REFUNCIONALIZACIÓN DE UN RESERVORIO EN EL BARRIO LOS SOLARES, FUNES

Provincia de Santa Fe

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

ALUMNOS:

CASTRO, MARIANA (C-6641/9)

CICERCHIA, VICTORIA (C-6767/9)

GRABICH, JULIA (G-5385/6)

OZERIO, AGUSTINA (O-1694/2)

DIRECTORES:

ING. CLAUDIA FORESTIERI

ING. ANALÍA LUQUE

ING. RAÚL NAVARRO

ARQ. CRISTINA CERVERA

ASESORES:

DR. ING. MARGARITA PORTAPILA

DR. ING. GERARDO RICCARDI

ING. MARIO CHIRICHIGNO

TITULAR DE CÁTEDRA: ING. RUBÉN LÓPEZ

DICIEMBRE 2022

PROYECTO IV 2022

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS **4**

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS **5**
1.1. OBJETIVO 5
1.2. INTRODUCCIÓN 5
1.2.1. Fundamentación del proyecto 5
1.3. RESUMEN 7
1.4. EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO 7
1.5. MARCO DE REFERENCIA 10
1.5.1. Población 10
1.5.2. Caracterización: clima, topografía y suelo 14
1.5.3. Redes de infraestructura de transporte 16
1.5.4. Características socio-económicas 17
1.5.5. Servicios 20
1.6. MARCO HÍDRICO 22
1.6.1. La cuenca del A° Ludueña 22
1.6.2. Medidas estructurales y no estructurales 24
1.6.3. Inundaciones en el área urbana 29

2. INFORMACIÓN BASE Y ANTECEDENTES **32**
2.1 RECOPILACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA 32
2.1.1 Planialtimetría 32
2.1.2 Hidrometeorología 33
2.1.3 Estudio geotécnico 34
2.1.4 Marco legal 37
2.2 PROYECTO ANTECEDENTE 41
2.3 SITUACIÓN ACTUAL BARRIO LOS SOLARES 45
2.3.1 Reconocimiento del estado de situación 45
2.3.2 Relevamiento fotográfico 46
2.3.3 Interferencias 49

3. PROYECTO URBANÍSTICO **50**
3.1 LINEAMIENTOS DEL DISEÑO URBANO 50
3.2 INVESTIGACIÓN DE CASOS 51
3.3 URBANIZACIÓN ACTUAL 52
3.2.1 Prácticas preexistentes 52
3.2.2 Áreas verdes 54
3.2.3 Movilidad 55
3.4 RE-DISTRIBUCIÓN ESPACIAL 56
3.4.1 Zonificación según usos 59
3.5 MOBILIARIO URBANO 60

4. PROYECTO HIDRÁULICO **63**

4.1 DEFINICIÓN ZONA EN ESTUDIO 63
4.2 CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 64
4.3 PRECIPITACIONES 65
4.3.1 Hietogramas de lluvia total 65
4.3.2 Hietograma de lluvia neta 66
4.4 DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS PARA R=5 AÑOS 69
4.4.1 Coeficientes de escorrentía 70
4.4.2 Método Racional Modificado 71
4.4.3 Dimensionamiento de cunetas 72
4.5 OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DEL EMBALSE 73
4.5.1 Hidrograma Unitario Sintético de Colorado 74
4.5.2 Hidrograma de salida 76
4.5.3 Volumen del embalse 76
4.6 MODELACIÓN DINÁMICA EN SWMM 77

5. PROYECTO VIAL 83
5.1 SISTEMA VIAL EXISTENTE 83
5.1.1 Formal 83
5.1.2 Informal 84
5.2 PROPUESTA DE CIRCULACIÓN 84
5.2.1 Sección transversal tipo 84
5.2.2 Cruces vehiculares 85
5.2.3 Cruces peatonales 86
5.2.4 Bicisenda 86
5.2.2 Señalización vertical y horizontal 87

6. ESTUDIO AMBIENTAL 88
6.1 RELEVANCIA DEL ESTUDIO AMBIENTAL 88
6.2 GESTIÓN AMBIENTAL MULTIDISCIPLINAR 88
6.2.1 Ciudades y comunidades sostenibles: los procesos de impermeabilización 89
6.2.2 Ciudades y comunidades sostenibles: Incentivo a la movilidad sostenible 90
6.2.3 Ciudades y comunidades sostenibles: Técnicas de SUDS 90
6.2.4. Vida de ecosistemas terrestres: Ley 25.675/2002 94
6.2.5. Trabajo decente y crecimiento económico: La generación de empleo de calidad 95
6.2.6. Producción y consumo responsables: Separación de residuos 96

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 98

8. ANEXOS 99

9. PLANOS 153

BIBLIOGRAFÍA 175

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es fruto de un intenso y enriquecedor período formativo en el que participamos durante muchos años. A lo largo de todo el trayecto recibimos mucha ayuda de quienes nos acompañaron, académica y moralmente.

En primer lugar, agradecemos a la Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, por permitirnos formarnos académicamente para acercarnos a las profesionales que deseamos ser. También, queremos hacer llegar nuestros agradecimientos al equipo de la cátedra de Proyecto IV por compartir sus conocimientos con mucha dedicación y atender nuestras inquietudes. Asimismo, agradecemos al Ing. Gerardo Riccardi por su colaboración y amabilidad y a los profesionales Ing. Mario Chirichigno, Ing. María Daniela Bartolucci, Ing. Hernán Vagni y Arq. Guillermo Murray por involucrarse y guiarnos.

Agradecemos también, y lo haremos siempre, a nuestras familias por su apoyo incondicional y por ser los impulsores de nuestros sueños. Y finalmente, a nuestros compañeros, con quienes hemos aprendido y compartido, entendiendo que trabajar en equipo es enriquecedor, profesional y personalmente.

A todos, muchas gracias.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO

El objetivo principal del presente proyecto es solucionar la problemática del desagüe pluvial de una zona del barrio Los Solares en la localidad de Funes, ubicada en el departamento de Rosario en el sur de la provincia de Santa Fe, en el centro de la República Argentina. El sistema de drenajes actual no logra satisfacer las necesidades de la zona, por lo que se propone aprovechar los espacios verdes existentes y utilizarlos como reservorios, así como también potenciar su uso como lugar recreativo. Se busca reconectar un espacio poco utilizado que se encuentra al margen de la vida cotidiana de los habitantes de Los Solares, en un espacio inclusivo, accesible y seguro

En el año 2011, se realizó una propuesta de saneamiento pluvial, que constaba de 4 reservorios en el Barrio Los Solares, a pedido de la Municipalidad de Funes. Se comenzó la ejecución de uno de ellos, denominado “Reservorio Nº 4”, pero no se pudo llevar a cabo en su totalidad debido a dificultades constructivas por la presencia de obstáculos en el terreno. En la actualidad, este reservorio no se encuentra en condiciones sanitarias adecuadas según reclamos vecinales. Además, su dimensionamiento requiere una revisión y readecuación ya que su diseño se realizó con una normativa anterior a la vigente.

Nuestra propuesta consiste en incorporar los conceptos del proyecto antecedente y adaptarlos a la situación actual del barrio y a la normativa vigente. De esta manera, se pretende adecuar la zona excavada por la municipalidad, y diseñar un parque lineal con fines tanto hidráulicos como recreativos, y así cumplir con las solicitudes del municipio de Funes.

1.2. INTRODUCCIÓN

1.2.1. Fundamentación del proyecto

La idea de este proyecto surge a partir de una serie de investigaciones y consultas realizadas a profesionales que tienen conocimiento de las problemáticas actuales en localidades contenidas dentro del Gran Rosario. Acudimos al sector de Obras Públicas en la Municipalidad de Funes en busca de situaciones a resolver en los barrios pertenecientes a la ciudad. En primera instancia se contactó al Ing. Civil Hernán Vagni, quien nos propuso desarrollar un proyecto de pavimentación y saneamiento en la Zona 8, en las afueras de la ciudad. En la segunda reunión con el sector, se incorporó también la Ing. Civil Daniela Bartolucci. En esta oportunidad, al analizar más en detalle la propuesta planteada previamente, nos hicieron notar que el plan de pavimentación de determinadas calles de la

Zona 8 no se adapta al proyecto de planificación urbana propuesto en la ciudad, que consiste en pavimentar desde la zona céntrica de Funes hacia las afueras.

Como consecuencia de esto, se decidió en conjunto abandonar la idea y desarrollar un proyecto distinto, propuesto también por los ingenieros de la Municipalidad de Funes, el cual es el objetivo del informe en cuestión. Esta nueva orientación involucra la refuncionalización de un espacio verde destinado a su uso como reservorios pluviales en el barrio Los Solares.

Al proyecto se le va a dar un enfoque integral, que abarca no sólo una solución hidráulica a la problemática actual de drenaje del barrio, sino también un planteo urbanístico y arquitectónico en los alrededores del espacio destinado a los reservorios y una propuesta vial para resolver cruces, tanto peatonales como vehiculares, e incorporar un paseo peatonal con una bicisenda.

El drenaje deficiente es una problemática que afecta diariamente a los habitantes del barrio, por lo que proponiendo soluciones factibles a dichas cuestiones se puede contribuir a una mejora en la calidad de vida de las personas afectadas. Es de público conocimiento el escenario en el que nos encontramos a causa del cambio climático, dentro del cual tomar acción en la gestión integral de cuencas es una importante herramienta que aporta a la mitigación de los procesos de inundación.

Para darle validez a esta propuesta, consideramos conveniente consultar con un profesional capacitado, la factibilidad de posibles resoluciones hidráulicas al problema principal. Nos reunimos entonces con el Prof. Ing. Gerardo Riccardi, especialista en hidráulica y docente a cargo de la asignatura electiva “Hidrología e hidráulica en territorios urbanizados” de la carrera de Ingeniería Civil, la cual cursamos y nos proporcionó las herramientas teórico-prácticas para desarrollar este proyecto. El Ing. Gerardo Riccardi se interesó en nuestro proyecto y se comprometió a brindarnos asesoramiento e información. En esa reunión nos ayudó a comprender en mayor profundidad la problemática y nos propuso los pasos iniciales a seguir.

Posteriormente, nos reunimos con el Arq. Guillermo Murray, que nos enseñó un proyecto de carácter similar en cuestiones hidrológicas que se está llevando a cabo en los barrios privados VIDA. Estos se encuentran en las cercanías del barrio Los Solares, por lo que poseen características hídricas muy similares. Con el arquitecto recorrimos los barrios con sus respectivos reservorios y lagunas. De esta forma, pudimos visualizar un ejemplo de la resolución a un problema de desagües pluviales aplicado a la realidad, lo que nos permitió reflexionar acerca de la importancia de la planificación de los desagües urbanos y las consecuencias que puede traer ignorarla. El Arq. Guillermo Murray nos informó que el ingeniero a cargo de los cálculos hidráulicos es el Ing. Civil Mario Chirichigno, director de Proyectos Hidráulicos de la Municipalidad de Rosario y profesor de nuestra facultad.

El siguiente paso fue visitar al Ing. Mario Chirichigno que nos informó sobre proyectos anteriores, y nos dio algunas pautas en torno a nuestro proyecto. El ingeniero nos brinda asesoramiento en el uso del Software SWMM que utilizamos en el presente proyecto.

1.3. RESUMEN

El proyecto aborda el planeamiento integral de un parque lineal con 7 reservorios, donde actualmente existen zonas excavadas con el fin de funcionar como reguladoras de caudales, para mejorar las condiciones de drenaje pluvial del Barrio Los Solares.

Como resultado del presente proyecto se obtiene un volumen de embalse disponible de 6684 m3, capaz de regular los aportes de la cuenca definida, entre lagunas permanentes y espacios verdes. Este volumen es suficiente para laminar con éxito una precipitación correspondiente a una recurrencia de 50 años. La descarga de estos reservorios se hará por 2 calles que conducen el agua hacia cunetas existentes que desembocan en el Arroyo Ludueña.

Tanto a los reservorios proyectados como al parque circundante se les asignaron usos sociales, deportivos, recreativos y comerciales, de manera que el proyecto acerque a los vecinos una propuesta beneficiosa, no solo desde el punto de vista hidráulico. Esto se decidió especialmente bajo la consideración de numerosos reclamos por parte de la vecinal, acerca del estado actual de la zona en cuestión. A la totalidad del sector se le asignaron medidas, profundidades y materiales.

También se llevó a cabo el diseño y dimensionamiento de las cunetas del sistema de drenaje pluvial, el diseño de secciones transversales, paquetes estructurales y señalización y un estudio medioambiental que envuelve todo el proyecto.

1.4. EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Los Solares es un barrio que se ubica en la localidad de Funes, una ciudad situada en el Sur de la Provincia de Santa Fe (Argentina), a 14 km de la ciudad de Rosario. Se encuentra casi en su totalidad dentro del departamento Gran Rosario y sólo una pequeña parte en el departamento de San Lorenzo.

Esta ciudad ha atravesado un gran crecimiento urbano dentro de la última década, marcada por la expansión de los límites demográficos, la heterogeneidad de usos de suelos, movimientos migratorios y la articulación del territorio mediante nuevas infraestructuras. A pesar del gran crecimiento, se mantuvo la premisa inicial que privilegia el cuidado de espacios verdes y las construcciones de baja altura, para mantener un enfoque urbano-ambiental.

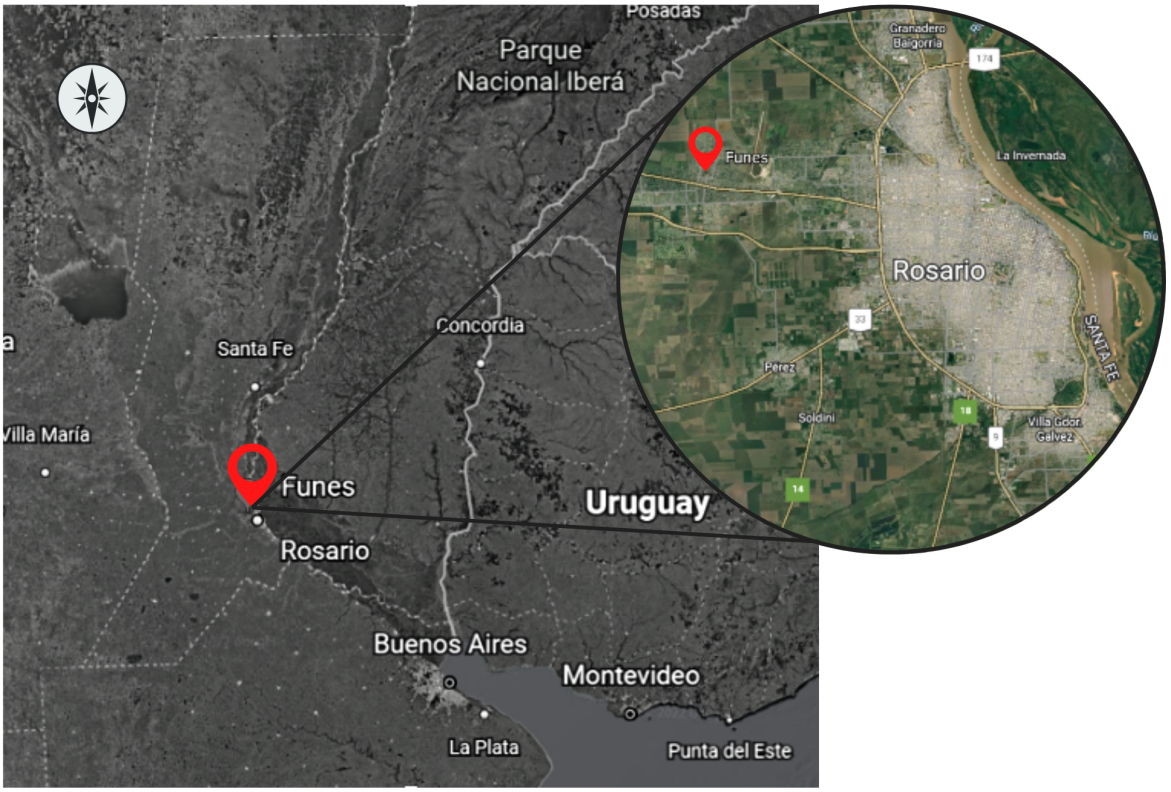


Figura N°1.1 - Ubicación Ciudad de Funes en la provincia de Santa Fe; Fuente: Google Earth

La localidad de Funes nace en 1874 por iniciativa de la compañía de tierras del Ferrocarril Central Argentino, con intenciones de comenzar una colonización con un trazado casi simétrico en relación al tendido ferroviario de la zona. A lo largo del siglo XX el pueblo crece exponencialmente y se construyen las instituciones centrales (escuelas, hospitales, comercios, entre otras) al pie del FFCC. Con el incremento de la población y las necesidades, los límites urbanos se extendieron cada vez más hacia ambos lados y a lo largo de las vías.

Actualmente, Funes (catalogada ciudad con municipio) se extiende de este a oeste por más de 8 km y de norte a sur, alrededor de 6 km. Al este limita con la ciudad de Rosario, separadas por el Arroyo Ludueña, al oeste con la ciudad de Roldan, separadas por la calle “San Sebastián”, al norte con la comuna de Ibarlucea y al sur con la ciudad de Pérez. La ciudad es atravesada por la Ruta Nacional Nº9, prolongación de la Av. Eva Perón de la ciudad de Rosario, que conecta Buenos Aires con el norte del país. Además, la ciudad se vincula con Rosario y Córdoba mediante la autopista Rosario-Córdoba, y se encuentra cerca de la ruta nacional A012 que circunvala al Gran Rosario y conecta Pueblo Esther con San Lorenzo. En el límite de Funes se encuentra el Aeropuerto Islas Malvinas.

