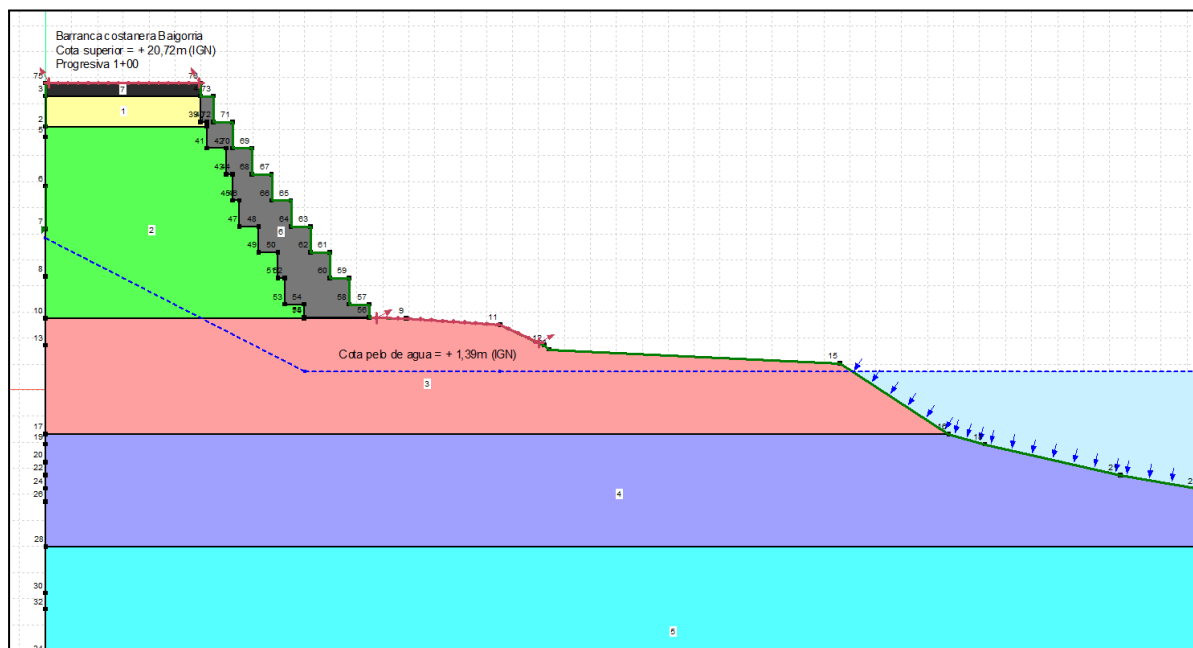


Figura 4.2.8. Modelización del muro en GeoStudio.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a las restricciones geométricas y espaciales inherentes al sitio, es técnicamente inviable alcanzar un Factor de Seguridad (FS) global superior a 1,4 con la intervención propuesta, como se observa en la *Figura 4.2.6*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

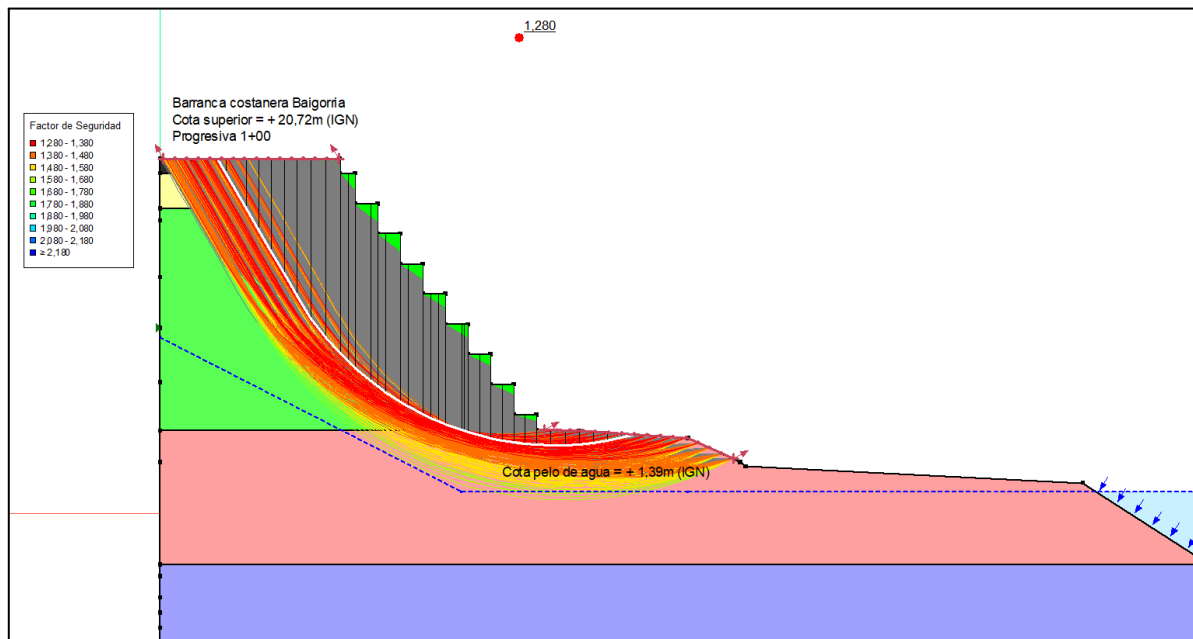


Figura 4.2.9. Superficies de falla global del diseño.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, se fundamenta la viabilidad de esta solución al **comparar el FS** obtenido con el de la condición actual del talud (sin intervención). Este análisis demuestra una mejora sustancial en la estabilidad mitigando el riesgo existente ya que el FS pasa de un valor **mínimo de 0,898 a 1,280**.

A partir de esta situación, se concluye que no se alcanza el valor objetivo ($FS \geq 1,4$) pero ésto es debido a que para el análisis se consideró un suelo de *peores condiciones* del que realmente se presenta; lo cual se evidencia en el factor de seguridad inicial de 0,898 ($FS < 1$), ya que si fuese el número representativo la barranca no seguiría en pie.

Verificación deslizamiento entre bloques

Además de la verificación global del deslizamiento del muro de gaviones, se procedió a verificar individualmente el deslizamiento de cada bloque,

La verificación consta del mismo procedimiento que la verificación de deslizamiento del muro de gravedad, donde se debe corroborar para cada uno de los niveles que no haya un deslizamiento del bloque de gavión debido al empuje lateral del suelo. En la siguiente imagen se observa un esquema para el dimensionamiento, en el cual se plantean las fuerzas actuantes y resistentes para un nivel arbitrario.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

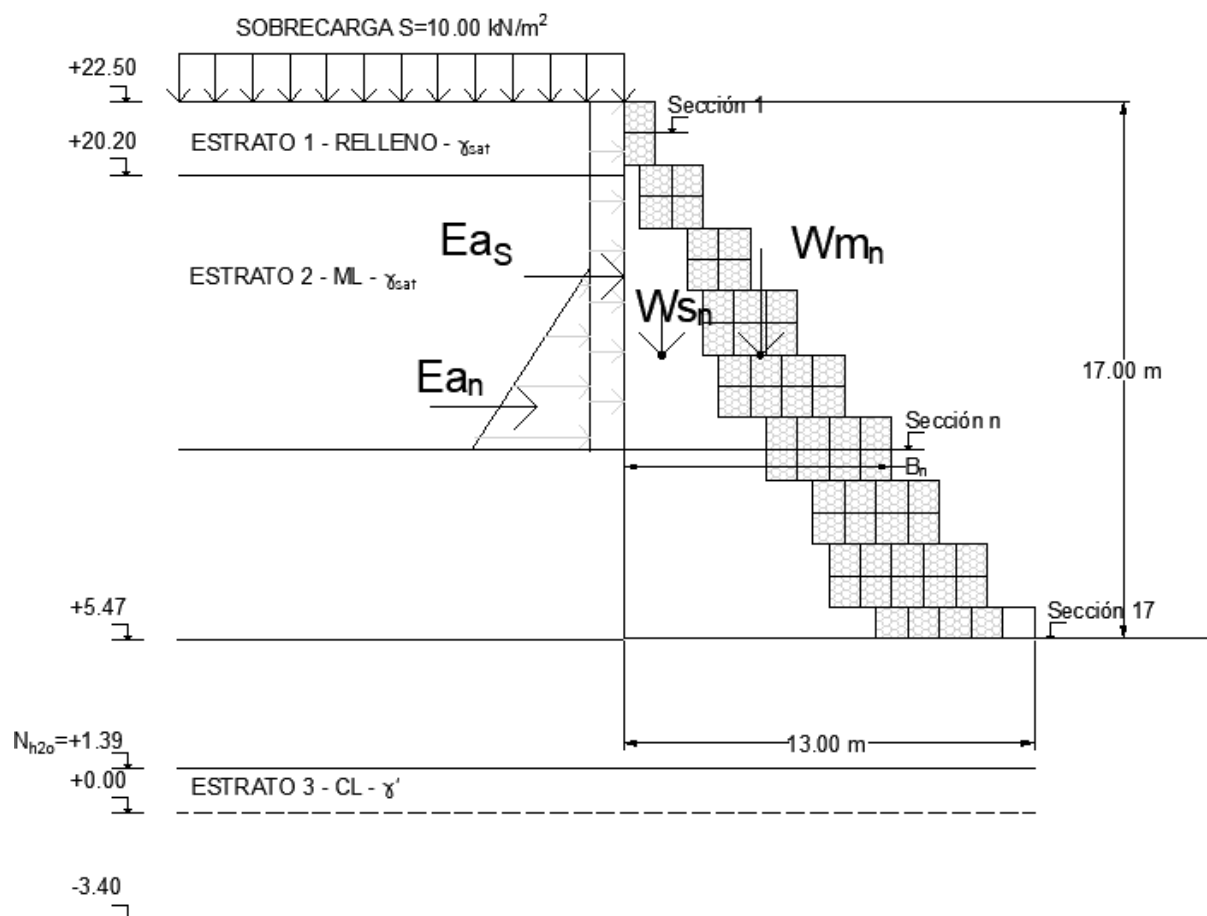


Figura 4.2.10. Esquema verificación deslizamiento de gaviones.

Fuente: Elaboración propia.

Se anexa al final la *memoria de cálculo de las verificaciones* realizadas.

Contención de suelo para el paseo inferior

Para el dimensionamiento de la estructura de contención lateral del paseo inferior se procede a realizar las mismas verificaciones que en el caso del muro de gaviones del apartado anterior, la única diferencia radica en las dimensiones adoptadas. La cota de fundación de esta estructura de contención se plantea inicialmente en +3.00 m. Tendrá una extensión en todo el margen del río, desde el inicio del muro de gaviones en la contención lateral de la barranca hasta el bar “El Destino”. El objetivo principal es dar contención al paseo inferior y evitar la erosión del mismo.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

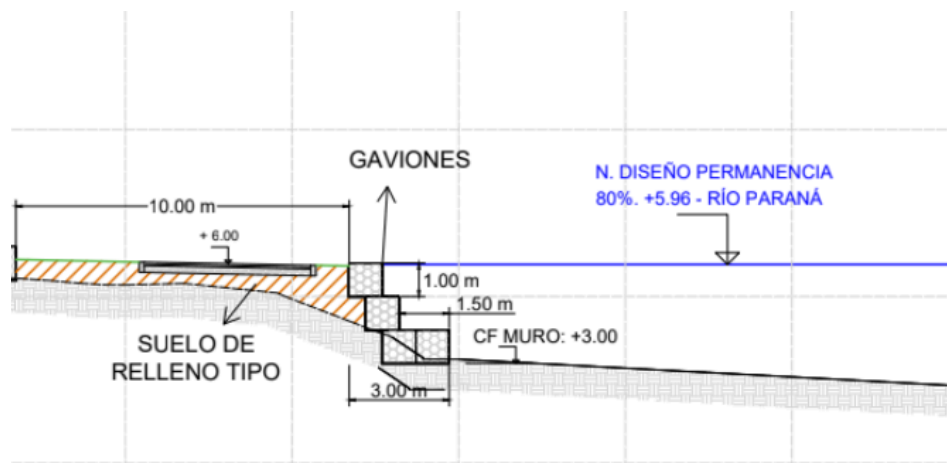


Figura 4.2.11. Perfil transversal tipo.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de movimiento de suelos

Debido a las dimensiones del muro de contención, tanto en altura como en longitud, se estima que su ejecución requerirá un gran movimiento de suelos. Por lo que creemos que es importante hacer foco en este punto y lograr un estimativo de la cantidad de m^3 a transportar en la ejecución de la obra.

Para hacerlo, se recurre a modo de guía el apunte de “Movimiento de suelos” de la materia Transporte II (Departamento de Transporte, 2020), donde se utiliza el método de diagramas de volúmenes de Bruckner. El diagrama de volúmenes es una curva construida sobre dos ejes ortogonales, donde las abscisas representan las progresivas del eje del camino y las ordenadas la suma algebraica de los volúmenes desde el origen hasta la sección considerada, adoptando como valores positivos los volúmenes de excavación y como negativos los de relleno.

Considerando como método de cálculo de volúmenes el de la media de las áreas, la superficie del diagrama de áreas entre dos secciones determinadas representa el volumen del sólido comprendido entre ambas. De esta forma es posible obtener los volúmenes totales tanto de excavación como de relleno. Luego para determinar la compensación longitudinal se procede a realizar cámaras de trabajo donde se define que dentro de ellas, los volúmenes acumulados tanto de excavación como relleno pueden compensarse entre sí

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

longitudinalmente, por ende, los depósitos o préstamos serán los volúmenes que se encuentran por fuera de las cámaras.

Cabe destacar que tanto la posición, dirección y dimensiones del muro y del paseo inferior van a afectar en la cantidad de suelo a trasladar, por lo que, la disposición del muro fue diseñada también pensando en ser lo más eficientes posibles en cuanto al traslado de suelo, buscando minimizar la cantidad de préstamos o depósitos de suelo.

A continuación se muestra el diagrama de Bruckner obtenido, donde se pueden visualizar los volúmenes acumulados según las progresivas de avance, partiendo desde la progresiva 0 la ubicada más al sur.

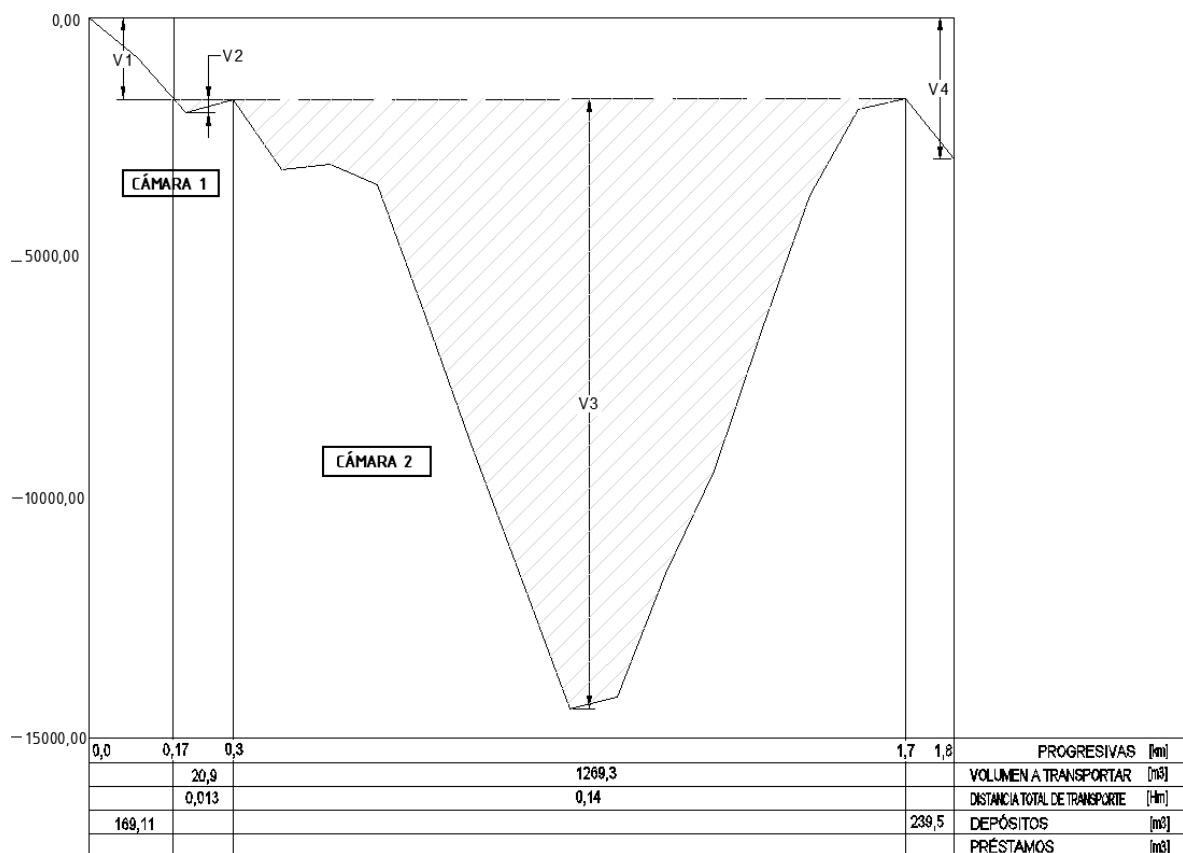


Figura 4.2.12. Diagrama de Bruckner. Movimiento de suelos. Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama se puede ver que cuando la pendiente es negativa, los volúmenes de excavación aumentan y son mayores que los rellenos y en contraposición, si la pendiente es positiva los volúmenes de rellenos son mayores.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Se puede observar por un lado que los valores de volúmenes acumulados son negativos, es decir que predominan las excavaciones y por ende no tendremos que solicitar préstamos de suelo.

Como conclusión, el volumen a depositar en total es de 408,61 m³. Si bien es un valor importante a considerar, en relación al volumen total de suelo que se traslada, es un valor poco representativo, en consecuencia, consideramos que se ha logrado una aproximación óptima al objetivo planteado de **minimizar los volúmenes de préstamo y depósito**.

Por otro lado, la distancia total de transporte por la compensación longitudinal es importante y a considerar, ya que si bien no se requiere adquirir material adicional, las distancias a transportar son importantes y puede inducir en costos a considerar.

En el 9.5) *Anexo 3C - Memoria de cálculo de movimiento de suelos* se puede observar los cálculos realizados para lograr el diafragma de Bruckner.

Consideraciones adicionales

- Sistema de desagüe

Uno de los problemas principales a controlar es el *nivel freático* por un lado y el **escurrimiento superficial** por encima del muro, por lo que debemos considerar un sistema de desagües que permita que este último desemboque en el río Paraná y por otro lado, que no haya una sobrepresión sobre el muro debido a acumulación de agua eventual. Debido a las características constructivas del muro de gaviones, presenta una gran permeabilidad por lo que reduce los problemas de acumulación de agua por detrás del mismo.

- Control de erosión

Se colocará una **manta geotextil** detrás de los gaviones y en el pie del muro con el objetivo de:

- Evitar el paso de finos del suelo al interior de los gaviones (filtración controlada).
- Permitir el drenaje libre del agua.
- Mantener estabilidad y evitar socavación del suelo a largo plazo.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Se escoge el geotextil **Plustex N 180 de la marca “Coripa”**¹, cuya imagen se encuentra en la *Figura 4.2.7*. La misma presenta las siguientes características:

- Es un geotextil **no tejido**, el cual es ideal para funciones de **filtración y drenaje** debido a su estructura porosa y que tiene la apertura de poros de 0,21 mm. Este valor (que está dentro de su rango requerido de 0.2mm a 0.3 mm) asegura que el geotextil permite el paso del agua libremente mientras retiene las partículas finas de suelo, cumpliendo eficientemente su función de **filtro**.
- Este tipo de geotextil se suministra en rollos de gran ancho (típicamente entre 4,0m y 5,0 m) y longitud considerable (a menudo 100 m o más).
- Como producto industrializado de un fabricante reconocido como Coripa, el geotextil cuenta con **certificaciones de calidad** (como ISO 9001) y sus propiedades técnicas son respaldadas por ensayos de laboratorio estandarizados (por ejemplo, Normas ISO, EN o ASTM).
- Aunque su característica clave es la filtración, su gramaje de 180g/m² le permite cumplir simultáneamente con tres funciones esenciales: filtración, separación de materiales de distinta granulometría, y drenaje dentro del plano. Esto, permite utilizar un único producto para múltiples requerimientos dentro de la misma sección del proyecto, simplificando la logística y la gestión de inventario en obra.



Figura 4.2.13. Modelo manta geotextil. Fuente: <https://coripa.com.ar/producto/plustex-n-180/>

- El manto geotextil debe ser anclado en sus extremos para evitar el deslizamiento del mismo al momento de la colocación de los bloques de gaviones y a su vez para que

¹ Cabe aclarar que como se trata de un proyecto de carácter académico, se pueden indicar marcas específicas de algunos materiales. Si en cambio el proyecto es para su posterior ejecución mediante un proceso licitatorio, deben indicarse en las especificaciones técnicas las características de los materiales, sin mencionar marcas.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

durante su vida útil no se desplace y no trabaje correctamente. Según lo definido en la “Guía de instalación de manta de control de erosión” del fabricante (Advanced Drainage Systems - ADS, 2023), el anclaje se materializa ejecutando una zanja a lo largo de los bordes inferior y superior del geotextil, de 150 mm de ancho y 150 mm de profundidad, realizando un dobléz de la manta y rellenando la zanja con suelo compactado. De esta forma se evita el deslizamiento de la misma. En la siguiente figura se puede observar un detalle de cómo se realiza este anclaje.

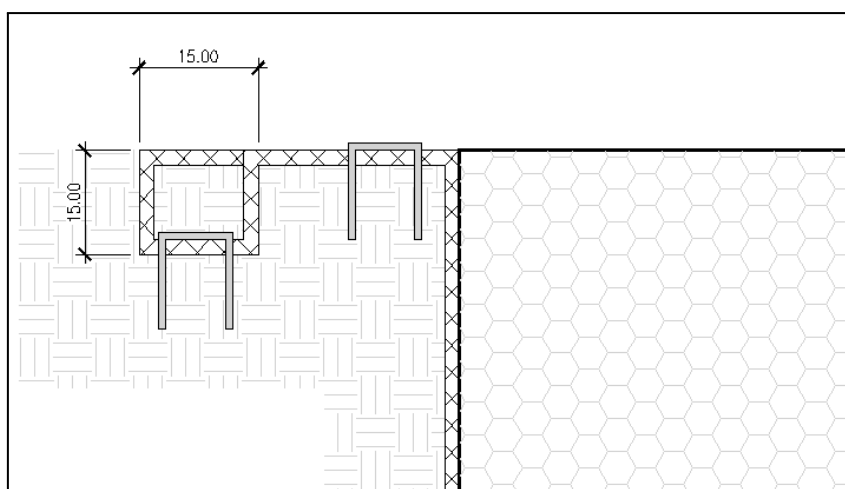


Figura 4.2.14. Método de anclaje de geomanta.

Fuente: Elaboración propia.

Además, es necesario realizar anclajes donde sea necesario realizar uniones o solapar las geomantas, donde esto dependerá de las dimensiones de la manta según el fabricante y el tipo seleccionado.

4.3) Esguerrimiento hidráulico - Sistema de desagües pluviales

Si bien el sector cuenta con un **sistema de desagüe pluvial** preexistente, la interferencia de este con las tareas de excavación, relleno del trasdós del muro de contención y la ejecución del paquete estructural del paseo costero obliga a su remoción. A su vez, a partir de la información brindada por la Municipalidad de Granadero Baigorria que se presenta en la *Figura 4.3.1* y con más detalle en el PLANO N°6.1: **Sistema de desagües pluvial - Desagües existentes**, las áreas fuera de la zona a intervenir ya cuentan con un sistema que transporta el agua, captada por diversos sumideros, hacia el colector principal ubicado sobre la calle Salta, el cual luego ingresa a la calle Rosario y llega finalmente a su punto de vuelco como se puede observar con los sentidos de esguerrimiento de cada tramo.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

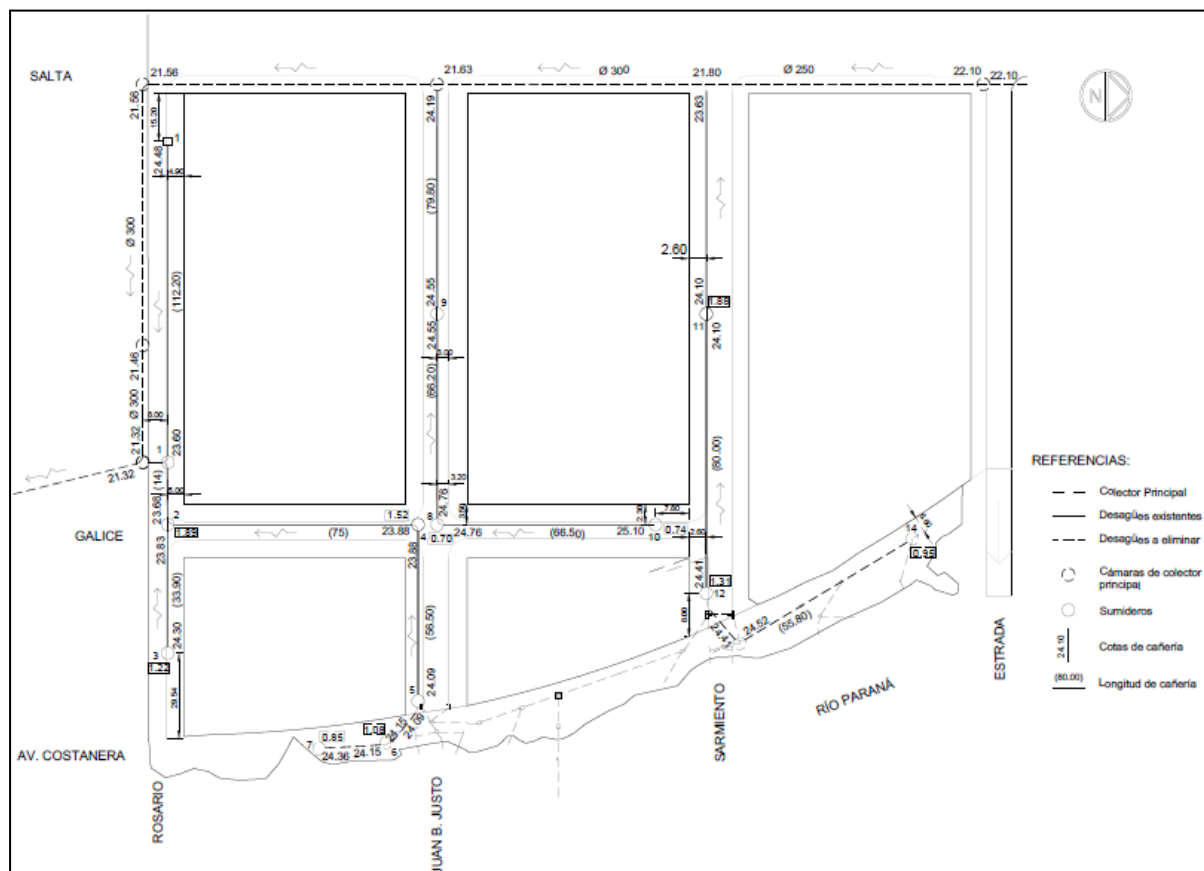


Figura 4.3.1: Sistema de desagües pluviales existentes.

Fuente: Municipalidad de Granadero Baigorria.

No obstante, el manejo de las aguas pluviales resulta crítico tanto para garantizar la transitabilidad de la zona superior como para asegurar la correcta evacuación del agua de lluvia hacia el río, evitando así el aumento de **presiones hidrostáticas** que comprometen la estabilidad del muro. En consecuencia, se procede al proyecto y dimensionamiento de un nuevo sistema de desagüe pluvial para todo el tramo en estudio.

■ Caudal de diseño

Para comenzar el estudio se analizan las calles que conducen el agua pluvial hacia el sector. A partir de las cotas de las esquinas se obtiene la pendiente de las mismas y se determina si transportan el agua hacia la zona o la alejan de ésta (ya sea por ingresar a un sumidero del sistema existente antes de la misma o se aleja por la propia pendiente de la calle), como se presenta en la Figura 4.3.2 y en el PLANO N°6.2: **Sistema de desagües pluvial - División de cuencas**. Para una mejor visualización no se incluyen en la misma

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

figura/plano los conductos existentes pero se observa su relación con la figura/plano anterior en la posición de los sumideros que delimitan las cuencas y se señala, en este caso, los sentidos de escurrimiento superficial.

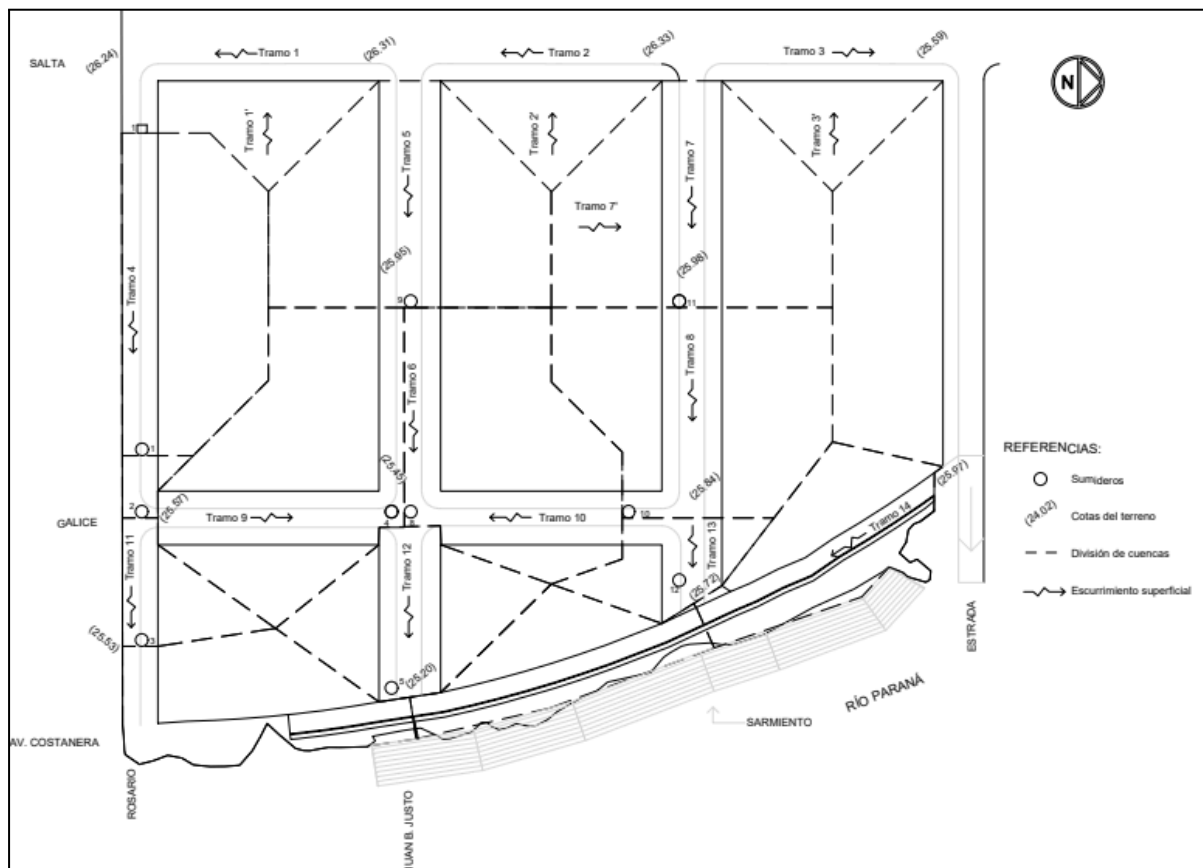


Figura 4.3.2: Enumeración de tramos y división de áreas de aporte.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas todas las canalizaciones de las calles y la ubicación de los sumideros queda delimitada la **cuenca de aporte** a considerar para el sistema de desagües pluviales, como se observa en la figura anterior el agua en el sector a intervenir no es captada por ningún sumidero y esa resulta el área a considerar para el sistema de desagües a proyectar. Para el mismo, se diseña un tramo central entre el paseo peatonal y el ciclista, con pendiente transversal de ambos hacia él, y otro sobre el borde de la baranda, evitando que se almacene la misma en la superficie y vuelque hacia el muro sin controlar su caída. Por lo tanto, como se presenta en la *Figura 4.3.3* y el *PLANO N°6.3: Sistema de desagües pluvial - Desagües proyectados*, se obtiene el área A a partir de la

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

suma de las 3 subcuencas que ingresan a cada tramo (paseo + tramos de calles sin sumideros) sobre la que se considera la lluvia de diseño.