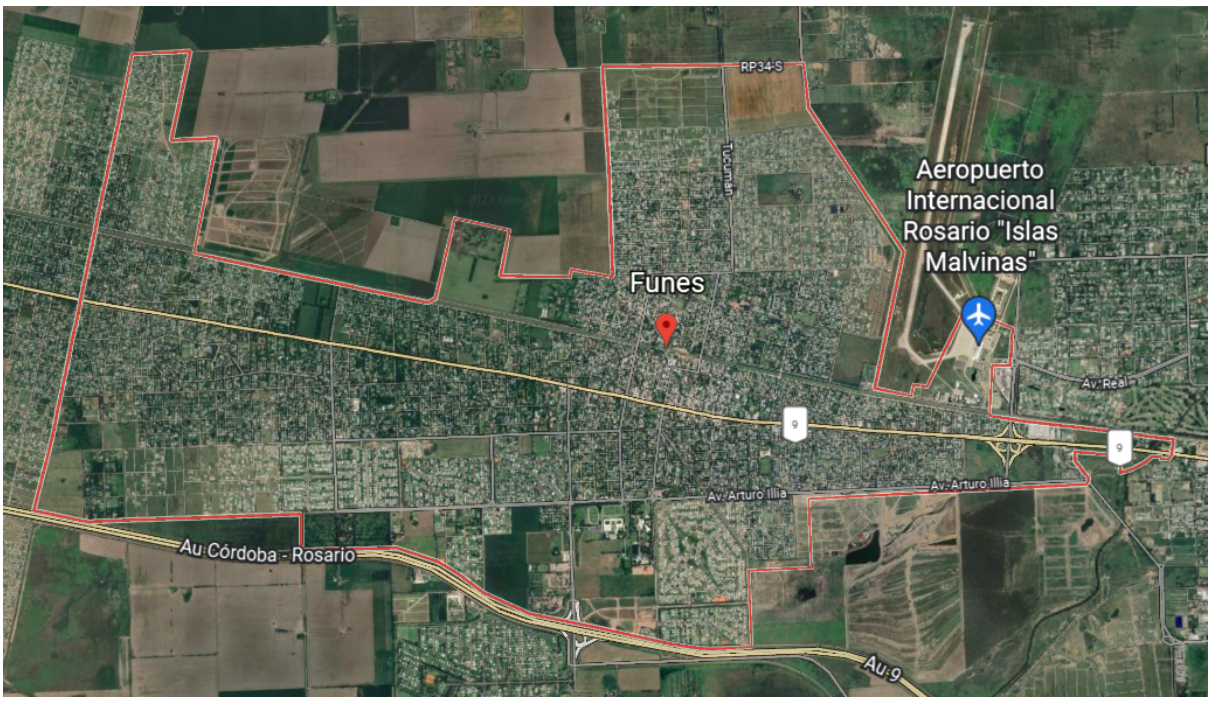


Figura N°1.2 - Delimitación de la ciudad de Funes; Fuente: Google Earth

La ciudad de Funes se divide en 9 zonas, numeradas de la 1 a la 9, delimitadas en la *Figura N° 1.3*.

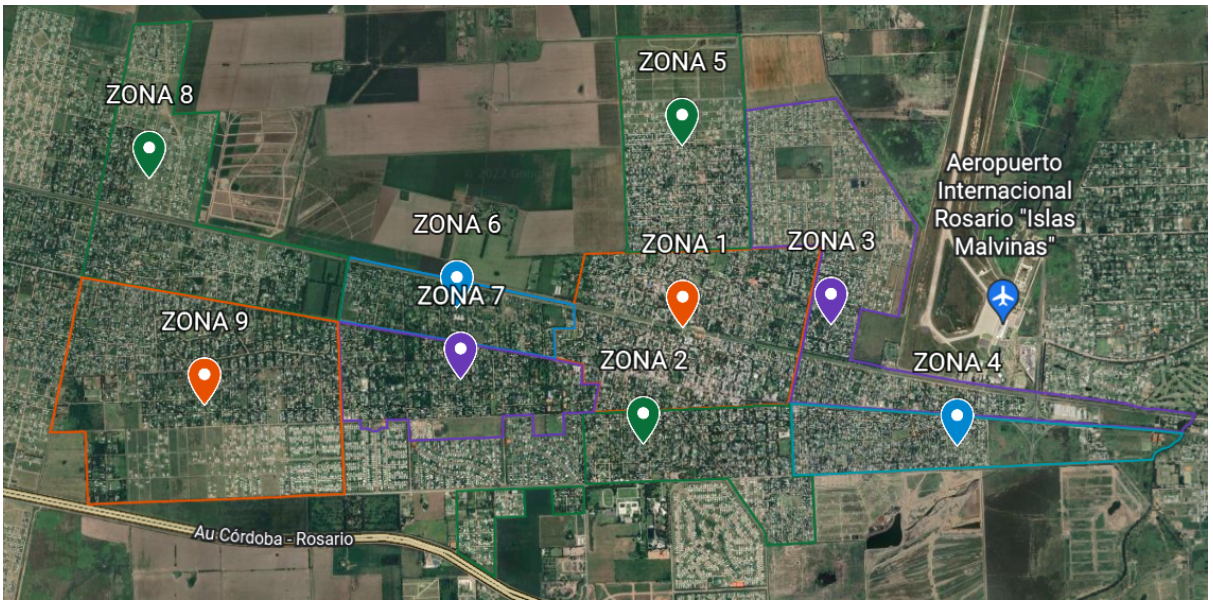


Figura N°1.3 - Delimitación Zonas de Funes; Fuente: Google Earth

El barrio Los Solares, indicado en la figura siguiente, se encuentra en la Zona 4. Tiene una superficie de aproximadamente 90 ha, situada entre la RN 9 (norte), Av. Arturo Illia (sur), Gral. Bartolomé Mitre (oeste) y Av. Jorge Newberry (este). Se trata de un área residencial con casas bajas que conviven con amplios espacios verdes, entre los cuales se destaca la

Plaza Los Solares, ubicada en el núcleo del barrio y muy utilizada por los vecinos con fines recreativos.

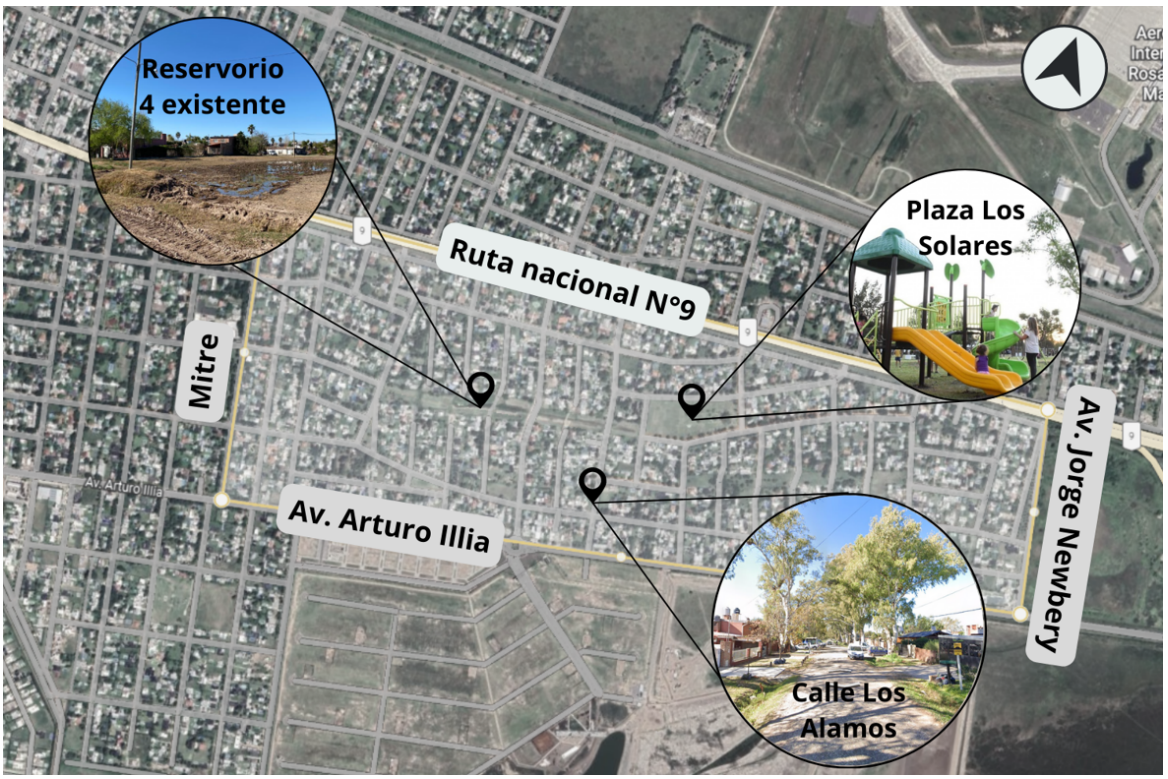


Figura N°1.4 - Barrio Los Solares; Fuente: Google Earth

Los vecinos de este barrio comparten un gran sentido de pertenencia. Muchos de ellos forman parte de la “Vecinal Barrio Los Solares”, donde por un lado organizan actividades en los espacios verdes y por otro, plantean las problemáticas del barrio y las dan a conocer al municipio de Funes.

El barrio se encuentra en una zona de Funes que está atravesando una transformación demográfica y urbana, especialmente por el emplazamiento de nuevos desarrollos urbanos. Por esto hay cada vez más habitantes y casas en el sector y, consecuentemente, más impermeabilización, más caudales que desaguar y más servicios que planificar.

La localización del barrio a nivel cuenca y ciudad se encuentra detallada en los *Planos N°1 A, 1 B y 1 C*, anexados al final del documento.

1.5. MARCO DE REFERENCIA

1.5.1. Población

Según el último censo del cual se disponen datos (INDEC 2010) Funes tenía, a esa fecha, 23250 habitantes. A pesar de que aún no se hayan publicado datos del censo de mayo 2022, es de público conocimiento que Funes fue la ciudad que más creció en el Gran

Rosario (IPEC [1] 2013), por lo que este número está muy alejado de la realidad actual. El municipio de Funes estima que el número de residentes se duplicó en el período intercensal, lo que indicaría una población de aproximadamente 50000 habitantes, según InfoFunes[2].

En el informe "Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años (Período 1980 - 2010)", publicado por el IPEC - Provincia de Santa Fe en el año 2013 se indica que *"… el Gran Rosario ha atravesado en los últimos 30 años (1980 - 2010) un proceso similar al de otras grandes urbes, donde el núcleo ha ido lentificando su crecimiento con relación a las localidades que lo rodean, y a la vez éstas han ido variando su papel dentro del aglomerado. Algunas de las que eran las localidades más pequeñas hace 30 años han tenido un crecimiento notable -en cuanto a cantidad de habitantes-, mientras que otras han crecido a un ritmo mucho menor. A priori se advierte que esto último se ha dado con las que eran -y siguen siendo- las ciudades más populosas y con un marcado perfil productivo, en tanto que las que más han crecido son las localidades que, históricamente, funcionaban como lugares recreativos o de descanso de quienes vivían en la ciudad núcleo, y en los últimos años han recibido habitantes que se han transformado en residentes permanentes."*

Dentro de estas últimas se puede enmarcar a la ciudad de Funes, la cual ha crecido exponencialmente en torno a la ciudad de Rosario. Se indica que la localidad núcleo ha ido perdiendo lentamente preponderancia en cuanto al porcentaje de población con respecto a la periferia y que hay localidades que han sido beneficiarias de esta situación. Se destaca una pérdida de relevancia y un crecimiento a un ritmo menor de las localidades que históricamente estuvieron vinculadas a la producción industrial (Villa Gobernador Gálvez, San Lorenzo, Perez, Capitán Bermúdez o Fray Luis Beltrán) frente a las que siempre han tenido la función de ser "localidades de fin de semana o de descanso" (Funes, Granadero Baigorria ó Roldán).

En el mismo estudio se muestra el crecimiento en un periodo de 30 años (1980-2010) donde se evidencia un aumento de la población del Gran Rosario del 25,7% pero esta evolución no fue armoniosa. La ciudad de Rosario creció en población en un 18,9%, siendo la que tuvo el menor crecimiento relativo del conglomerado. Por otro lado, Funes alcanzó un 237,9% en crecimiento poblacional.

[1] IPEC: Instituto Provincial de Estadística y Censos

[2] InfoFunes: Medio de comunicación y noticias de la ciudad de Funes

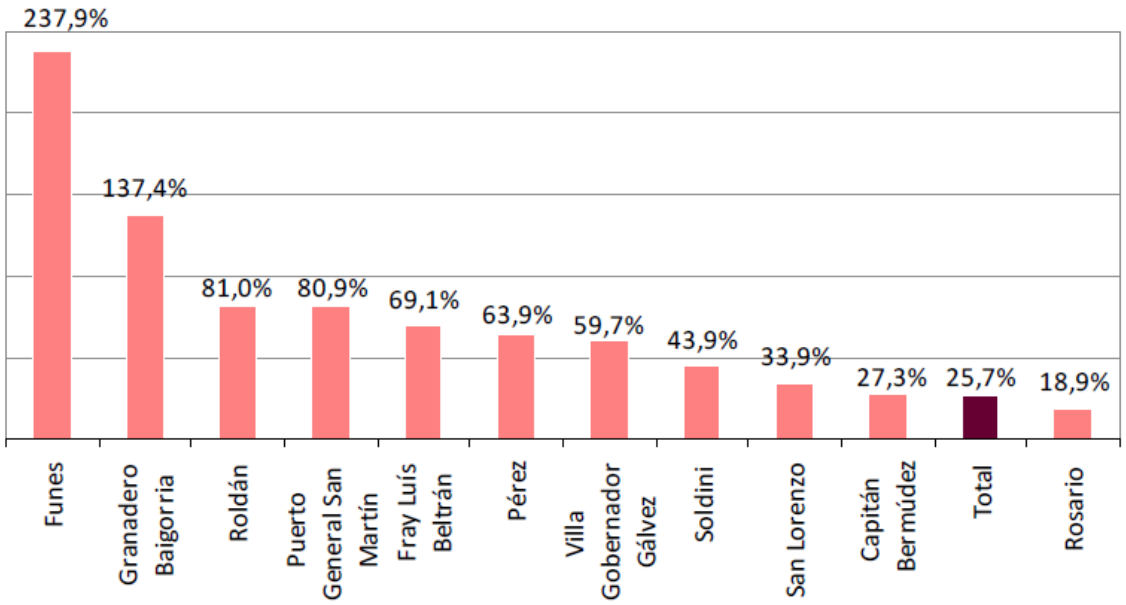


Figura N° 1.5 - Variación porcentual poblacional entre 1980 y 2010 para las localidades del Gran Rosario; Fuente: "Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años - IPEC 2013"

Como se observa, a excepción de Rosario, todas las demás localidades crecieron por encima del promedio, aunque Funes y Baigorria, como fue mencionado, tuvieron un crecimiento excepcional.

En cuanto a cantidad de habitantes, en 1980, Funes era la décima localidad en importancia dentro del Gran Rosario y en 2010 llegó a posicionarse con holgura en el séptimo lugar conformando el 1,9 % del total del aglomerado. Este crecimiento en los residentes permanentes fue motivado por la tendencia de dejar las grandes urbes y la búsqueda de lotes con espacios verdes, preferencia que se acentuó aún más luego de la pandemia de Covid-19 atravesada mundialmente en los últimos años.

El crecimiento demográfico y territorial de la ciudad de Funes se evidencia con la herramienta Google Earth, que permite visualizar la ocupación de la ciudad en el año 2003 en comparación con los del 2021.

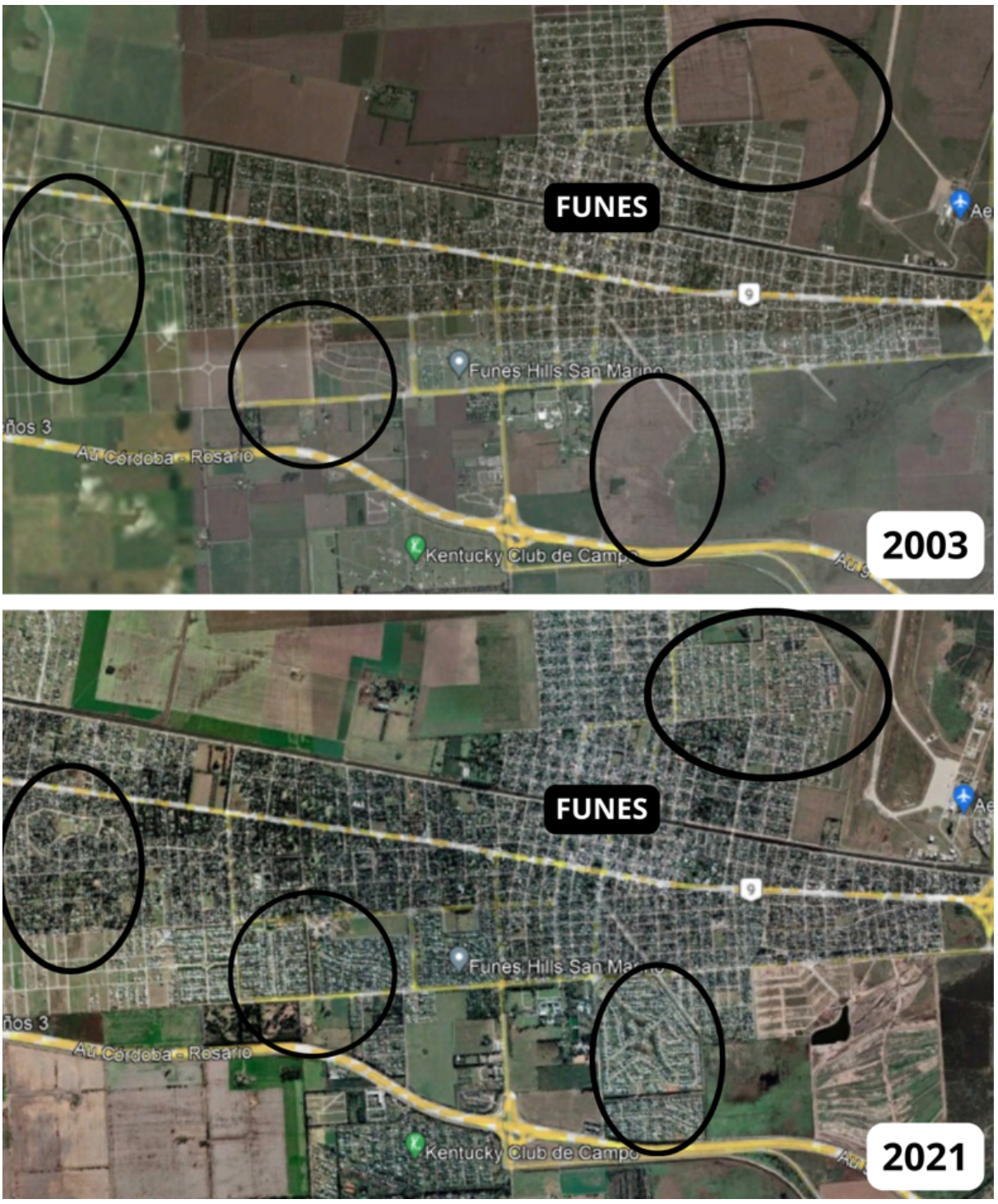
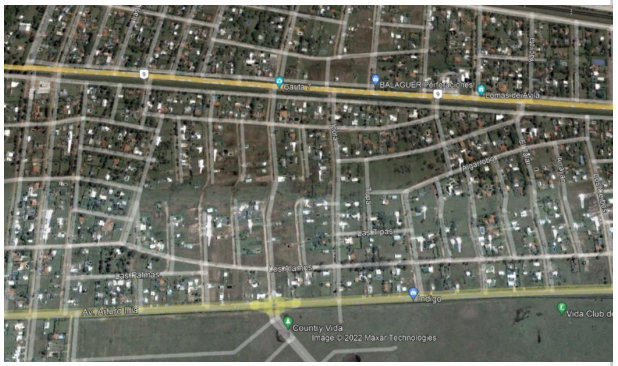
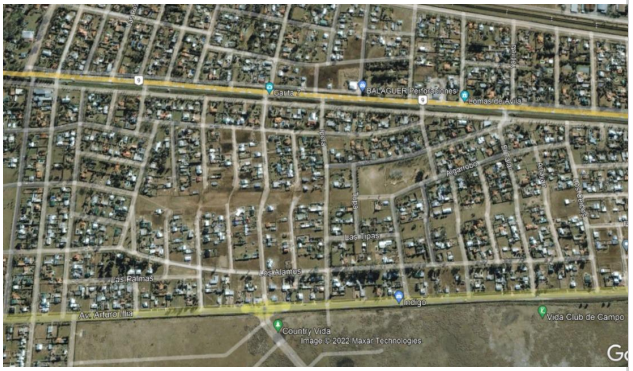


Figura N° 1.6 - Imágenes satelitales Funes años 2003 y 2021; Fuente: Google Earth

De la misma forma, a partir del análisis de fotografías aéreas y satelitales, se pone énfasis en el barrio Los Solares y se observa un gran avance en las construcciones entre los años 2003 a 2007 y 2015 a 2019.



2003

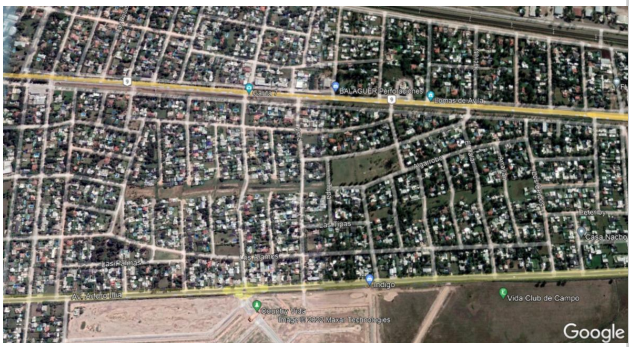


2007

Figura N° 1.7 - Imagen Satelital Barrio Los Solares 2003 y 2007; Fuente: Google Earth



2015



2019

Figura N° 1.8 - Imagen Satelital Barrio Los Solares 2015 y 2019; Fuente: Google Earth

1.5.2. Caracterización: clima, topografía y suelo

La ciudad de Funes se encuentra en la región pampeana, por lo que las lluvias y temperaturas son las propias del “clima pampeano”. Se caracteriza por sus veranos cálidos y húmedos (especialmente húmedos en las cercanías del Río Paraná) con temperaturas máximas de 35 °C de diciembre a enero y sus inviernos suaves, cortos e irregulares (temperaturas mínimas de 6 °C de junio a agosto).

En cuanto a las precipitaciones, llueve más en verano que en invierno, con un volumen de precipitaciones total de entre 800 y 1300 mm al año.

Con respecto a la topografía del sector, se destaca en la *Figura N° 1.9* que la ciudad de Funes presenta un relieve de llanura, con una altitud media de 32 m y bajas pendientes. En estos sistemas hidrológicos de llanura, los excedentes hídricos superficiales se vinculan directamente a la generación de inundaciones, por lo que el conocimiento del escurrimiento superficial es de vital importancia en la planificación regional integral de los recursos hídricos.

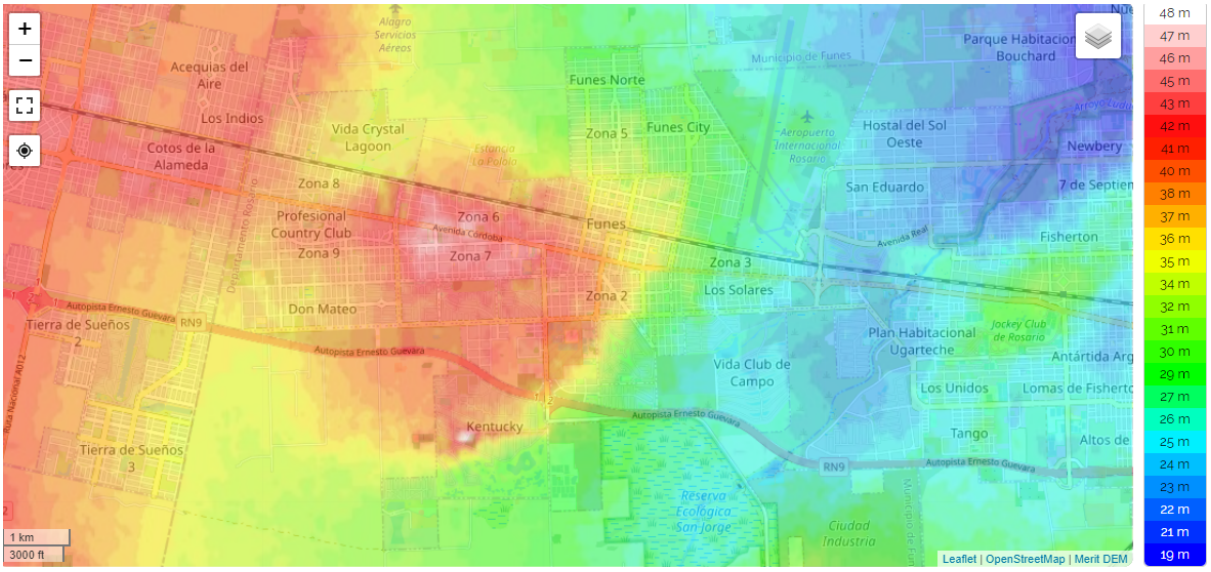


Figura N° 1.9 - Mapa topográfico Funes; Fuente: https://es-pe.topographic-map.com/

En la *Figura N° 1.10* se analiza más en específico el barrio Los Solares y se puede apreciar que se encuentra clasificado casi en su totalidad en una única escala de color azul. Se puede interpretar entonces que el barrio presenta una pequeña pendiente, con altitudes descendientes hacia el este, factor que no colabora con el drenaje pluvial natural.

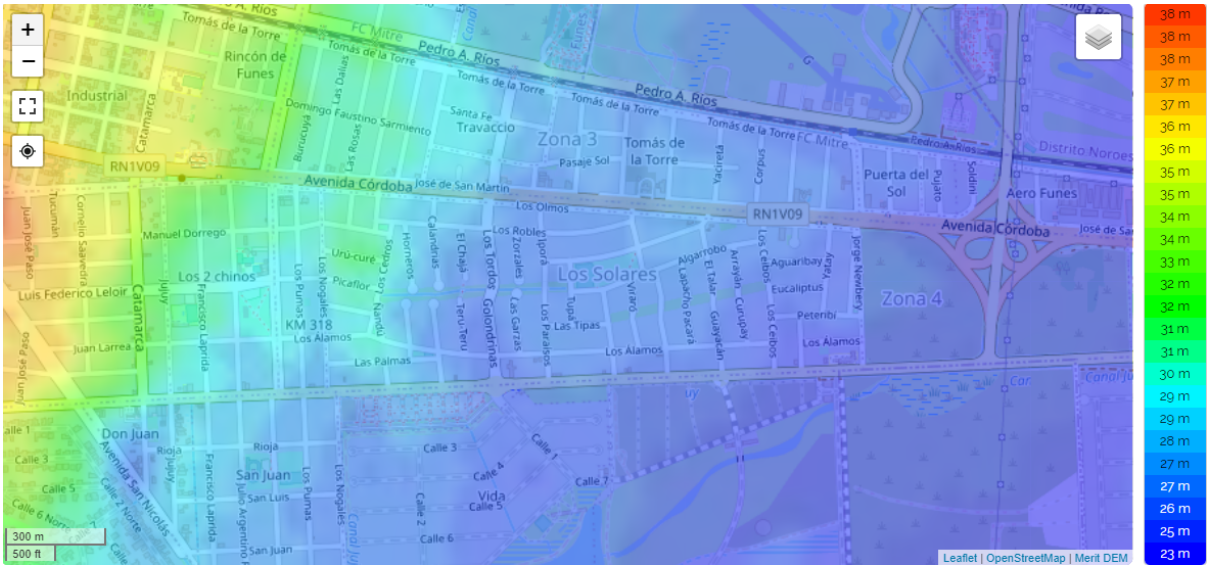


Figura N° 1.10 - Mapa topográfico Funes, ampliación Barrio Los Solares; Fuente: https://es-pe.topographic-map.com/

A partir de las condiciones climáticas y topográficas descritas del barrio analizado podemos concluir que frente a épocas lluviosas, naturalmente, el sector analizado no cuenta con una topografía que contribuya significativamente al escurrimiento. Al ser una zona baja y llana, se tiende a estancar el agua generando anegamientos. A causa de esto consideramos

fundamental el desarrollo de un correcto drenaje pluvial en esta zona para evitar futuros inconvenientes que traigan aparejadas grandes consecuencias.

En cuanto a las características geotécnicas, Funes presenta suelos arcillosos limosos calcáreos con permeabilidad moderada a moderadamente lenta. En el punto 2.1.3 Estudio geotécnico del presente informe se detallarán las propiedades del suelo en el sector de interés particular.

1.5.3. Redes de infraestructura de transporte

Actualmente, la ciudad de Funes se comunica con las ciudades limítrofes, Rosario, Roldán, Ibarlucea y Perez, mediante los siguientes accesos principales:

- ➔ *Ruta Nacional 9:* conocida también como la Autopista Guevara, es la continuación de la Avenida Pellegrini en la ciudad de Rosario.
- ➔ *Ruta Nacional 1V09:* es la continuación de la Avenida Eva Perón en la ciudad de Rosario y Catamarca en Roldán.
- ➔ *Ruta Provincial 34-S:* es la ruta que comparte con Ibarlucea y Perez.
- ➔ *Avenida Arturo Illia:* calle que continúa Avenida Mendoza en la ciudad de Rosario.
- ➔ *A.J. Paz:* trayecto lindero al Aeropuerto de la ciudad de Rosario que continúa la Avenida Jorge Newbery en la ciudad de Rosario.

Estos accesos se pueden encontrar en la *Figura N°1.11*.

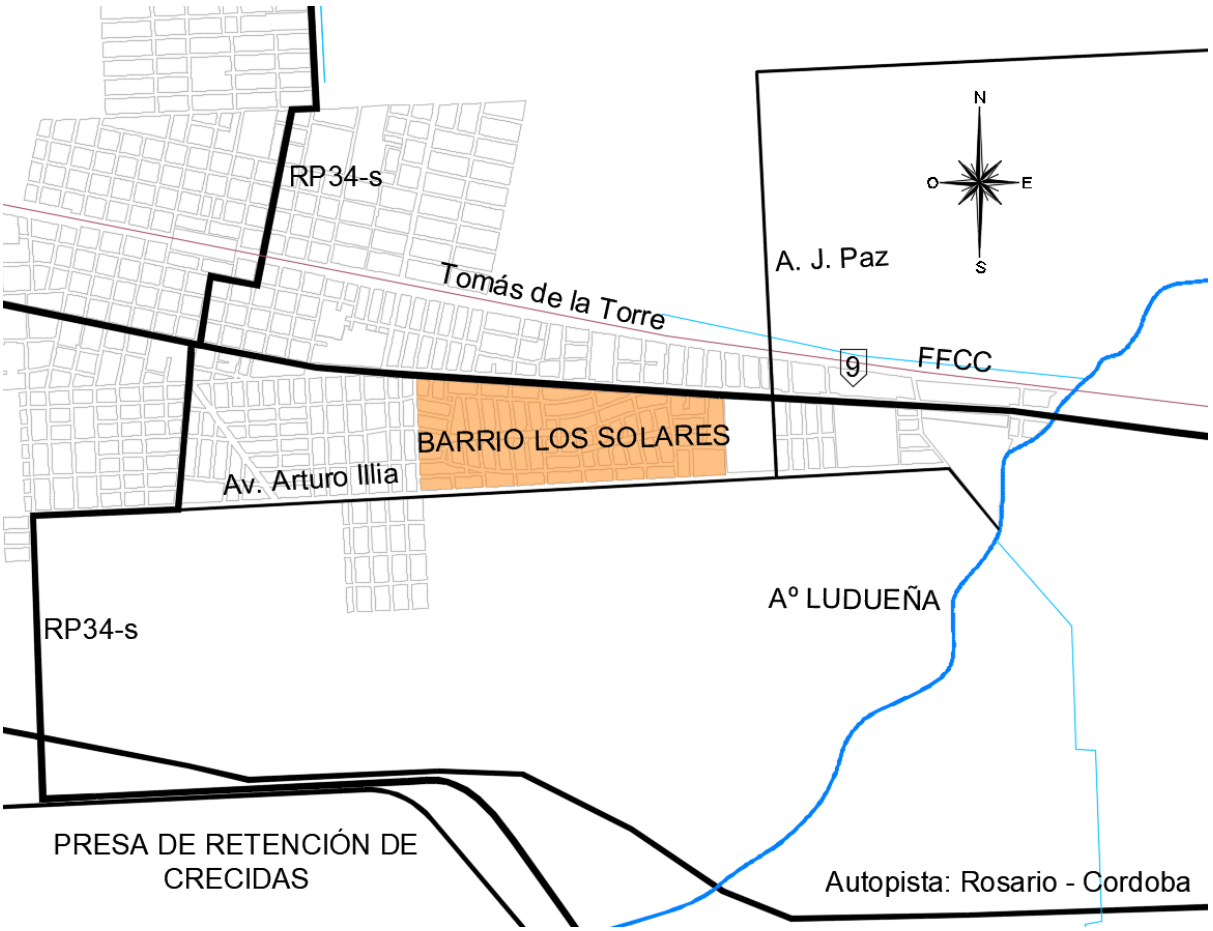


Figura N° 1.11 - Mapa de accesos principales de la ciudad de Funes; Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la movilidad interna de Funes, los medios de transporte principales son los vehículos particulares y las bicicletas. Con respecto al transporte público, además de las líneas de colectivos provenientes de la ciudad de Rosario, en este último año se incorporó una línea interna denominada “El Urbanito”. Esta consiste en una línea de transporte interno que conecta algunas partes de Funes, pero aún no abarca la ciudad en su totalidad, es decir que el recorrido planteado es insuficiente y no logra la conectividad completa de Funes.

1.5.4. Características socio-económicas

Durante la década de 1990, en las zonas periféricas de la ciudad de Rosario se registraron aumentos de urbanización por la instalación de novedosos complejos inmobiliarios para la región, que fueron reflejo de lo que había sucedido años antes en la periferia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Entre fines de la década del 90 y principios del año 2000 se desarrolló en la ciudad de Funes un club de campo cerrado llamado Kentucky. Novedoso en cuanto a modelo inmobiliario en la región, significó el inicio de un proceso que redefinió a la ciudad de Funes.

Le siguieron la iniciativa a este modelo, barrios cerrados bajo el nombre de Funes Hills y también barrios abiertos residenciales de grandes dimensiones. De ese modo, el pueblo caracterizado por alojar casas de fines de semana se convirtió en una ciudad de residencia permanente por elección de cientos de familias.

Esta decisión fue inducida en primer lugar por el bajo precio de las tierras, en comparación con la ciudad de Rosario en ese entonces, pero a medida que fue pasando el tiempo, fueron otros los motivos que incitaron a más y más familias a instalarse en Funes. Entre los motivos principales se puede mencionar una extensa arboleda que le otorga a esta ciudad ciertas condiciones ambientales que hoy en día son altamente requeridas.

Los nuevos residentes demandan mejores condiciones de vida urbana: barrios más seguros para los niños con bajas tasas de criminalidad, terrenos de grandes dimensiones que permitan contar con jardín, pileta de natación y patio, áreas arboladas, entre otras.

En el año 2019 se publicó el mapa de Índice de Calidad de Vida realizado por el CONICET, el cual asigna un 60% a los diversos componentes socioeconómicos y un 40% a los ambientales. Como se puede observar en el mismo, la ciudad de Funes en casi su totalidad se encuentra en la categoría más alta.

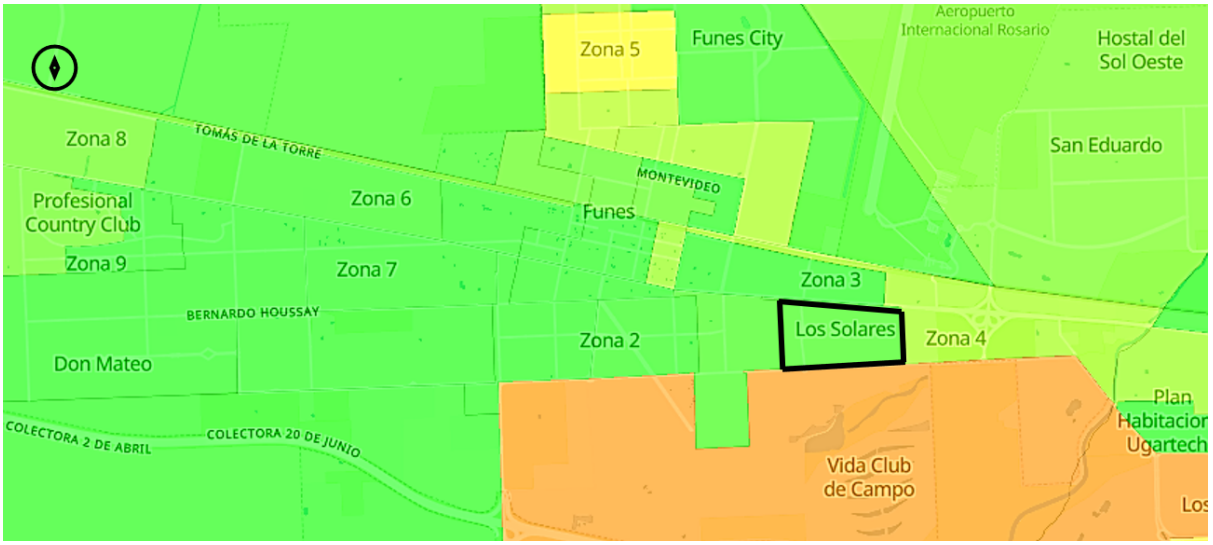


Figura N° 1.12 - Ciudad de Funes en el Mapa de Índice de Calidad de Vida. Zonas con mejor calidad de vida, en verde oscuro,. Zonas con calidad de vida intermedia, en verde claro, amarillo, naranja - Fuente: CONICET

Sin embargo, ha habido un crecimiento irregular y desordenado, debido a que las políticas de urbanización y la exigencia de implementación de las mismas no lograron igualar el ritmo de dicha expansión desmedida. Además, se desarrollan barrios en valles de inundación, y se tiene un déficit de infraestructura sanitaria y de drenajes pluviales lo que conlleva a grandes inundaciones.