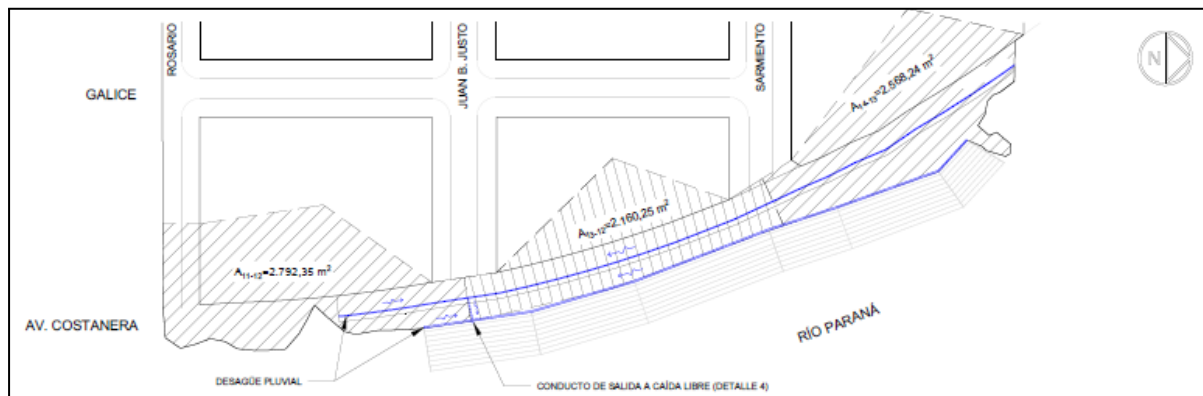


Figura 4.3.3: Áreas de aporte al sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Para su cálculo, el segundo parámetro a considerar es el **tiempo de concentración** T_c , tiempo que tarda en transitar la cuenca la gota de agua hidráulicamente más alejada, tomándolo como la suma de dos términos: $T_c = T_{c, mant} + T_{c, enc}$

El primero corresponde al *flujo mantiforme (no encauzado)*, para el cual empleamos el *Método Racional*, simple pero adecuado para cuencas pequeñas de hasta 100 o 200 Has, que considera que la intensidad de lluvia es constante en el tiempo y en el área de la cuenca, y la relación entre el caudal que ingresa y sale también lo es (no considera la pérdida de capacidad de infiltración del suelo a lo largo de la tormenta). Para su cálculo realizamos la división de cuencas según las pendientes de las calles y los sumideros existentes.

Dado que se diseña un sistema continuo, como se observa en la *Figura 4.3.4*, *Figura 4.3.5* y *Figura 4.3.6*, que se encontrará entre el paseo peatonal y la bicisenda se adopta el **mínimo tiempo** que se considera para desagües pluviales urbanos ya que no se puede medir distancias y obtenerlo a partir de valores de velocidad del flujo o presentará valores muy inferiores a éste. Por lo tanto, tomamos $T_c = 10 \text{ min}^2$.

² Valores mínimos utilizados habitualmente en el diseño de desagües pluviales urbanos.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Figura 4.3.4: Sistema de desagüe proyectado.

Fuente: Elaboración propia.

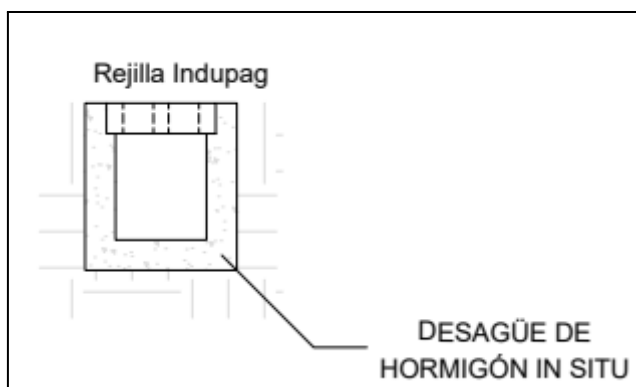


Figura 4.3.5: Sección transversal de desagües.

Fuente: Elaboración propia.

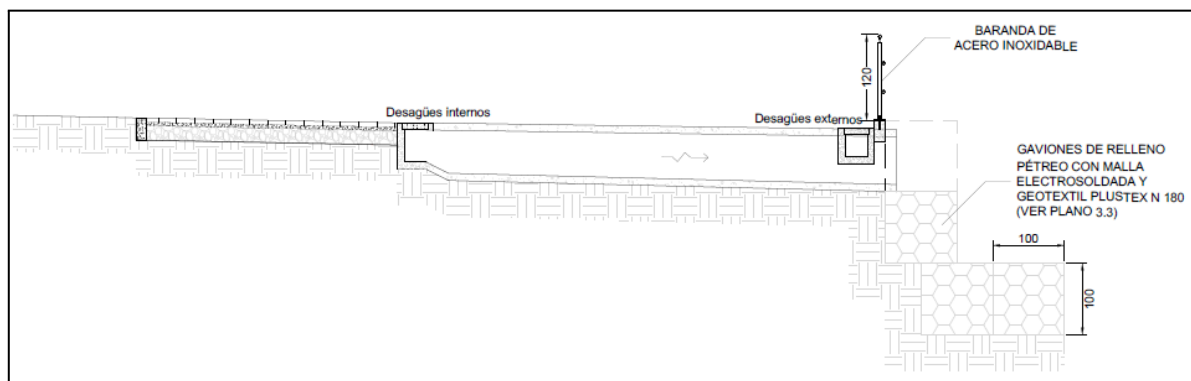


Figura 4.3.6: Conducto de salida a caída libre.

Fuente: Elaboración propia.

A su vez, el **coeficiente de escorrentía**, relación entre el caudal caído sobre la cuenca y el evacuado, depende principalmente de la impermeabilización de la cuenca y del tipo de superficie, por lo que para obtener su valor (debe ser el mismo para toda ella) se debe realizar una ponderación según las superficies de las calles y de los espacios verdes a incorporar. Para áreas desarrolladas, se consideran los valores de la *Tabla 4.3.1*, copia de la incluida en el Decreto 4841/2012 (Gobierno de la Provincia de Santa Fe, 2013) , como se

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

menciona en el apunte de “Desagües pluviales en áreas urbanas” de la materia de Proyecto II (Cátedra de Proyecto II, 2016).

Tabla 4.3.1: Valores del coeficiente de escurrimiento en áreas desarrolladas.

Fuente: Desagües pluviales en áreas urbanas (Cátedra de Proyecto II, 2016).

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO					
	Recurrencias (años)					
	2	5	10	25	50	100
AREAS DESARROLLADAS						
Superficies asfálticas	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
CONCRETO / TECHO	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97

Considerando el predominio del paseo (hormigón) por sobre los espacios verdes y estando del lado de la seguridad, adoptamos $C = 0,80$.

Luego, obtenemos la **intensidad de lluvia** i para una duración igual a $T_c = 10 \text{ min}$ y una recurrencia $R = 5 \text{ años}$ a partir de las *curvas I-D-R* de Santa Fe (1970-2017); correspondiendo al sector de Zavalla, en *Anexo 9.1.5) Obtención de curvas IDR*. En la *Tabla 4.3.2* se observa que la variación de la intensidad de lluvia para $R = 5 \text{ años}$ y duraciones de 5, 10 y 15 minutos.

Tabla 4.3.2: Intensidad de lluvia para R=5 según curvas I-D-R.

Fuente: Curvas I-D-R de Santa Fe (1970-2017), sector de Zavalla.

R [años]	Intensidad de lluvia [mm/hr]	
5	D = 5 min	180,04
	D = 10 min	157,53
	D = 15 min	135,03

Finalmente, con los valores calculados podemos aplicar el Método Racional y obtener el **caudal de diseño** para el sistema en la *Tabla 4.3.3*, a partir de la fórmula del método:

$$Q = \frac{C \times I(D, R) \times A}{360}, \quad \text{con } A = [Has]$$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Tabla 4.3.3: Caudal de diseño por Método Racional. Fuente: Elaboración propia.

Valores de cuenca	
C [-]	0,80
I [mm/hr]	157,53
Área [Has]	0,69
Q [m3/s]	0,24

Por otro lado, el segundo término, *tiempo de concentración del flujo encauzado*, se calcula con la formulación de Chezy-Manning, tomando las distancias que realizará el flujo (del punto más alto a puntos bajos de la cuenca) cuando ya se encuentre dentro del sistema hacia su salida por el otro extremo. Nuevamente, se considera el mínimo de $T_c = 10 \text{ min}$ por presentar valores muy inferiores al mismo.

■ Diseño de la red de desagües

Para el mismo comenzamos definiendo la **traza de las conducciones** teniendo en cuenta la ubicación de los puntos bajos del proyecto del paseo, según las pendientes longitudinales de las calles y las transversales del sector (paseo peatonal y bicisenda). Para su indicación utilizamos los nombres de tramos según se observa en la *Figura 4.4.2* y el **PLANO N° 6.2: División de cuencas - Sistema de desagües pluviales**, de los cuales sólo intervienen para el cálculo el tramo 11 (calle Rosario), 12 (Juan B. Justo), 13 (Sarmiento) y 14 (Av. Costanera) como se muestra en la Figura 4.3.7.

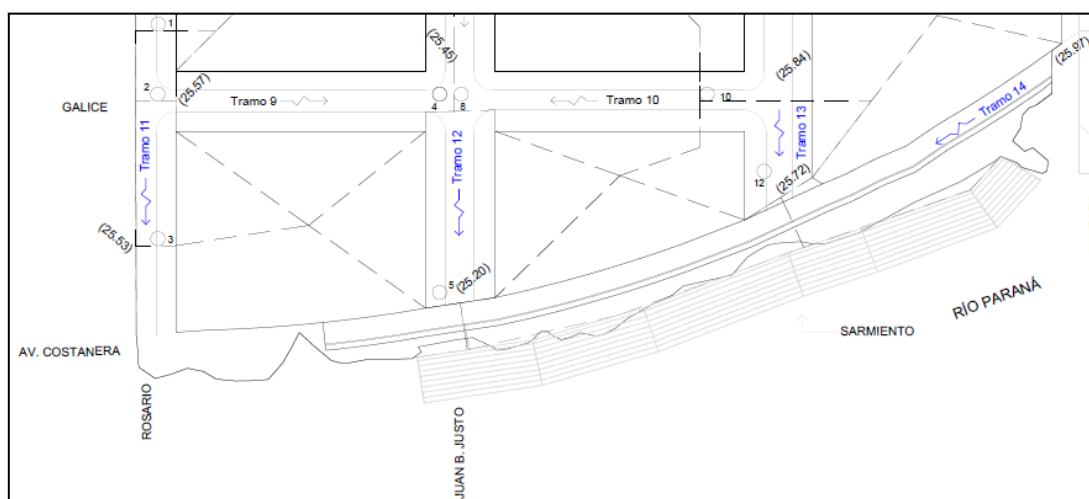


Figura 4.3.7: Tramos de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Luego, se consideró la *cota inicial* para cada uno, que será el extradós del conducto ya que el agua ingresa desde la rejilla superior, tomando las últimas 2 cotas conocidas de la calle Rosario (Tramo 11) para obtener su pendiente a partir de la distancia entre ellas, y a la más cercana al sector se le resta el producto de dicha pendiente por la distancia hasta el ingreso a la vereda, de modo que:

$$j = \frac{\text{Cota anterior} - \text{Cota más cercana}}{\text{Distancia entre ellas}} \rightarrow \text{Cota vereda} = \text{Cota más cercana} - j \times L$$

En los otros dos casos ya se cuenta como dato las cotas de dichas esquinas.

Luego, con el ancho de la vereda (variable en cada tramo) y la pendiente transversal que tendrá (2%) se obtiene la cota de ingreso al desagüe. Obteniendo los valores de la *Tabla 4.3.4*. Es decir:

$$\text{Cota extradós} = \text{Cota vereda} - 2\% \times \text{ancho}$$

Tabla 4.3.4: Cota de extradós en cada tramo. Fuente: Elaboración propia.

Tramos:	11	12	13	14
CALLE				
Cota anterior	25,57	25,45	25,84	25,59
Cota inicial	25,53	25,20	25,72	25,97
Distancia entre cotas	40,66	60,90	35,46	35,46
Pendiente	0,10%	0,41%	0,34%	-1,07%
Distancia al paseo	29,54	0,00	0,00	0,00
VEREDA				
Cota vereda	25,50	25,20	25,72	25,97
Pendiente	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Ancho	4,00	5,97	5,79	5,79
Cota de tramo	25,42	25,08	25,60	25,85

Además, para la cota inicial del tramo 11 se consideró que no comienza donde la calle Rosario ingresa al sector sino más cercana al tramo 12 (al inicio del sector a intervenir, respetando los 40,20 m donde se sitúa el Barrio de Pescadores). Esta situación se presenta en la *Figura 4.3.8*, indicando en azul la longitud del conducto (44,73 m), a partir del cual se determina donde se encuentran sus extremos, y en rojo la distancia a respetar sin modificaciones (40,20 m) entre las calles Rosario y Juan B. Justo. De esta manera, la cota

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

de inicio del conducto se presenta entre ellas y no sobre la primera calle, de modo que modifica el valor de esta.

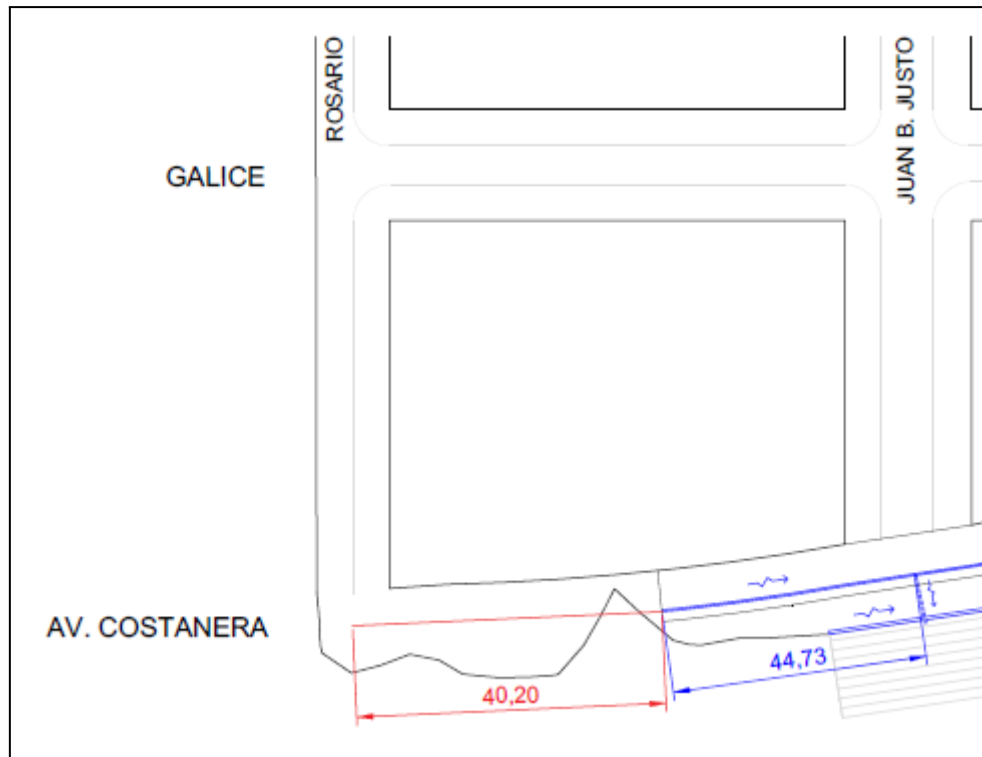


Figura 4.3.8: Ingreso del agua al conducto del tramo 11.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se calcula la pendiente presente a partir de las cotas donde ambas intersectan la zona y su distancia ($40,20 \text{ m} + 44,73 \text{ m} = 84,93 \text{ m}$) y se le resta a la cota obtenida al final de la calle del tramo 11 ($25,42 \text{ m}$) el producto de la misma por la longitud que no se afectará. Es decir, que se toma como cota de inicio del conducto:

$$\text{Cota extradós, T11} = \text{Cota vereda} - j_{11-12} \times L$$

$$\text{Cota extradós, T11} = 25,42 \text{ m} - \frac{25,42-25,08}{84,93} \times 40,20 \text{ m} = 25,26 \text{ m}$$

Dado que para el muro se debe excavar y rellenar y será un sistema paralelo a todo el paseo, por cuestiones constructivas consideramos utilizar **secciones rectangulares abiertas de hormigón armado in situ**.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

■ Dimensionamiento

Definido planimetricamente el **sistema de conductos**, como se presenta su esquema en la *Figura 4.3.4*, *Figura 4.3.5* y *Figura 4.3.6* y sus valores finales en el **PLANO N°6.3: Sistema de desagües pluvial - Desagües proyectados**, y ubicadas las cotas a la altura de las calles, comenzamos su cálculo empezando desde aguas arriba.

Adoptamos el coeficiente de rugosidad de Manning para hormigón $\eta = 0,016$ y las condiciones de la cuenta mencionadas anteriormente.

Con estos valores realizamos el siguiente procedimiento:

1. Calculamos el caudal Q en el primer nudo mediante el *método racional* considerando el área de la subcuenca de aporte y la intensidad para el $T_c = 10 \text{ min.}$ y $R = 5 \text{ años.}$
2. Obtenemos la pendiente del tramo a partir de definir las cotas, redondeando a valores constructivos (al decímetro) y según las condiciones a verificar luego.
3. Adoptamos el ancho y la altura de cada tramo tomando una revancha del 10% y calculamos el caudal admisible por Chezy-Manning:
$$Q_{adm} = \frac{1}{\eta} A R^{2/3} S^{1/2}.$$
4. Verificamos las condiciones del caudal ($Q \leq Q_{adm}$), la pendiente ($S \geq 0,20\%$) y la velocidad ($0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 6,00 \text{ m/s}$) con los valores propuestos; si no verifican se modifican hasta que se encuentren en los rangos deseados.
5. Luego, dimensionamos el próximo tramo teniendo en cuenta lo siguiente:
 - a. Tomamos la nueva área y le sumamos las de las subcuentas anteriores (*Área acum*), mantenemos el $T_c = 10 \text{ min}$ ya que el de la subcuenca anterior es menor incluso sumando el del tránsito en la conducción ($T_{c, ant} + T_{tránsito}$). Finalmente obtenemos el caudal Q por el *método racional*.
 - b. La cota inicial será la cota final del tramo anterior.
 - c. Seguimos el procedimiento desde el paso 2.

De esta manera, obtuvimos las dimensiones y las características de cada tramo que se encuentran en la *Tabla 4.3.5*.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Tabla 4.3.5: Cota de extradós en cada tramo. Fuente: Elaboración propia.

DISEÑO DE SECCIÓN RECTANGULAR				
Tramos	11-12	14-13	13-12	12 (punto bajo)
Caudal de tramos				
Área [Has]	0,28	0,26	0,22	0,00
Área acum [Has]	0,28	0,26	0,47	0,75
Q [m3/s]	0,10	0,09	0,17	0,26
Cotas adoptadas				
Cota inicial [m]	25,25	25,80	25,60	25,00
Longitud [m]	44,73	87,86	96,91	7,00
Cota final [m]	25,00	25,60	25,00	24,90
Pendiente [-]	0,56%	0,23%	0,62%	1,43%
Caudal admisible				
η (H°) =	0,016			
Ancho [m]	0,30	0,30	0,30	0,30
Altura [m]	0,45	0,55	0,55	0,60
y = 90% [m]	0,41	0,50	0,50	0,54
Rh [m]	0,11	0,12	0,12	0,12
Q adm [m3/s]	0,13	0,10	0,17	0,29
Tránsito entre tramos				
Tirante [m]	0,32	0,43	0,48	0,50
Velocidad [m/s]	1,02	0,69	1,16	1,77
T trans [min]	0,73	2,12	1,40	0,07
Verificaciones				
Q < Q adm	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA
Pendiente	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA
Velocidad	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA

Finalmente, la **salida** se realiza en el tramo 12 mediante un **conducto rectangular de 30 cm x 60 cm** por debajo de la bisisenda y desaguando directamente sobre el muro de

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

gaviones, lo cual no resulta un inconveniente al ser permeable y por tratarse de un caudal bajo respecto del volumen total de lluvia sobre el sector.

Además, para la zona adyacente al muro de contención, en caso de acumularse agua en la zona superior debido a una lluvia extraordinaria, para regular su salida hacia el río Paraná se incluirá **paralelo al muro otra red de desagüe de 30 cm x 50 cm**.

5) EQUIPOS NECESARIOS Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

5.1) Equipos necesarios

Los equipos a utilizar deben ser de pequeñas dimensiones para una mayor movilidad para el acceso y la operación en el sector, debido al espacio reducido donde trabajarán. Con este criterio se realiza la siguiente lista de equipos necesarios, citando marcas a modo de ejemplo:

- **Miniexcavadora CAT 301.5:** para realizar el perfilado de la barranca desde la playa, excavación para la cimentación del muro y del sistema de desagües. Su elección se debe al priorizar la maniobrabilidad y la capacidad de trabajo con seguridad en espacios estrechos, en la parte superior, y cerca del borde de la barranca. Además, como se observa en la *Figura 5.1.1*, al desplazarse sobre cadenas permite trasladarse sobre la pendiente del terreno.



Figura 5.1.1: Miniexcavadora CAT 301.5. Fuente: Caterpillar, s.f.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- **Topadora CAT D1:** para el esparcimiento y la nivelación del suelo de relleno detrás del muro y en el paseo inferior. Su elección sigue los mismos criterios que el anterior, y su imagen se presenta en la *Figura 5.1.2*.



Figura 5.1.2: Topadora CAT D1. Fuente: Caterpillar, s.f.

- **Camión IVECO Tector 170-210:** transporte de materiales de excavación, acarreo de material de relleno (suelo, piedra triturada, áridos para pavimentos). Se elige por ser el de mayor volumen de acarreo (11.529 kg) y menor pérdida de capacidad en rampa (65%), al considerar que el ingreso se realizará por la bajada de la calle Estrada, de los camiones medianos o semipesados con las mismas dimensiones (largo de 7,492 m y trocha de 1,986 m), las cuales permiten ofrecer un buen equilibrio y facilidad de movimiento en zonas urbanas. Presente en *Figura 5.1.3*.



Figura 5.1.3: Camión IVECO Tector 170-210.vFuente: IVECO, s.f.

- **Compactadora CAT CB4.0:** compactación del relleno de suelo en la corona de la barranca y de las capas base del paquete estructural del paseo. Se elige el modelo con rodillos vibratorios en tándem de la *Figura 5.1.4* por mantener el criterio de equipos de pequeñas o medianas dimensiones (longitud de 2,859 m y ancho de 1,400 m) para garantizar la seguridad y maniobrabilidad.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



Figura 5.1.4: Compactadora CAT CB4.0. Fuente: Caterpillar, s.f.

- **Grúa móvil telescópica compacta LTC 1050-3.1:** para logística y montaje de los gaviones. A partir de su área de trabajo, el muro de 13 m de ancho con una altura de 17 m, se realiza su elección tomando dichos valores como radio y elevación de carga y a partir de la *Figura 5.1.5* para dicha posición se necesita una extensión de pluma de 24,9 m (mayor a 22,1 m). Luego, se verifica con la *Figura 5.1.6* que la carga máxima a levantar en dicha situación (radio de 13 m y pluma a 24,9 m) de 5,2 t es mayor que el peso de 1,9 t cada gavión, incluso con estabilizadores al 50% (6,4 x 4,4 m). Además, es el equipo con menores dimensiones que puede operar con esas condiciones, las cuales se presentan en la *Figura 5.1.7*, facilitando su operación en la zona de playa y transporte al ser auto-montable.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

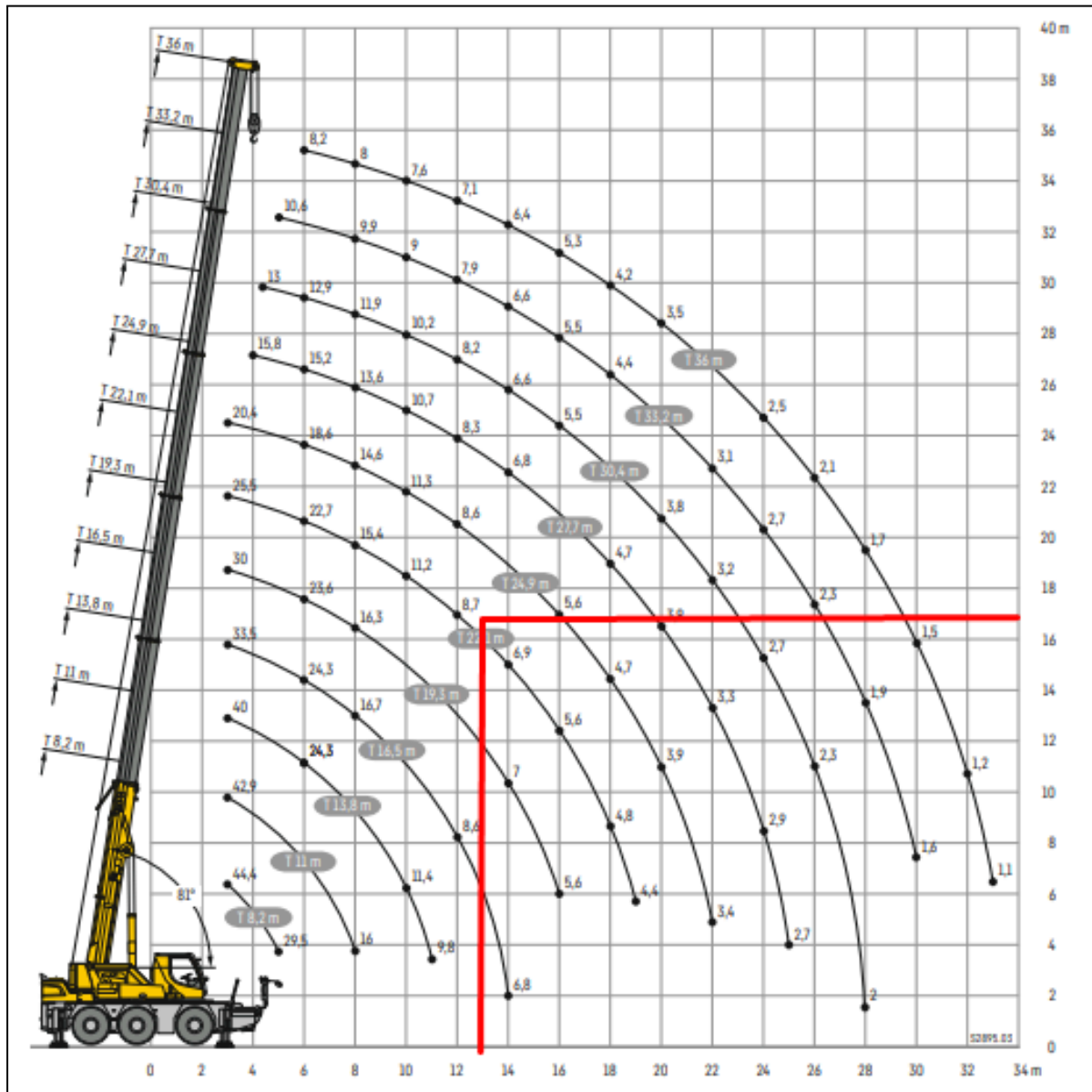


Figura 5.1.5: Extensión de pluma necesaria de grúa Liebherr LTC 1050-3.1.

Fuente: Liebherr, s.f.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

8,2 - 36 m 6,4 x 4,4 m 360° 6,5 t EN												
	8,2 m	11 m	13,8 m	16,5 m	19,3 m	22,1 m	24,9 m	27,7 m	30,4 m	33,2 m	36 m	
3	38,3	38,1	37,9	33,5	30	25,5	20,4					3
3,5	34,5	34,7	34,5	32,5	28,9	25,2	19,9					3,5
4	30,4	30,8	29,3	26,9	25,6	23,6	19,6					4
4,5	26,7	26,3	24,7	23,5	22	20,4	19	15,8				4,5
5	22,7	22,4	21,5	20,5	19,2	17,9	17	15,6	13	10,6		5
6		16,8	16,9	16,1	15,2	14,6	14	13,1	12,4	10,5	8,2	6
7		12,9	13,3	13,1	12,4	12,3	11,6	11,2	10,7	10,1	8,1	7
8		10,3	10,7	10,7	10,9	10,4	10	9,6	9,3	8,7	8	8
9			8,8	9,2	9,1	8,9	8,8	8,4	8,1	7,8	7,3	9
10			7,4	7,8	7,8	7,9	7,6	7,5	7,1	6,8	6,4	10
11			6,4	6,7	6,7	6,8	6,8	6,6	6,3	6	5,7	11
12				5,8	5,9	6	5,9	5,9	5,6	5,3	5	12
13				5,2	5,2	5,3	5,2	5,2	5	4,8	4,4	13
14				4,6	4,6	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4	14
15					4,1	4,2	4,1	4	3,9	3,8	3,6	15
16					3,7	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2	16
17						3,4	3,3	3,3	3,2	3,1	2,9	17
18						3,1	3	3	2,9	2,8	2,6	18
19						2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	19
20							2,5	2,5	2,4	2,3	2,1	20
21							2,3	2,3	2,1	2	1,9	21
22							2,1	2,1	1,9	1,9	1,7	22
23								1,9	1,7	1,7	1,5	23
24								1,7	1,6	1,5	1,3	24
25								1,6	1,4	1,3	1,2	25
26									1,3	1,2	1	26
27									1,1	1,1	0,9	27
28									1	1		28
29										0,8		29

Figura 5.1.6: Peso de elevación de grúa Liebherr LTC 1050-3.1.

Fuente: Liebherr, s.f.

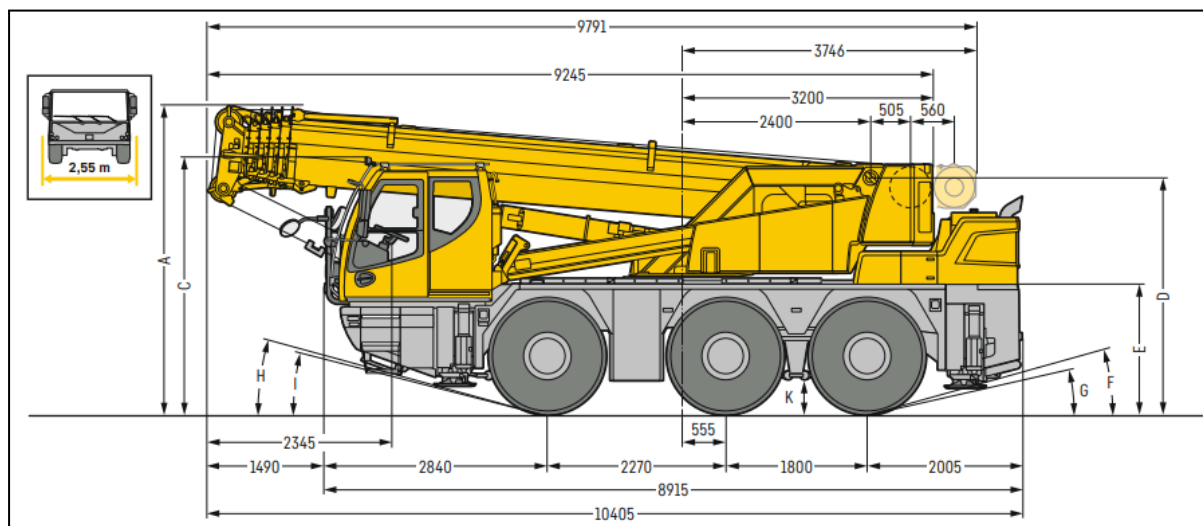


Figura 5.1.7: Dimensiones grúa Liebherr LTC 1050-3.1.

Fuente: Liebherr, s.f.

5.2) Procedimiento constructivo

El procedimiento se ejecuta en diferentes etapas que garantizan la estabilidad geotécnica antes de la finalización de los espacios públicos.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

■ Etapa 1: Preparación e Inicio

1. Ingreso de equipos y obrador: se establece el obrador y se ingresan los equipos. Se realiza el replanteo de la huella del muro (cotas N. Sup: 22,50 m, N. Inf: 5,50 m IGN) y del paseo.

A su vez, se desmontan las estructuras temporarias y las preexistentes

2. Excavación y perfilado: se excava desde el paseo inferior (playa) para perfilar la barranca a la pendiente de diseño de 53°. Se prepara la zanja de cimentación del muro.