En cuanto a la capacidad productiva de las tierras, las inmediaciones de Funes están clasificadas como “muy altas”, pero en una distancia no muy larga pasan a ser “muy bajas - anegables” debido a la cercanía con el A° Ludueña. Esto se ve claramente representado en el siguiente mapa temático.

Sin embargo, más allá de la capacidad productiva de las tierras, innegablemente, el principal motor del crecimiento de la ciudad es el negocio inmobiliario que se fue desarrollando y continúa haciéndolo en el tiempo.

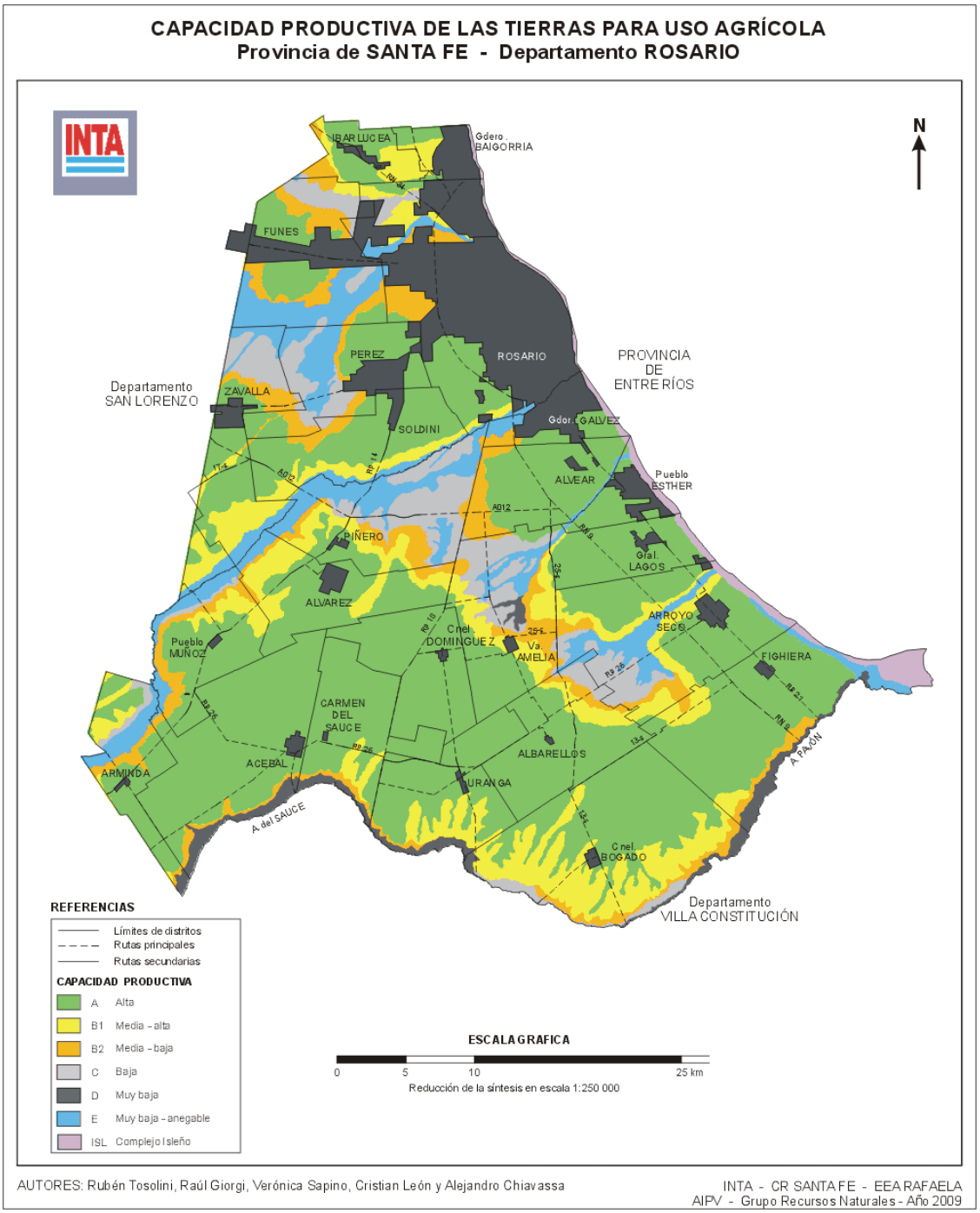


Figura N° 1.13 - Capacidad productiva de las tierras para uso agrícola, Provincia de Santa Fe, Departamento de Rosario - Fuente: INTA

1.5.5. Servicios

El servicio de agua potable es brindado por la empresa Aguas Santafesinas Sociedad Anónima (ASSA). Hoy en día, la empresa presta el servicio solamente en algunos sectores de la ciudad, más detalladamente hasta el mes de Diciembre del 2020, el servicio cubría un área de 990,83 ha, que es aproximadamente un 50% del área total de la ciudad. No obstante, en los últimos años, la misma se encuentra en un intento de ampliar el radio servido.

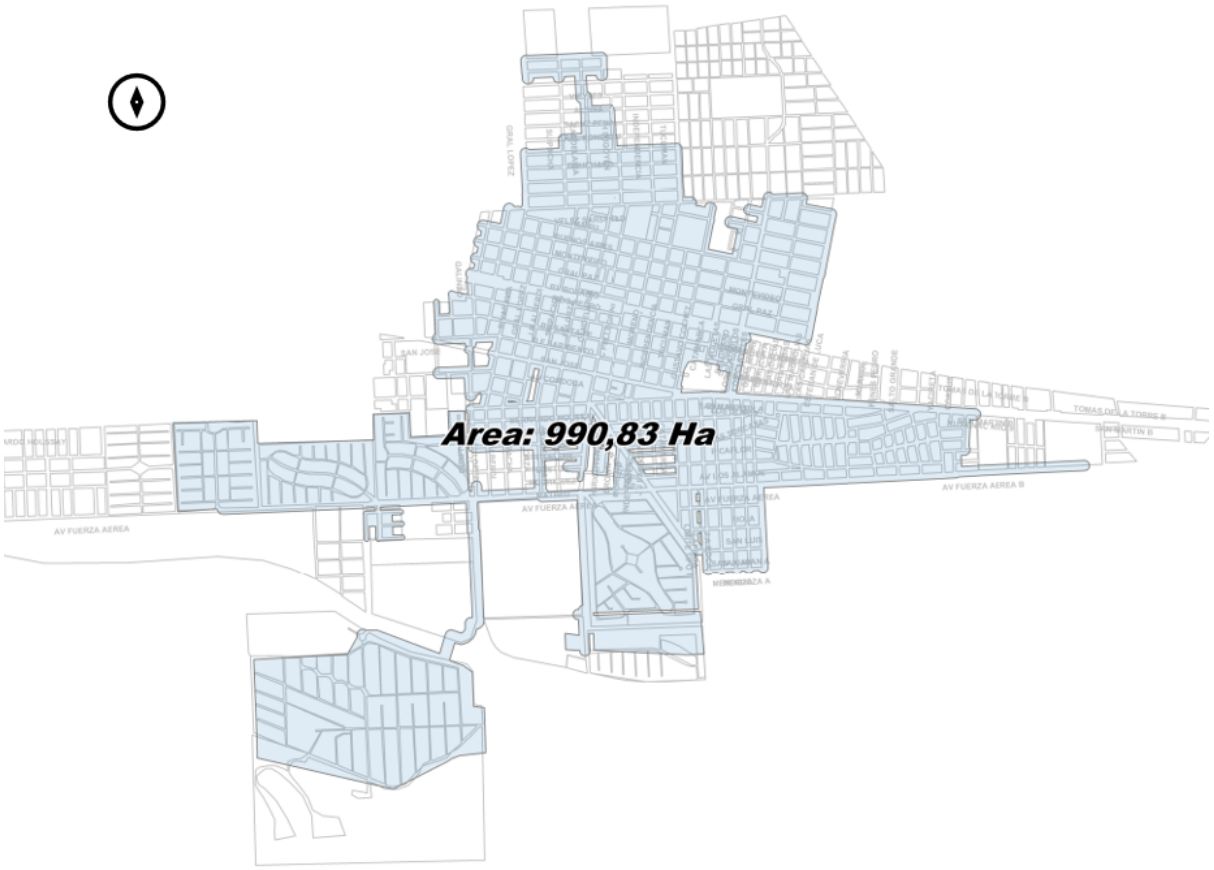


Figura N° 1.14 - Mapa de servicio de agua potable prestado en la ciudad de Funes; Fuente: Aguas Santafesinas

La red de desagües cloacales también está a cargo de la empresa Aguas Santafesinas Sociedad Anónima (ASSA). El área de cobertura es aún menor que la de agua potable, cubriendo unas 250 ha aproximadamente de la superficie total del barrio, lo que representa un 14% de Funes. El Barrio Los Solares particularmente, cuenta con red cloacal.



Figura N° 1.15 - Mapa de servicio de cloacas prestado en la ciudad de Funes; Fuente: Aguas Santafesinas

El sistema de desagües pluviales está a cargo del municipio. En su mayoría, consiste en una red de cunetas a cielo abierto que corren paralelas a las calles. El volcado del agua de la ciudad tiene lugar en el Canal Salvat y en el Arroyo Ludueña. Existe una intención por parte del municipio de cambiar este sistema de drenaje a una modalidad de acequias en algunos sectores de la ciudad para tener un mejor funcionamiento y una menor demanda de mantenimiento pero sin modificar los cuerpos receptores principales ni afectarlos.

En el barrio Los Solares, en particular, el drenaje está compuesto en su mayoría por cunetas de césped y a cielo abierto, ejecutadas por la municipalidad, y algunas acequias revestidas ejecutadas por los propios dueños de las casas. La planificación de la red de drenaje en el barrio es limitada, por lo que no se cumplen ciertas normativas, tales como las pendientes mínimas, y no hay continuidad entre los drenajes de las viviendas.

El servicio de distribución de energía eléctrica es prestado por la Empresa Provincial de la

Energía (EPE). Gran parte de las viviendas tienen conexión regular a la red de distribución de energía eléctrica, incluidas las del barrio en estudio.

El servicio de distribución de Gas Natural está a cargo de la empresa Litoral Gas. El barrio Los Solares está provisto de una red de gas.

1.6. MARCO HÍDRICO

1.6.1. La cuenca del A° Ludueña

Se denominan cuencas hidrográficas a aquellos sistemas naturales que conforman unidades constitutivas de los territorios. Estos sistemas dinámicos son áreas del terreno donde el agua drena a un punto común.

La cuenca del arroyo Ludueña se ubica al sureste de la provincia de Santa Fe, entre los paralelos 32º 45' y 33º 08' S y los meridianos 61º 04' y 60º 39' O e incluye parte de la ciudad de Rosario y otras poblaciones de su área metropolitana, entre ellas el municipio de Funes. Dicha cuenca tiene un área de aporte de aproximadamente 800 km^2, donde se involucran un total de 15 localidades. La pendiente media es del orden del 1,1‰ en tanto que la pendiente local media en el valle es del orden del 2,7 ‰. Su cabecera se ubica en la cota 70 IGN y su parte más baja en cota 18 IGN. Tiene un tiempo de concentración de aproximadamente 90 a 100 horas, en tanto que el tiempo al pico de un aguacero unitario uniformemente distribuido en toda la superficie de la cuenca es de 17 a 20 horas, ambos valores mencionados en el artículo "*Aspectos metodológicos para la definición de crecidas de diseño en cuencas de la región del Gran Rosario - 2009",* confeccionado por Gerardo A. Riccardi et al. en el año 2009. En la siguiente imagen se puede observar la cuenca del Arroyo Ludueña, detallada en el *Plano Nº1 A*.

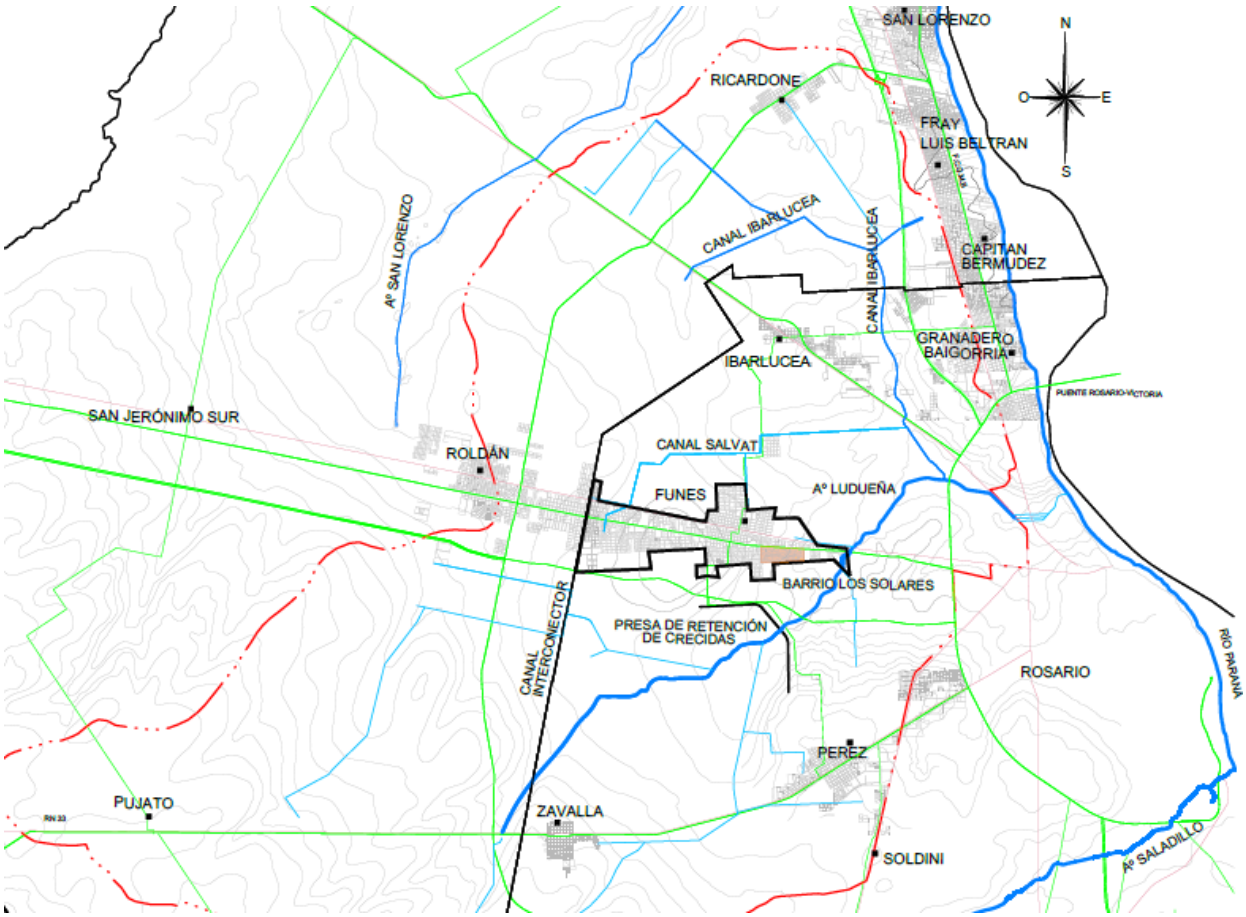


Figura N° 1.16 - Cuenca A° Ludueña. Divisoria de cuenca del arroyo Ludueña y su red hidrográfica

La superficie de la cuenca incluye a 15 localidades: San Lorenzo, Fray Luis Beltrán, Capitán Bermúdez, Ricardone, Luis Palacios, Roldán, Pujato, Coronel Arnold, Ibarlucea, Granadero Baigorria, Rosario, Funes, Zavalla, Pérez y Soldini. Tiene como cuencas vecinas: Cuenca del Río San Lorenzo, Cuenca del Arroyo Saladillo y la Cuenca Propia del Río Paraná.

La cuenca presenta una serie de intervenciones antrópicas tales como terraplenes de rutas y ferrocarriles, alcantarillas, puentes, presa de retención de crecidas, entre otras. La subcuenca del arroyo Ludueña propiamente dicho se desarrolla casi enteramente al Sur de la Ruta Nacional Nº 9, mientras que al Norte de dicha ruta se desarrolla el sistema formado por los canales Ibarlucea y Salvat. Cerca de 1 km aguas arriba de la intersección del arroyo Ludueña con la RN 9 se ubica una presa de retención de crecidas. El área de aporte que delimita el cierre de la presa es de 440 km^2 aproximadamente. En las inmediaciones del cruce del arroyo Ludueña con la Av. de Circunvalación de Rosario (6 km aguas abajo de la intersección con la RN9) el arroyo recibe el aporte de la cuenca del canal Ibarlucea (sistema formado por el canal Ibarlucea y el canal Salvat) cuya área es de un valor cercano a 240 km2. Aguas abajo de la Av. de Circunvalación el arroyo Ludueña recorre zonas densamente

pobladas de la ciudad de Rosario hasta desembocar en el río Paraná. En parte de este recorrido urbano el arroyo se encuentra entubado.

Por su parte, El Río Paraná (módulo de 16000 m^3/s; crecidas máximas del orden de 60000 m^3/s) constituye el mayor curso de agua que recorre el territorio argentino y, dependiendo de su nivel, ejerce una notable influencia sobre la configuración del perfil hidráulico del flujo en el arroyo Ludueña. Esto vale especialmente para crecidas extraordinarias, por lo que esta influencia debe ser considerada en el diseño.

Desde el año 1970 en adelante se produjo una desganaderización, es decir, se pasó de la explotación ganadera a una agricultura extensiva (soja, maíz, entre otros) y en consecuencia, se generaron modificaciones de la hidrología superficial de la cuenca.