El perfilado es crítico para la posterior verificación de la estabilidad global.

■ Etapa 2: Estructura y Contención

3. Ejecución del muro de gaviones: se colocan las geomantas detrás de los gaviones y al pie del muro.

Se realiza el armado de gaviones y su relleno. Simultáneamente, se ejecuta el relleno de suelo compactado detrás del muro.

■ Etapa 3: Paseos y Servicios

4. Ejecución de desagües pluviales: se retira el sistema de desagües existente y se coloca el diseño nuevo proyectado. Se construyen los conductos de sección rectangular abierta de hormigón armado in situ, desde aguas arriba.
5. Relleno y compactación superior e inferior: se rellena el paseo inferior (junto al muro) con tierra cubierta de césped para crear el paseo inferior. Además, se compacta el suelo de relleno en la corona de la barranca.
6. Realización del paseo recreativo (paquete estructural): se realiza la construcción con pavimento articulado intertrabado de la senda peatonal y bicisenda.

■ Etapa 4: Terminación

7. Colocación del mobiliario y forestación: se instalan bancos de hormigón, bolardos, paraderos de bicicletas, rejillas Indupag y farolas LED. Se siembra césped drenante y se plantan especies nativas como la Tipa.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

8. Armado de estructuras temporarias y cierre: se reponen o se montan nuevamente, las estructuras temporarias (como la guardería de kayaks) asegurando la continuidad del "Barrio de Pescadores" y se finaliza la obra.

6) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del presente Proyecto Final ha permitido la integración de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil, aplicándolos a una problemática real y compleja en el Barrio Paraíso, en Granadero Baigorria. El desafío no residió únicamente en el cálculo estructural o hidráulico sino en la necesidad de articular una solución técnica que contemple variables ambientales, urbanísticas y sociales.

En términos específicos, se logró diseñar un sistema de desagüe pluvial eficiente, cuya proyección implicó la remoción de la infraestructura obsoleta y el redimensionamiento de conductos para garantizar el correcto escurrimiento ante eventos de precipitación de diseño. Simultáneamente, se resolvió la estabilidad de la barranca mediante el diseño de un muro de contención verificando ante las variaciones del nivel del río y asegurando la integridad del talud. Complementariamente, se proyectó el paseo costero, dotando al sector de un valor urbanístico que recupera el frente ribereño para la comunidad.

Es importante destacar que el alcance de este trabajo se enmarca dentro de los tiempos y recursos académicos disponibles. Si bien se ha trabajado con rigor técnico utilizando normativas vigentes y datos oficiales, se debió prescindir de ciertos estudios de campo específicos (como sondeos geotécnicos de detalle o batimetrías actualizadas *in situ*), los cuales fueron suplidos mediante antecedentes y bibliografía de referencia. Por lo tanto, aunque la solución es conceptual y dimensionalmente correcta, debe considerarse como un anteproyecto avanzado.

Además, se sugiere imperativamente la futura incorporación del Barrio de Pescadores al plan de obras. La interrupción del muro de contención en coincidencia con la zona de este barrio, impide una solución integral, dejando al sector vulnerable ante la inestabilidad de la barranca. Sin embargo, para esta instancia académica se adoptó el criterio de exclusión utilizado en los proyectos antecedentes de la propia municipalidad del lugar, debido a que la condición de este barrio requiere estudios de preservación y un plan de gestión social que exceden los tiempos de este trabajo final.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Se concluye que la propuesta técnica es superadora respecto a la situación actual, transformando un sector con riesgo de inestabilidad y déficit de drenaje pluvial en un espacio seguro y funcional. La intervención no solo resuelve un problema ingenieril, sino que mejora sustancialmente la calidad de vida de los habitantes y la relación de la ciudad con el río.

Como proyectistas, y considerando el carácter académico de este trabajo, sugerimos una serie de lineamientos para la eventual materialización de la obra:

1. Validación de Datos: Ante la posibilidad de ejecución, resulta indispensable realizar estudios de suelos específicos a lo largo de la traza del muro y estudios hidrológicos actualizados para corroborar los parámetros de diseño asumidos.
2. Continuidad Urbana: Se recomienda estudiar en profundidad la conexión del nuevo paseo costero con la trama urbana existente en los extremos del tramo, punto que excede el alcance de este informe pero que resulta vital para la funcionalidad del espacio público.
3. Etapabilidad de la Obra: En caso de que limitaciones presupuestarias impidan la ejecución simultánea de todos los componentes, se sugiere el siguiente orden de prioridades:
 - **Prioridad 1 - Estabilización:** Ejecución del muro de contención y obras de protección al pie. Esta es la instancia crítica para garantizar la seguridad física del sector y evitar deslizamientos.
 - **Prioridad 2 - Infraestructura de desagüe pluvial:** Construcción del nuevo sistema de desagües pluviales. Es fundamental realizarlo antes o durante el relleno del trasdós del muro para evitar socavaciones futuras o saturación del suelo.
 - **Prioridad 3 - Urbanización:** Pavimentación del paseo inferior, iluminación y mobiliario urbano, completando así la puesta en valor del sitio.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

7) BIBLIOGRAFÍA

- Advanced Drainage Systems - ADS. (2023). *Erosion Control Blanket Installation [Manual de instalación de manto para control de erosión] Guide*. Advanced Drainage Systems.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos - SAIJ.
- *Calle prioridad peatón*. (s.f.). Buenos Aires Ciudad. Recuperado el 23 de septiembre de 2025, de <https://buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/manualdedisenourbano/paisaje-urbano-morfologia/resolucion-general-de-secciones-de-calles/calle-prioridad-peaton>
- Cátedra de Proyecto II. (2016). *Desagües pluviales en áreas urbanas*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.
- Caterpillar. (s.f.). *Compactadora CB4.0*. Página web oficial de Caterpillar en Latinoamérica. Recuperado el 25 de noviembre de 2025, de https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/119060.html
- Caterpillar. (s.f.). *Miniexcavadoras 301.5*. Página web oficial de Caterpillar en Latinoamérica. Recuperado el 25 de noviembre de 2025, de https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/excavators/mini-excavators/730743084448070.html
- Caterpillar. (s.f.). *Tractores topadores pequeños D1*. Página web oficial de Caterpillar en Latinoamérica. Recuperado el 25 de noviembre de 2025, de https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/dozers/small-dozers/106242.html

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- Coripa. (s.f.). *Plustex N 180*. Coripa Shop. Recuperado el 18 de noviembre de 2025, de <https://coripa.com.ar/producto/plustex-n-180/>
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones* (7° ed.). Cengage Learning.
- Departamento de Hidráulica. (2022). *Estudios de Niveles Hidrométricos Puerto Rosario (km 416)* (Informe Técnico ed.). Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.
- Departamento de Hidráulica. (2022). *Unidad 2: Erosión Hídrica [Apunte de cátedra Obras Hidráulicas]*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.
- Departamento de Transporte. (2020). *Unidad 8: Movimiento de suelos*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.
- Departamento de Transporte. (2022). *Unidad 2: Elementos de la sección transversal [Apunte de cátedra Transporte II]*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.
- Gobierno de la Provincia de Santa Fe. (2013). *Decreto N° 4841/2013 (y su Anexo Único)*. Boletín Oficial de la Provincia de Santa Fe.
- IVECO. (s.f.). *Tector 17 tn - Ficha Técnica*. Catálogo de camiones semipesados. <https://www.iveco.com/argentina/-/media/IVECOdotcom/Argentina/Brochure/Tector/07---TECTOR-170-210.pdf?rev=af9fecfb49934e3c817657b491df7e7e>
- Leister de Almeida Barros, P. (2025). *Obras de contención: Manual técnico*. Maccaferri.
- Liebherr. (s.f.). *LCT 1050-3.1*. Catálogo de grúas compactas. <https://assets-cdn.liebherr.com/versions/a4f1516d-23cf-4270-9e7f-01efbe12192c/original/>

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

- Maccaferri. (s.f.). *¿Qué hace que un muro de contención por gravedad sea estable?*
Página web oficial de Maccaferri. Recuperado el 11 de octubre de 2025, de <https://www.maccaferri.com/latam/news/que-hace-que-un-muro-de-contencion-por-gravedad-sea-estable/>
- Riccardi, G. A., Peruzzo, F., Pairetti, L., & Casanova, L. V. (2023). *Estudio de modelación hidrodinámica en el tramo del Río Paraná entre el km 452 y 405* (Informe Técnico Rev. 00 - Anexo 1 ed.). Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales (CURIHAM) - Universidad Nacional de Rosario.
- Sabarots Gerbec, M., Storto, L. G., & Giacosa, J. P. (2018). *DELTA PARANÁ: Estudio hidrodinámico integrador del Delta del río Paraná con fines múltiples* (Campaña de relevamiento de ceros hidrométricos ed.). Instituto Nacional del Agua (INA) - Centro Regional Litoral.
- Sosa, V. (2024). *Apuntes de cátedra Ingeniería Geotécnica*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.
- Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura. (2015). *Manual de Diseño Urbano* (D. G. Chain, Compiler; 1° ed.). Ministerio de Desarrollo Urbano - Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Universidad de Alicante. (s.f.). *Manual Euroadoquín*. SIBID (Sistema de Información Bibliotecaria y Documental). <https://andece.org/pavimentos/>
- Whitlow, R. (1999). *Fundamentos de Mecánica de Suelos* (2° ed.). Compañía Editorial Continental (CECSA).

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

8) PLANOS

PLANO N°1: Ubicación general proyecto

PLANO N°2: Perfiles batimétricos y de erosión general

PLANO N°3.1: Ing. Geotécnica - Muro de contención

PLANO N°3.2: Ing. Geotécnica - Cortes

PLANO N°3.3: Ing. Geotécnica - Detalle de gaviones

PLANO N°4: Perfil tipo de obra básica y pavimentos

PLANO N°5.1: Movilidad urbana - Planta

PLANO N°5.2: Movilidad urbana - Cortes

PLANO N°5.3: Movilidad urbana - Señalización

PLANO N°6.1: Sistema de desagües pluviales - Desagües existentes

PLANO N°6.2: Sistema de desagües pluviales - División de cuencas

PLANO N°6.3: Sistema de desagües pluviales - Desagüe proyectado

CROQUIS DE UBICACIÓN ÁREA EN ESTUDIO

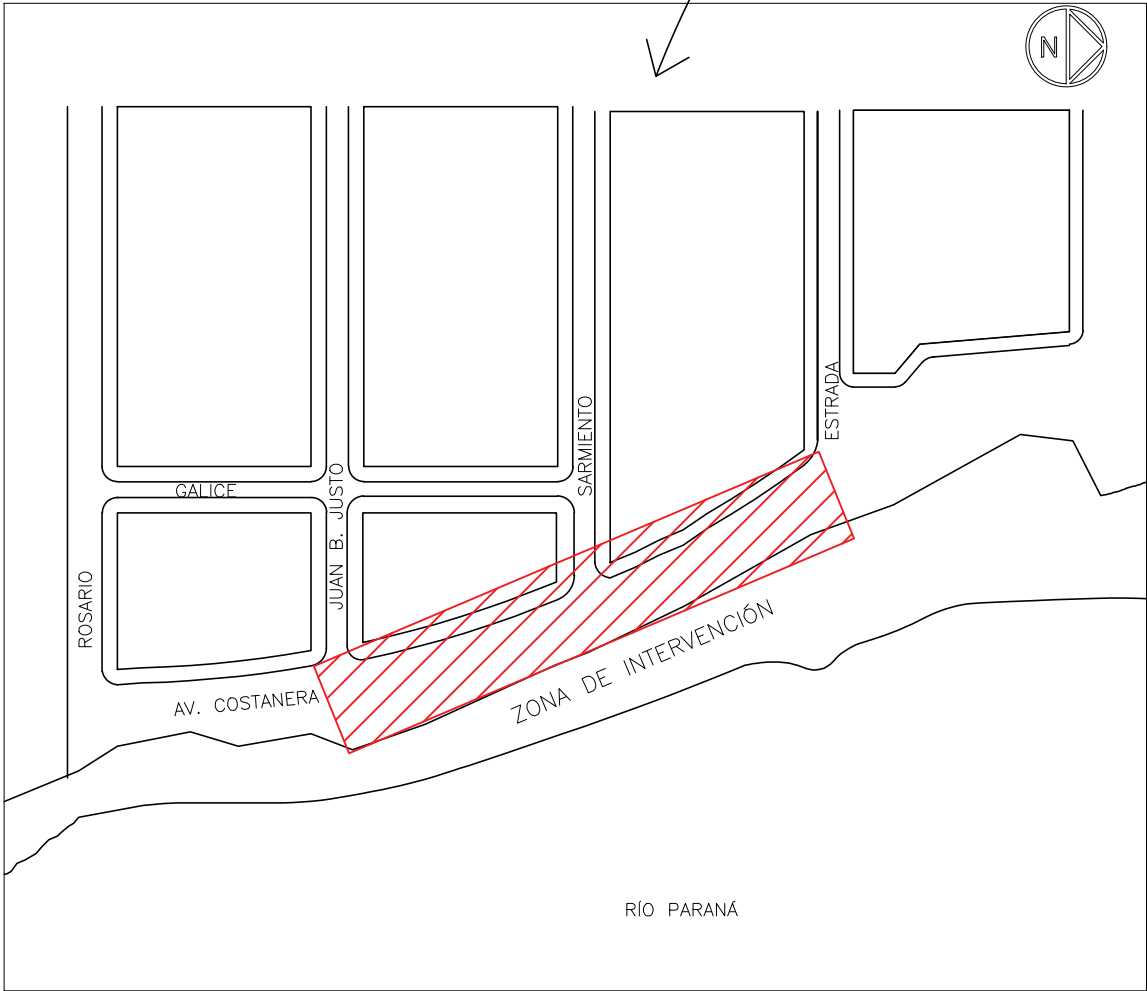


Provincia de Santa Fe

PLANO CIUDAD DE GRANADERO BAIGORRIA



DETALLE ZONA A INTERVENIR



UBICACIÓN DESMORONAMIENTO



DESMORONAMIENTO CALLE SARMIENTO

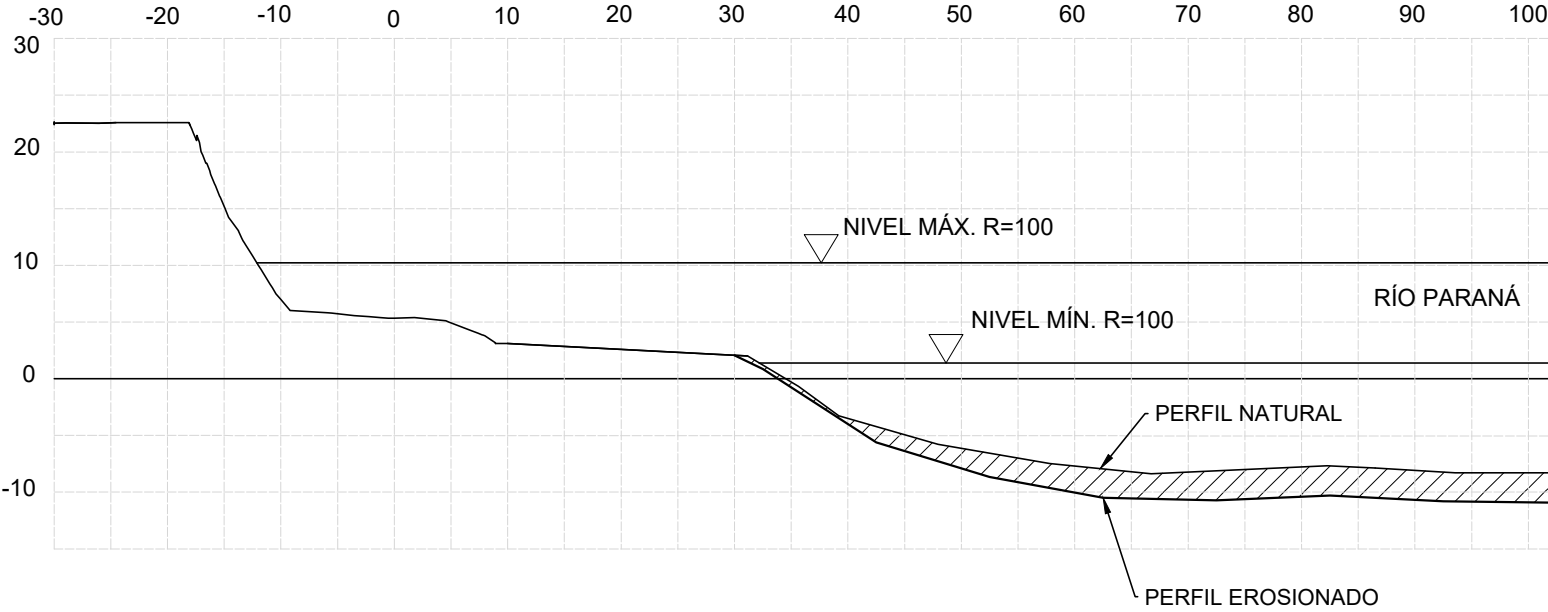


DESMORONAMIENTO CALLE JUAN B. JUSTO

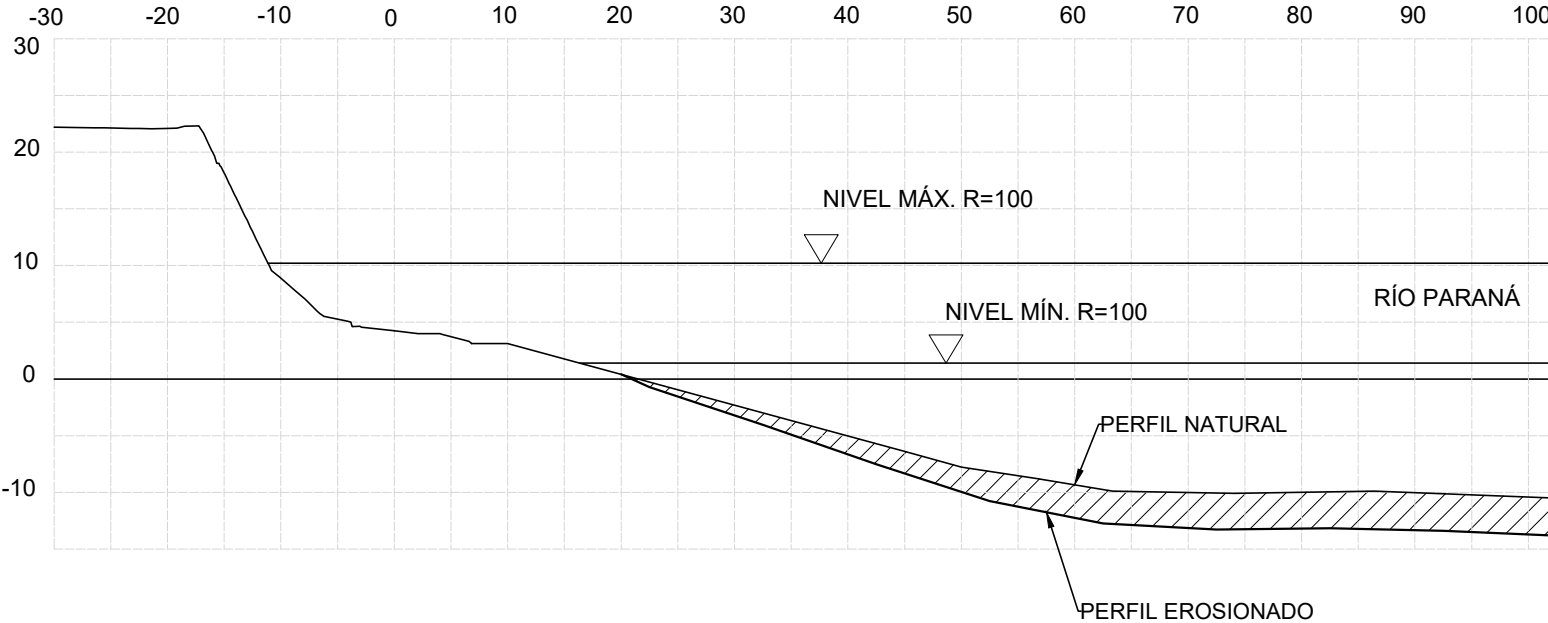


		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		 FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA				
PLANO N°: 1	UBICACIÓN GENERAL PROYECTO			
	FECHA 06/02/2026	ESCALA VARIAS	REVISIÓN 03	
				INTEGRANTES: AQUILANO, Matías Nicolás DEMTI, Sofía FRANCESCUTTI, Tomás PIRO, Agustín Ezequiel

PERFILES TRANSVERSALES - ESCALA 1:150
PROGRESIVA +1.00



PROGRESIVA +0.00

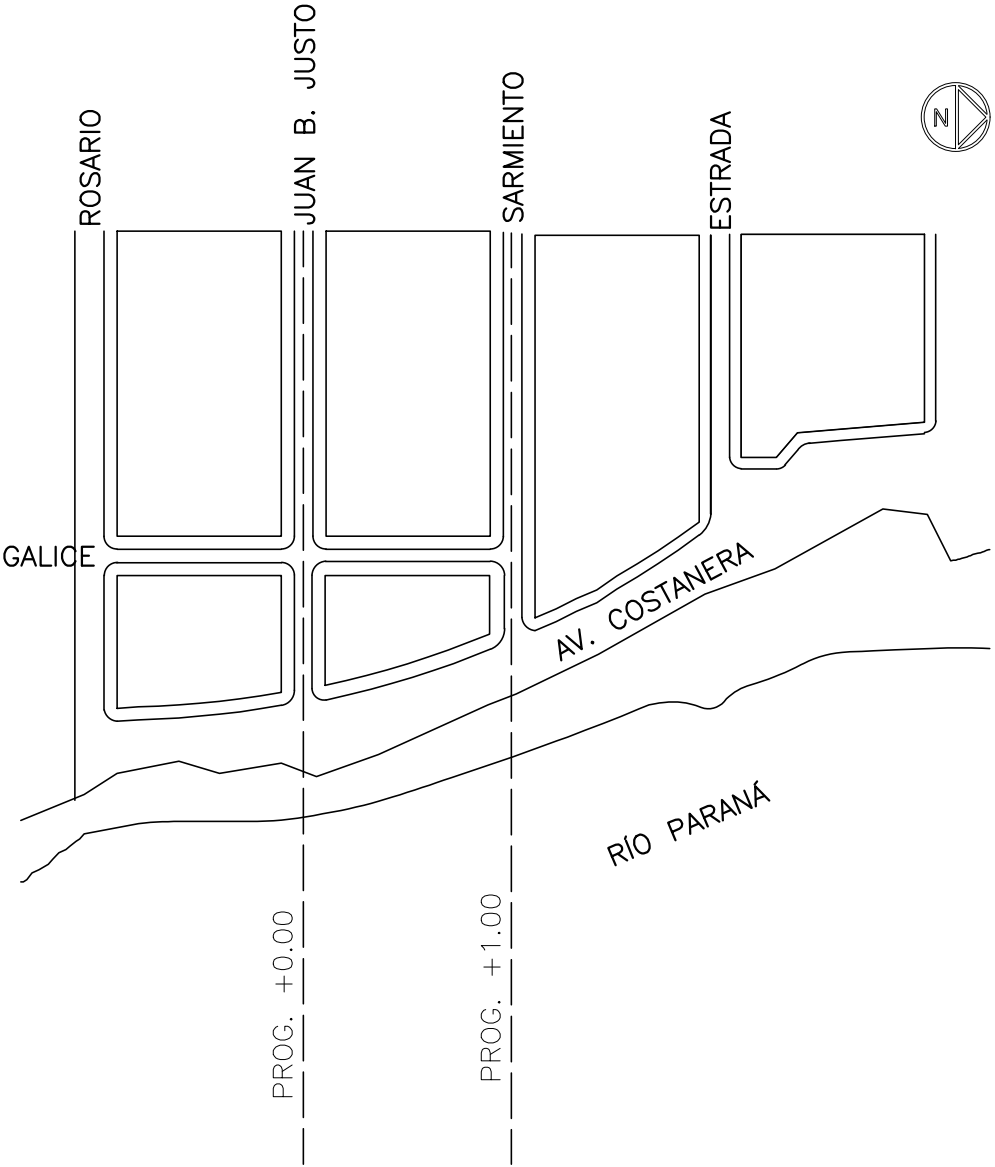


REFERENCIAS

 TERRENO NATURAL EROSIONADO

NOTAS GENERALES:
- COTAS ESTÁN EN METROS REFERIDAS AL IGN
- MEDIDAS EN METROS

PROGRESIVAS - ESCALA 1:200



FUENTE: DATOS BRINDADOS POR LA MUNICIPALIDAD DE GRANADERO BAIGORRIA, SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS



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



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA
BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

INTEGRANTES:

PLANO N°:

2

PERFILES BATIMÉTRICOS Y
DE EROSIÓN GENERAL

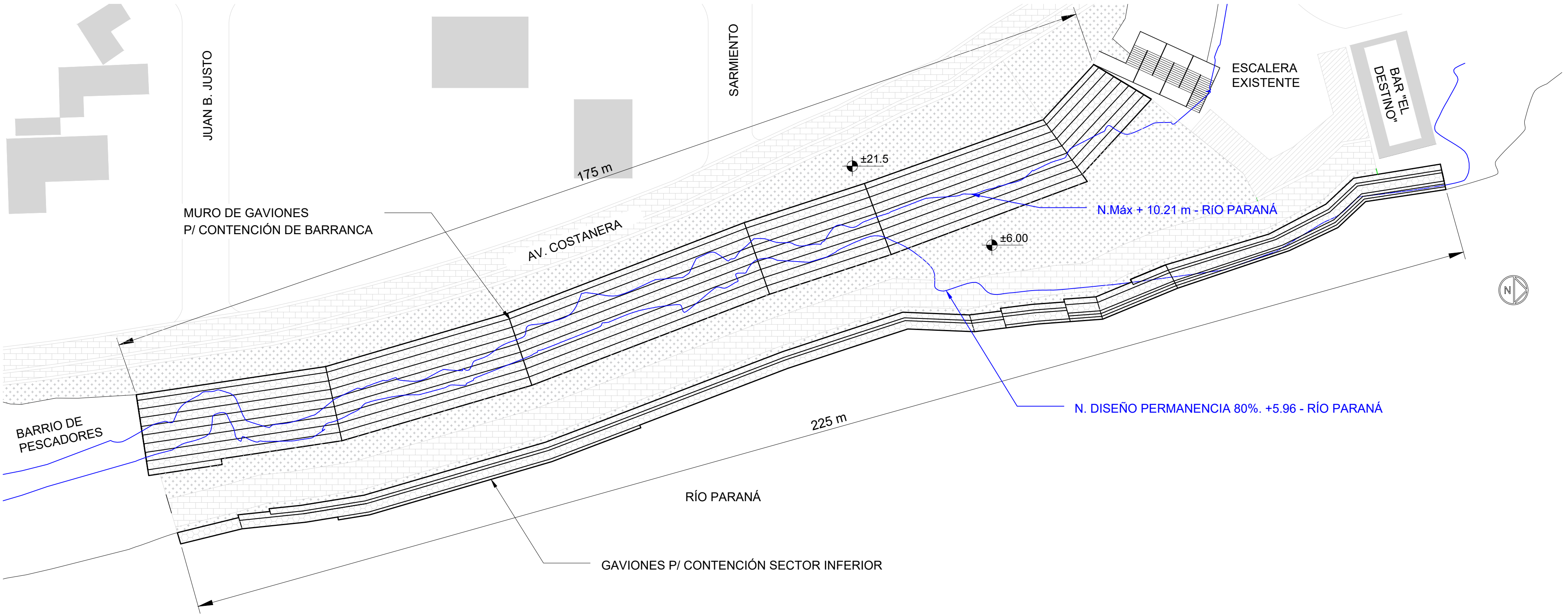
FECHA
06/02/2026

ESCALA
VARIAS

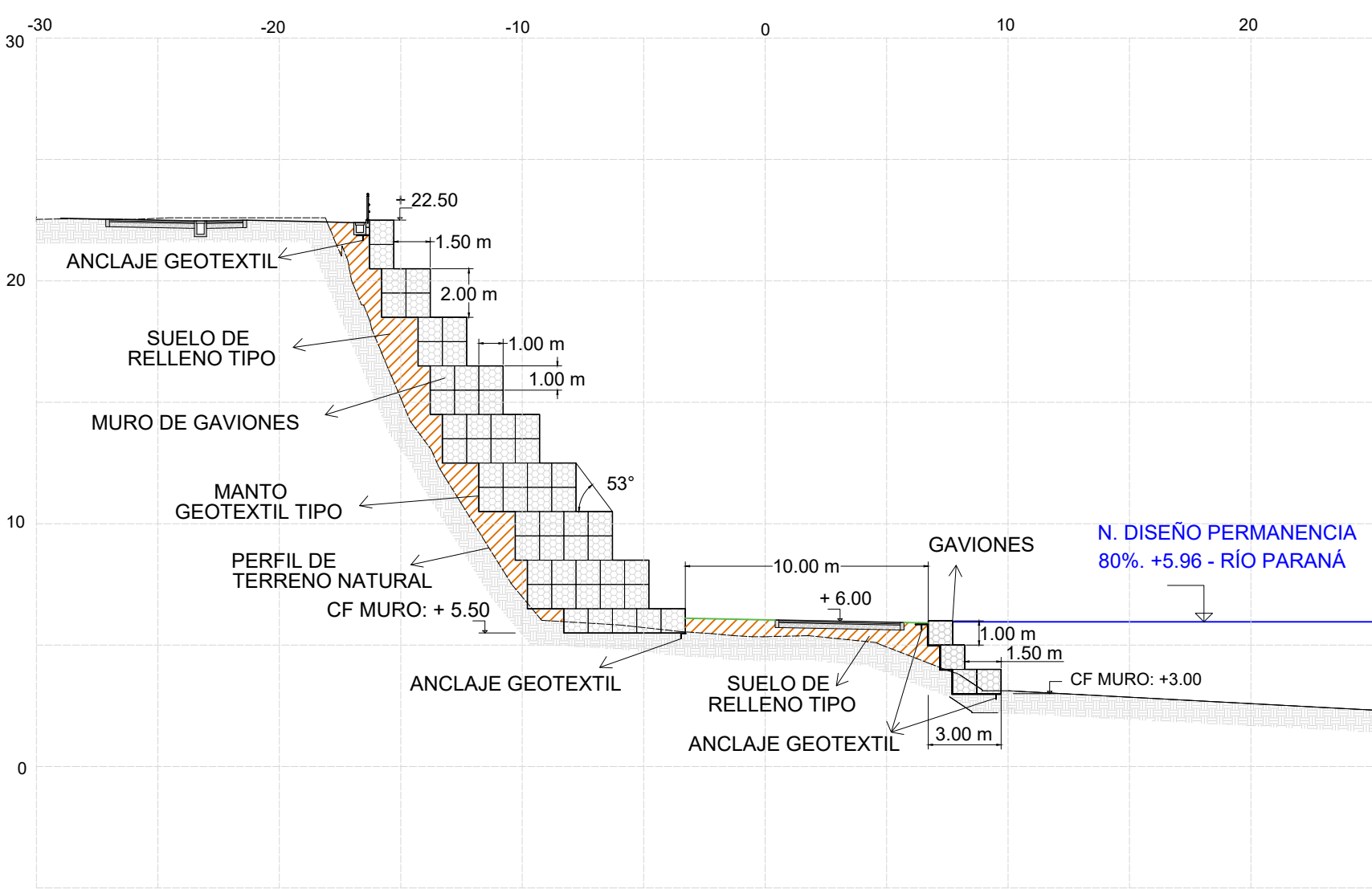
REVISIÓN
03

AQUILANO, Matías Nicolás
DEMTI, Sofía
FRANCESCUTTI, Tomás
PIRO, Agustín Ezequiel

PLANTA
ESCALA 1:500



PERFIL TRANSVERSAL TIPO
ESCALA 1:250



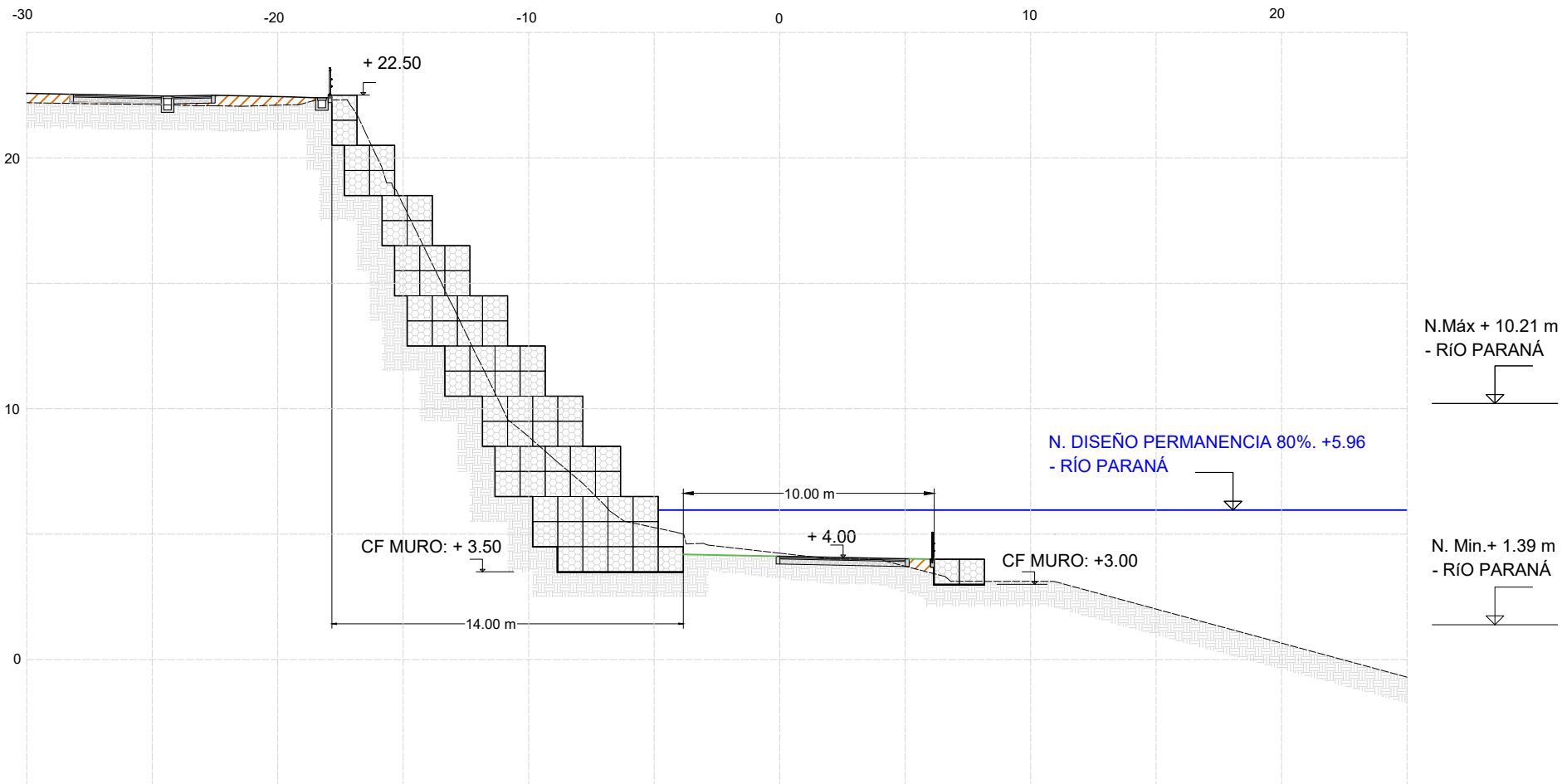
REFERENCIAS

- BLOQUE DE GAVIONES
- NIVEL DEL RÍO PARANÁ EN DISTINTOS ESCENARIOS
- RELLENO
- TERRENO NATURAL

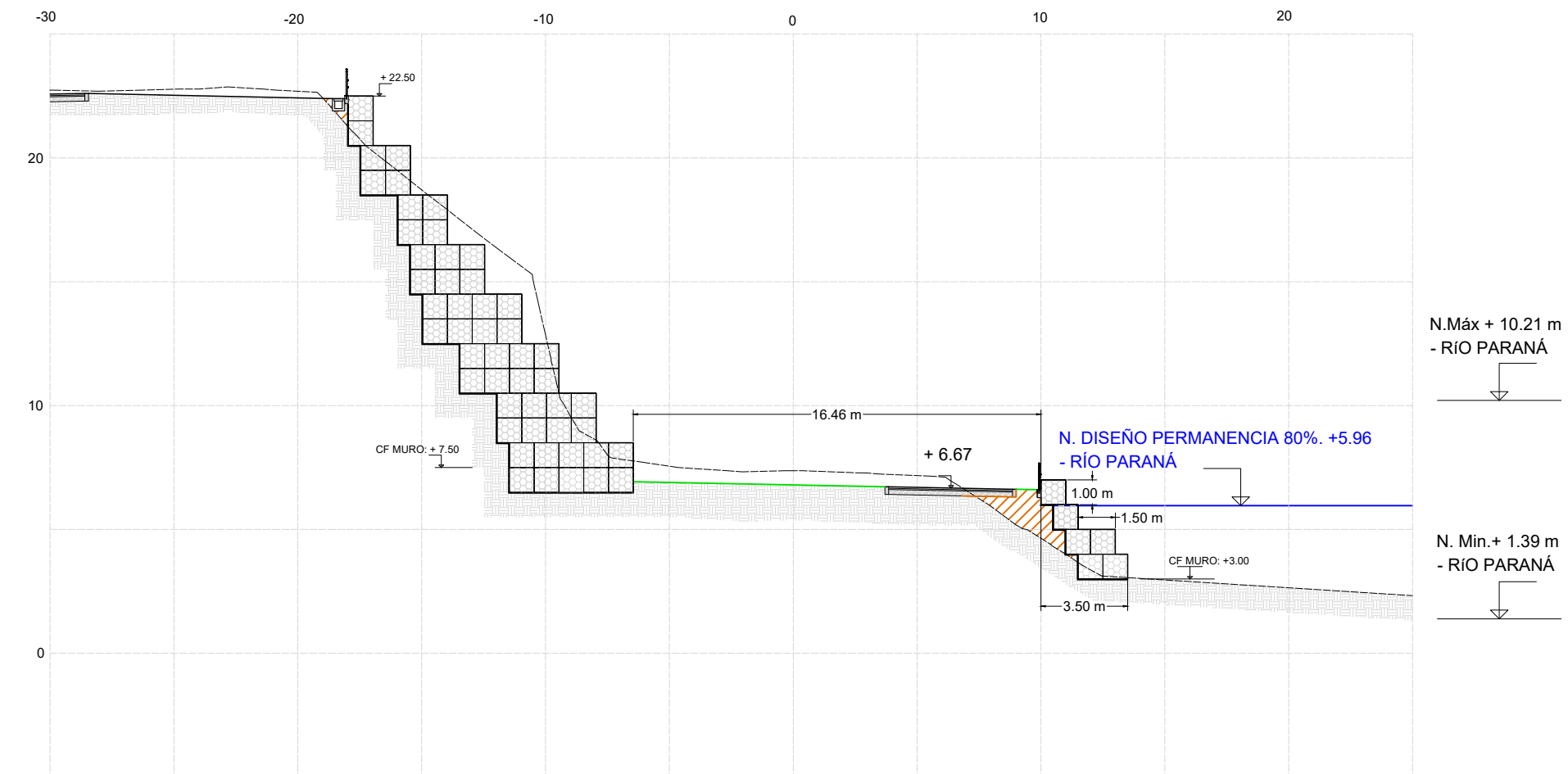
NOTAS GENERALES:
- COTAS ESTÁN EN METROS REFERIDAS AL IGN
- MEDIDAS EN METROS

 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO 				INTEGRANTES:	
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA				AQUILANO, Matías Nicolás DEMTI, Sofia FRANCESCUTTI, Tomás PIRO, Agustín Ezequiel	
PLANO N°:	ING. GEOTÉCNICA - MURO DE CONTENCIÓN				
FECHA	06/02/2026	ESCALA	VARIAS	REVISIÓN	03
3.1					

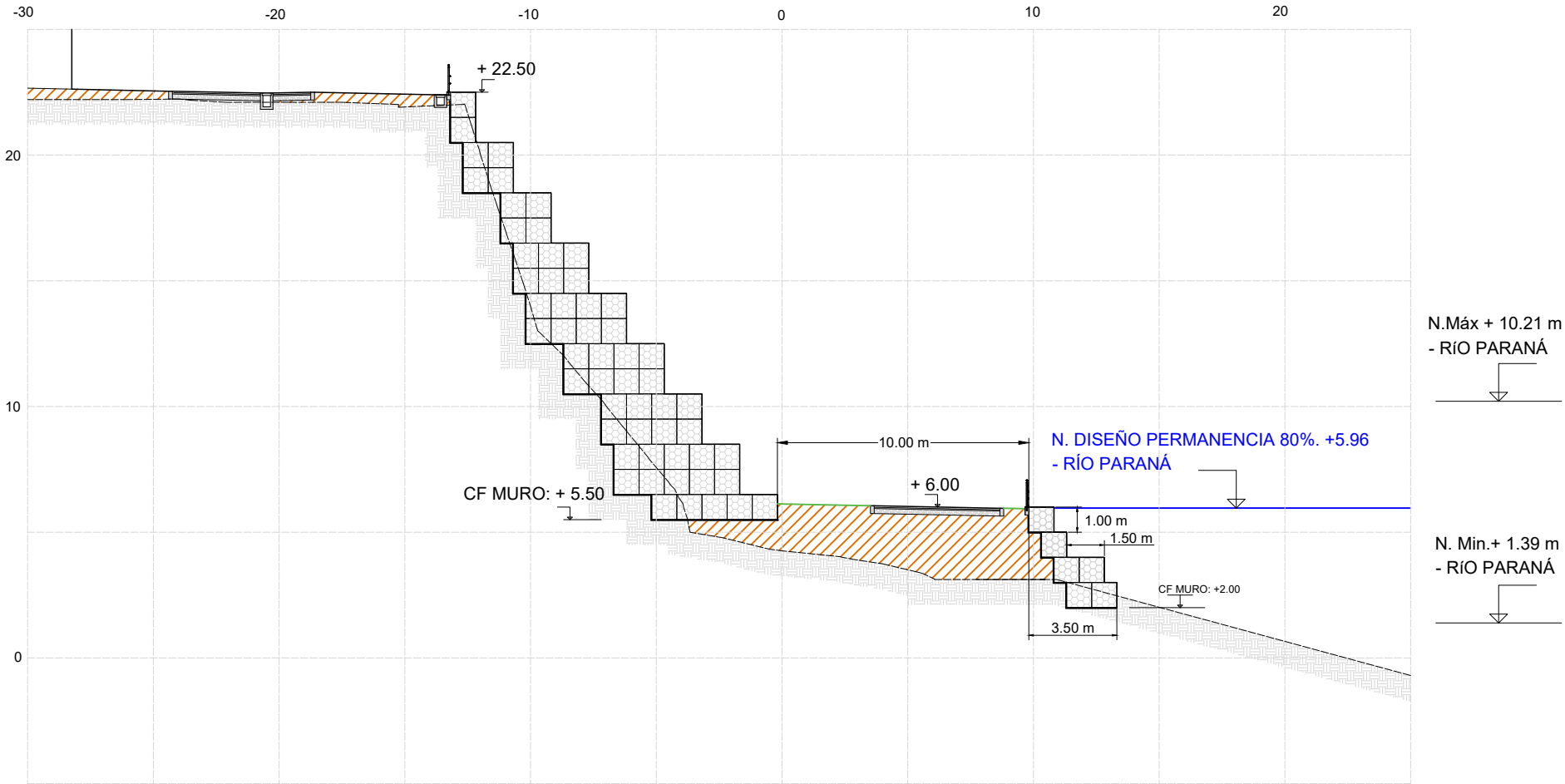
CORTE A-A
ESCALA 1:250



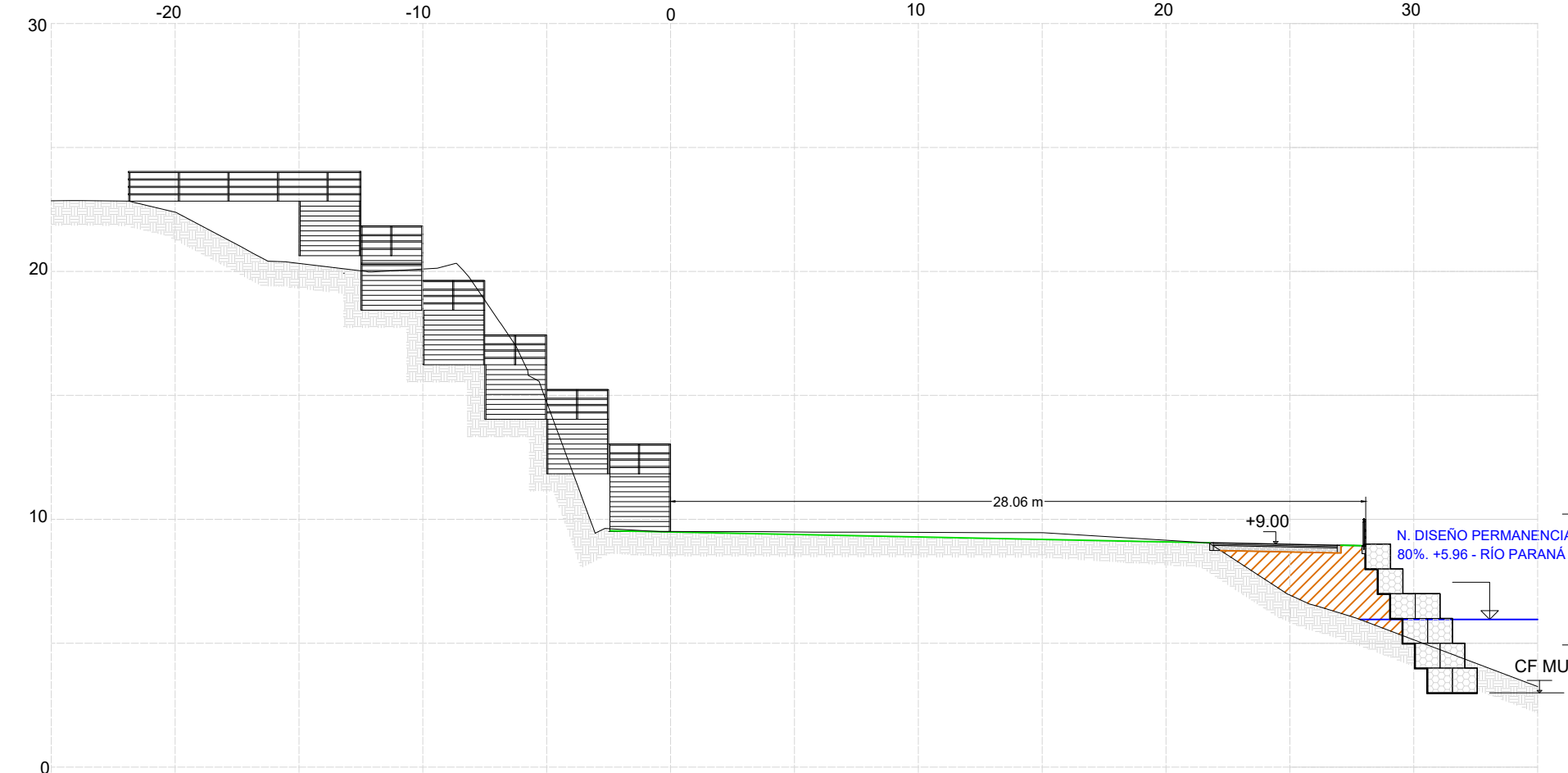
CORTE C-C
ESCALA 1:250



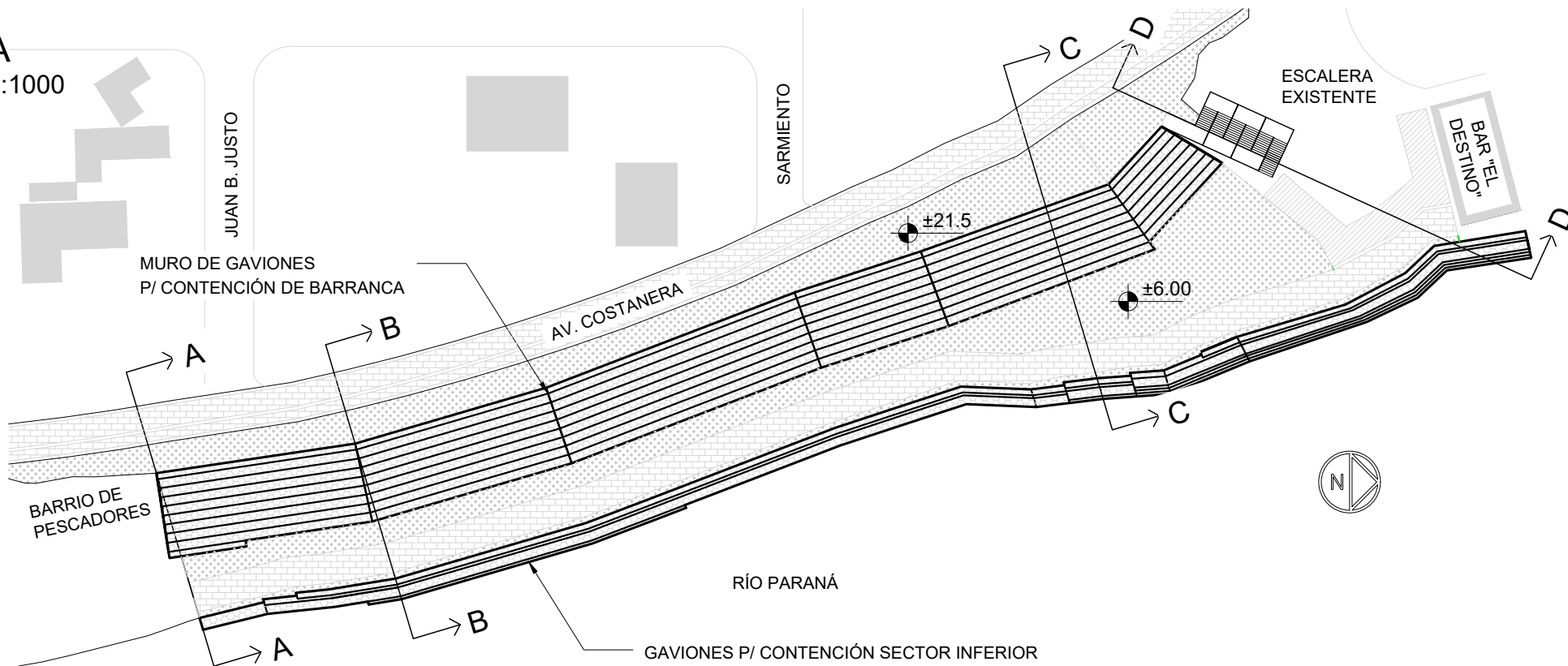
CORTE B-B
ESCALA 1:250



CORTE D-D
ESCALA 1:250



PLANTA
ESCALA 1:1000



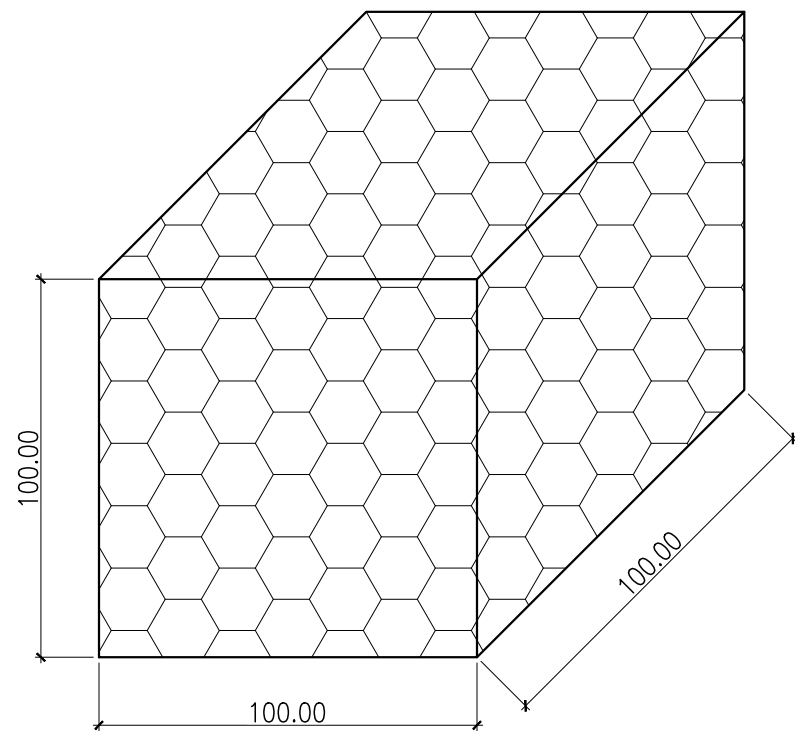
REFERENCIAS

- MURO DE GAVIONES
- RELLENO
- TERRENO NATURAL

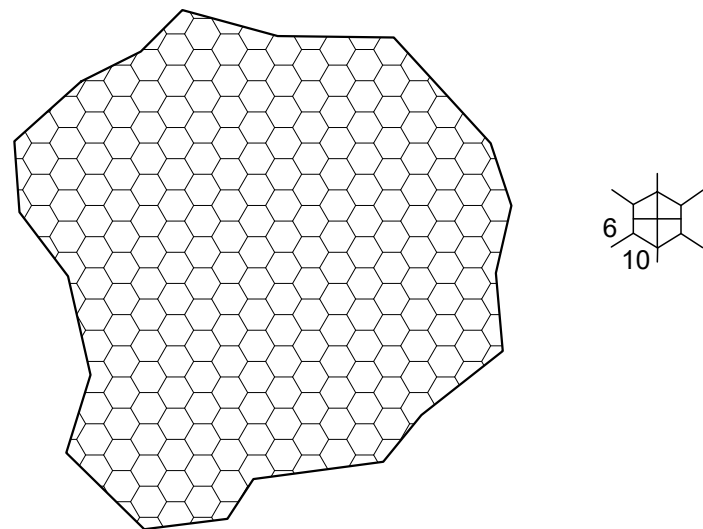
- NOTAS GENERALES:
- COTAS ESTÁN EN METROS REFERIDAS AL IGN
 - MEDIDAS EN METROS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO				INTEGRANTES:	
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA				AQUILANO, Matías Nicolás	
PLANO N°:		ING. GEOTÉCNICA - CORTES		DEMTI, Sofia	
3.2		FECHA	ESCALA	REVISIÓN	PIRO, Agustín Ezequiel
		06/02/2026	VARIAS	03	

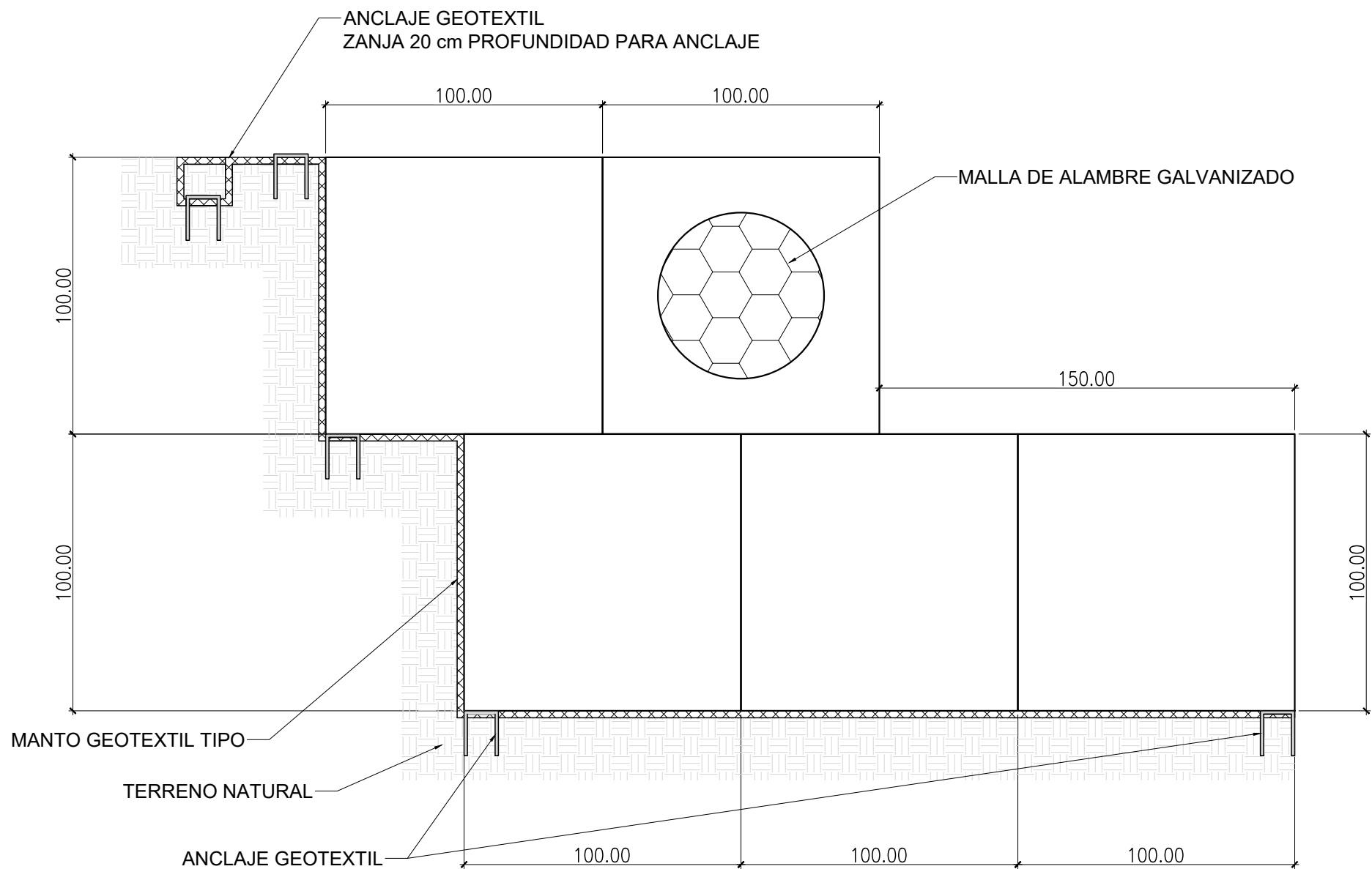
DETALLE GAVIÓN TIPO
ESCALA 1:50



DETALLE MALLA DE ACERO
ESCALA 1:25



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPICA
ESCALA 1:50



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

MALLA ELECTROSOLDADA RECTANGULAR

- LAMINADO Y CONFORMADO EN FRÍO, CON TENSIÓN DE FLUENCIA CARACTERÍSTICA DE 500 MPa.
- LOS DIÁMETROS DE LOS ALAMBRES DEBERÁN SER DE 5 mm COMO MÍNIMO.
- LAS DIMENSIONES DE LA MALLA DEBERÁN SER DE 6 cm DE ANCHO POR 10 cm DE ALTO.

RELLENO PÉTREO

- DIMENSIONES SUPERIORES A 10,00 cm Y MENORES A 20,00 cm.
- PESO ESPECÍFICO MÍNIMO DE 2.500 kg/m³.

ANCLAJE

- SE DEBEN ANCLAR EL MANTO GEOTEXTIL AL SUELO MEDIANTE BARRAS DE ACERO ADN-420 Ø12 mm EN FORMA DE HORQUILLAS.
- A COLOCAR EN EL BORDE SUPERIOR DEL TALUD, BORDE INFERIOR Y EN LA UNIÓN ENTRE GEOTEXTILES. LOGRANDO UNA DENSIDAD DE ANCLAJES DE 2 POR m²

NOTAS GENERALES:
- MEDIDAS EN CENTIMETROS

REFERENCIAS

- MALLA ACERO
- TERRENO NATURAL
- MANTO GEOTEXTIL



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



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA
BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

INTEGRANTES:

AQUILANO, Matías Nicolás
DEMTI, Sofía
FRANCESCUTTI, Tomás
PIRO, Agustín Ezequiel

PLANO N°:

3.3

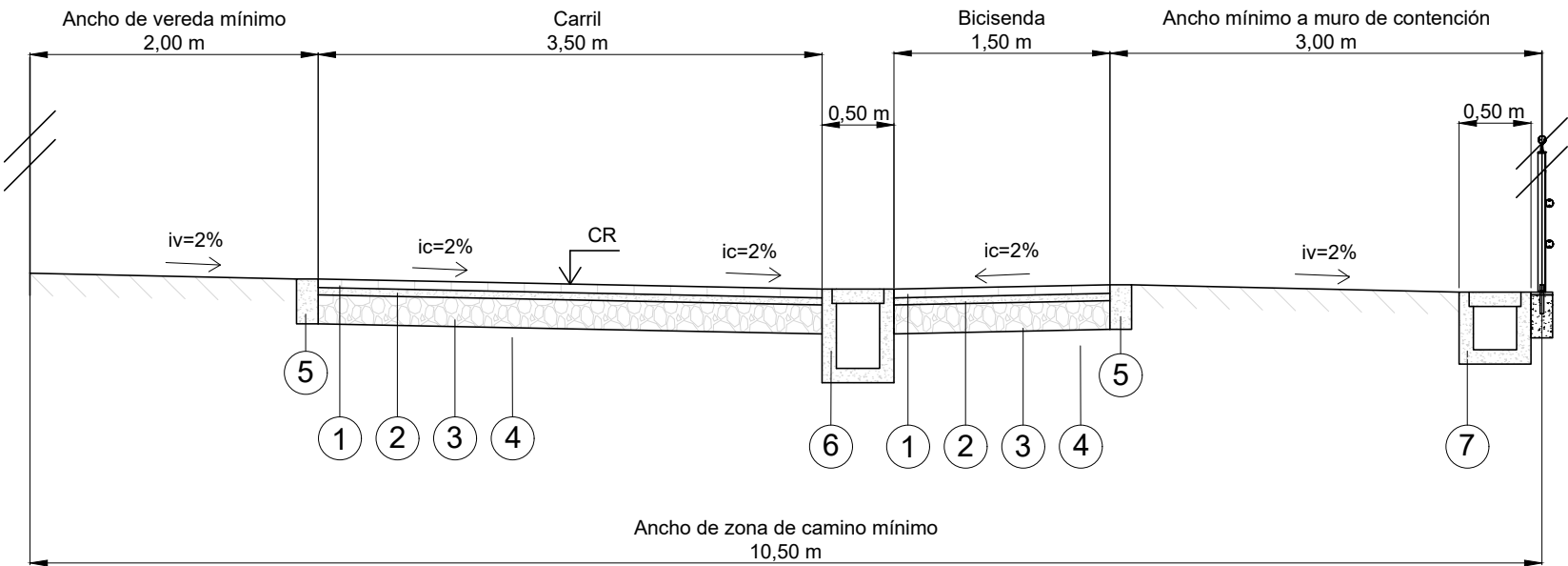
ING. GEOTÉCNICA - DETALLE DE GAVIONES

FECHA
06/02/2026

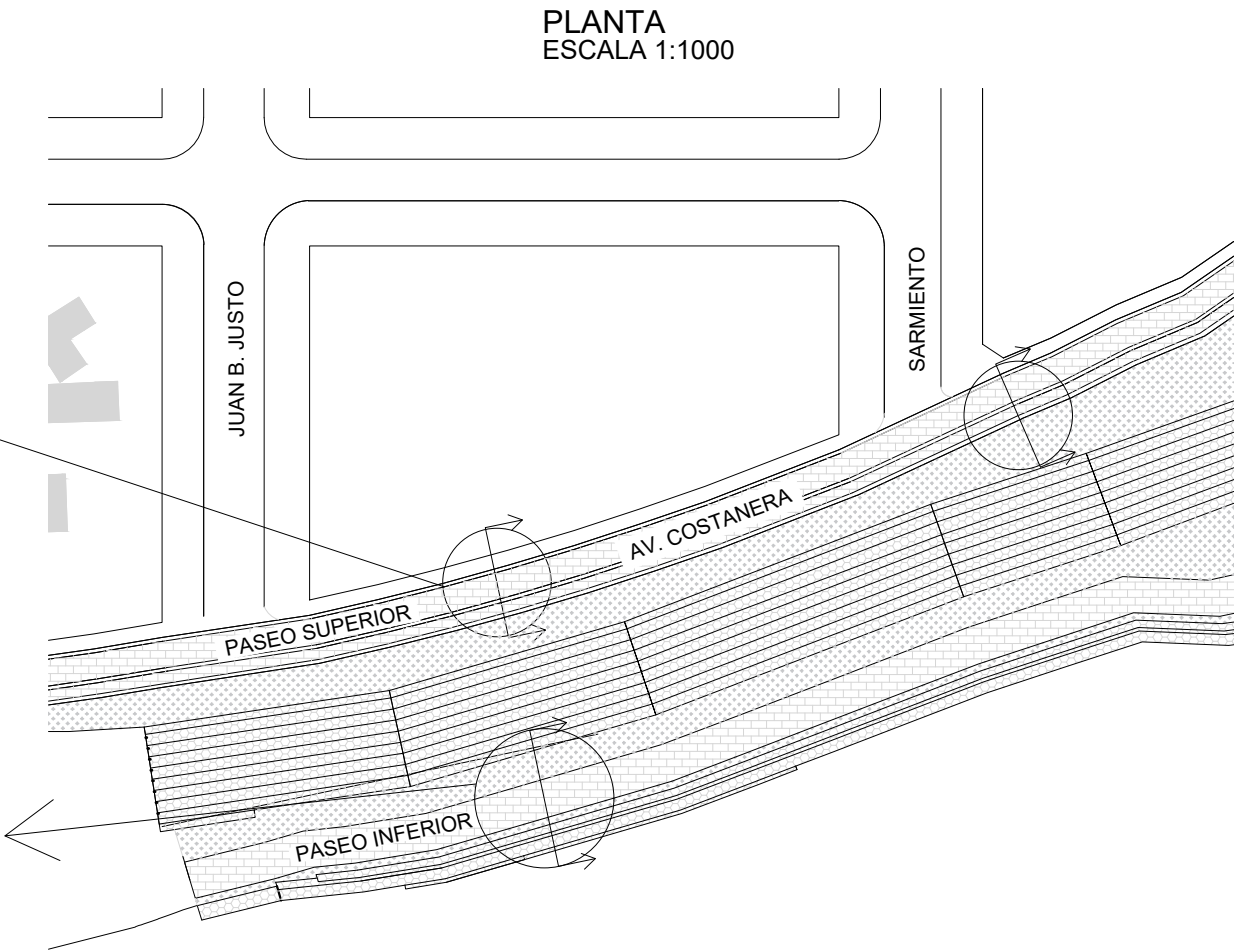
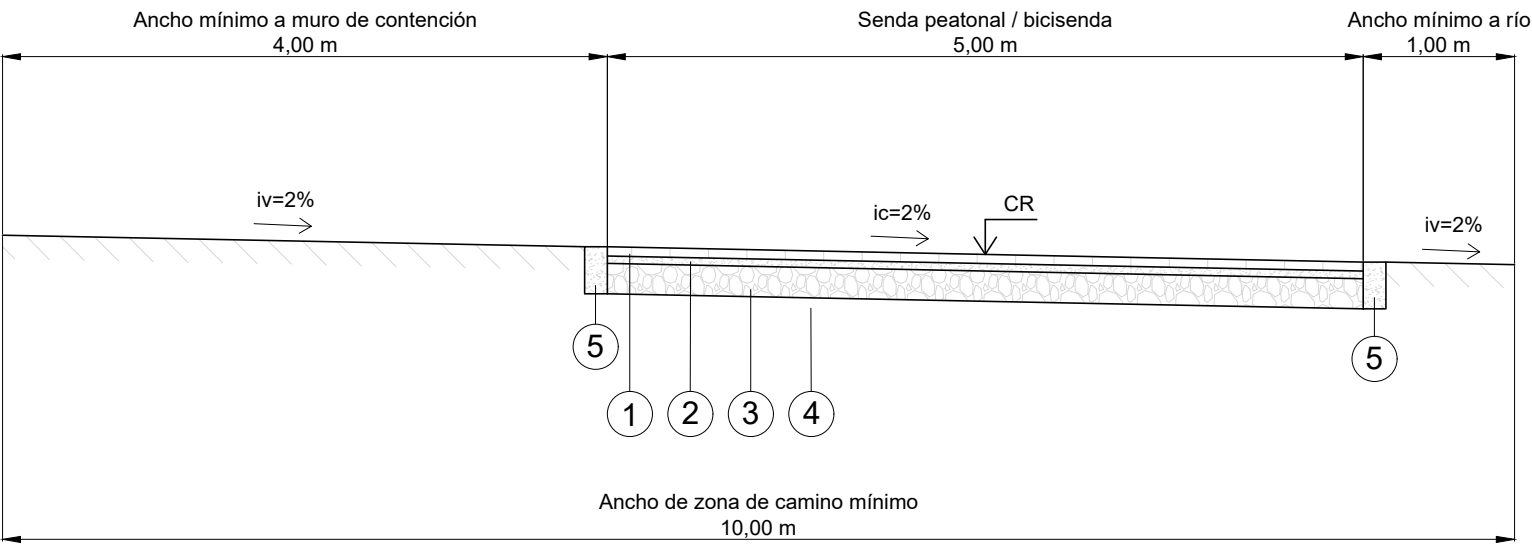
ESCALA
VARIAS

REVISIÓN
03

PERFIL TRANSVERSAL TIPO DEL PASEO PEATONAL ÁREA SUPERIOR
ESCALA 1:50



PERFIL TRANSVERSAL TIPO DEL PASEO RIBEREÑO ÁREA INFERIOR
ESCALA 1:50

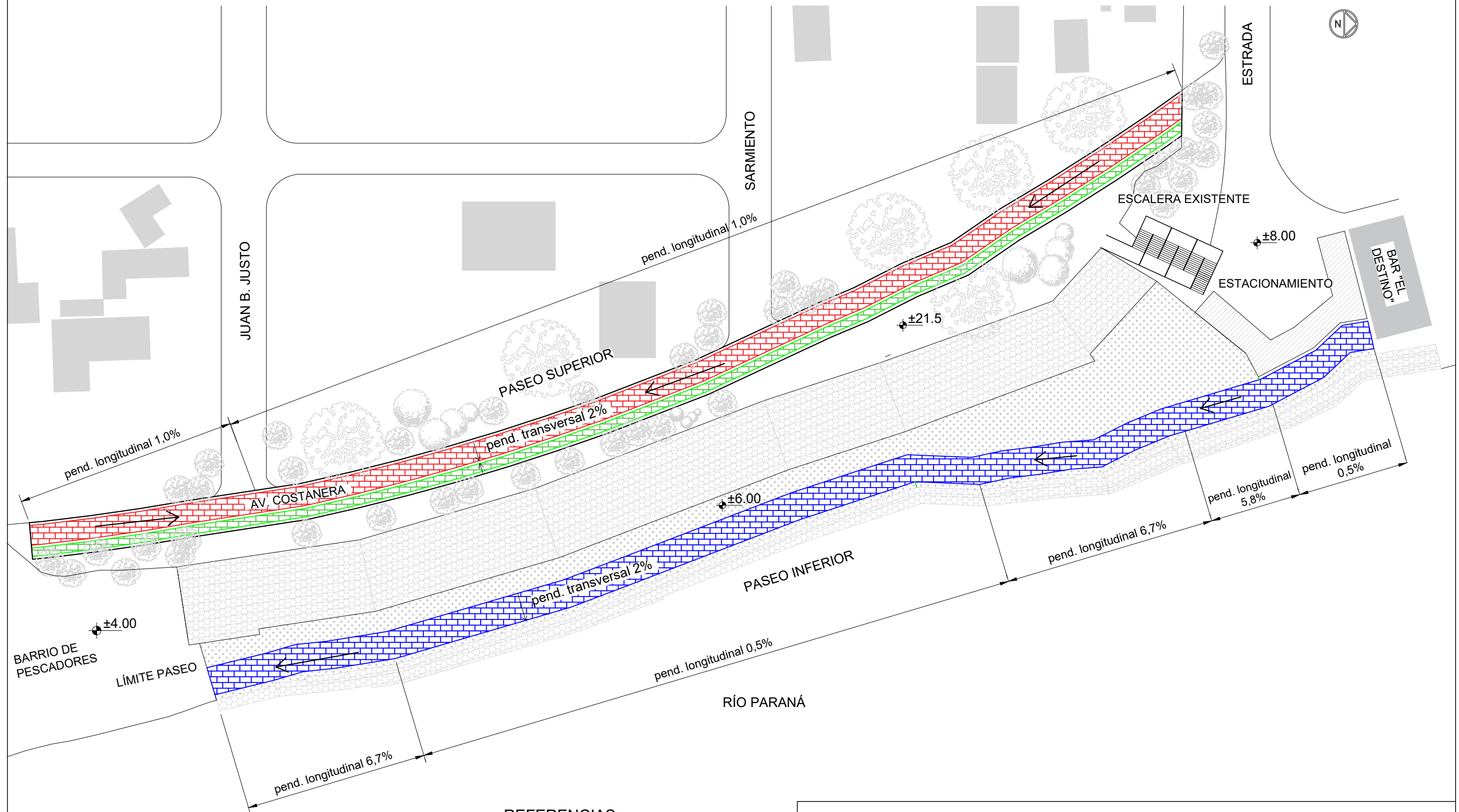


Diseño estructural:

1. Bloques adoquines intertrabado e = 6 cm con junta 20 cm x 30 cm x 6 cm, ancho 3,50 m
2. Capa de arena de esp. 5 cm y ancho 3,50 m.
3. Subbase granular esp. 20 cm y ancho 3,50 m.
4. Explanda compactada ancho 3,50 m.
5. Contención lateral de hormigón esp. 20 cm y altura 30 cm.
6. Canaleta 50 cm x 65 cm c/ rejilla modelo Indupag.
7. Canaleta 50 cm x 50 cm c/ rejilla modelo Indupag.

		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA				INTEGRANTES: AQUILANO, Matías Nicolás DEMTI, Sofía FRANCESCUTTI, Tomás PIRO, Agustín Ezequiel	
PLANO N°: 4		PERFIL TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTOS			
FECHA 06/02/2026		ESCALA VARIAS	REVISIÓN 03		

PLANTA
ESCALA 1:150



REFERENCIAS

- | | |
|---|---|
|  | SENDA PEATONAL PASEO SUPERIOR (PASO VEHICULAR RESTRINGIDO A SÓLO VECINOS) |
|  | SENDA PEATONAL PASEO INFERIOR |
|  | BICISENDA |

NOTAS GENERALES:

- COTAS ESTÁN EN METROS REFERIDAS AL IGN
- MEDIDAS EN METROS



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



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA
BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

PLANO N°:

5.1

MOVILIDAD URBANA - PLANTA

FECHA	06/02/2026
-------	------------

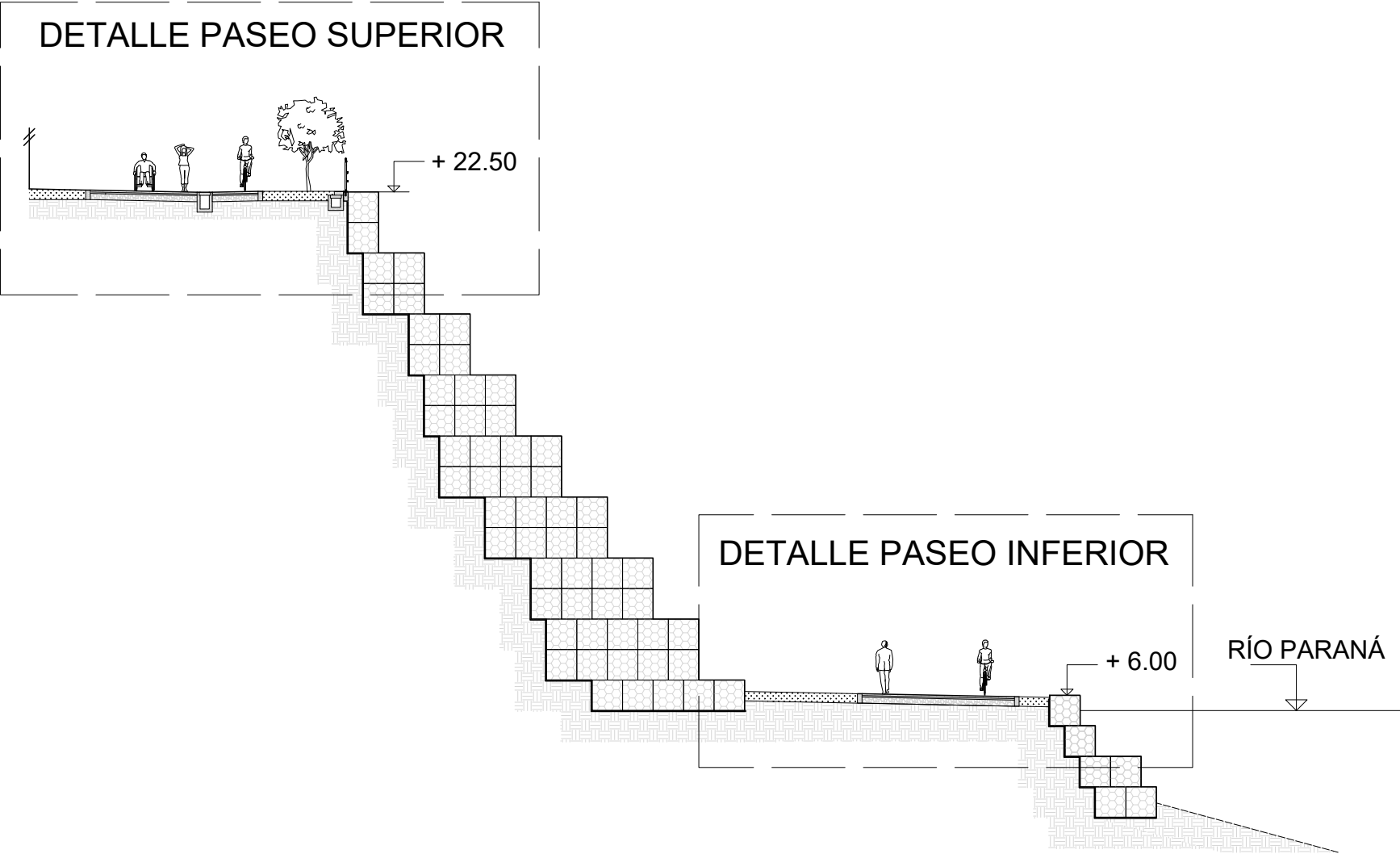
ESCALA	VARIAS
--------	--------

REVISIÓN	03
----------	----

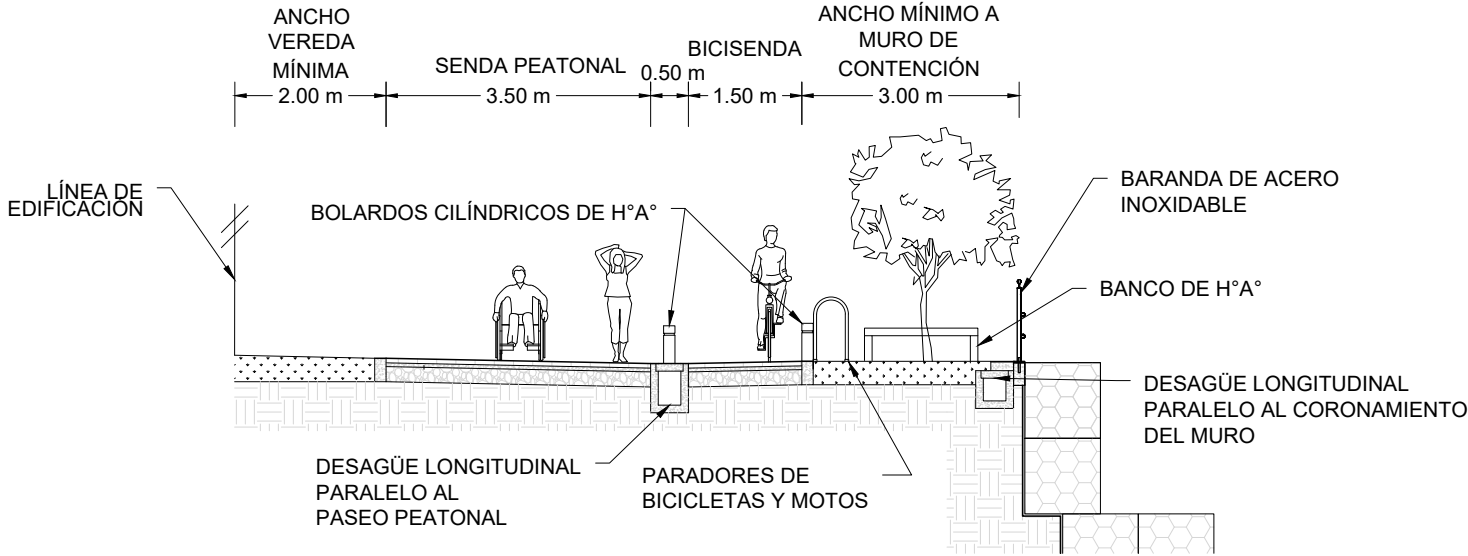
INTEGRANTES:

AQUILANO, Matías Nicolás
DEMTI, Sofía
FRANCESCUTTI, Tomás
PIRO, Agustín Ezequiel

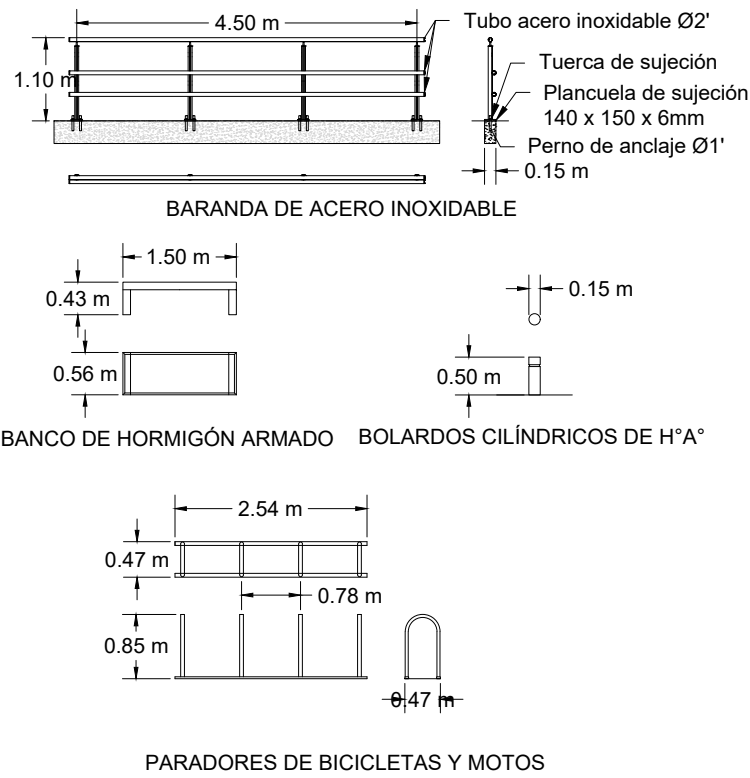
CORTE A-A
ESCALA 1:50



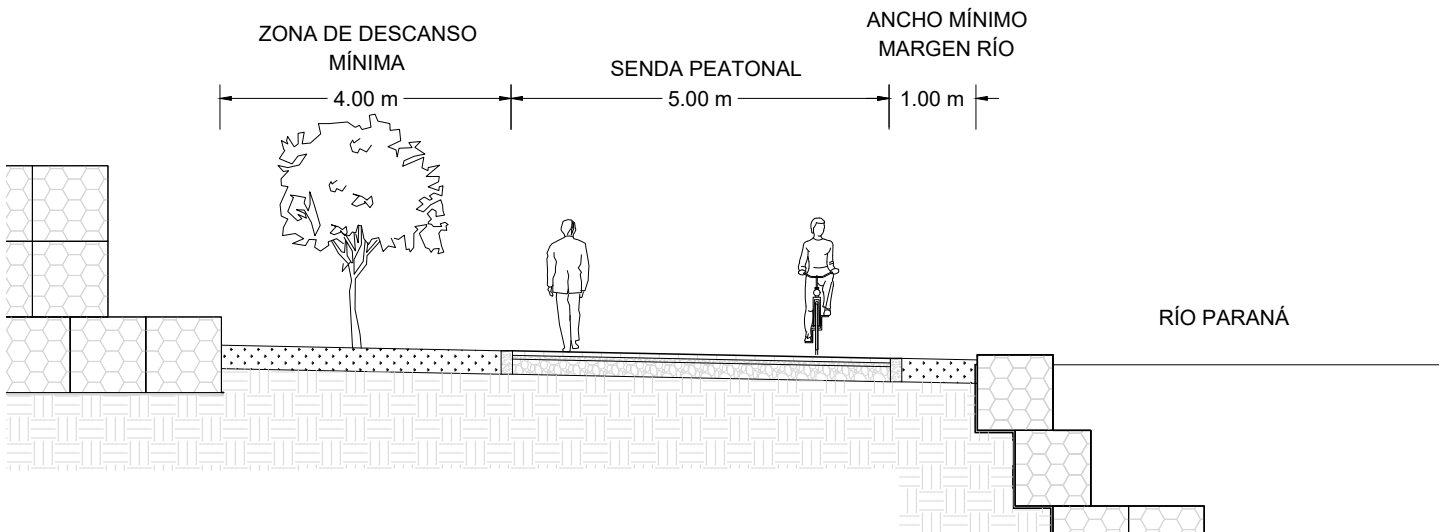
DETALLE PASEO SUPERIOR
ESCALA 1:10



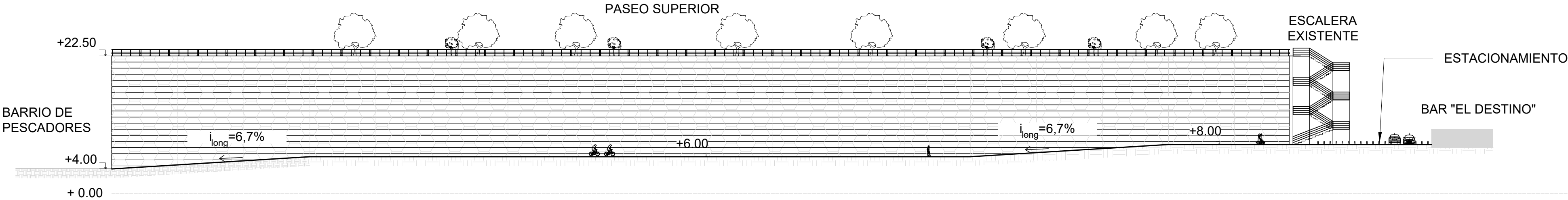
DETALLE DE MOBILIARIO TIPO
ESCALA 1:10



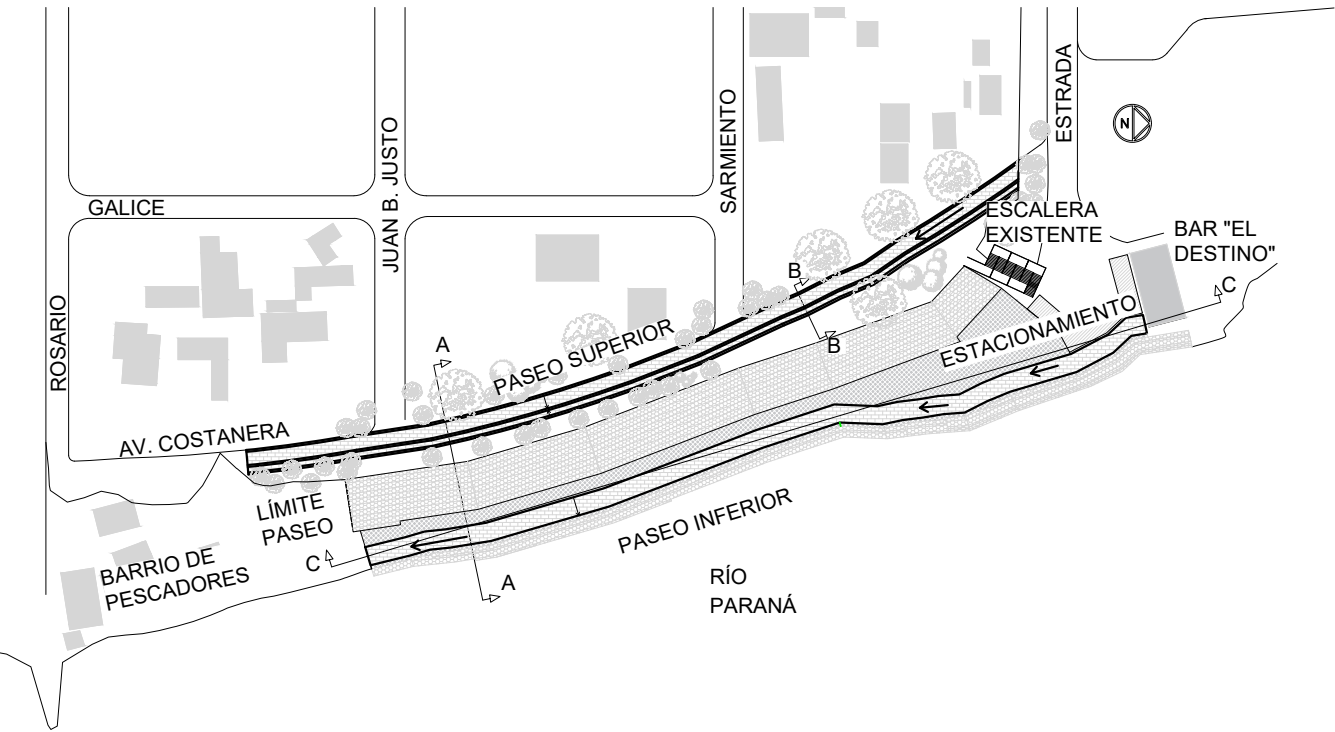
DETALLE PASEO INFERIOR
ESCALA 1:10



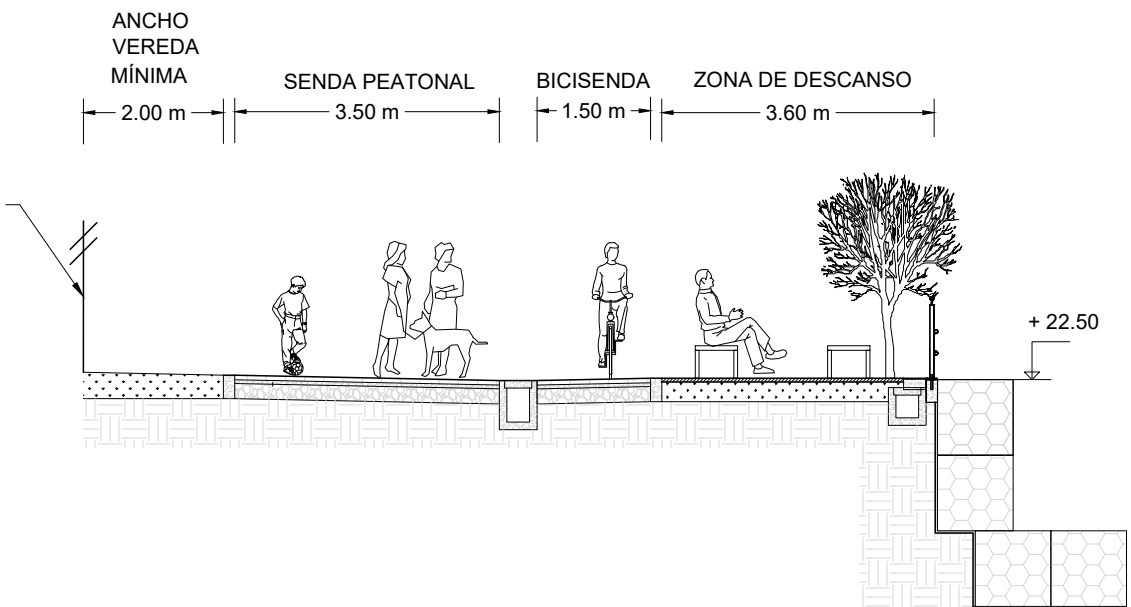
CORTE C-C
ESCALA 1:200



PLANTA
ESCALA 1:1000



CORTE B-B
ESCALA 1:10



REFERENCIAS

- SENDA PEATONAL
- BICISENDA
- TERRENO NATURAL CON CESPED
- ADOQUINES INTERTRABADOS
- BLOQUES DE GAVIONES

NOTAS GENERALES:

- COTAS ESTÁN EN METROS REFERIDAS AL IGN
- MEDIDAS EN METROS



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



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA
BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

INTEGRANTES:

AQUILANO, Matías Nicolás
DEMTI, Sofia
FRANCESCUTTI, Tomás
PIRO, Agustín Ezequiel

PLANO N°:

5.2

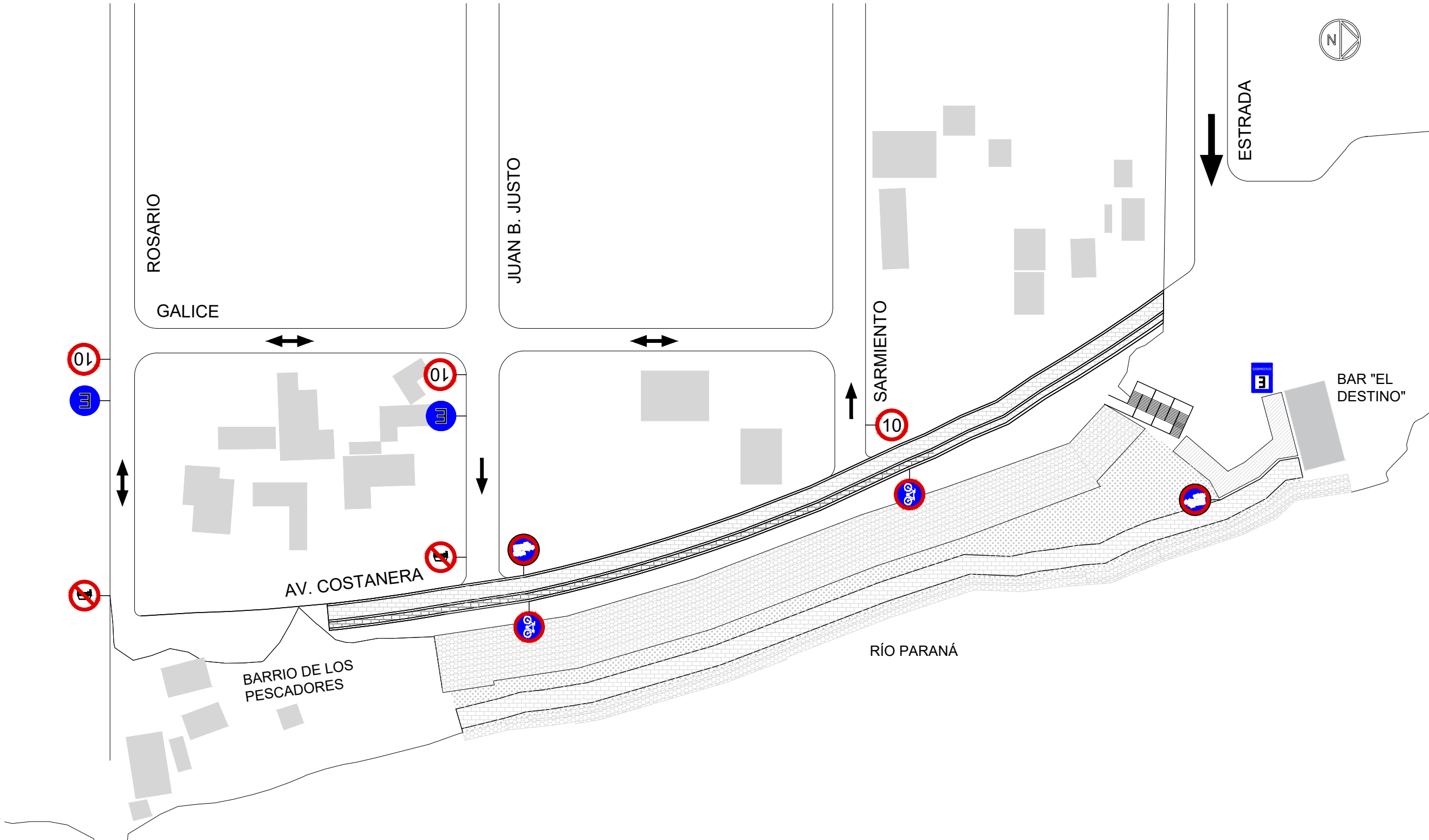
MOVILIDAD URBANA - CORTES

FECHA
06/02/2026

ESCALA
VARIAS

REVISIÓN
03

PLANTA
ESCALA 1:1000



REFERENCIAS

- 

Límite de Velocidad Máxima R 15
- 

Estacionamiento de ambas manos
- 

Estacionamiento I 23
- 

Prohibición de circular (autos) R 3
- 

Circulación Exclusiva (peatones) R 18
- 

Circulación Exclusiva (bicicletas) R 18

		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			 FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA					
PLANO N°: 5.3	MOVILIDAD URBANA - SEÑALIZACIÓN				INTEGRANTES: AQUILANO, Matías Nicolás DEMTI, Sofía FRANCESCUTTI, Tomás PIRO, Agustín Ezequiel
	FECHA 06/02/2026	ESCALA VARIAS	REVISIÓN 03		