Desde el punto de vista hidráulico, se reconocen los problemas de la proliferación de las canalizaciones clandestinas, la pérdida de infiltración de los suelos, el incremento de precipitaciones en el tiempo, el aumento de las áreas de anegamiento, que han causado en varias oportunidades desbordes de caudales e inundaciones en la ciudad de Rosario.

1.6.2. Medidas estructurales y no estructurales

Desde el año 1995 la cuenca está parcialmente regulada por la presa de retención de crecidas del Aº Ludueña (*Figura 1.17)* mencionada anteriormente, que se encuentra aguas arriba de la Autopista Rosario - Córdoba. Este proyecto se concretó luego de una inundación en el barrio Empalme Graneros, evento importante que definió el comienzo de las obras, luego de muchos años de necesidad. La presa está conformada por: orificios de fondo que son utilizados en el normal funcionamiento, un vertedero de hormigón que puede ser traspasado, y un terraplén de materiales sueltos en el nivel máximo que no debe ser excedido.



Figura N° 1.17 - Vista aérea de la Presa de Retención de crecidas del A° Ludueña 22/10/2012; Fuente: Secretaría de Aguas, Junio 2015, www.santafe.gob.ar

En el año 2015 se dieron a conocer una serie de obras proyectadas que surgieron del Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo bajo el Convenio firmado por el INA (Instituto Nacional del Agua) y el Ex-MASPyMA (Ministerio de Aguas, Servicio Público y Medio Ambiente). Este estudio consiste en un análisis de la capacidad de regulación y almacenamiento de las cuencas altas y medias a través de obras de control en los distritos de Ibarlucea, Funes, Roldán, Luis Palacios entre otros. Por cuencas altas y medias se hace referencia a una división en las cuencas pertenecientes al Arroyo Ludueña a partir de los antecedentes, la morfología de la superficie del terreno, las trazas de las obras viales, hidráulicas, ferroviarias, considerando las capacidades de desagües de estas y las limitaciones o modificaciones en el escurrimiento superficial.

Las obras proyectadas que se mencionan en el párrafo anterior se enfocan en el diseño de un sistema de evacuación de los excesos pluviales de modo de garantizar que los caudales de aportes a las cuencas bajas y a la presa de retención del Arroyo Ludueña (existente) sean menores y tengan un menor impacto en el sistema actual de desagüe pluvial. Como consecuencia, estos cierres planteados reducirán los anegamientos en áreas de desarrollos urbanísticos, agrícolas e industriales. Entre ellas se encuentra El Barrio Los Solares que está particularmente afectado por el Cierre 2 (Canal Ibarlucea) y el Cierre 3 (Canal La Legua) -indicados en la figura 1.18 siguiente-, que de ser construidos le otorgarían mayor seguridad frente a inundaciones.

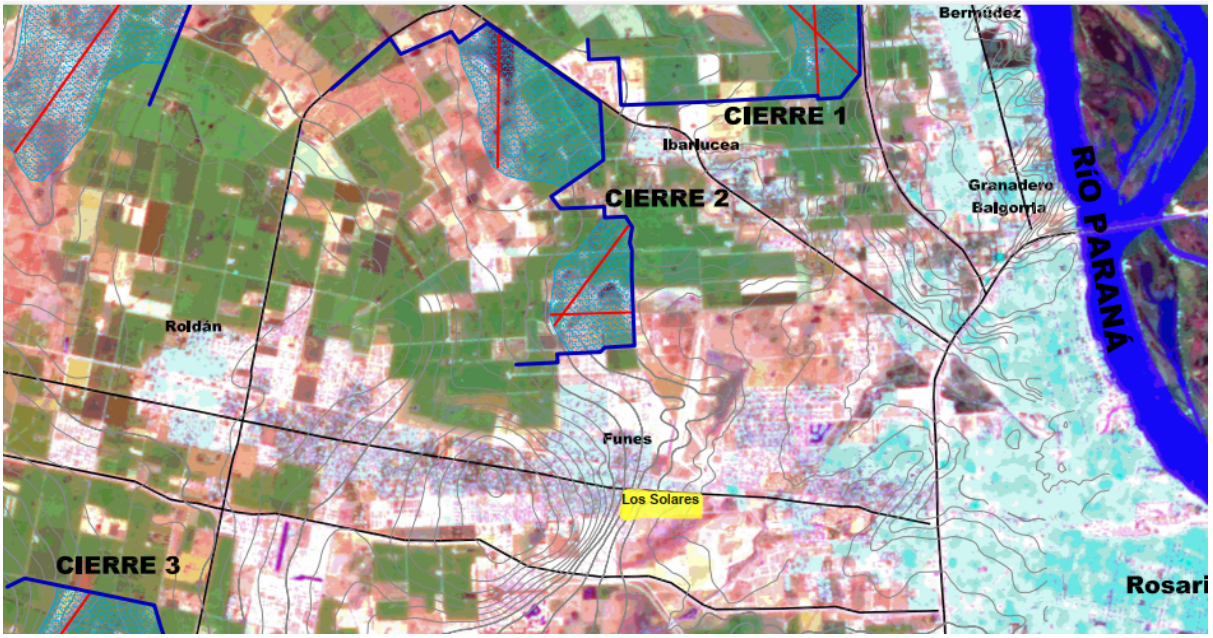


Figura N° 1.18 - Estudio de alternativas de medidas de regulación en las cuencas media y alta de los A° Ludueña y San Lorenzo. Ubicación de Cierres Proyectados y Fetch en 2015; Fuente: INA, Gobierno de Santa Fe

A raíz de estos cierres planteados, se genera una mejora en el control de los caudales de aporte a las cuencas bajas, por lo que podrán desarrollarse obras diseñadas en diferentes etapas, garantizando un menor riesgo de anegamiento y seguridad de las obras existentes y/o de las que se encuentran en ejecución.

Dentro de las obras existentes se encuentra el Sistema Aliviador III, iniciada en el 2012, que también está destinada al control de crecidas de la cuenca del A° Ludueña, funcionando como bypass del arroyo cuando este se excede de manera extraordinaria. Tiene una capacidad de conducción de 60000 lts/s hasta descargar en el Río Paraná. Forma parte de un conjunto con los Aliviadores I (Olive), II (Genova), Entubamientos J.B Justo y la presa de retención de crecidas del Ludueña, que son más antiguos pero que ya no eran suficientes a raíz de cambios de uso de suelo de ganadería a agricultura (desganaderización), impermeabilizaciones y como se mencionó anteriormente, problemas de la proliferación de las canalizaciones clandestinas, la pérdida de infiltración de los suelos, el incremento de precipitaciones en el tiempo.



Figura N° 1.19 - Aliviador III (Celeste), Aliviador I, II y Entubamientos J.B Justo (Verde).
Fuente: IFRH 2016 - paper 81



Figura N° 1.20 - Aliviador III

Las obras mencionadas con anterioridad, algunas construidas y otras por construir forman parte de las medidas estructurales que se tomaron en torno a solucionar la problemática que se desarrolla en la Cuenca del Ludueña. Cabe destacar la notable evolución de la demanda de capacidad de conducción del A° Ludueña para la crecida centenaria. A continuación se muestra la progresión en el tiempo:

- *Década 40:* Lluvia de diseño 250 y 300 mm en 2-3 días.
  Demanda: 2 conductos Ø = 3,80 m (Entubamientos)
  Total : 22,7 m^2
- *Década 60:* Lluvia de diseño 250 y 300 mm en 2-3 días.
  Demanda: 2 conductos Ø = 3,80 m +1 conducto Ø = 4,10 m (Aliviador I)
  Total : 35,8 m^2
- *Década 80*: Lluvia de diseño 250 y 300 mm en 2-3 días.
  Demanda: 2 conductos Ø = 3,30 m + 1 conducto Ø = 4,10 m + 2 conductos 3,30 x 3,30 m (Aliviador II) + Presa de retención de crecidas + Ordenanza de Uso y ocupación en Rosario.
  Total : 73.7 m^2
- *Año 2007:* Lluvia de diseño 365 mm en 5 días.
  Demanda: Infraestructura existente + Medidas no estructurales existentes + Control de caudales en el sitio + Aproximadamente 75 m^2 de Aliviador III Sorrento Grandoli + Control de Uso y Ocupación en la cuenca.
- *Año 2008/2009* : En un estudio realizado por la FCEIA se estima un área total de 150 m^2.
- *Año 2015*: La provincia de Santa Fe en conjunto con el Instituto Nacional del Agua (INA) efectúan un trabajo que está sirviendo de base para la planificación y reordenamiento hídrico integral de la cuenca, tal como se mencionó anteriormente.

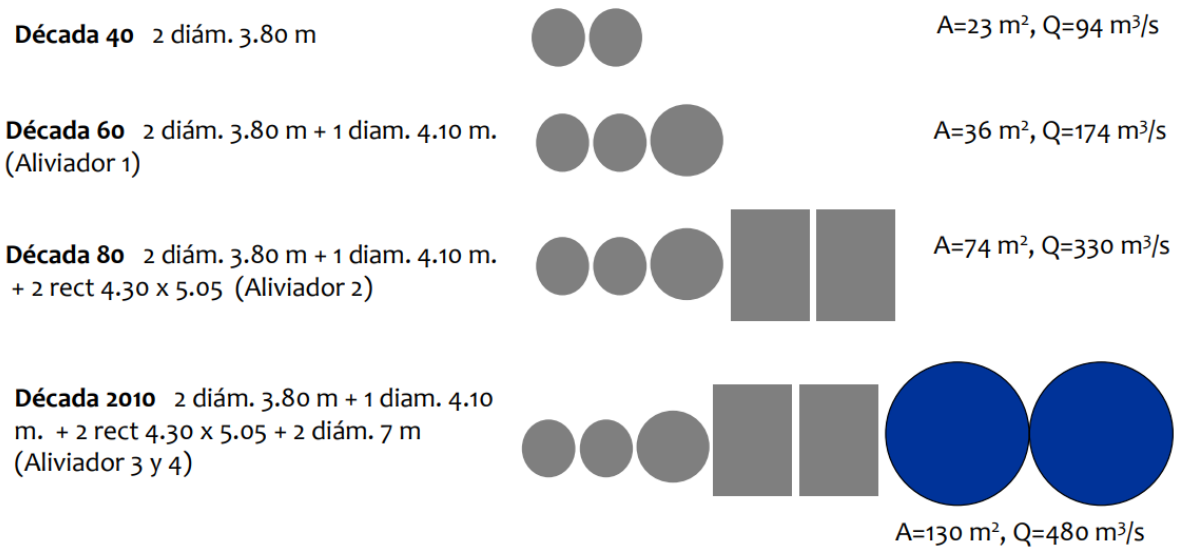


Figura N° 1.21 - Evolución de la demanda de capacidad de conducción del Arroyo Ludueña para crecidas centenarias; Fuente: confección por Gerardo A. Riccardi et al.

Observando el aumento de la demanda de capacidad década tras década se llega a la conclusión de que se requiere de la aplicación de otro tipo de medidas frente a este problema. Es decir, el hecho de que para la misma lluvia de diseño se requiera una mayor

capacidad de conducción denota que la manera en la que se desarrolló la sociedad en ese período de tiempo fue poco favorable. Probablemente se deba a que las urbanizaciones y la forma de explotación del terreno sin un debido control generan un mayor escurrimiento superficial y subsuperficial y, por ende, una mayor demanda de conducción.

Frente a esta necesidad, hubo avances en normativas reguladoras y en consecuencia se promulgaron las siguientes leyes: Ley 9830 (1986), Ley 11730 (2000), Ley 13246 (2011), Ley de Aguas en Santa Fe 13740 (2018) las cuales serán desarrolladas en el ítem 2.1.4 Marco legal.

Los proyectos de sistemas de alerta comenzaron a realizarse en la Municipalidad de Rosario en el año 2003. Por diversos motivos se demoró su implementación (gestionada por la Secretaría de Recursos Hídricos, dependiente del Gobierno de la Provincia de Santa Fé) y, una vez instalados, su operación y mantenimiento tuvo muchos inconvenientes, destacándose el vandalismo en las estaciones remotas. En agosto del presente año se licitó la ampliación, operación y mantenimiento de las estaciones de la red de alerta hidrológica de cuencas. Esto indica que se incorporarán más medidas no estructurales.

1.6.3. Inundaciones en el área urbana

Las inundaciones corresponden a procesos de recurrencia interanual, como son las crecidas de los cursos de agua y sumado a ello, a la insuficiencia de los sistemas de evacuación, sean estos cauces naturales, sistemas de drenaje artificializados, colectores urbanos, entre otros. Se trata del resultado del desequilibrio que se manifiesta en un momento, lugar y situación dada, entre el volumen hídrico a evacuar en una determinada parcela de tiempo, y la capacidad de evacuación de los cauces o sistemas de drenaje o, en otras palabras, la oferta de cauce se ve superada por la demanda de cauce. Las principales causas de las inundaciones son:

- El cambio en el uso de suelo, que produce una reducción notable en la capacidad de infiltración de los suelos. Estos cambios en la urbanización implican desde la creación de toda vía de comunicación, que por su propia constitución altera la dinámica hídrica del área que atraviesa, hasta el levantamiento de grandes construcciones y el cambio en las explotaciones de áreas rurales que de agrícolas-ganaderas pasaron a netamente agrícolas.
- La construcción de canales clandestinos que reducen los tiempos de concentración.
- La construcción de viviendas en los valles de inundación, destinadas a sufrir grandes consecuencias tras precipitaciones fuertes.

El Arroyo Ludueña ha desbordado varias veces, inundando diversos barrios de las ciudades de Rosario, Perez y Funes, entre otras, ocasionando consecuencias económicas y

urbanísticas tales como fuertes pérdidas en la producción agrícola en extensas áreas cultivadas, cortes de rutas e ingreso de agua a las viviendas. Un ejemplo de esto fue el evento ocurrido en 2007 que resultó extraordinario por la duración (5 días: 26 al 30 de marzo), por la cantidad de lluvia precipitada (Funes: 327 mm) y por la extensión superficial. Este mostró la vulnerabilidad de la cuenca del A° Ludueña frente a los eventos extremos meteorológicos y condujo a un cambio de mentalidad, a raíz de lo cual se puede visualizar una gran modificación en términos de exigencia en el planteo de proyectos de desagües.

Sin embargo, al día de hoy existen evidencias físicas que indican que el nivel de protección ante inundaciones en la zona lindera al arroyo Ludueña y canales Ibarlucea y Salvat, especialmente en el distrito Rosario, ha descendido respecto a lo que fuera previsto en los años 1986-88 como criterio de diseño para eventos de recurrencia de R=100 años. Claramente, la conjunción de factores como importantes procesos de urbanización, canalizaciones (planificadas y clandestinas) rurales y urbanas, drenaje de bajos naturales, y modificaciones en las prácticas de uso de las tierras rurales, están produciendo un paulatino aumento de los caudales máximos de escurrimiento superficial, como así también del volumen de escurrimiento para lluvias de igual magnitud, razón por la que en la Ley 13.246 se plantea la necesidad de una “estabilización de caudales”. Por esto es que se debe continuar con el estudio y análisis de las diferentes situaciones vulnerables a sufrir consecuencias graves y con la decisión política de implementar soluciones para minimizar estas situaciones. Con conocimiento de esta situación, desde la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Santa Fe se plantearon la Re-hidrología de la cuenca en el 2008 y el convenio con el INA en el 2015 y una serie de disposiciones desde el año 2008, leyes, entre otras, mencionadas anteriormente.

El Barrio Los Solares, así como también otros sectores de Funes, ha sido víctima de estas inundaciones a lo largo de los últimos años, adjudicándose especialmente a su deficiente sistema de drenaje pluvial. A modo de ejemplificación, se muestran imágenes de un evento de lluvia ocurrido en Marzo del 2016, fecha en la que el barrio fue fuertemente afectado por el temporal.



Figura N° 1.22 - Calle y cancha recreativa de fútbol inundadas en Los Solares, Marzo 2016; Fuente: www.rosario3.com



Figura N° 1.23 - Consecuencias de la lluvia de Marzo 2016 en el barrio Los Solares; Fuente: www.rosario3.com

2. INFORMACIÓN BASE Y ANTECEDENTES

2.1 RECOPILACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Para dar inicio al desarrollo del proyecto, es necesaria la búsqueda de antecedentes y relevamientos existentes que aporten a la recopilación de información del barrio.

2.1.1 Planialtimetría

En cuanto al área del proyecto, se tiene un relevamiento realizado en el año 2011 que brinda información de cotas en eje de calzada, cotas de borde de calzada, cotas de fondo de cunetas existentes, detalles de esquinas, relevamiento de algunos de los árboles en veredas, entre otros datos. Estos datos fueron otorgados por la Municipalidad de Funes, a falta de datos más actuales. Sin embargo, tras un breve relevamiento se verifica que los datos necesarios para el proyecto son certeros.

Además se cuenta con las curvas de nivel de la ciudad de Funes, realizadas por el Instituto Geográfico Nacional, donde se puede observar la curva más elevada (40 IGN) que demarca los puntos altos de la ciudad y cómo a partir de ella se va descendiendo hasta llegar al A° Ludueña (aproximadamente hasta 22,5 IGN). Estas curvas se pueden apreciar en la *Figura 2.1* plasmada al final de este título.

Por su parte, el Barrio Los Solares se encuentra entre las curvas 27,5 y 20 IGN. Estas curvas de nivel (IGN) muestran que en el extremo noroeste el terreno está a unos 27,5 IGN y la pendiente natural baja hacia el este. En los primeros 570 m desciende hasta los 25,0 IGN y luego en 1200 m baja hasta los 22,50 IGN. Se distingue en el extremo oeste una pendiente del terreno natural más marcada del orden de 0,0053 m/m y en el sector hacia el este una pendiente de unos 0,0021 m/m.

Esta pendiente está en un orden tal que, conducciones como cunetas que mantengan esta pendiente de fondo, deberían permitir un buen escurrimiento de las aguas. Observando el relevamiento topográfico y analizando detalladamente las pendientes del sector, surge la problemática donde el trazado de calles no es franco hacia un cuerpo receptor, sino que es interceptado por el manzanero. Esto, sumado a la falta de un proyecto de pavimento, y al alteo de los lotes residenciales, ha devenido en la generación de anegamientos en aquellos puntos bajos que no tienen posibilidad de evacuar las aguas de las tormentas.