SALTA

SISTEMA DE DESAGÜES
PLUVIALES EXISTENTES
ESCALA 1:100



REFERENCIAS:

- | | |
|---------|-------------------------------|
| — — | Colector Principal |
| ———— | Desagües existentes |
| - - - | Desagües a eliminar |
| () | Cámaras de colector principal |
| ○ | Sumideros |
| 24.10 | Cotas de cañería |
| (80.00) | Longitud de cañería |

NOTAS GENERALES:

- FUENTE: MUNICIPALIDAD GRANADERO BAIGORRIA
- LOS PLANOS 6.1 y 6.2 SON COMPLEMENTARIOS



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



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA
BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

PLANO N°:

6.1

SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES -
DESAGÜES PLUVIALES EXISTENTES

FECHA	06/02/2026
-------	------------

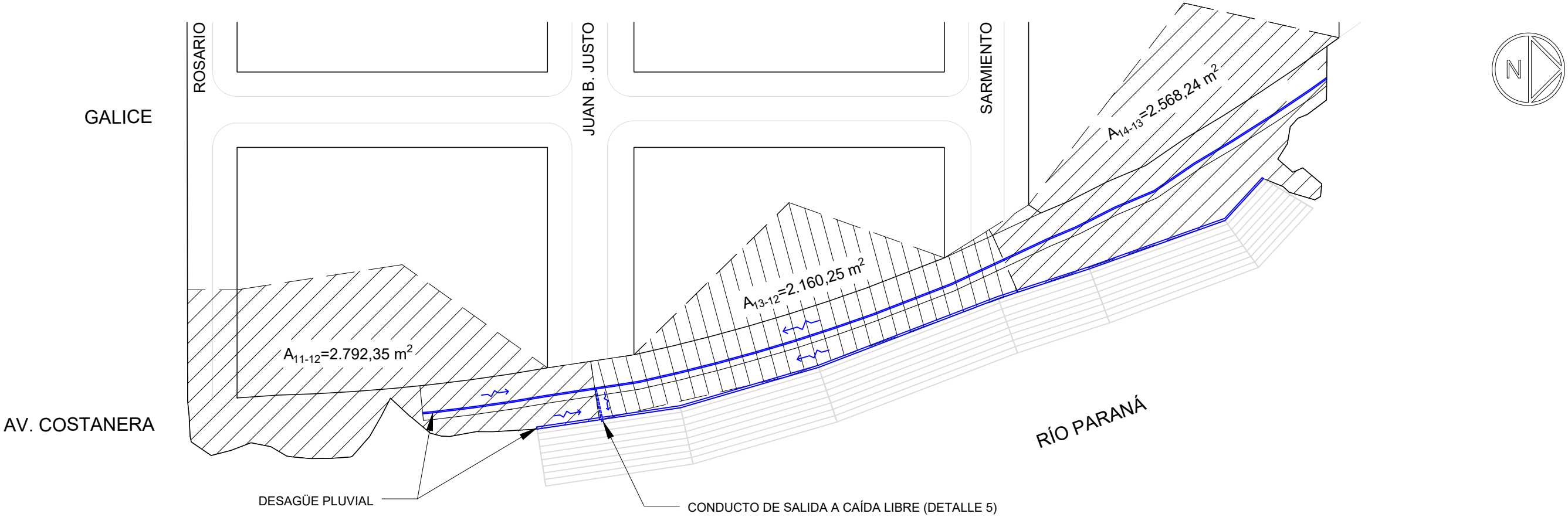
ESCALA	1:100
--------	-------

REVISIÓN	03
----------	----

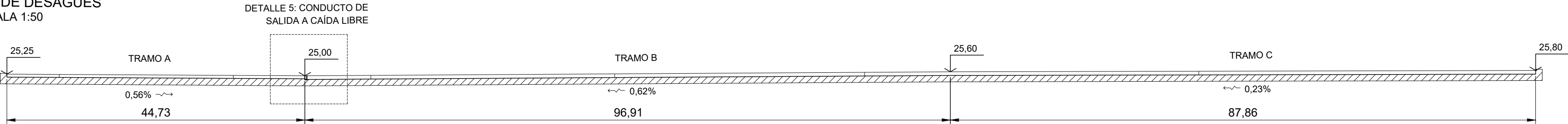
INTEGRANTES:

AQUILANO, Matías Nicolás
DEMTI, Sofía
FRANCESCUTTI, Tomás
PIRO, Agustín Ezequiel

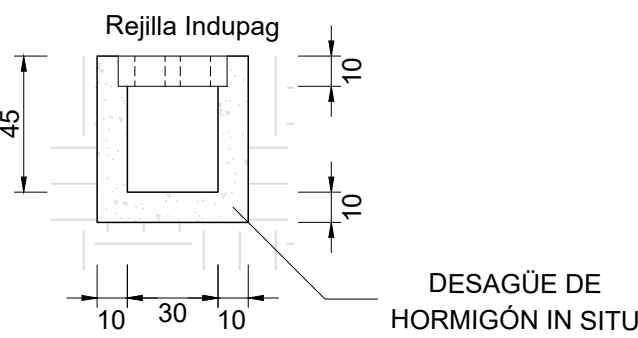
DESAGÜES PROYECTADOS - PLANTA
ESCALA 1:100



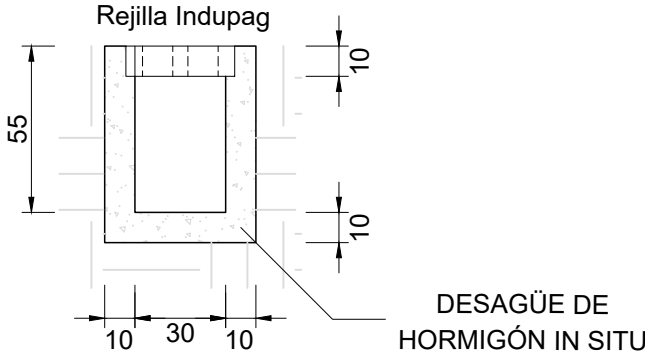
EJE DE DESAGÜES
ESCALA 1:50



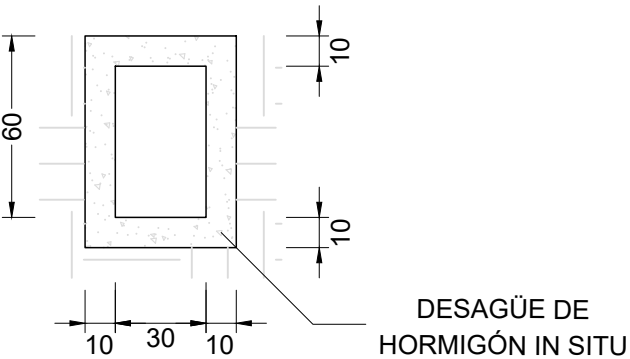
DETALLE 1: TRAMO A
ESCALA 1:25



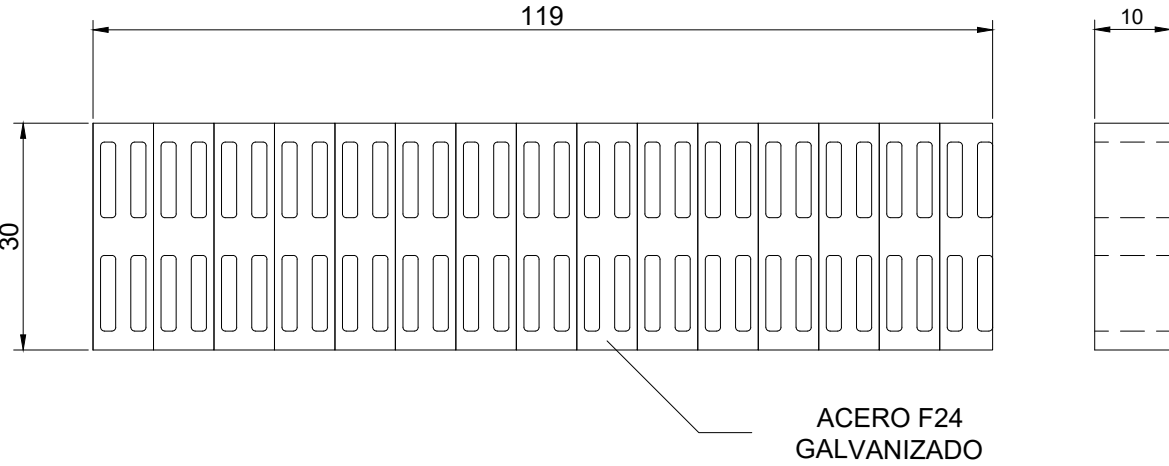
DETALLE 2: TRAMOS B Y C
ESCALA 1:25



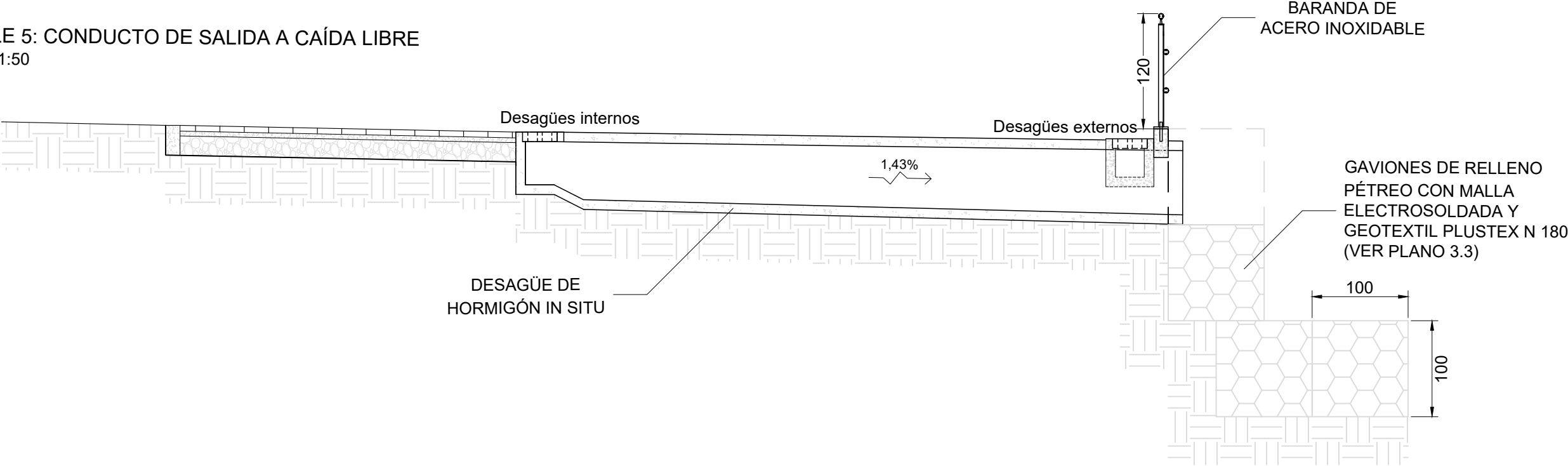
DETALLE 3: DESAGÜE DE SALIDA
ESCALA 1:25



DETALLE 4: REJILLAS INDUPAG
ESCALA 1:25



DETALLE 5: CONDUCTO DE SALIDA A CAÍDA LIBRE
ESCALA 1:50



NOTAS GENERALES:
- MEDIDAS DE DETALLES EN CENTÍMETROS

 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO					
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA				INTEGRANTES:	
PLANO N°: 6.3	SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES - DESAGÜE PROYECTADO			AQUILANO, Matías Nicolás DEMTI, Sofia FRANCESCUTTI, Tomás PIRO, Agustín Ezequiel	
	FECHA 03/03/2026	ESCALA VARIAS	REVISIÓN 03		

**CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO
PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA**

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

ANEXOS

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9) ANEXOS

9.1) ANEXO 1 - Noticias acerca de derrumbes

FECHA	NOTICIA	EXTRACTO
07/2019	https://tallerecologista.org.ar/wp-content/uploads/2018/12/informe_barrancas_DIGITAL.pdf	“Por su parte, los usos terrestres de las zonas de barranca contribuyen “desde arriba” a su erosión: la progresiva ocupación de la costa por construcciones y pavimento provoca una creciente impermeabilización superficial del suelo, drenando el agua acumulada por escurrimiento sobre la línea de barranca; a esta erosión contribuye la creciente deforestación resultante de la extensión del tejido industrial y residencial sobre el área ribereña del Paraná”
21/12/2023	Desprendimiento de la barranca en Baigorria: rápida intervención del Municipio	“La municipalidad de Granadero Baigorria, a través de la secretaría de Obras Públicas, informó que se está evaluando de manera constante el crecimiento y fuerza de las aguas del Río Paraná. En las últimas horas, se vio afectado el paseo ribereño “Bajada Formosa”, donde cedió parte de la barranca debido a la crecida y velocidad de las aguas del río, una situación que como es de público conocimiento se está repitiendo en todas las ciudades costeras.”
8/09/2025	"Desde hace 10 años venimos reclamando al estado nacional por el desmoronamiento de la barranca"	“Sobre el peligro y el riesgo que existe para los vecinos que se acercan para contemplar el bellissimo paisaje que ofrece el río Paraná, sostuvo que "hemos colocado vallas, carteles indicando la peligrosidad de la zona y depende de la conducta individual de cada persona a través de su comportamiento" culminó”
8/09/2025	 Peligro de derrumbe en la barranca de Gra...	Nota periodística en la barranca de Granadero Baigorria. Reportaje en vivo.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9.2) ANEXO 2 - Información básica recopilada

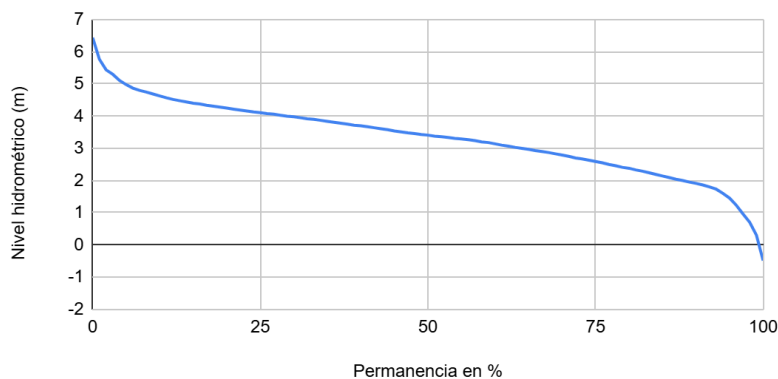
9.2.1) Obtención de niveles máximos y mínimos del pelo de agua

ROSARIO		
%	S1905-2022	S1972-2022
100	-1.39	-0.49
99	-0.41	0.3
98	-0.13	0.7
97	0.03	0.96
96	0.16	1.23
95	0.28	1.45
94	0.39	1.6
93	0.5	1.73
92	0.62	1.8
91	0.72	1.86
90	0.81	1.91
89	0.9	1.96
88	1	2
87	1.1	2.04
86	1.2	2.09
85	1.28	2.14
84	1.36	2.19
83	1.43	2.24
82	1.51	2.29
81	1.58	2.33
80	1.64	2.38
79	1.71	2.41
78	1.77	2.46
77	1.82	2.5
76	1.88	2.55
75	1.92	2.59
74	1.97	2.63
73	2.02	2.67
72	2.06	2.7
71	2.1	2.75
70	2.14	2.79
69	2.19	2.83
68	2.24	2.87
67	2.28	2.9
66	2.32	2.93
65	2.36	2.97
64	2.4	3
63	2.44	3.03
62	2.49	3.07
61	2.53	3.1
60	2.57	3.14
59	2.61	3.18
58	2.66	3.2
57	2.7	3.24
56	2.74	3.27
55	2.78	3.29
54	2.82	3.31
53	2.86	3.34
52	2.9	3.36
51	2.93	3.38
50	2.96	3.41
49	3	3.43
48	3.03	3.46
47	3.07	3.48
46	3.11	3.51
45	3.15	3.54
44	3.19	3.58
43	3.22	3.61
42	3.26	3.64
41	3.29	3.67
40	3.32	3.7
39	3.36	3.72
38	3.39	3.75
37	3.42	3.78
36	3.45	3.81
35	3.48	3.84
34	3.51	3.87
33	3.54	3.9
32	3.58	3.92
31	3.62	3.95
30	3.65	3.98

30	3.65	3.98
29	3.68	4
28	3.71	4.03
27	3.75	4.06
26	3.78	4.08
25	3.82	4.11
24	3.85	4.13
23	3.88	4.16
22	3.92	4.19
21	3.96	4.22
20	4	4.25
19	4.03	4.28
18	4.06	4.31
17	4.1	4.34
16	4.14	4.38
15	4.18	4.4
14	4.21	4.44
13	4.25	4.48
12	4.29	4.52
11	4.34	4.57
10	4.38	4.63
9	4.42	4.69
8	4.48	4.75
7	4.54	4.8
6	4.62	4.87
5	4.71	4.98
4	4.8	5.11
3	4.91	5.3
2	5.12	5.44
1	5.45	5.77
0	6.44	6.44

Sitio Rosario km 416

Serie 1972 a 2022



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

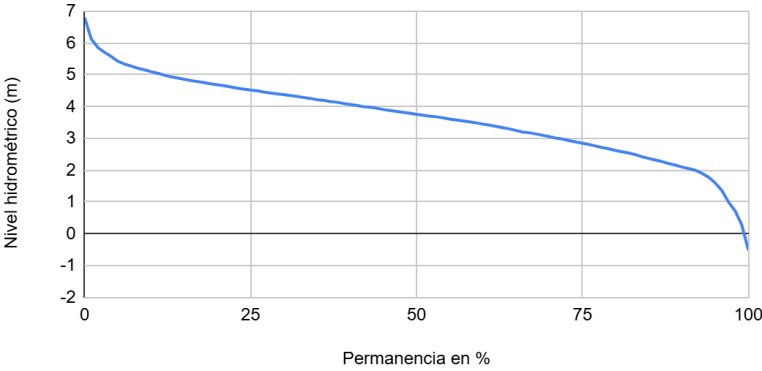
Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

PUERTO SAN MARTÍN		
%	S1905-2022	S1972-2022
100	-1,3	-0,52
99	-0,3	0,28
98	-0,02	0,72
97	0,16	1
96	0,3	1,36
95	0,43	1,6
94	0,58	1,78
93	0,69	1,9
92	0,8	2
91	0,91	2,05
90	1,01	2,1
89	1,11	2,16
88	1,24	2,21
87	1,36	2,27
86	1,45	2,32
85	1,54	2,37
84	1,61	2,42
83	1,7	2,49
82	1,78	2,54
81	1,84	2,58
80	1,91	2,62
79	1,98	2,67
78	2,04	2,71
77	2,09	2,76
76	2,15	2,81
75	2,2	2,85
74	2,25	2,89
73	2,3	2,93
72	2,35	2,98
71	2,4	3,01
70	2,45	3,06
69	2,5	3,1
68	2,55	3,14
67	2,6	3,18
66	2,63	3,2
65	2,68	3,25
64	2,72	3,3
63	2,76	3,34
62	2,8	3,38
61	2,85	3,42
60	2,9	3,45
59	2,94	3,49
58	2,98	3,52
57	3,02	3,55
56	3,06	3,58
55	3,1	3,61
54	3,15	3,65
53	3,19	3,68
52	3,22	3,7
51	3,28	3,73
50	3,32	3,76
49	3,36	3,79
48	3,4	3,82
47	3,42	3,85
46	3,46	3,88
45	3,5	3,91
44	3,54	3,95
43	3,58	3,98
42	3,62	4
41	3,66	4,04
40	3,7	4,07
39	3,73	4,1
38	3,76	4,14
37	3,8	4,16
36	3,84	4,2
35	3,87	4,22
34	3,91	4,26
33	3,95	4,29
32	3,98	4,32
31	4,01	4,35
30	4,05	4,38

30	4,05	4,38
29	4,1	4,4
28	4,12	4,43
27	4,16	4,46
26	4,2	4,5
25	4,24	4,52
24	4,28	4,55
23	4,31	4,58
22	4,35	4,62
21	4,39	4,66
20	4,42	4,69
19	4,46	4,72
18	4,5	4,76
17	4,54	4,79
16	4,59	4,82
15	4,64	4,86
14	4,68	4,9
13	4,72	4,94
12	4,77	4,99
11	4,81	5,05
10	4,86	5,1
9	4,9	5,16
8	4,95	5,21
7	5,02	5,28
6	5,1	5,34
5	5,18	5,43
4	5,28	5,58
3	5,39	5,71
2	5,5	5,86
1	5,87	6,13
0	6,8	6,8

Sitio Puerto San Martín km 448

Serie 1972 a 2022



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

INTERPOLACIÓN DE VALORES				
%	S1972-2022	30	50	80
100	-0.50	4.17	3.58	2.50
99	0.29	4.17	3.58	2.50
98	0.71	4.17	3.58	2.50
97	0.98	4.17	3.58	2.50
96	1.29	4.17	3.58	2.50
95	1.52	4.17	3.58	2.50
94	1.69	4.17	3.58	2.50
93	1.81	4.17	3.58	2.50
92	1.90	4.17	3.58	2.50
91	1.95	4.17	3.58	2.50
90	2.00	4.17	3.58	2.50
89	2.05	4.17	3.58	2.50
88	2.10	4.17	3.58	2.50
87	2.15	4.17	3.58	2.50
86	2.20	4.17	3.58	2.50
85	2.25	4.17	3.58	2.50
84	2.30	4.17	3.58	2.50
83	2.36	4.17	3.58	2.50
82	2.41	4.17	3.58	2.50
81	2.45	4.17	3.58	2.50
80	2.50	4.17	3.58	2.50
79	2.54	4.17	3.58	2.50
78	2.58	4.17	3.58	2.50
77	2.63	4.17	3.58	2.50
76	2.68	4.17	3.58	2.50
75	2.72	4.17	3.58	2.50
74	2.76	4.17	3.58	2.50
73	2.80	4.17	3.58	2.50
72	2.84	4.17	3.58	2.50
71	2.88	4.17	3.58	2.50
70	2.92	4.17	3.58	2.50
69	2.96	4.17	3.58	2.50
68	3.00	4.17	3.58	2.50
67	3.04	4.17	3.58	2.50
66	3.06	4.17	3.58	2.50
65	3.11	4.17	3.58	2.50
64	3.15	4.17	3.58	2.50
63	3.18	4.17	3.58	2.50
62	3.22	4.17	3.58	2.50
61	3.26	4.17	3.58	2.50
60	3.29	4.17	3.58	2.50
59	3.33	4.17	3.58	2.50
58	3.36	4.17	3.58	2.50
57	3.39	4.17	3.58	2.50
56	3.42	4.17	3.58	2.50
55	3.45	4.17	3.58	2.50
54	3.47	4.17	3.58	2.50
53	3.50	4.17	3.58	2.50
52	3.52	4.17	3.58	2.50
51	3.55	4.17	3.58	2.50
50	3.58	4.17	3.58	2.50
49	3.60	4.17	3.58	2.50
48	3.63	4.17	3.58	2.50
47	3.66	4.17	3.58	2.50
46	3.69	4.17	3.58	2.50
45	3.72	4.17	3.58	2.50
44	3.76	4.17	3.58	2.50
43	3.79	4.17	3.58	2.50
42	3.81	4.17	3.58	2.50
41	3.85	4.17	3.58	2.50
40	3.88	4.17	3.58	2.50
39	3.90	4.17	3.58	2.50
38	3.94	4.17	3.58	2.50
37	3.96	4.17	3.58	2.50
36	4.00	4.17	3.58	2.50
35	4.02	4.17	3.58	2.50
34	4.06	4.17	3.58	2.50
33	4.09	4.17	3.58	2.50
32	4.11	4.17	3.58	2.50
31	4.14	4.17	3.58	2.50
30	4.17	4.17	3.58	2.50

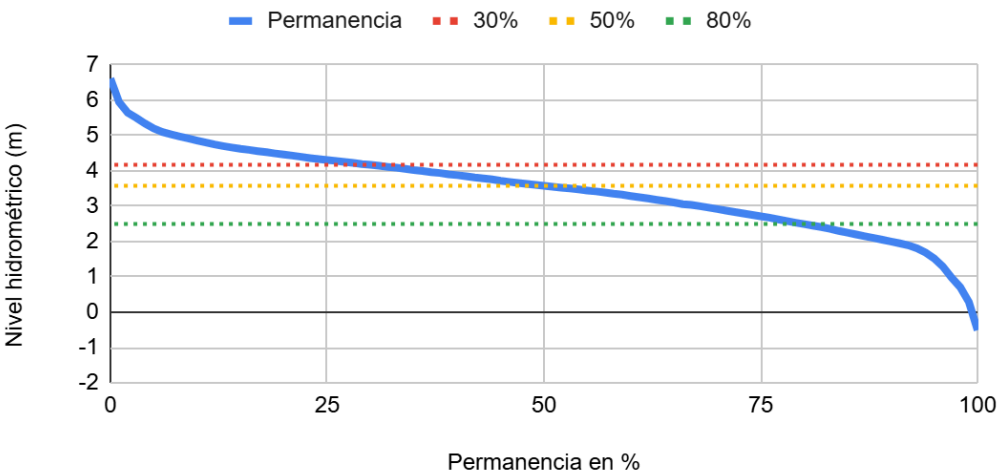
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO
PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

30	4,17	4,17	3,58	2,50
29	4,19	4,17	3,58	2,50
28	4,22	4,17	3,58	2,50
27	4,25	4,17	3,58	2,50
26	4,28	4,17	3,58	2,50
25	4,31	4,17	3,58	2,50
24	4,33	4,17	3,58	2,50
23	4,36	4,17	3,58	2,50
22	4,40	4,17	3,58	2,50
21	4,43	4,17	3,58	2,50
20	4,46	4,17	3,58	2,50
19	4,49	4,17	3,58	2,50
18	4,53	4,17	3,58	2,50
17	4,56	4,17	3,58	2,50
16	4,59	4,17	3,58	2,50
15	4,62	4,17	3,58	2,50
14	4,66	4,17	3,58	2,50
13	4,70	4,17	3,58	2,50
12	4,75	4,17	3,58	2,50
11	4,80	4,17	3,58	2,50
10	4,86	4,17	3,58	2,50
9	4,92	4,17	3,58	2,50
8	4,97	4,17	3,58	2,50
7	5,03	4,17	3,58	2,50
6	5,10	4,17	3,58	2,50
5	5,20	4,17	3,58	2,50
4	5,34	4,17	3,58	2,50
3	5,50	4,17	3,58	2,50
2	5,64	4,17	3,58	2,50
1	5,94	4,17	3,58	2,50
0	6,61	4,17	3,58	2,50

Sitio Granadero Baigorria km 431,5

Serie 1972 a 2022



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9.2.2) Estudios de suelos disponibles

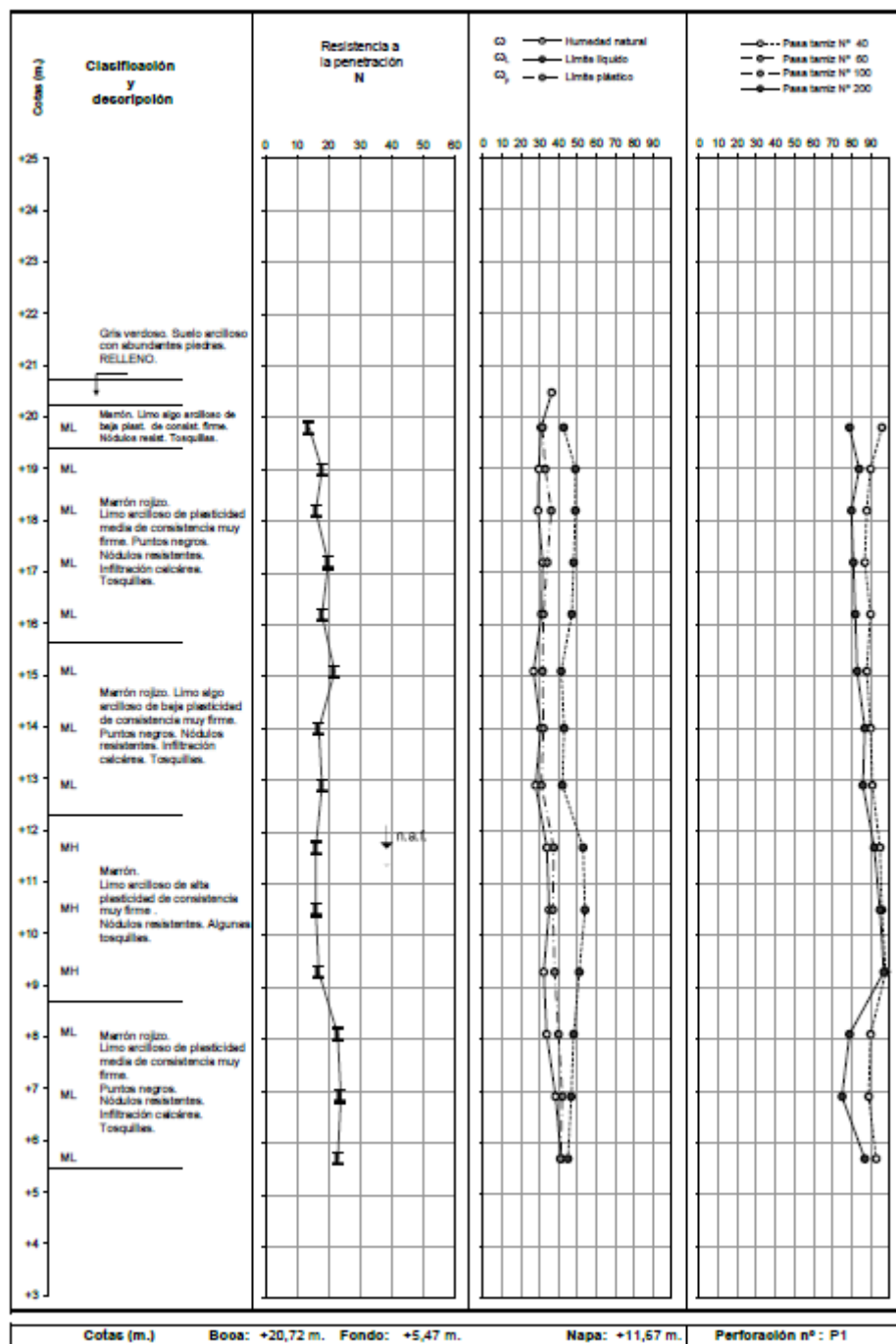


Figura 9.1.2.1: Perforación zona superior.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

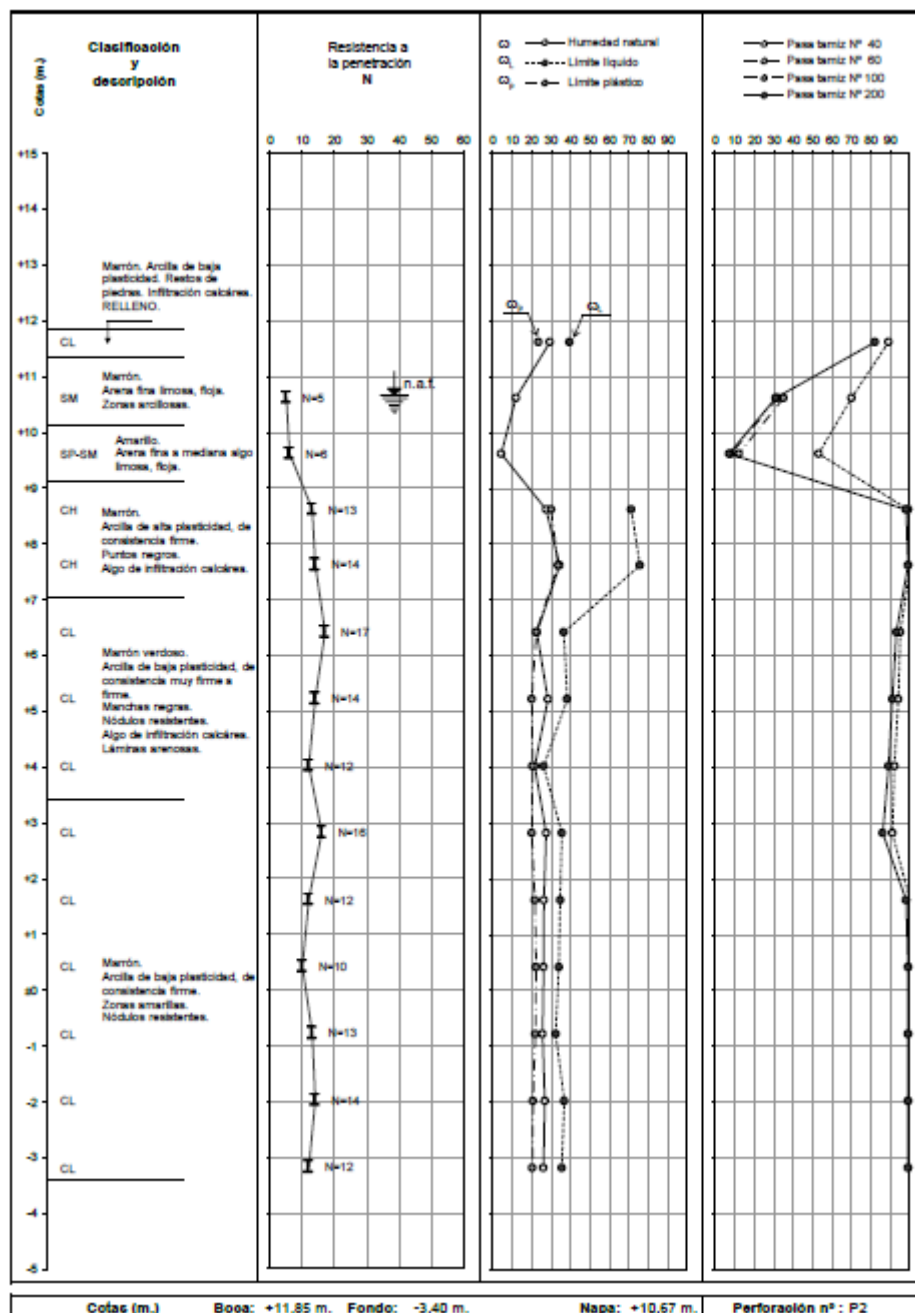


Figura 9.1.2.2: Perforación zona inferior.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

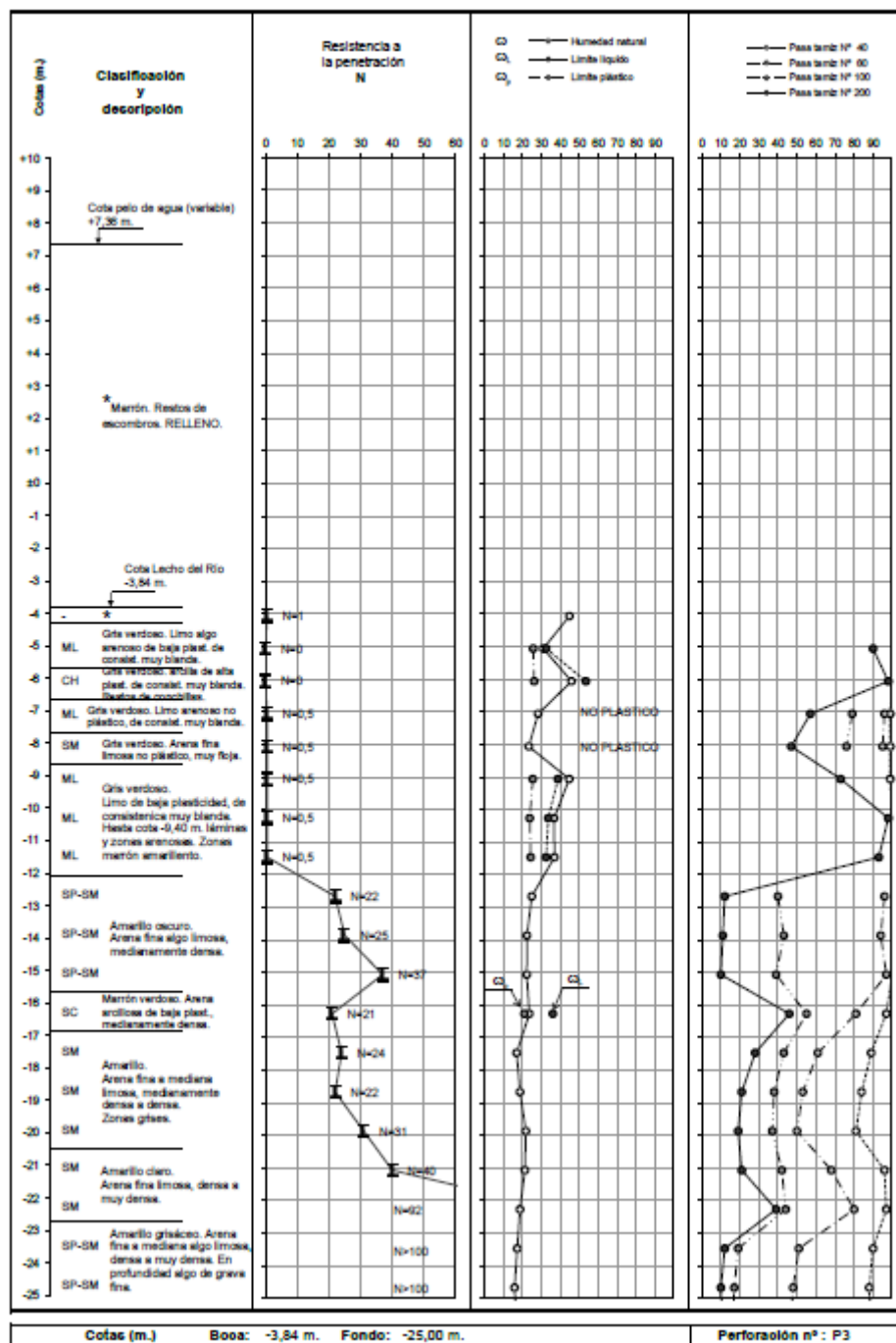


Figura 9.1.2.3: Perforación bajo lecho.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Denti - Francescutti - Piro

9.2.3) Obtención de datos topobatimétricos

Perfiles transversales de elaboración propia con datos brindados.

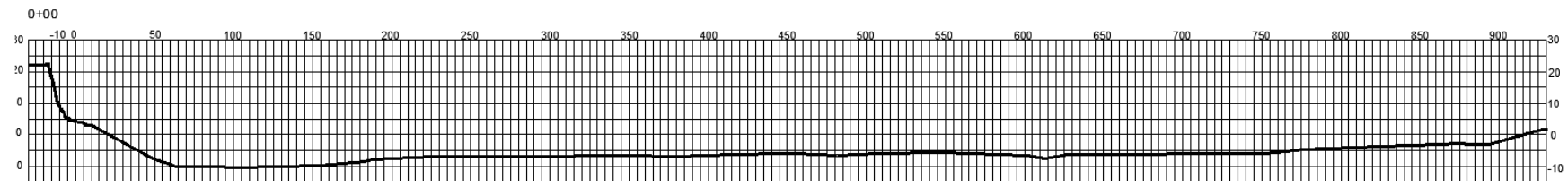


Figura 9.1.3.1: Perfil topobatimétrico Progresiva +0.00.

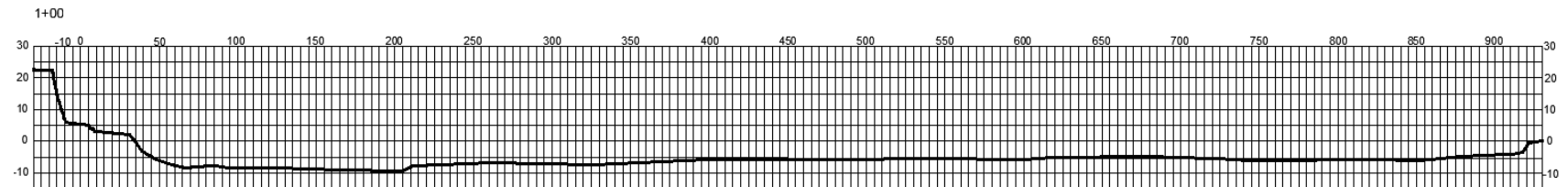


Figura 9.1.3.2: Perfil topobatimétrico Progresiva +1.00.

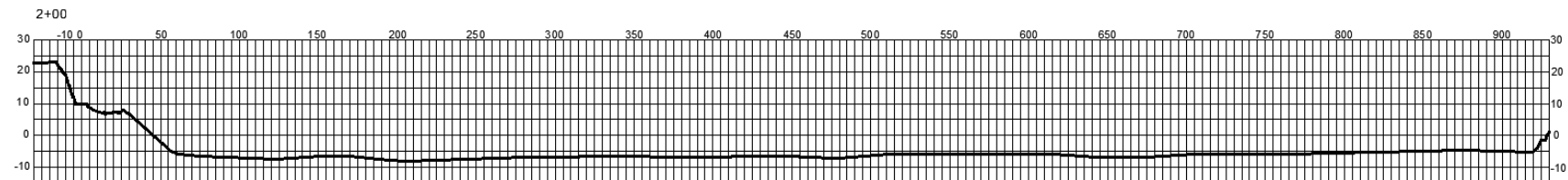


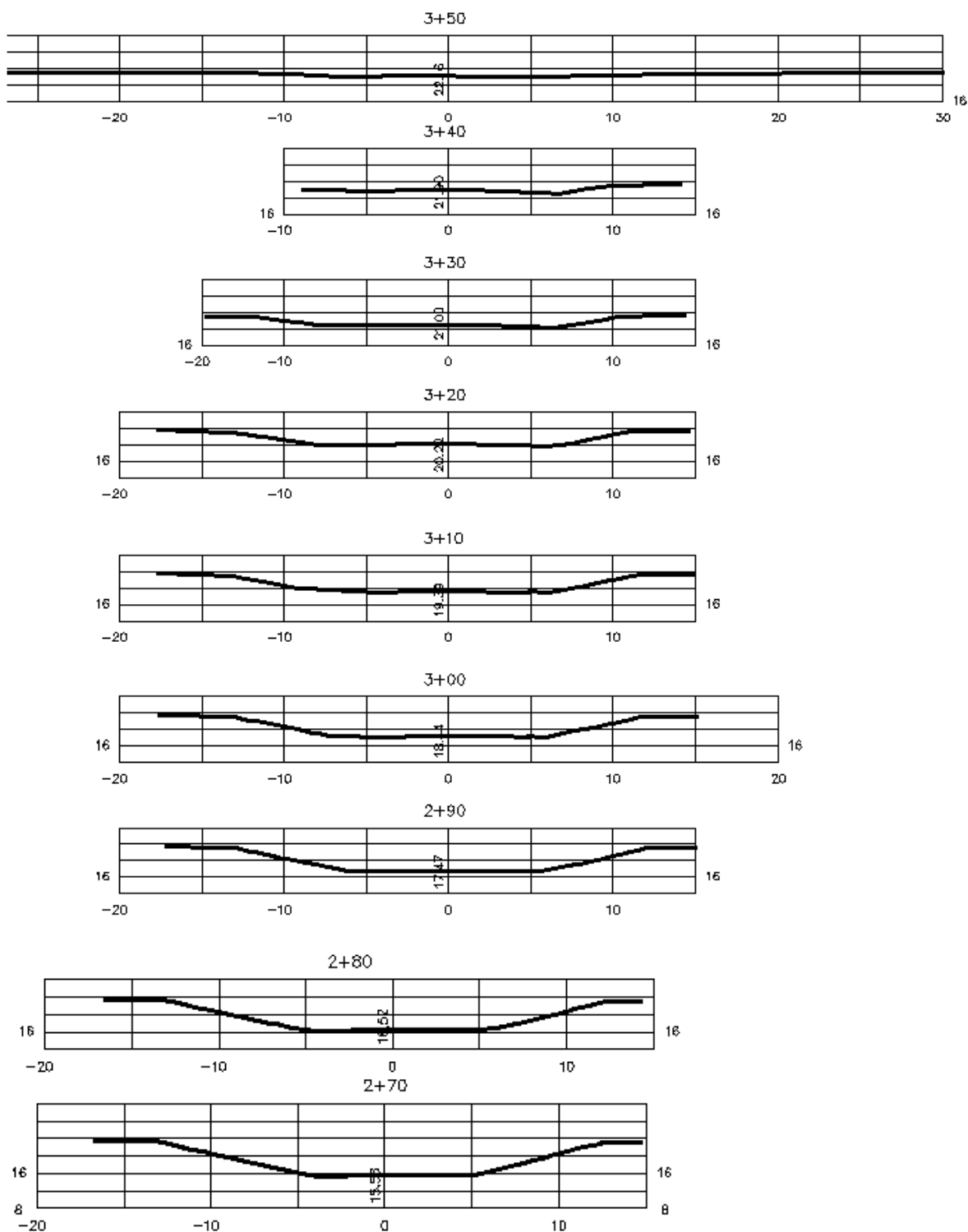
Figura 9.1.3.3: Perfil topobatimétrico Progresiva +2.00.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

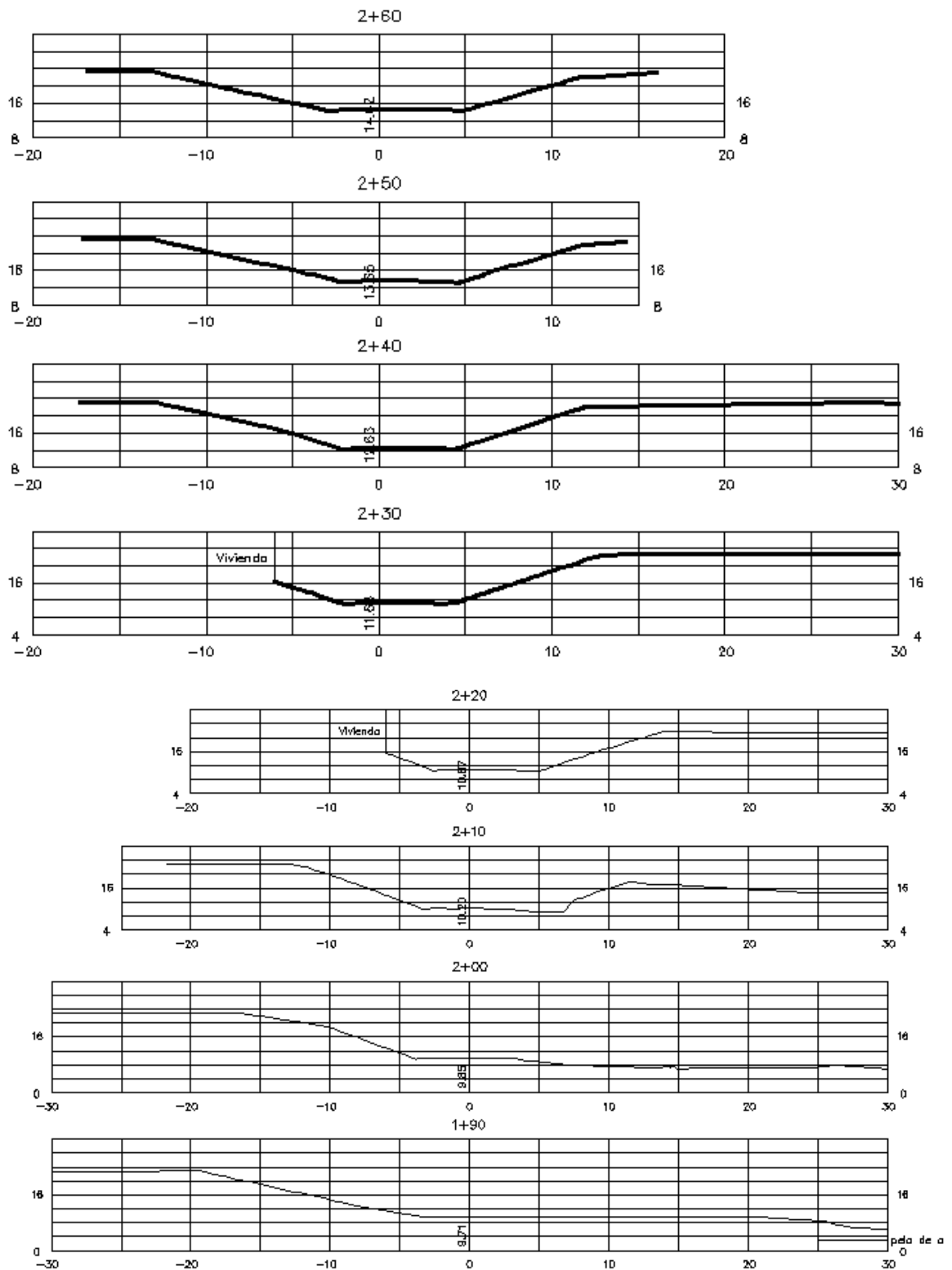
9.2.4) Obtención de perfiles transversales en zona superior de la barranca

Datos brindados por la Municipalidad de Granadero Baigorria.



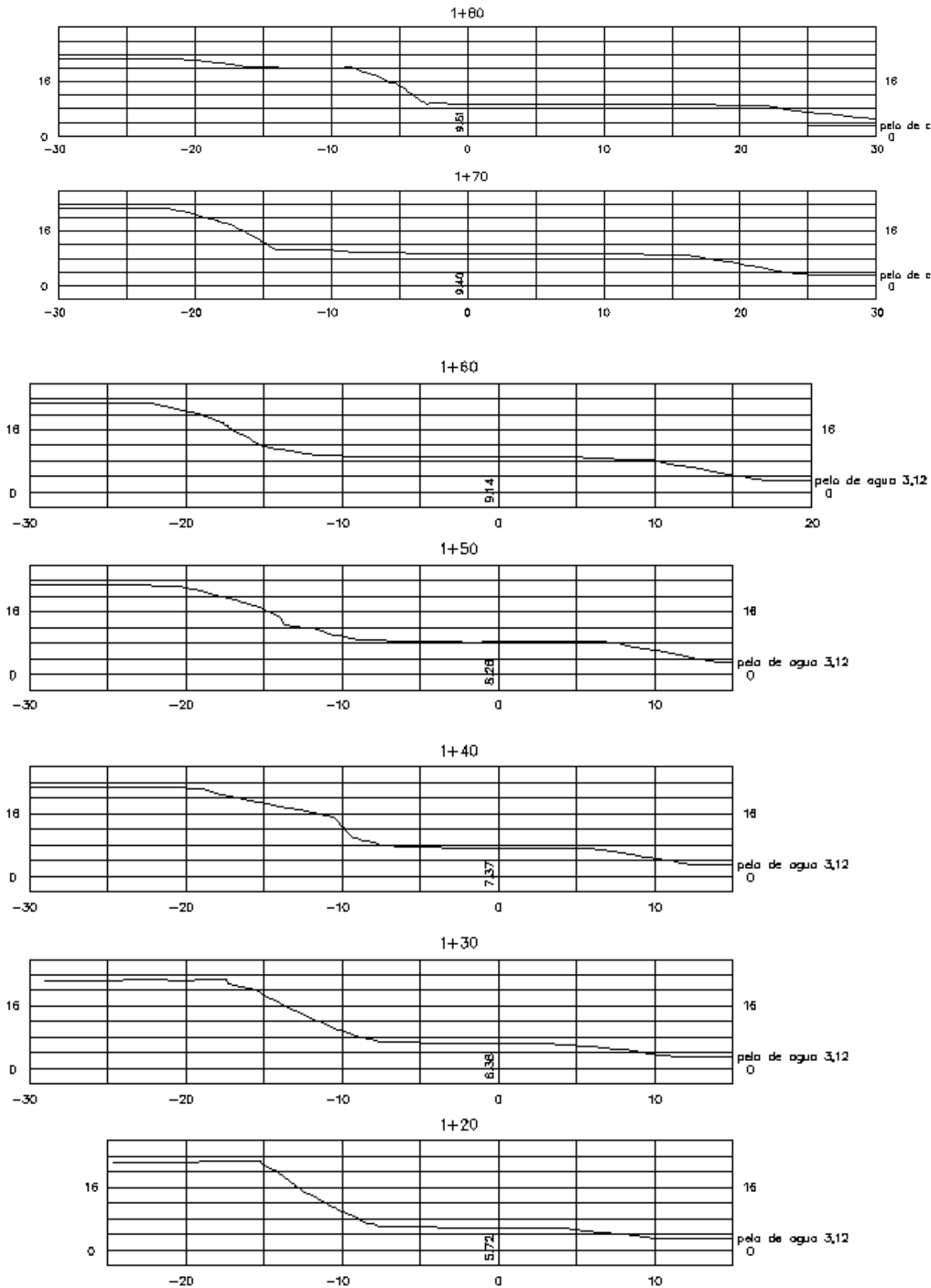
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



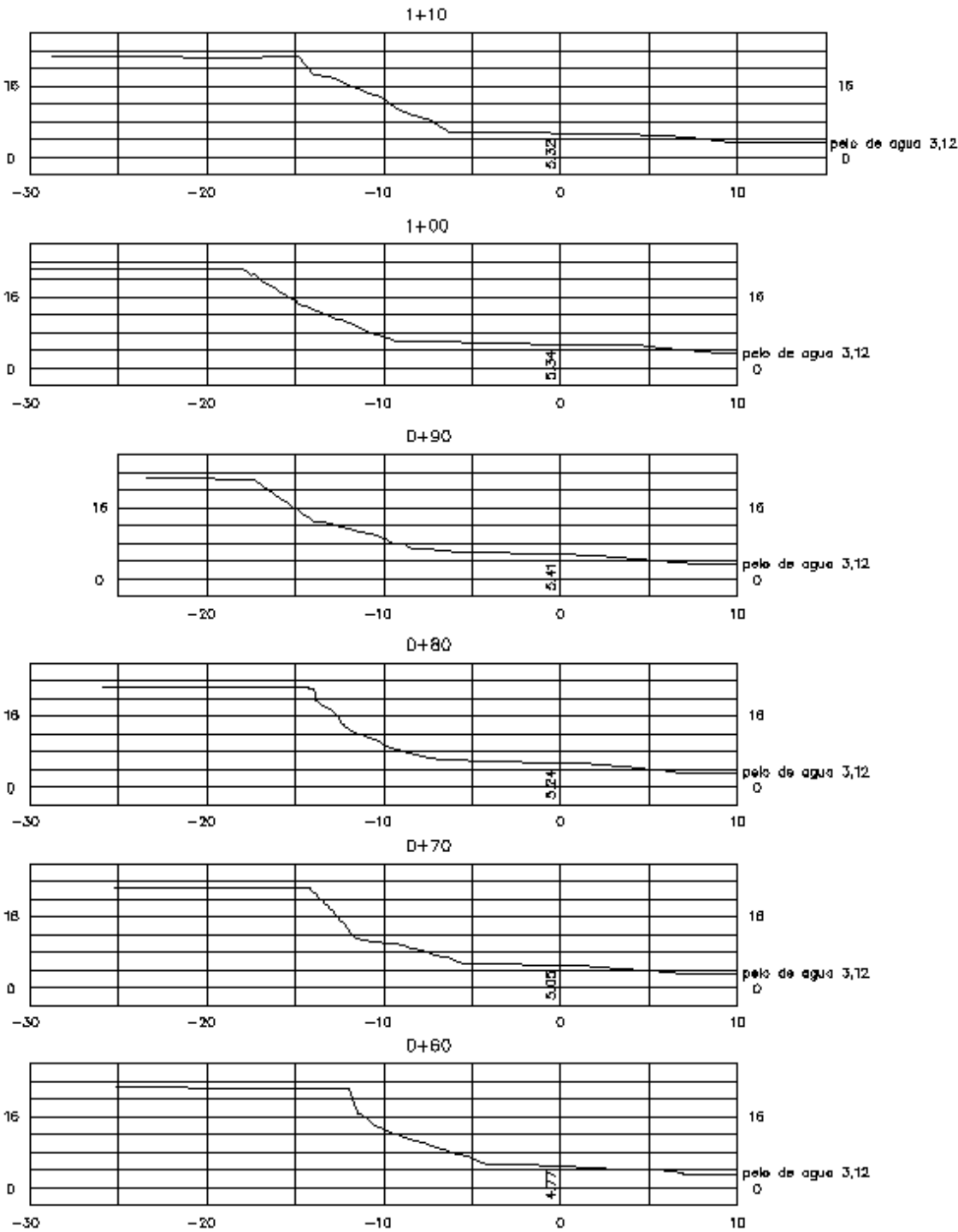
**CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO
PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA**

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



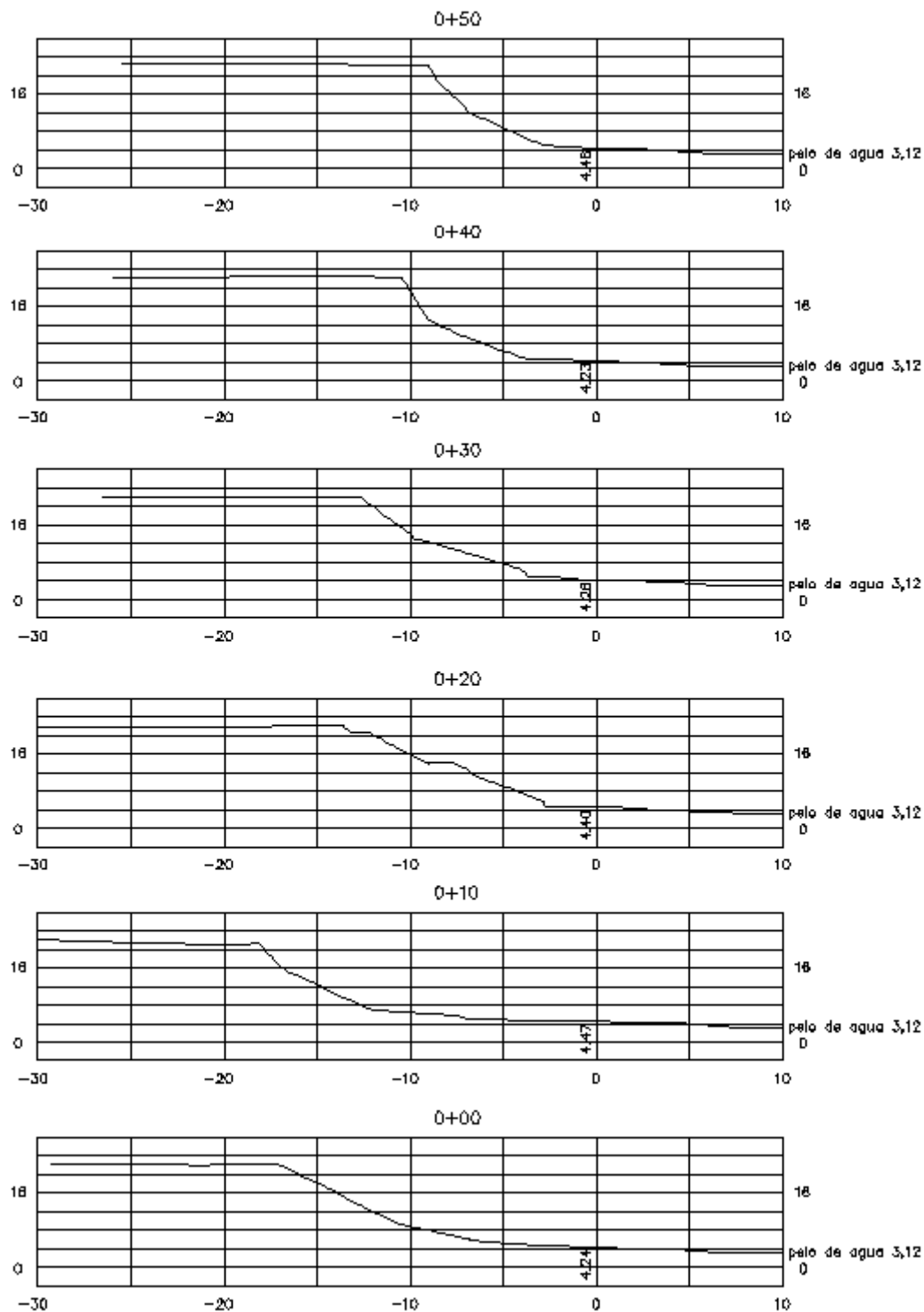
**CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO
PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA**

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9.2.5) Obtención de curvas IDR

A partir de los valores *I-D-R* (1970-2017); correspondientes a la localidad de Zavalla, provincia de Santa Fe.

Datos brindados por la cátedra.

Tabla 9.1.5.1: Valores IDR para la localidad de Zavalla.

I D Tr ZAVALLA (Serie 1973 - 2017) - INTENSIDAD [mm / hr]						
D	R [años]					
[min]	2	5	10	25	50	100
5	138,72	180,04	206,32	238,59	262,07	285,17
10	121,38	157,53	180,53	208,77	229,31	249,52
15	104,04	135,03	154,74	178,94	196,55	213,87
30	59,73	77,52	88,83	102,73	112,84	122,78
60	34,68	45,01	51,58	59,65	65,52	71,29
120	21,19	27,51	31,52	36,45	40,04	43,57
180	17,34	22,50	25,79	29,82	32,76	35,65
360	11,08	14,38	16,48	19,05	20,93	22,77
720	6,98	9,06	10,39	12,01	13,19	14,36
1440	4,01	5,21	5,97	6,90	7,58	8,25
2880	2,12	2,80	3,25	3,82	4,24	4,66
4320	1,51	1,98	2,30	2,70	3,00	3,30

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

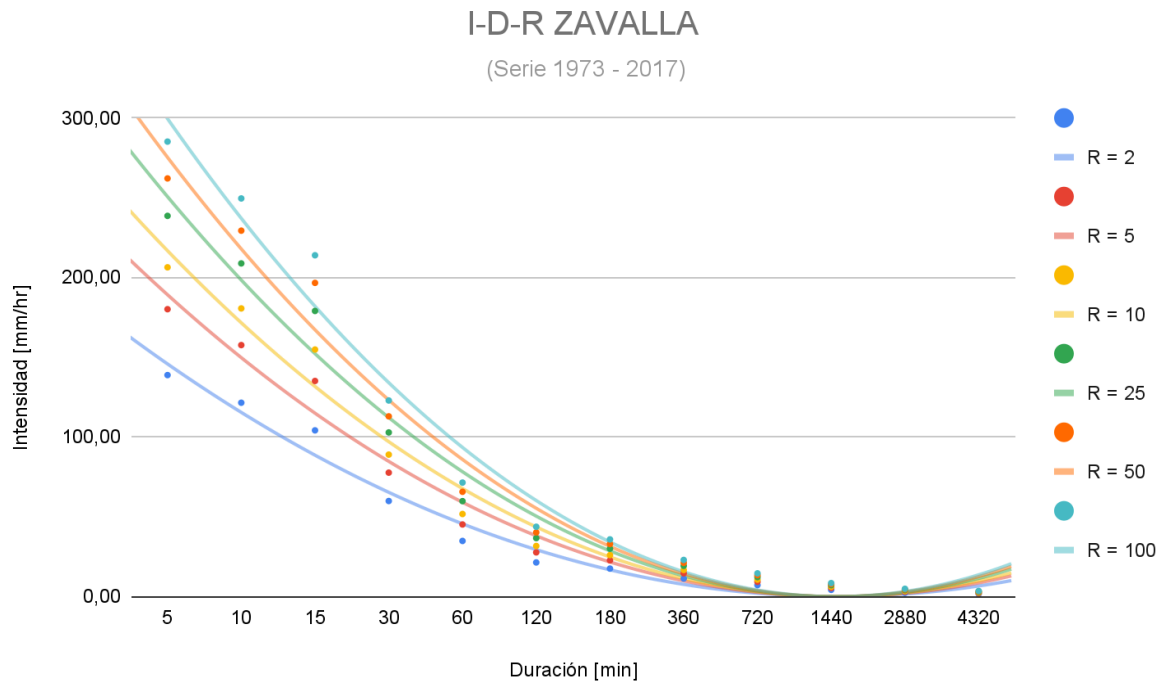


Figura 9.1.5.1: Curvas IDR para la localidad de Zavalla. Fuente: Elaboración propia con datos brindados por la cátedra.