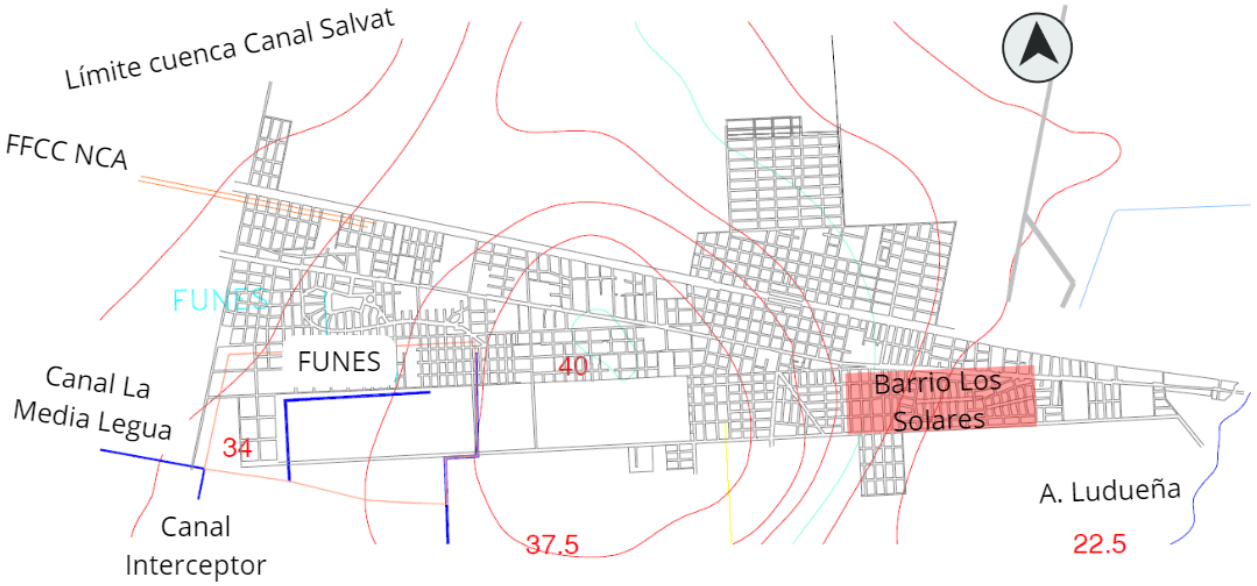


Figura N° 2.1 - Relación de la zona de estudio con las curvas de nivel originales ; Fuente: Proyecto de la Municipalidad de Funes, 2011.

2.1.2 Hidrometeorología

La hidrometeorología consiste en la ciencia ligada al estudio del ciclo del agua en la naturaleza contemplando la meteorología, hidrología y climatología. Consideramos de gran relevancia la obtención de información respecto a este tema para poder hacer un análisis certero de lo que ocurre en el barrio.

Para el desarrollo de este proyecto se harán uso de las curvas IDR (Intensidad, Duración y Recurrencia) de la Provincia de Santa Fe, elaboradas por la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. Estas curvas permiten la construcción de hietogramas de diseño para distintas duraciones y recurrencias que se podrán apreciar posteriormente en la etapa 4. Proyecto Hidráulico en este informe.

En la ciudad de Funes, estas curvas responden a las siguientes ecuaciones:

Tabla Nº 2.1- Ecuaciones de las curvas IDR para la ciudad de Funes; Fuente: Pedro A. Basile

Recurrencia en años	Ecuación I en mm/h y D en minutos
5	$i = 1849.402/(17.280+D)^{0.8079}$
50	$i=2299.979/(18.120+D)^{0.7827}$
100	$i = 2400/(15.004+D)^{0.7767}$

2.1.3 Estudio geotécnico

En el planteo de este proyecto, que tiene como uno de sus objetivos la propuesta de diseño del reservorio para posibilitar la refuncionalización del mismo, es imprescindible contar con información acerca del suelo y, principalmente, acerca de la ubicación de la napa freática para, a raíz de esto, conocer las limitaciones y restricciones con las que contamos a la hora de proponer cotas y profundidades.

Para caracterizar la geotecnia del sector, se utiliza el estudio de suelos otorgado por la Municipalidad de Funes realizado en el año 2021. Para el estudio se llevaron a cabo sondeos de 8 m de profundidad en 5 puntos próximos al Barrio Los Solares, de los cuales los sondeos 5, 8 y 9 son los más cercanos al área analizada en el presente informe.

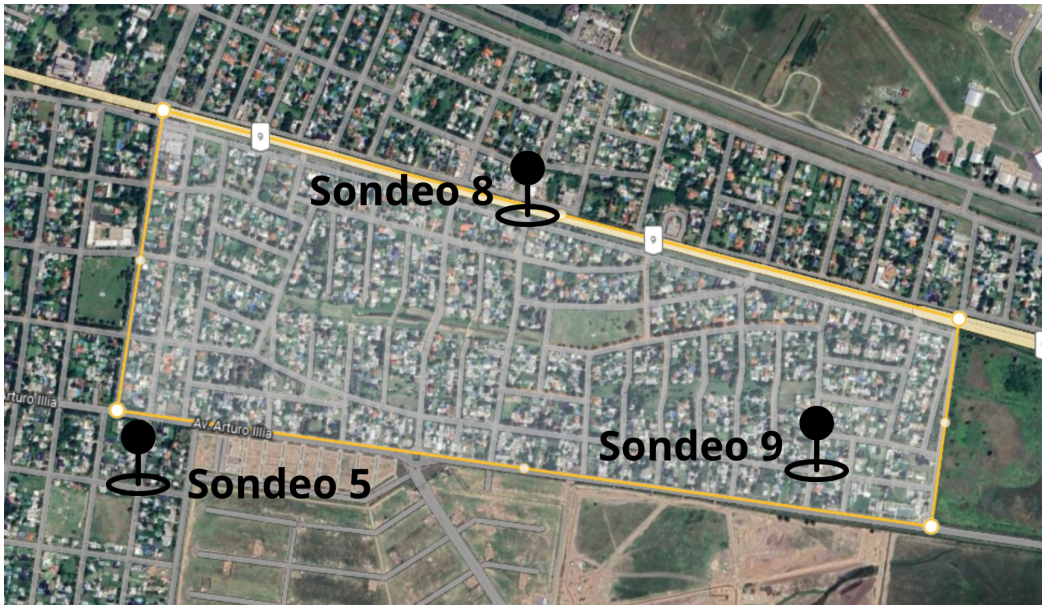


Figura N° 2.2 - Mapa de representación de los Sondeos 5, 8 y 9 en el barrio Los Solares; Fuente: elaboración propia.

Dentro de la información expuesta en el estudio de suelos se remarca lo siguiente:

"Reuniendo toda la información obtenida, tanto de campaña, como de laboratorio se ha podido determinar el perfil estratigráfico de los suelos en general de la siguiente forma:

Luego de los primeros 0,20 m de suelo orgánico y material heterogéneo encontramos un suelo arcilloso de color marrón rojizo oscuro con vetas negras, de consistencia blanda a muy rígida, con valores de plasticidad media y con un contenido de humedad promedio de 44% para los sondeos 5, 8 y 9; y de 28% para los sondeos 6 y 7, este estrato se extiende hasta una profundidad de -1,40m aproximadamente respecto de nivel de boca de pozo. A partir de allí hasta los -2,40 m aproximadamente se encuentra un manto formado por suelos limo arcillosos de plasticidad media, color marrón rojizo con leves concreciones calcáreas

muy aisladas en su masa, con un contenido de humedad promedio de 36%, y de consistencia blanda a rígida.

En el mes de Octubre, durante la realización de los sondeos se detectó el nivel freático a: -0,80 m para el pozo 5, -1,00 m para el pozo 6, a -3,00 m para el pozo 7, a -0,70 m para el pozo 8, y a -1,00 m para el pozo 9. Cabe destacar que estos valores son variables a lo largo del año.

Analizadas las profundidades del nivel freático en las distintas auscultaciones se decide adoptar una profundidad al nivel freático en el reservorio de 0,8 m.

En la *Figura 2.3* a continuación se puede apreciar en detalle el perfil estratigráfico del sondeo 8, sin embargo, para consultar el estudio de suelos completo se puede recurrir al Anexo Nº1.

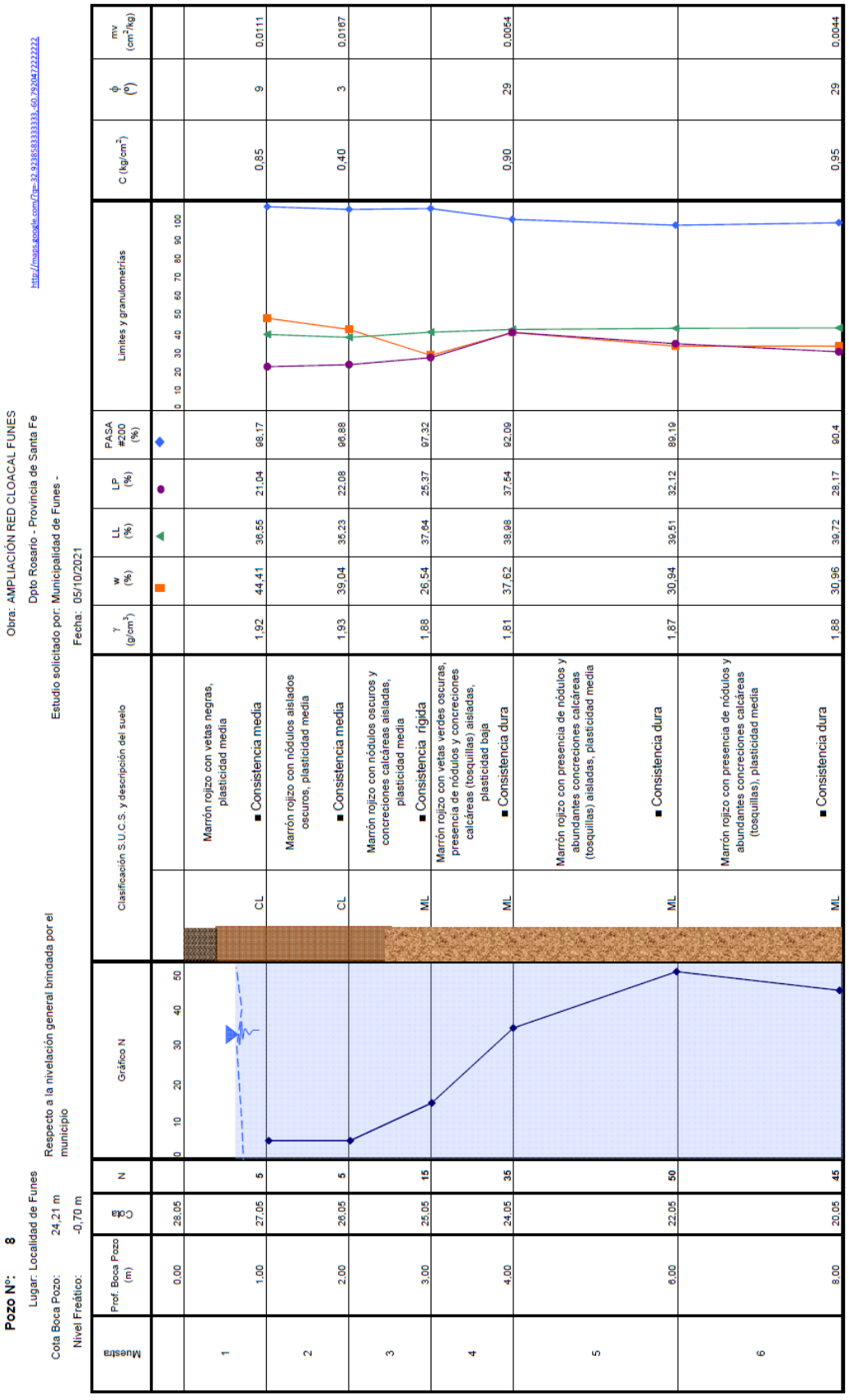


Figura N° 2.3 - Perfil Estratigráfico del Pozo N°8 ; Fuente: Estudio de suelos por parte del Ing. Pedro Benitez - 2021.

Tras interpretar el estudio de suelos expuesto, se concluye que la consideración fundamental a tener en cuenta es la presencia de la napa freática a una distancia no muy profunda de la cota del terreno natural. La composición del suelo en sí no genera mayores complicaciones en el desarrollo del proyecto.

2.1.4 Marco legal

La normativa vigente más relevante a la que se recurrió para el desarrollo del proyecto es la siguiente:

- Ley N° 9830 / 1986
- Ley Nº 11.730 / 2000
- Disposición Nº 001 / 2011 SDA
- Ley Nº 13.246 / 2012
- Decreto Nº 4841 / 2012
- Ley N° 13.740 / 2018

Más adelante se detallan los aspectos fundamentales de cada normativa.

A raíz de los inconvenientes hídricos en la región, en el año 1986 se crea el Comité de Cuencas. En la ley 9830 sancionada por la legislatura de la provincia de Santa Fe, se establece que el Comité tendrá como finalidad contribuir con las reparticiones competentes de la provincia, promoviendo el desarrollo del área a través del manejo y aprovechamiento del recurso hídrico. La Provincia de Santa Fe tiene 133.007 km^2 y el Comité abarca 71.800 km^2, es decir, se formaron 39 comités que ocupan casi el 54% de la provincia, como se puede ver en la *Figura 2.4*. Dentro de esa área tiene la función de ejecutar trabajos de mantenimiento y conservación de obras existentes para preservar las condiciones de drenaje, ejecutar obras hidráulicas complementarias menores, transmitir inquietudes a organismos competentes entre otras. A raíz de la misma Ley Provincial, se conformó el Comité de Cuenca del Arroyo Ludueña en el año 2012.

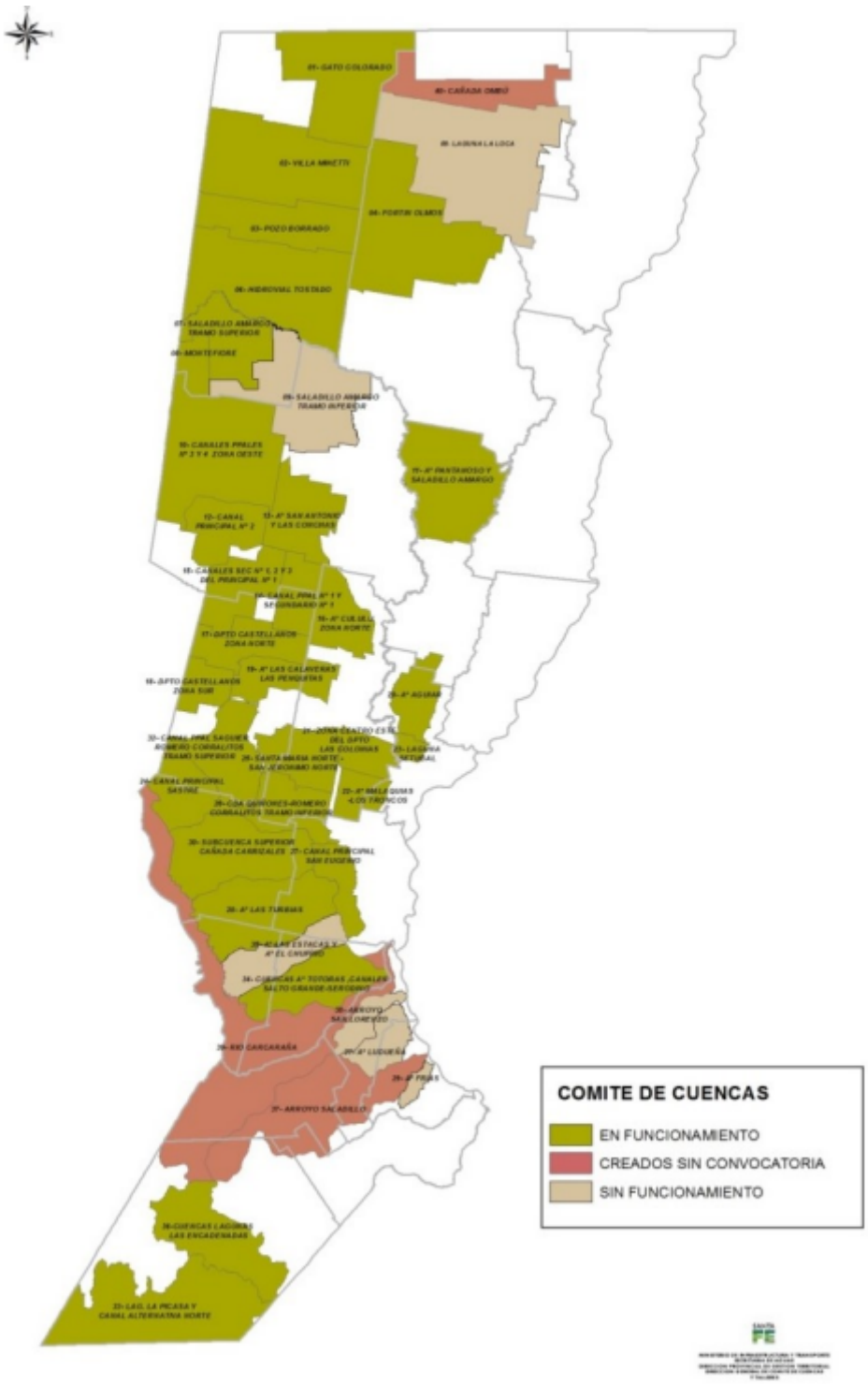


Figura N° 2.4 - Comité de cuencas de la Provincia de Santa Fe; Fuente: Schmidt, 2018

Estos comités son organismos con personería jurídica y están integrados por un representante de la Secretaría de Recursos Hídricos y 4 representantes (2 por parte de los entes municipales o comunales y 2 por parte de los productores) de cada uno de los distritos que tienen territorio en la cuenca. El Comité de Cuenca permite a todos los distritos involucrados, intervenir y decidir sobre las cuestiones que se suceden en la cuenca.

Por otra parte, la promulgación de la Ley 13.740 de Aguas de la provincia de Santa Fe en el año 2018, postula la creación de Organizaciones de Cuenca (artículos 189 al 192) y de Organizaciones de Usuarios (artículos 193 al 197) “en determinados aspectos de la gestión hídrica (riego, drenaje, agua potable, etc.)”. Estos artículos mencionados aún no han sido reglamentados, pero se prevé que los Comités de Cuenca, tal como se los conoce en la actualidad, habrán de experimentar modificaciones en un futuro no muy lejano.

Luego, a lo largo de los años siguientes se fueron promulgando otras leyes que se detallarán a continuación. Por su parte, la ley 13.246 es la que solicita la implementación de medidas estructurales y no estructurales en la Cuenca del A° Ludueña y es aquella que le dará un marco y una motivación al reservorio del Barrio Los Solares. En relación a esto último, cuando sean implementados, se detallarán algunos de los artículos de dicha ley.

Con respecto a las demás leyes o normas consultadas, se describe brevemente a continuación de qué tratan:

- Ley 11.730 /2000: trata acerca de la zonificación y regulación del uso de suelo en áreas inundables en sistemas hídricos de la provincia de Santa Fe. A su vez, establece el régimen de uso de los bienes situados en áreas inundables y para ello define 3 áreas inundables:

- Área I: cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente.
- Área II: vías de evacuación y áreas de almacenamiento.
- Área III: áreas con riesgo de inundación no incluidas en las anteriores.

- La Disposición Nº 001 / 2011 SDA establece los diferentes parámetros que se deben considerar en un estudio hídrico y regula acerca de las especificaciones del Área II, cómo por ejemplo que la misma está definida por la mancha de inundación y consecuentemente provoca una crecida de 100 años de recurrencia.
- La Ley N° 13.246 / 2011: Legisla acerca de la estabilización de los aportes originados por escurrimientos superficiales procedentes de precipitaciones en la Cuenca de Aporte del Sistema del Arroyo Ludueña mediante la implementación de medidas estructurales y no estructurales. Promulgada el 30/11/2011 y sancionada el 4/01/2012
- Decretos reglamentarios N° 4841 y 0354.

  El decreto reglamentario Nº 4841 / 2010 rige la anterior ley fijando los distintos parámetros a considerar. Específicamente, este decreto prohíbe:

- Incrementar los escurrimientos superficiales como consecuencia de la impermeabilización de los suelos, tanto urbanos como rurales.
- Descargar áreas naturales de almacenamiento.
- Modificar la dinámica hídrica superficial sin previa evaluación hidrológica ambiental.

- La Ley de Aguas en Santa Fe N° 13.740 / 2018 regula la gestión integrada de los recursos hídricos de la provincia de Santa Fe, con el fin de promover los distintos usos del agua de manera sustentable a favor de las generaciones presentes y futuras, garantizando el derecho humano fundamental de acceso al agua potable. La gestión integrada de los recursos hídricos involucra el ordenamiento territorial.

A continuación se exponen algunos de los artículos más destacables a nuestro criterio de la Ley N° 13.246:

En el art. 5 de la Ley se expresa claramente que *"Queda prohibido dentro de los límites de la Cuenca del Arroyo Ludueña: Incrementar los escurrimientos superficiales como consecuencia de la impermeabilización de los suelos, tanto urbanos como rurales"*.

Luego, en el art. 7 se indica que deberá llevarse a cabo *"mediante el almacenamiento transitorio de los volúmenes pluviales que produzcan las superficies de techos, revestimientos de patios, veredas de uso privado y playas de estacionamiento y demás superficies que establezca la reglamentación, construidos en vigencia de la presente ley. Las veredas de uso público, deberán diseñarse y construirse con una superficie mínima del cincuenta por ciento (50%) permeable que permita la penetración del agua en el suelo, a los fines de su infiltración. Las Municipalidades y Comunas cumplirán con los requerimientos que en este sentido establezca la reglamentación de la presente ley."*

En el art. 8 se indica que *"La estabilización de los aportes de las urbanizaciones privadas abiertas o cerradas y de los edificios e instalaciones públicos complementarios nacionales, provinciales o municipales, se llevará a cabo mediante el almacenamiento transitorio de las aguas de lluvia precipitadas en toda la superficie que incorpore la urbanización a construir, de modo que los escurrimientos superficiales que se generen, no superen los escurrimientos superficiales -en términos de caudales pico para la recurrencia de diseño- que se producían con anterioridad al cambio de uso del suelo*."

En el caso que un territorio se urbaniza, caso de toda la ciudad de Funes - así como cualquier otra localidad con zonas urbanas y/o rurales comprendidas en la cuenca del A° Ludueña - y también el Barrio Los Solares más precisamente, el incremento de los escurrimientos superficiales que se generen a causa de esta, están prohibidos por la ley. Éstos incrementos se dan porque se produce una alteración en la cobertura y en la compactación del suelo. Una superficie permeable que permite cierta infiltración se convierte por acción humana en una superficie impermeable (construcciones, asfalto). Cuando el agua de lluvia escurre y no tienen posibilidad de infiltrar se produce un aumento de los caudales pico erogados en comparación con los que había antes de urbanizar.

El crecimiento demográfico que sufrió el Barrio Los Solares en las últimas dos décadas fue de gran relevancia. Ésto conlleva una urbanización donde se aumenta la superficie impermeable y por ende se aumentan los caudales pico erogados, como se mencionó

anteriormente. De las fotografías aéreas que figuran en el apartado 1.3.1 Población se puede ver que luego del año 2011, año en que fue proclamada la ley N° 13246, el incremento de la superficie impermeable es significativo.

La ejecución de reservorios en el barrio permitiría descender los caudales pico y así poder cumplir con la normativa mencionada.

2.2 PROYECTO ANTECEDENTE

En el año 2011 se ejecutó un proyecto en Los Solares, a pedido de la Municipalidad de Funes, para remediar la problemática principal del barrio: la falta de un sistema de desagües pluviales ordenado que posibilite un adecuado escurrimiento del agua. El proyecto realizado, que se adjunta en este informe en el Anexo Nº 2.1, consiste en un estudio de la situación en la que se encontraban los desagües en el barrio en el año 2011 y el planteo de una propuesta para garantizar un escurrimiento óptimo y, consecuentemente, resolver los incesantes reclamos vecinales. En la *Figura N°2.5* que se muestra a continuación, se puede apreciar de forma la distribución de los reclamos efectuados por los vecinos en Los Solares en ese entonces.



Figura N° 2.5 - Las marcas rojas indican reclamos de vecinos; Fuente: Propuesta de Saneamiento Pluvial en Barrio Los Solares Nov-2011

El ingeniero encargado del proyecto realizó una serie de estudios de campo donde se recopiló los datos necesarios para analizar el estado en el que se encontraba el barrio Los Solares. Dentro de estos estudios reconoció las características hidráulicas del sector, realizó el relevamiento topográfico del barrio y llevó a cabo una identificación de los elementos existentes que conformaban el sistema de drenaje pluvial del barrio.

En el proyecto se partió de la adopción de ciertas consideraciones hidráulicas, se estudio la pendiente natural y el escurrimiento en el terreno a raíz del análisis de las curvas de nivel propias de la zona.

Para continuar con el estudio, se llevó a cabo un relevamiento de la zona. Durante el levantamiento planialtimétrico, se tomaron como datos de base los perfiles transversales en los cruces de líneas de edificación en la intersección de calles y, de esta forma, se definieron las pendientes de calles para determinar el sentido de los escurrimientos superficiales. Además, se midieron los anchos de calle en correspondencia con los cruces principales, de modo tal que se puedan identificar las diferencias con la base catastral, tomando la medida de la distancia entre el eje de las cunetas actuales y la línea municipal, líneas de árboles, columnas de alumbrado, etc.

Tras identificar las cunetas y desagües presentes en las manzanas del barrio, el proyectista concluyó que el sector en estudio presentaba un sistema de desagües pluviales que no obedecía a ningún ordenamiento, sino que respondian a necesidades individuales de los frentistas. Es decir, a medida que los habitantes del barrio se asentaron en el mismo, resolvieron de manera individual el desagüe pluvial de su terreno, designando una sección, materialidad y pendiente, sin correlación alguna con sus vecinos. Esto ocasionaba un escurrimiento del agua no uniforme y que carecía de una continuidad para la evacuación correcta del barrio. Si bien cada vecino resolvía su necesidad, complejizaba el funcionamiento integral de todo el barrio Los Solares.

Además de identificar las causas principales que derivaron en el estado de situación de este sector de la ciudad Funense en el año del estudio (situación que se mantiene en la actualidad), el proyectista en su informe hace mención especial de las condiciones en las que se encontraban las alcantarillas existentes. Describe que las alcantarillas de cruce de calle, en su mayoría de D°400 (mm), tenían su capacidad hidráulica fuertemente afectada por distintos factores, entre ellos: sedimentación, desechos acumulados por falta de correcto mantenimiento, mal posicionamiento, cabezales en mal estado. En algunos casos, el cabezal se encontraba roto y los escombros cayeron, obstruyendo la sección. El ingeniero le asigna su debida importancia a la descripción de estas obras de arte y, tras conocer el estado de estas, se puede concluir que no cooperan al adecuado escurrimiento de los desagües pluviales y conducen a una situación aún peor.

Tras lo mencionado en el informe, se concluyó que el sistema del año 2011 no era suficiente para atender a las necesidades del barrio y que era necesaria una propuesta ordenada que permita condiciones óptimas de desagüe y saneamiento.

A partir de la información recopilada y la interpretación realizada, en el mismo informe se planteó la alternativa que se consideró adecuada para implementar en el barrio. Para posibilitar su desarrollo el proyectista formuló ciertas hipótesis:

- Los lotes frentistas sobre Av. Arturo Illia no regulaban los aportes.
- Se daba prioridad a los sectores ubicados al norte de los espacios verdes en cuanto a la captación, almacenamiento y regulación de los excedentes pluviales.
- Se preveían descargas individuales de cada reservorio para no generar debilidades en el nuevo sistema.
- Por donde se proponga la conducción de descarga de los reservorios, los aportes de los frentistas podrían no ser regulados.

En la siguiente tabla resumen se mencionan las principales características que describen la propuesta ideada.

Tabla Nº 2.2 - Características resumen de la alternativa 3

Alternativa	Has. Reguladas	Has. sin Regulación	$Q_i(m^3/s)$	$Q_s(m^3/s)$	Fortalezas	Debilidades
3	68,8 (77%)	21 (23%)	8,45	3,77	Se aprovechan todos los espacios verdes.	**No se regula el 100% de los aportes.**

Sin embargo, al continuar con el estudio de esta alternativa, se detectó que el volumen de movimiento de suelos resultaba muy elevado, por lo que, tras presentarla a la Municipalidad de Funes en Mayo 2011, se desestimó. Tras la negativa a la propuesta, el proyectista definió, en el mismo año, nuevas condiciones de proyecto que limitaron el sector en estudio y se descartaron aportes externos de volúmenes de agua.

Tras establecer esto, se desarrolló otra alternativa y se presentó sugiriendo nuevas consideraciones que se encuentran claramente detalladas en las páginas 10, 11 y 12 del Anexo 2. A partir de las mismas, quedó definido el siguiente esquema de regulación, derivando los aportes hacia 4 reservorios localizados dentro del barrio:

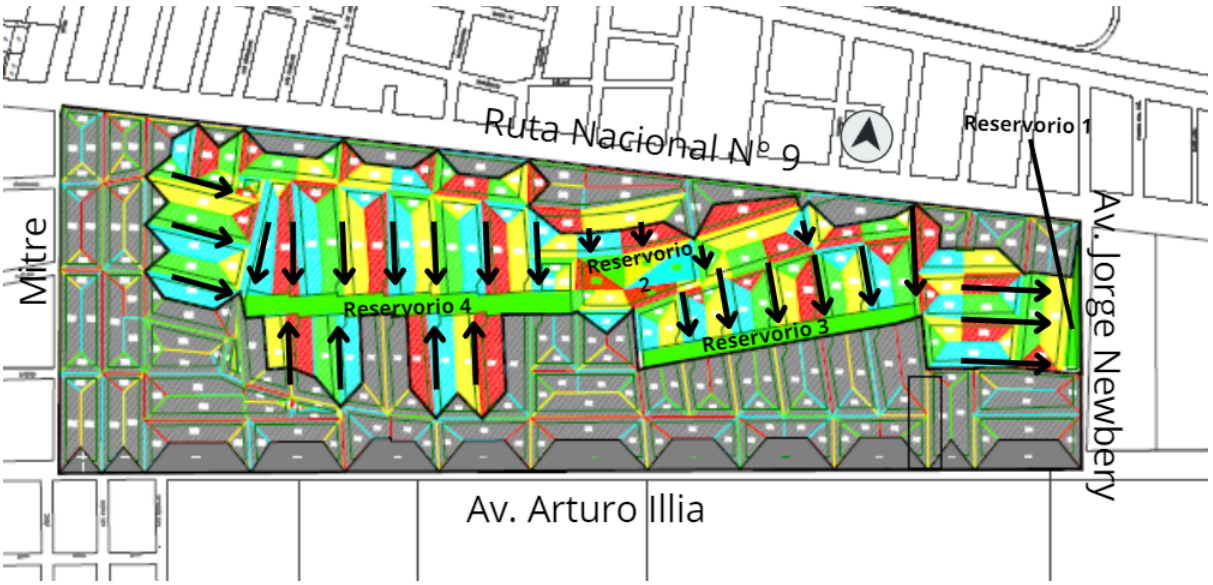


Figura N° 2.6 - Esquema propuesto para la regulación; Fuente: Propuesta de Saneamiento Pluvial en Barrio Los Solares Nov-2011

En gris se indica la superficie que no regula sus aportes, mientras que en colores se han indicado las subáreas que se propone regular. Si bien a primera instancia resulta que la propuesta no contempla el total de los aportes, dadas las condiciones reales del sector, la propuesta es superadora de la condición en la que se encontraba el barrio en el año del estudio.

Una vez que se definió el esquema propuesto para la regulación de los desagües se definieron las obras proyectadas: cunetas a lo largo de las calles existentes, reacondicionando el trazado y previendo adecuadas secciones para las alcantarillas de cruces de calle. Las cunetas serían conducidas aguas abajo hasta alcanzar las cunetas norte y sur de la Av. Arturo Illia y las acometidas a la cuneta sur se materializarían con cruces bajo calzada. El trazado de las cunetas se desarrollaría tratando de mantener el existente, de manera de respetar los espacios previstos en el ancho de la vereda. En aquellos casos donde existía una obra de ingreso domiciliario que esté en condiciones de ser conservada, se verificaría la sección hidráulica y su compatibilidad con el proyecto. El criterio consistía en que si la sección existente era igual o mayor, el cruce se podría conservar, en caso contrario se debería remover y prever la instalación de un nuevo ingreso.

En los espacios verdes se realizarían movimientos de suelo de modo de configurar estos espacios para que garanticen el almacenamiento temporario de volúmenes de origen pluvial. Para estos reservorios se definió una geometría teniendo en consideración la profundidad de las cunetas que acometen a ellos y tratando de optimizar la capacidad

espacial de los espacios verdes sin recurrir a alteos. Las salidas de los mismos se realizarían por aquellas calles que tienen salida directa hacia Av. Arturo Illia con la posibilidad de acometer a las cunetas norte y sur.

Finalmente, una vez definido el proyecto, el Ing. expresó ciertas limitaciones que se impusieron:

- El proyecto se definió sobre niveles existentes, donde no existió proyecto (o anteproyecto) de pavimento. Sin embargo, la propuesta es compatible con un proyecto futuro de calles. En las curvas de nivel se pueden ver ollas que, para ser saneadas, obligaban a proponer cunetas con sentido de escurrimiento en contra de la pendiente natural del terreno.
- En algunos casos se observaba que la pendiente del eje de la calle tenía un sentido y los fondos de cuneta tienen sentidos opuestos, incluso los niveles de vereda eran muy desparejos.
- El grado de regulación estaba limitado por la topografía.
- Los ingresos domiciliarios condicionaban la sección de escurrimiento si no tenían la sección apropiada.

Este proyecto comenzó a ser ejecutado por la Municipalidad de Funes pero no pudo concretarse para alcanzar el correcto drenaje pluvial integral del barrio, ya que se ejecutó solo una parte, en etapas cortas y progresivas. Además, en muchos casos se resignaron cuestiones urbanísticas en pos de solucionar rápidamente el problema hidráulico.

2.3 SITUACIÓN ACTUAL BARRIO LOS SOLARES

2.3.1 Reconocimiento del estado de situación

A partir de la inundación del año 2012 que se registró en la zona, la Municipalidad de Funes decidió llevar a cabo el proyecto explicado anteriormente. Sin embargo, al trabajar en la zona se encontraron con ciertos limitantes para el uso de la maquinaria por la existencia de arbolado, interferencias con servicios, y demás infraestructura. Se logró excavar el espacio entre las calles Calandrias y Tupa, se realizó el desagote por la calle Los Paraísos y las alcantarillas que conectan las cunetas norte y sur de la Av. Illia. Esto se puede observar en el Plano Nº02.

En la actualidad, el espacio intervenido no está en condiciones de ser usado por los vecinos, no es estéticamente atractivo y no se encuentra en condiciones sanitarias óptimas. Permanece sin sembrar y con agua estancada por el nivel de la napa freática cercana al terreno natural, lo que trae barro y la presencia de insectos indeseables u otros animales.

Incluso, existen reclamos vecinales que constatan la inconformidad. Se presenta como ejemplo el reclamo del Anexo N° 2.2, presentado en el año 2016. En él se mencionan varios pedidos que aún no han sido resueltos y serán tenidos en cuenta para la refuncionalización del sector del reservorio, como ser:

- *"Mantenimiento y limpieza de zanjas, que aún se encuentran pendientes (atento épocas de lluvias y constantes inundaciones en determinados sectores del barrio)."*
- *"Recambio de luminarias y mantenimiento del alumbrado público (hay zonas que se encuentran a oscuras desde hace meses, generando inseguridad en vecinos)."*
- *"Reparación juegos plaza principal y de los Alamos y Las Perdices, mantenimiento de las mismas (yuyos y malezas habituales, así como animales sueltos)."*
- *"Cruces peatonales en espacios verdes del centro del barrio que sirve de reservorio de agua, y en las calles cortadas por el mismo (al zanjearlo quedó inhibido el paso)."*
- *"Señalización de calles (trabajo iniciado y no concluido)".*
- *"Reparación de contenedores de basura existentes e incorporación de nuevos (sumado a campaña de concientización de tratamiento de residuos y malezas)".*

En el Plano Nº01 C se puede consultar la situación actual del reservorio, evidenciando que estos problemas persisten al día de hoy.

2.3.2 Relevamiento fotográfico

En la etapa inicial de la investigación para la realización de la propuesta de refuncionalización del reservorio y planeamiento de un parque lineal alrededor del mismo, se recorrió la zona de estudio para documentar principalmente la problemática que afrontan los vecinos del barrio. Se buscó dejar registro fotográfico de las excavaciones y de los usos que los vecinos le dan actualmente al sector. Cada imagen se acompaña con un diagnóstico de la situación que se muestra y se puede consultar la ubicación donde fueron tomadas las fotos en la *Figura 2.13.*



Figura N° 2.7: En la parte excavada se produce anegamiento de agua debido a que el nivel freático se encuentra a poca profundidad.



Figura N° 2.8: Idem A.