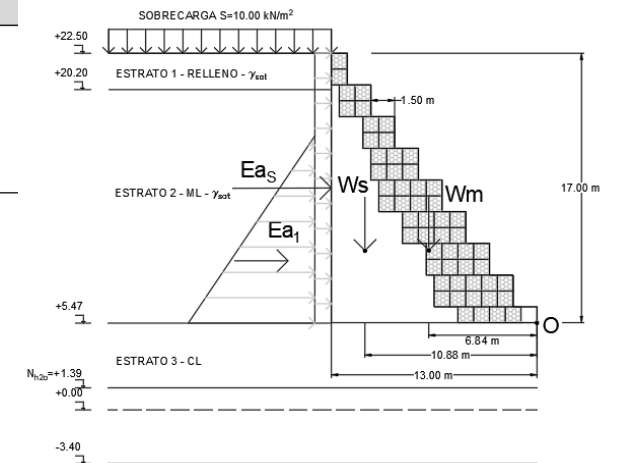
CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9.3.1) ANEXO 3.1 - Cálculos geotécnicos

γ piedra = 19 KN/m³ (todo por metro lineal de muro)

Tipo de suelo	γ_{sat} [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ °	C [kPa]	Prof. sup. [m]	Prof. inf. [m]	Altura [m]
RELLENO	20,00	10,19	28	15	22,50	20,20	2,30
ML	18,72	8,91	32,32	15,08	20,20	5,47	14,73
CL	19,61	9,8	32,83	12,04	5,47	-3,40	8,87
ML	18,83	9,02	31,06	2,65	-3,40	-12,10	8,70
SM	20,54	10,73	38,7	0	-12,10	-25,00	12,90



Verificación al vuelco:

Momento Resistente

Muro de contención - Gaviones	
Area (m²)	55,00
Peso (KN/m)	1.045,00
Dist. a O (m)	6,84
M resist. (KNm/m)	7.147,80

Muro de contención - Suelo	
Area (m²)	58,12
Peso (KN/m)	1.088,01
Dist. a O (m)	10,88
M resist. (KNm/m)	11.837,51

Momento de Vuelco

Suelo de barranca								M vuelco. (KNm/m)
Estrato	Espesor (m)	Ka	$\sigma' v$ (KN/m²)	$\sigma' h$ (KN/m²)	z0 (m)	Pa (KN/m)	z (m)	
RELLENO	2,30	0,361	46,00	0,00	2,50	0,00	16,27	0,00
ML	14,73	0,303	321,75	80,96	2,93	477,81	3,93	1.880,05
Desprecio empuje pasivo de la parte inferior				-1,42			Total	1.880,05

Sobrecarga						M vuelco. (KNm/m)
Estrato	Espesor (m)	Ka	Sobrecarga (KN/m²)	Pa (KN/m)	z (m)	
RELLENO	2,30	0,361	10,00	8,30	15,88	131,86
ML	14,73	0,303	10,00	44,67	7,37	328,96
Total						460,83

Factor de seguridad FS 8,11 VERIFICA

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al deslizamiento:

Fuerza horizontal	Estrato	Empuje	Espesor [m]	γ [kN/m ³]	K_a	$\sigma' v$ [kN/m ²]	$\sigma' h$ [kN/m ²]	z_0 [m]	P_a [kN/m]
	RELLENO		2,30	20,000	0,361	46,00	0,00	2,50	0,00
	ML Ea 1		9,99	18,720	0,303	233,01	54,05	2,93	190,91
	ML Ea 2		4,74	8,910	0,303	233,01	54,05	0,00	256,19
	ML Ea 3		4,74	8,910	0,303	275,25	12,81	0,00	30,35
			7,06						

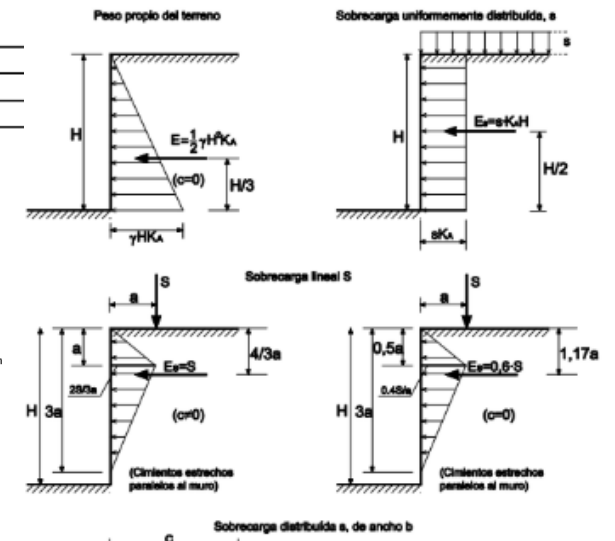
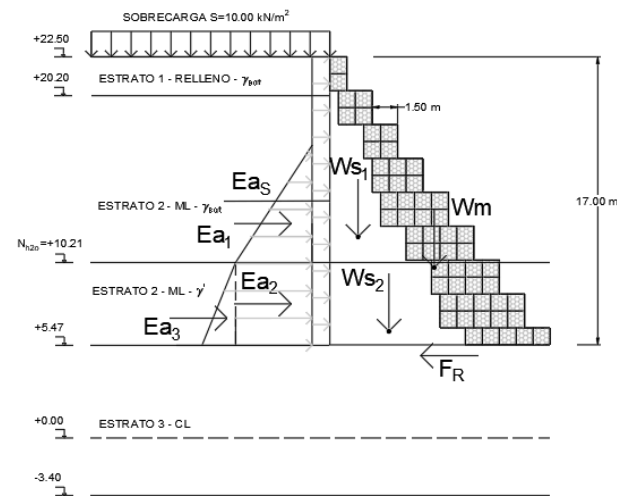
Empuje del suelo (kN)	477,45
Empuje sobrecarga (kN)	52,97
Fuerza horizontal actuante (kN)	530,42

Peso	Material	Espesor [m]	γ [kN/m ³]	Área [m ²]	Peso [kN/m]
	RELLENO	2,30	20,000	0	0
	ML	9,99	18,720	25,85	483,912
	ML	4,74	8,910	32,27	287,5257
	Gaviones	-	19,000	55,00	1045
				Peso total (kN/m)	1.816,44

Fuerza Horizontal Resistente	Muro de contención
k1	0,67
k2	0,67
δ' (°)	21,89
c'a (kPa)	8,03
Peso (kN/m)	1.816,44
B (m)	13,00
Fr (kN/m)	834,06

Fuerza Horizontal Actuante	Suelo de barranca
α (°)	0,00
P_a (kN/m)	530,42
F_a (kN/m)	530,42

Factor de seguridad FS	1,57	VERIFICA
------------------------	------	----------



CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al hundimiento:

Brinch - Hansen	B	13,00
	Hf	13,00
	$\varphi_{eq}(^{\circ})$	32,27
	$C_{eq}(kPa)$	9,06
	$\gamma_{eq}[kN/m^3]$	9,55
	N_q	23,92
	N_c	36,30
	N_{γ}	21,71
	$D_f (m)$	0,00
	$\gamma_{sup}[kN/m^3]$	8,91
	$q (kN/m^2)$	0,00
	$B' (m)$	13,00
	qu D (kN/m²)	1.676,44
q máx (kN/m ²)		164,08
Factor de seguridad FS		10,22
VERIFICA		

Verificación de estabilidad global:

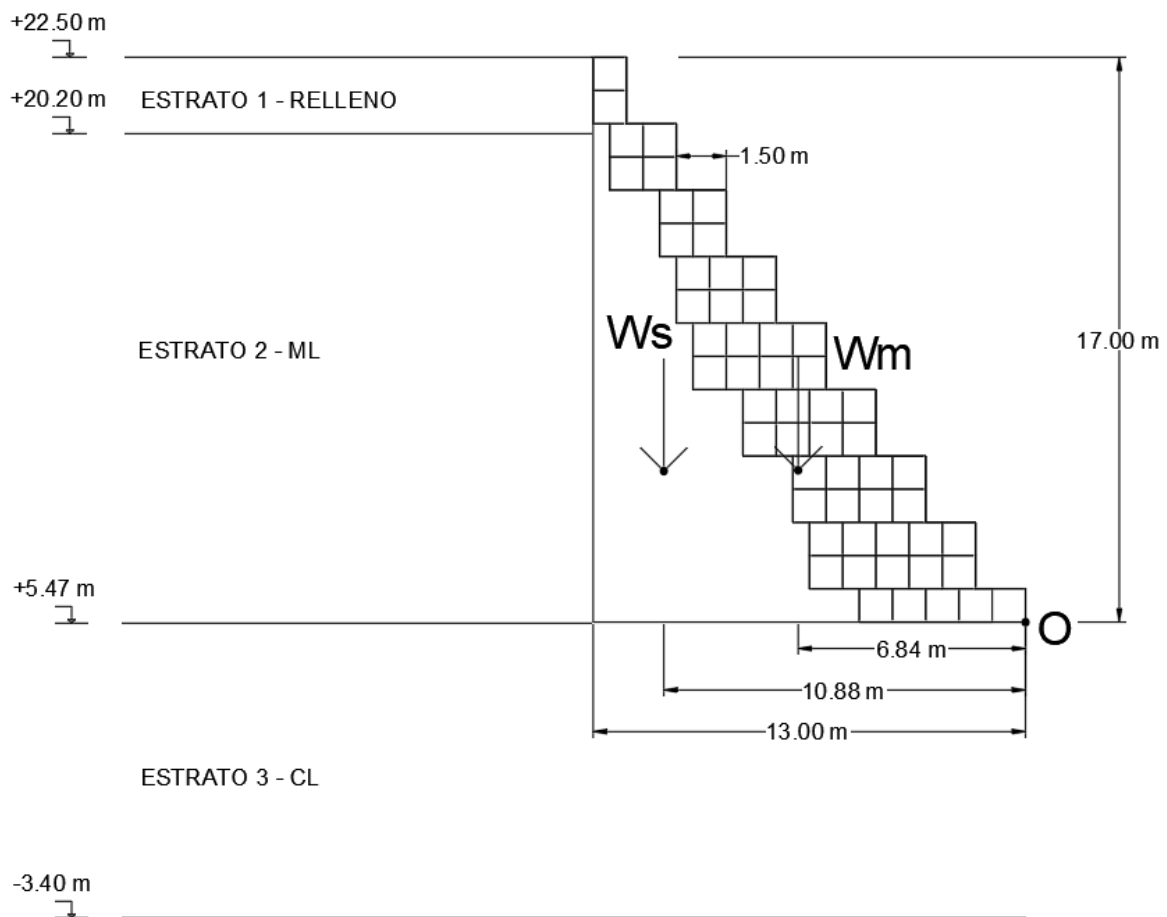
La verificación de estabilidad global se muestra en el ítem [Análisis con software GeoStudio](#), donde se utiliza el software GeoStudio.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9.3.2) ANEXO 3.2 - Memoria de cálculo

Datos



Muro de contención:

$\gamma_{\text{roca}} = 19 \text{ kN/m}^3$

Estrato 1:

$\phi = 28^\circ$; $C = 15 \text{ kPa}$; $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$

Estrato 2:

$\phi = 32^\circ$; $C = 15 \text{ kPa}$; $\gamma_{\text{sat}} = 18,7 \text{ kN/m}^3$

Estrato 3:

$\phi = 33^\circ$; $C = 12 \text{ kPa}$; $\gamma_{\text{sat}} = 19,6 \text{ kN/m}^3$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Estados contemplados para el análisis

Verificación	Peor condición	Nivel freático	H agua IGN (m)
Vuelco	Empuje máximo	mínimo	1,39
Deslizamiento	Peso mínimo	máximo	10,21
Hundimiento	Peso máximo	mínimo	1,39
Estabilidad global	Peso mínimo	máximo	10,21
Deslizamiento gaviones	Empuje máximo	mínimo	1,39

Verificación al vuelco

Se considera el peor estado que resulta con los estratos saturados.

Momento resistente

$$P_{muro} = A * \gamma_{sat} = 55 \text{ m}^2 * 19 \text{ kN/m}^3 = 1045 \text{ kN/m}$$

$$Mr_{muro} = P * d = 1045 \text{ kN/m} * 6,84 \text{ m} = 7148 \text{ kNm/m}$$

$$P_{suelo} = A * \gamma_{sat} = 58,12 \text{ m}^2 * 18,7 \text{ kN/m}^3 = 1086,84 \text{ kN/m}$$

$$Mr_{suelo} = P * d = 1086,84 \text{ kN/m} * 10,88 \text{ m} = 11824,82 \text{ kNm/m}$$

Momento resistente del muro

$$Mr = Mr_{muro} + Mr_{suelo} = 18972,82 \text{ kNm/m}$$

Momento de vuelco

$$Ka_1 = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 28^\circ/2) = 0,361$$

$$Ka_2 = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 32,3^\circ/2) = 0,303$$

- Carga permanente

$$\sigma'v_1 = e_1 * \gamma_{sat} = 2,30 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^3 = 46 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma'v_2 = e_2 * \gamma_{sat} + \sigma'v_1 = 14,73 \text{ m} * 18,7 \text{ kN/m}^3 + 46 \text{ kN/m}^2 = 321,45 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma'h_1 = Ka_1 * \sigma'v_1 - 2 * c * \sqrt{Ka_1} = 0,361 * 46 \text{ kN/m}^2 - 2 * 15 \text{ kPa} * \sqrt{0,361} = 0 \text{ kN/m}^2$$

El resultado es negativo (-1,42) por lo tanto se adopta cero.

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

$$\sigma' h_2 = Ka_2 * \sigma' v_2 - 2 * c * \sqrt{Ka_2} = 0,303 * 321,45 \text{ kN/m}^2 - 2 * 15 \text{ kPa} * \sqrt{0,303} = 80,89 \text{ kN/m}^2$$

$$z0_2 = (2 * c) / (\gamma_{sat} * \sqrt{Ka_2}) = (2 * 15 \text{ kPa}) / (18,7 \text{ kN/m}^3 * \sqrt{0,303}) = 2,91 \text{ m}$$

El empuje es positivo desde los 2,91 m del comienzo del estrato.

$$Pa_1 = 0 \text{ kN/m}$$

$$Pa_2 = \sigma' h_2 * e_2 - z0_2 * 0,5 = 80,89 \text{ kN/m}^2 * 14,73 \text{ m} - 2,91 \text{ m} * 0,5 = 478,06 \text{ kN/m}$$

$$z_1 = 16,27 \text{ m}$$

$$z_2 = 3,93 \text{ m}$$

Momento de vuelco generado por los estratos

$$Mv_D = \Sigma Pa * z = 478,06 \text{ kN/m} * 3,93 \text{ m} = 1878,78 \text{ kNm/m}$$

- Sobrecarga

$$sc = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$Pa_1 = e_1 * Ka_1 * sc = 2,30 \text{ m} * 0,361 * 10 \text{ kN/m}^2 = 8,30 \text{ kN/m}$$

$$Pa_2 = e_2 * Ka_2 * sc = 14,73 \text{ m} * 0,303 * 10 \text{ kN/m}^2 = 44,67 \text{ kN/m}$$

$$z_1 = 15,88 \text{ m}$$

$$z_2 = 7,37 \text{ m}$$

Momento de vuelco generado por la sobrecarga superficial

$$Mv_L = \Sigma Pa * z = 8,30 \text{ kN/m} * 15,88 \text{ m} + 44,67 \text{ kN/m} * 7,37 \text{ m} = 460,83 \text{ kNm/m}$$

Momento de vuelco total

$$Mv = Mv_D + Mv_L = 2339,61 \text{ Nm/m}$$

Factor de seguridad del muro respecto al vuelco

$$FS = Mr / Mv = 18972,82 \text{ kNm/m} / 2339,61 \text{ Nm/m} = 8,11 > 1,50 \checkmark \text{ B.C.}$$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al deslizamiento

Fuerza resistente

$$k_1 = k_2 = 2/3$$

$$B = 13 \text{ m}$$

$$\Sigma V = P_{ML1} + P_{ML2} + P_{gaviones} = \text{Área}_{ML1} * \gamma_{sat} + \text{Área}_{ML2} * \gamma' + \text{Área}_{gaviones} * \gamma_{gaviones}$$

$$\Sigma V = 1816,44 \text{ kN/m}$$

$$\delta = k_1 * \varphi = 2/3 * 33^\circ = 22^\circ$$

$$c'a = k_2 * c = 2/3 * 12 \text{ kPa} = 8 \text{ kPa}$$

Fuerza resistente del muro respecto al deslizamiento

$$F_R = \Sigma V \times \tan \delta + c'a \times B = 834,06 \text{ kN/m}$$

Fuerza actuante

$$\alpha = 0^\circ$$

$$Pa = \Sigma Pa_i = 530,42 \text{ kN/m}$$

Fuerza actuante sobre el muro respecto al deslizamiento

$$F_A = Pa * \cos \alpha = 530,42 \text{ kN/m}$$

Factor de seguridad del muro respecto al deslizamiento

$$FS = F_R / F_A = 834,06 \text{ kN/m} / 530,42 \text{ kN/m} = 1,57 > 1,50 \checkmark \text{ B.C.}$$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al hundimiento

$$qu = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} + q N_q s_q d_q i_q + c N_c s_c d_c i_c$$

$$N_q = e^{\pi \tan(\varphi)} \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\varphi)$$

$$N_{\gamma} = \frac{1}{2} (N_q - 1) \tan(\varphi)$$

$$s_i = d_i = i_i = 1$$

$$Hf = B = B' = 13 \text{ m}$$

$$Df = 0 \text{ m (no existe tapada)}$$

Ya que los estratos son muy similares se realiza una ponderación de las características de los suelos.

Ponderaciones

$$\varphi_{eq} = 32^\circ$$

$$c_{eq} = 9 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{eq} = 9,55 \text{ kN/m}^3$$

$$N_q = e^{\pi \tan(32,27^\circ)} \tan^2(45^\circ + \frac{32^\circ}{2}) = 23,92$$

$$N_c = (23,92 - 1) \cot(32,27^\circ) = 36,30$$

$$N_{\gamma} = \frac{1}{2} (23,92 - 1) \tan(32^\circ) = 21,71$$

$$\gamma_{sup} = 8,91 \text{ kN/m}^3$$

$$q = Df * \gamma_{sup} = 0 \text{ kN/m}^2$$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Siendo conservadores se decide despreciar el empuje pasivo y, además, no existe tapada.

Carga máxima resistente sobre el muro respecto al hundimiento

$$\begin{aligned} q_u &= \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q N_q + c N_c = \\ &= \frac{1}{2} * 9,55 \text{ kN/m}^3 * 13 \text{ m} * 21,71 + 0 + 9,06 \text{ kPa} * 36,30 = 1676,53 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga actuante sobre el muro respecto al hundimiento

$$q_{m\acute{a}x} = \Sigma V/B = 2133,01 \text{ kN/m} / 13 \text{ m} = 164,08 \text{ kN/m}^2$$

Factor de seguridad del muro respecto al hundimiento

$$FS = q_u / q_{m\acute{a}x} = 1676,53 \text{ kN/m}^2 / 164,08 \text{ kN/m}^2 = 10,22 > 3,00 \checkmark \text{ B.C.}$$

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

Verificación al deslizamiento de gaviones

De igual forma a la que se verificó el deslizamiento global del muro, se verifican los deslizamientos de cada gavión perteneciente a éste.

Sección	Nivel IGN	Esp. (m)	Ka	$\sigma' v$ (KN/m²)	$\sigma' h$ (KN/m²)	Pa (KN/m)	Ancho total (m)	Ancho est. (m)	Ancho gav. (m)	H suelo (m)	W suelo (kN)	Fr suelo	Cant. gav.	W gav. (kN)	Fr gav. (KN/m)	Fuerza res. (KN/m)	FS
1	21,50	1,00	0,36	20,00	0,00	3,61	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	19,00	9,53	9,53	2,64
2	20,50	2,00	0,36	40,00	0,00	7,22	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	38,00	18,43	18,43	2,55
3	19,50	3,00	0,30	58,72	1,20	9,34	2,50	0,50	2,00	0,70	6,55	7,61	4,00	76,00	36,86	44,47	4,76
4	18,50	4,00	0,30	77,44	6,87	12,38	2,50	0,50	2,00	1,70	15,91	11,31	6,00	114,00	55,07	66,38	5,36
5	17,50	5,00	0,30	96,16	12,55	15,41	4,00	2,00	2,00	2,70	53,35	41,17	8,00	152,00	73,29	114,46	7,43
6	16,50	6,00	0,30	114,88	18,23	25,50	4,00	2,00	2,00	3,70	90,79	55,96	10,00	190,00	91,51	147,46	5,78
7	15,50	7,00	0,30	133,60	23,90	42,68	5,50	2,50	3,00	4,70	137,59	79,46	13,00	247,00	119,05	198,51	4,65
8	14,50	8,00	0,30	152,32	29,58	65,54	5,50	2,50	3,00	5,70	184,39	97,94	16,00	304,00	146,37	244,31	3,73
9	13,50	9,00	0,30	171,04	35,26	94,07	7,00	3,00	4,00	6,70	240,55	125,14	20,00	380,00	183,02	308,16	3,28
10	12,50	10,00	0,30	189,76	40,93	128,28	7,00	3,00	4,00	7,70	296,71	147,32	24,00	456,00	219,45	366,77	2,86
11	11,50	11,00	0,30	208,48	46,61	168,17	8,50	4,50	4,00	8,70	380,95	195,66	28,00	532,00	255,89	451,55	2,69
12	10,50	12,00	0,30	227,20	52,29	213,73	8,50	4,50	4,00	9,70	465,19	228,92	32,00	608,00	292,32	521,24	2,44
13	9,50	13,00	0,30	245,92	57,96	264,97	10,00	6,00	4,00	10,70	577,51	288,35	36,00	684,00	328,76	617,11	2,33
14	8,50	14,00	0,30	264,64	63,64	321,89	10,00	6,00	4,00	11,70	689,83	332,70	40,00	760,00	365,19	697,89	2,17
15	7,50	15,00	0,30	283,36	69,32	384,48	11,50	6,50	5,00	12,70	811,51	385,77	45,00	855,00	410,95	796,72	2,07
16	6,50	16,00	0,30	302,08	74,99	452,75	11,50	6,50	5,00	13,70	933,19	433,82	50,00	950,00	456,49	890,31	1,97
17	5,50	17,00	0,30	320,80	80,67	526,70	13,00	8,00	5,00	14,70	1.082,95	508,03	55,00	1.045,00	502,03	1.010,06	1,92

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Demti - Francescutti - Piro

9.3.3) ANEXO 3.3 - Memoria de cálculo de movimiento de suelos

Progresivas (km)	Distancias entre perfiles (m)	Áreas (m2)			volúmenes (m3)				Áreas (m2)			volúmenes (m3)				volúmenes (m3)	
		Excavación barranca		Relleno barranca	Excavación reducida barranca	Relleno barranca	Diferencias volúmenes barranca	Volúmenes acumulados barranca	Excavación paseo ribereño		Relleno paseo ribereño	Excavación reducida paseo ribereño	Relleno paseo ribereño	Diferencias volúmenes paseo ribereño	Volúmenes acumulados	Diferencia volúmenes total	Volúmenes acumulados totales
		Excavación	Total excavación reducida	Relleno					Excavación	Total excavación reducida	Relleno						
0		39,54	31,63	1,38					1,87	1,50	0,44						
0,1	100	2,95	2,36	47,53	1699,60	2445,50	-745,90	-745,90	0,00	0,00	2,53	74,80	148,50	-73,70	-73,70	-819,60	-819,60
0,2	100	53,36	42,69	3,12	2252,40	2532,50	-280,10	-1026,00	0,00	0,00	15,10	0,00	881,50	-881,50	-955,20	-1161,60	-1981,20
0,3	100	11,56	9,25	2,30	2596,80	271,00	2325,80	1299,80	1,47	1,18	26,79	58,80	2094,50	-2035,70	-2990,90	290,10	-1691,10
0,4	100	21,42	17,14	0,00	1319,20	115,00	1204,20	2504,00	1,45	1,16	29,01	116,80	2790,00	-2673,20	-5664,10	-1469,00	-3160,10
0,5	100	46,60	37,28	0,00	2720,80	0,00	2720,80	5224,80	1,45	1,16	25,66	116,00	2733,50	-2617,50	-8281,60	103,30	-3056,80
0,6	100	5,41	4,33	3,68	2080,40	184,00	1896,40	7121,20	1,45	1,16	22,90	116,00	2428,00	-2312,00	-10593,60	-415,60	-3472,40
0,7	100	0,50	0,40	14,40	236,40	904,00	-667,60	6453,60	1,45	1,16	21,26	116,00	2208,00	-2092,00	-12685,60	-2759,60	-6232,00
0,8	100	2,50	2,00	8,05	120,00	1122,50	-1002,50	5451,10	0,00	0,00	16,10	58,00	1868,00	-1810,00	-14495,60	-2812,50	-9044,50
0,9	100	4,28	3,42	21,70	271,20	1487,50	-1216,30	4234,80	0,00	0,00	12,37	0,00	1423,50	-1423,50	-15919,10	-2639,80	-11684,30
1	100	1,26	1,01	18,56	221,60	2013,00	-1791,40	2443,40	0,75	0,60	6,35	30,00	936,00	-906,00	-16825,10	-2697,40	-14381,70
1,1	100	41,53	33,22	0,00	1711,60	928,00	783,60	3227,00	1,88	1,50	6,48	105,20	641,50	-536,30	-17361,40	247,30	-14134,40
1,2	100	30,70	24,56	0,00	2889,20	0,00	2889,20	6116,20	2,08	1,66	3,28	158,40	488,00	-329,60	-17691,00	2559,60	-11574,80
1,3	100	31,88	25,50	0,00	2503,20	0,00	2503,20	8619,40	0,00	0,00	5,81	83,20	454,50	-371,30	-18062,30	2131,90	-9442,90
1,4	100	54,70	43,76	0,00	3463,20	0,00	3463,20	12082,60	0,00	0,00	5,05	0,00	543,00	-543,00	-18605,30	2920,20	-6522,70
1,5	100	34,47	27,58	0,00	3566,80	0,00	3566,80	15649,40	0,00	0,00	9,68	0,00	736,50	-736,50	-19341,80	2830,30	-3692,40
1,6	100	22,78	18,22	0,00	2290,00	0,00	2290,00	17939,40	3,90	3,12	3,67	156,00	667,50	-511,50	-19853,30	1778,50	-1913,90
1,7	100	6,51	5,21	5,04	1171,60	252,00	919,60	18859,00	0,00	0,00	13,30	156,00	848,50	-692,50	-20545,80	227,10	-1686,80
1,8	100	0,00	0,00	0,00	260,40	252,00	8,40	18867,40	0,00	0,00	11,83	0,00	1256,50	-1256,50	-21802,30	-1248,10	-2934,90

CONTENCIÓN DE LA BARRANCA Y PASEO PÚBLICO COSTANERA BARRIO PARAÍSO EN GRANADERO BAIGORRIA

Aquilano - Denti - Francescutti - Piro

9.4) ANEXO 4 - Cálculos de erosión general

MÁXIMO			
DATOS:	q:	0,025	
	S [m/m]:	0,000035	
	H max(R=100)	6,75	
	H0 IGN [m]	2,92	
	H IGN [m]	9,67	
	PSM [km]	448,00	
	PR [km]	416,00	
	GB [km]	431,50	
	Z km 431,5 [m]	10,21	

Lischvan-Lebediev	
dm [mm]	0,27
β (R=100 año)	1,00
x	0,41

MÍNIMO			
q:	0,025		
S [m/m]:	0,000016		
H min(R=100) [m]	-1,77		
H0 IGN [m]	2,92		
H IGN [m]	1,15		
PSM [km]	448,00		
PR [km]	416,00		
GB [km]	431,50		
Z km 431,5 [m]	1,39		

dm	x
0,10	0,42
0,50	0,41

PERFIL TRANSVERSAL 0+00																				
Progresiva transvers	-11,16	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
HIGN Lecho	10,21	5,26	4,24	3,72	3,12	1,76	0,40	-0,95	-2,30	-3,66	-5,02	-6,38	-7,78	-8,53	-9,33	-9,91	-10,00	-10,06	-9,98	-9,90
HIGN agua	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21
HD	0,00	4,95	5,97	6,49	7,09	8,45	9,81	11,16	12,51	13,87	15,23	16,59	17,99	18,74	19,54	20,12	20,21	20,27	20,19	20,11
Sección	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
H0 med	2,48		6,23		7,77		10,49		13,19		15,91		18,37		19,83		20,24		20,15	
Bf med	6,16		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00	
Área	15,26		31,16		38,86		52,44		65,96		79,56		91,84		99,16		101,21		100,76	
Perímetro	19,02		22,49		25,73		31,15		36,57		42,01		46,79		49,70		50,49		50,66	
Rh	0,80		1,39		1,51		1,68		1,80		1,89		1,96		2,00		2,00		2,00	
Caudal medio	3,12		9,16		12,11		17,56		23,13		28,82		34,07		37,19		38,08		37,89	
Hs medio	1,79		5,31		6,90		9,82		12,87		16,05		19,01		20,81		21,32		21,21	
Hdunas	0,50		1,25		1,55		2,10		2,64		3,18		3,67		3,97		4,05		4,03	
Hs medio + dunas	2,04		5,94		7,67		10,87		14,19		17,64		20,85		22,79		23,34		23,22	
Condición	No erosiona		No erosiona		No erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona	
Lecho erosionado	7,735		3,980		2,440		-0,653		-3,975		-7,430		-10,635		-12,582		-13,132		-13,011	

PERFIL TRANSVERSAL 1+00																				
Progresiva transvers	-12,12	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
HIGN Lecho	10,21	5,72	5,35	4,92	3,12	2,85	2,59	2,33	2,06	-0,03	-3,50	-4,94	-6,13	-7,00	-7,70	-8,20	-8,23	-8,00	-7,78	-7,81
HIGN agua	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21
HD	0,00	4,49	4,86	5,29	7,09	7,36	7,62	7,88	8,15	10,24	13,71	15,15	16,34	17,21	17,91	18,41	18,44	18,21	17,99	18,02
Sección	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
H0 med	2,25		5,08		7,23		7,75		9,20		14,43		16,78		18,16		18,33		18,01	
Bf med	7,12		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00	
Área	16,00		25,39		36,14		38,76		45,99		72,16		83,89		90,81		91,64		90,04	
Perímetro	20,03		20,17		24,46		25,51		28,81		39,07		43,63		46,35		46,66		46,02	
Rh	0,80		1,26		1,48		1,52		1,60		1,85		1,92		1,96		1,96		1,96	
Caudal medio	3,26		7,00		11,09		12,12		14,86		25,71		30,69		33,65		34,01		33,33	
Hs medio	1,60		4,17		6,33		6,87		8,41		14,31		17,09		18,76		18,96		18,57	
Hdunas	0,45		1,02		1,45		1,55		1,84		2,89		3,36		3,63		3,67		3,60	
Hs medio + dunas	1,82		4,68		7,05		7,65		9,33		15,75		18,76		20,58		20,79		20,37	
Condición	No erosiona		No erosiona		No erosiona		No erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona	
Lecho erosionado	7,97		5,14		2,99		2,46		0,88		-5,54		-8,55		-10,36		-10,58		-10,16	

PERFIL TRANSVERSAL 2+00																				
Progresiva transvers	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
HIGN Lecho	18,72	11,37	9,85	8,79	7,63	6,80	7,15	7,40	6,71	4,48	2,26	0,03	-2,19	-4,41	-5,70	-6,02	-6,20	-6,38	-6,48	-6,57
HIGN agua	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21
HD	-8,51	-1,16	0,36	1,42	2,58	3,41	3,06	2,81	3,50	5,73	7,95	10,18	12,40	14,62	15,91	16,23	16,41	16,59	16,69	16,78
Sección	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
H0 med	-4,83		0,89		3,00		2,94		4,62		9,07		13,51		16,07		16,50		16,74	
Bf med	5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00		5,00	
Área	24,16		4,46		14,99		14,69		23,09		45,34		67,56		80,36		82,51		83,69	
Perímetro	4,22		11,90		16,06		15,88		19,71		28,61		37,50		42,16		43,01		43,48	
Rh	5,72		0,38		0,93		0,92		1,17		1,58		1,80		1,91		1,92		1,93	
Caudal medio	18,29		0,55		3,39		3,30		6,07		14,58		23,67		29,24		30,15		30,65	
Hs medio	3,94		0,54		2,24		2,19		3,73		8,27		13,24		16,24		16,76		17,04	
Hdunas	-0,97		0,18		0,60		0,59		0,92		1,81		2,70		3,21		3,30		3,35	
Hs medio + dunas	3,45		0,63		2,54		2,48		4,19		9,18		14,59		17,85		18,41		18,71	
Condición	Erosiona		No erosiona		No erosiona		No erosiona		No erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona		Erosiona	
Lecho erosionado	6,76		9,32		7,22		7,28		5,60		1,04		-4,38		-7,64		-8,19		-8,50	