Figura N° 2.9: Alcantarilla que vincula dos zonas del reservorio descalzada.



Figura N° 2.10: Vista longitudinal del sector con barro y agua estancada.



Figura N° 2.11: Niños del barrio jugando en una zona no apta.



Figura N° 2.12: Vista transversal al sector excavado.



Figura N° 2.13 - Ubicación de las fotografías tomadas

2.3.3 Interferencias

Se solicita la ubicación planialtimétrica de posibles interferencias a las respectivas empresas y se verifica que ninguno de estos servicios influye en el diseño del proyecto.

Tabla Nº 2.3 - Interferencias de servicios

Empresa	**Interferencia**
Aguas Santafesinas S.A	Red de aguas y cloacas
Telecom	Telefonía y Fibra Óptica
Empresa Provincial de la Energía	Instalaciones Aéreas y Subterráneas de Baja, Media y Alta Tensión
Litoral Gas	Instalaciones subterráneas de baja, media y alta presión
Funes Coop	Fibra Óptica enterrada e instalaciones aéreas de comunicaciones

3. PROYECTO URBANÍSTICO

El proyecto se basa en el diseño y la refuncionalización del espacio verde delimitado por las calles Los Cedros al este y Tupa al oeste. El propósito del proyecto urbanístico es aprovechar el espacio disponible y mejorar sus condiciones para proporcionar un lugar atractivo para los vecinos del barrio Los Solares, que incentive su uso social. Se pretende crear sitios de encuentro y vincular el barrio a través del espacio público y las zonas vegetadas.



Figura Nº 3.1 - Área a urbanizar

Además del planteo del problema por parte de la Municipalidad de Funes en el barrio Los Solares que hace referencia a la carencia de ordenamiento ante el escurrimiento pluvial, los vecinos han presentado reiteradas quejas y manifestado su descontento con respecto al estado actual del reservorio. Algunos de estos pedidos se pueden observar en el Anexo 2.1. Tal como se muestra en el relevamiento fotográfico, hoy en día el aspecto del espacio verde es poco agradable. Permanecen las excavaciones realizadas a medio terminar, con agua estancada, que no solo inutilizan segmentos del parque y generan un ambiente no adecuado para el desarrollo de actividades sociales, sino que tampoco se encuentra en condiciones sanitarias óptimas. Para revertir esta situación, se diseña un parque lineal que acompañe a los reservorios.

3.1 LINEAMIENTOS DEL DISEÑO URBANO

Para el diseño urbanístico del reservorio se busca el uso del espacio en un ámbito social y se propone un proyecto que se adapte lo mejor posible a las costumbres del barrio, que solucione las inquietudes de los vecinos sin generar una disrupción en su dinámica. Se trata de mantener sus usos actuales y sumar otros, de forma de potenciar el uso del espacio.

El proyecto prioriza la conservación de especies arbóreas existentes. Es de público conocimiento que la ciudad de Funes se caracteriza por su cantidad y amplitud de zonas

verdes, y su integración con el área residencial. Por esto, los árboles existentes y los reservorios coexisten armónicamente. Además, se fomenta la incorporación de algunas especies de árboles locales en el diseño.

3.2 INVESTIGACIÓN DE CASOS

Previo al desarrollo del diseño, se realiza una investigación de proyectos similares en el mundo en búsqueda de parques y ambientes verdes de los cuales obtener conceptos e ideas, ya sea de diseño o de técnicas implementadas para el escurrimiento del agua, de materialidades, de detalles, entre otros.

Uno de los proyectos que sirve de inspiración es el Parque “Rachel de Queiroz” ubicado en Fortaleza, Brasil. Este proyecto surge de la necesidad de solucionar la sobrecarga al sistema de drenaje pluvial a causa de un intenso proceso de densificación en esta región de la ciudad y la consecuente reducción de áreas permeables en los alrededores.

A diferencia del espacio disponible a urbanizar en el presente proyecto, los diseñadores de Brasil cuentan con alrededor de 203 Ha y han logrado transformar un gran terreno baldío en 9 lagos conectados entre sí, con cruces peatonales y variadas propuestas para el uso social de este ambiente. En las *Figuras N° 3.2 y 3.3* se puede apreciar la evolución de este proyecto.



Figura Nº 3.2 - Terreno previo a la intervención urbanística; Fuente: Archdaily



Figura Nº 3.3 - Parque post - intervención; Fuente: Archdaily

Se encuentra un gran valor en la solución que se aporta a este espacio mediante su reconversión completa, y se toman como base para el proyecto algunas ideas de diseño, usos del parque, y soluciones hidráulicas.

3.3 URBANIZACIÓN ACTUAL

El primer paso para comenzar a rediseñar el espacio consiste en recolectar la información específica de los hechos existentes, con el fin de tomar decisiones respecto a cuáles potenciar y mejorar en el planteo de la propuesta de diseño, y cuáles no se encuentran en condiciones óptimas para conservar. Con este fin, se relevan las distintas partes del barrio en varias jornadas y luego se realiza un diagnóstico de situación, descripto a continuación y que se puede observar con mayor detalle en el Plano Nº1 C. Además, en las visitas al barrio se entienden los usos particulares que los vecinos le dan al espacio en la actualidad.

3.2.1 Prácticas preexistentes

A partir del relevamiento, se observa que hoy en día se utiliza como cancha de fútbol un espacio que, a simple vista, no se presenta como un lugar atractivo. Está delimitado únicamente por dos pequeños arcos que no están alineados entre sí, y carece de demarcación. A su vez, se encuentra a pocas cuadras de una cancha de mayores dimensiones y mejores condiciones. Sin embargo, se visualiza reiteradas veces a la cancha

en uso por los vecinos, por lo que se decide respetar la ubicación de esta pequeña cancha de fútbol recreativa considerando que es parte de la identidad vecinal. Su estado actual se puede apreciar en la *Figura N° 3.4.*



Figura N° 3.4 - En amarillo la cancha informal ubicada en la zona a intervenir, en rojo la cancha ubicada en la plaza Los Solares contigua; Fuente: elaboración propia



Figura N° 3.5 - Cancha de fútbol recreativa utilizada por los vecinos en el área a intervenir; Fuente: Imagen propia

Otra de las prácticas existentes observadas es la utilización del parque para andar en bicicleta o caminar. El pasaje de las bicicletas por el lugar ha dejado marcas en la tierra que indican los caminos más habituales a tomar por los vecinos. Se considera en el proyecto la distribución espacial de estos caminos informales generados por los vecinos, de manera de conservar su dinámica y preservar sus costumbres, para que la intervención no resulte

invasiva. Además de mantener los usos, se decide potenciarlos generando una larga bicisenda que recorra todo el espacio.

También se pudo observar niños jugando en el espacio, a pesar de que las condiciones actuales no sean aptas en términos sanitarios.

Esto nos permite concluir que los vecinos de todas las edades utilizan el sector con fines recreativos frecuentemente. Por lo tanto, se propone un proyecto de urbanización que respete sus actividades e incluso las fomente.

3.2.2 Áreas verdes

En las visitas al barrio en las que se realizaron tareas de relevamiento se pudo observar que en el extremo oeste del reservorio se encuentra un gran conjunto de árboles de diversos tamaños. Por este motivo, se prefiere utilizar esta área como espacio social, priorizando la vegetación original, y no disponerla como reservorio, ya que la excavación de esa zona implicaría la remoción de la arboleda. Se relevó la posición de esos árboles para luego adaptar el diseño a su preservación.



Figura N° 3.6 - Árboles en extremo oeste del reservorio; Fuente: Imágenes propias



Figura N° 3.7 - Extremo oeste del reservorio; Fuente: Imagen propia

En las demás zonas del reservorio, los árboles se presentan en una cantidad evidentemente menor y generalmente se localizan cercanos a los límites municipales. Todos los árboles se conservan y se tienen en cuenta en el diseño para complementarse con las bicisendas y los caminos peatonales y generar así una visual atractiva.

3.2.3 Movilidad

Respecto a la movilidad en el barrio, se observa que los vecinos se trasladan tanto a pie como en bicicleta. Se destacan varios caminos que atraviesan el terreno de proyecto originados por el uso diario de los vecinos. Uno de los ejes principales del diseño es la movilidad, por lo que se debe garantizar infraestructura considerando las costumbres actuales y la incorporación de usos nuevos. En la *Figura N° 3.7* se observa una fotografía que muestra uno de los caminos mencionados, y su traza se puede encontrar en el *Plano Nº02*.



Figura N° 3.8 - Caminos informales utilizados por los vecinos; Fuente: Imagen propia

3.4 RE-DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Una vez analizada la dinámica del barrio, relevados los hechos existentes y establecidos los lineamientos a seguir, se plantea la propuesta de diseño del reservorio. Se prioriza en el diseño incorporar los usos urbanos exigidos por la comunidad de vecinos, que se pueden observar en el Anexo 2.1.

Al ser un terreno afectado por inundaciones, el proyecto de la refuncionalización del reservorio adoptó el drenaje como eje principal. El concepto utilizado para el diseño fue el Parque Lineal, que se adapta a la distribución del área disponible que se puede observar en la Figura Nº

El espacio incluirá un corredor de reservorios interconectados, algunos en forma de laguna permanente que le dan al parque un potencial paisajístico y otros en forma de espacio verde que pueden ser aprovechados en temporadas de escasas lluvias. En caso de una lluvia extraordinaria, todos los reservorios, ya sean los que tienen laguna permanente como los que no, funcionan en conjunto para atenuar los caudales que se generen. Estos espacios conforman un volumen capaz de almacenar el agua durante las lluvias proveniente de desagües pluviales, y luego liberarla de una forma más ordenada, segura y adecuada a la capacidad del sistema de descarga. En términos ingenieriles lo que se produce es una laminación de la precipitación. Los desagües pluviales del barrio compuestos por acequias

revestidas ingresan al parque y a los reservorios de forma cubierta para no interrumpir con su dinámica.

En los puntos de conexión entre reservorios se aprovecha el sistema vial existente como enlace entre las zonas norte y sur del barrio, y se producen cruces para ciclistas y peatones. De esta manera, se logra que la estructura hidráulica se integre en el propio diseño del parque y se evita que se convierta en una barrera física. Además, el parque incluye una pista bidireccional para ciclistas que circula de forma longitudinal a lo largo del corredor, y una senda peatonal que envuelve el parque en todo el perímetro y garantiza un espacio seguro y adecuado tanto para trasladarse en el día a día como para pasear.

Además, se adaptan las ideas de este proyecto a los hechos existentes y a las cotas impuestas por los cálculos de las acequias dimensionadas.

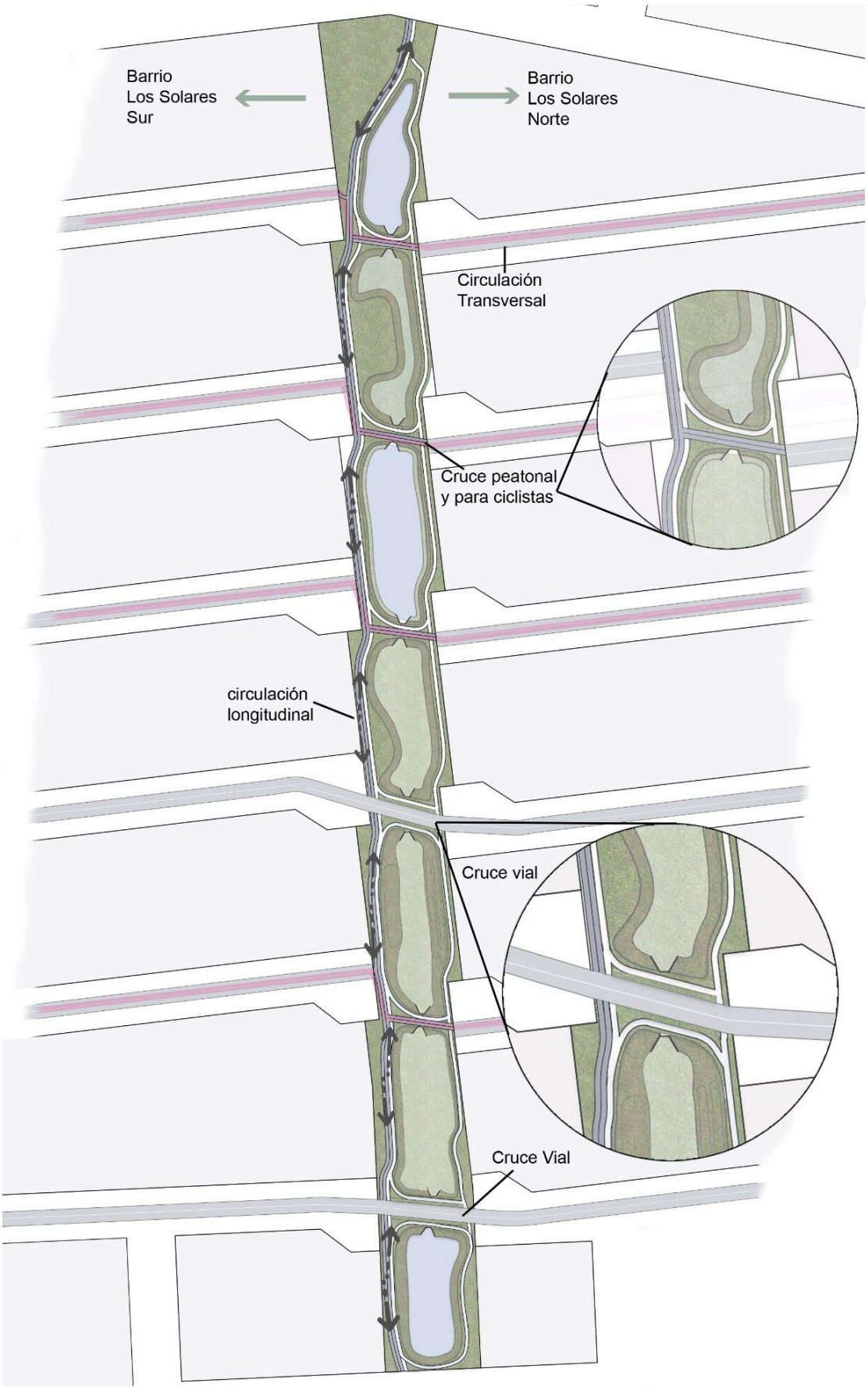


Figura N° 3.9 - Distribución espacial del proyecto

Los caminos del parque conducen a los visitantes a las áreas de permanencia estructuradas con diversas instalaciones culturales, deportivas y de ocio. El parque presenta una diversidad de usos diseñada para incluir y fomentar la apropiación del espacio por parte de la población del Barrio Los Solares. Se fomenta el uso frecuente del área para evitar que la zona vuelva a convertirse en un lugar con condiciones sanitarias inadecuadas como lo es hoy.

3.4.1 Zonificación según usos

Una vez sentadas las bases del diseño, se procede a la determinación de los usos de los distintos espacios planteados a lo largo del parque. El objetivo es llevar a los vecinos propuestas innovadoras que les posibiliten su aprovechamiento con fines recreativos y sociales, deportivos, entre otros.

El parque consta de 7 reservorios, cada uno con un uso dominante, pero a la vez flexible, y el mobiliario urbano correspondiente. A continuación se detalla cada uno de estos espacios, comenzando desde la zona oeste. Para una mayor claridad se recomienda observar el Plano Nº03.

En el primer espacio disponible, limitado por la calle Los Cedros, se encuentra un conjunto variado de árboles, que se integra con un sector social equipado con mesas, juegos para niños y tableros de ajedrez. En este espacio se ubica una laguna permanente, provista de una baranda en su perímetro para garantizar la seguridad de las personas circundantes. A su vez, el sector está equipado con un módulo de sanitarios públicos al alcance de todos los atractivos del parque. Los sanitarios son de fácil acceso, espaciosos, inclusivos, y a la vez, armónicos con el entorno.

En el segundo terreno, se ubica la cancha de fútbol recreativa, que fue mejorada con nuevos arcos y delimitada para potenciar aún más su uso. A su vez, el sector está dotado de equipamiento deportivo, que facilita la interacción social y el deporte, en un espacio vegetado y abierto. La flexibilidad de esta propuesta de gimnasio a cielo abierto es ideal tanto para atletas como para el resto de las personas que frecuentan el parque sin discriminar su edad.

A continuación, de oeste a este, el siguiente espacio cuenta con una laguna permanente, que se diferencia de la laguna planteada al inicio de este análisis ya que carece de barandas. En su lugar, se proponen taludes de baja inclinación que incitan a los vecinos a desarrollar sus actividades aprovechando el espacio del reservorio.

El cuarto lugar está destinado a ser un área de descanso, con un abanico de posibilidades para realizar diversas actividades a elección de los vecinos y visitantes del parque. Al igual que el anterior, cuenta con taludes leves que puedan ser aprovechados.

En cuanto al quinto terreno, se dispone un anfiteatro natural formado por los propios taludes del reservorio, que plantea la posibilidad de hacer muestras, conciertos, o cualquier evento que pueda hacer uso de esta disposición. Con esta propuesta, se busca ofrecer una versatilidad al parque potenciando sus usos sin limitaciones impuestas. Sumado a esto, la posibilidad de congregar gente mediante un concierto, acto u evento de cualquier índole, permite cautivar la atención de otros habitantes que no frecuenten el parque o que no residan en el barrio en estudio.

Con respecto al penúltimo espacio, se decide proyectar una huerta de uso comunitario. Esta consiste en dos escalones de pasto que se extienden a lo largo del terreno donde se colocan cajones de madera con tierra, y un escalón central para posibilitar que los vecinos utilicen la huerta. De esta forma, los habitantes del barrio pueden aprovechar la huerta comunitaria y el intercambio social entre los vecinos.

Finalmente, el último sitio verde se destina al emplazamiento de una feria mediante módulos de estructura metálica. Estos se integran con el paseo peatonal con el propósito de convocar a las personas que circulen por él a integrarse a la feria. El objetivo principal de esta es proporcionar un espacio que le permita a pequeños emprendedores exponer sus productos, fomentar la interacción social entre los habitantes del barrio, y a su vez, invitar a personas no residentes de Los Solares a visitar el parque y disfrutar de la feria. En este reservorio también se plantea una laguna permanente con taludes de baja inclinación para ser aprovechados, y un módulo de sanitarios.

Cada espacio de este parque se planteó con el objetivo de refuncionalizar los espacios existentes, instalando nuevos usos que complementen las actividades diarias de los vecinos. A su vez, ofrece un espacio conectado en toda su extensión que fomente la interacción social entre los vecinos y de ellos para con el medio ambiente.

3.5 MOBILIARIO URBANO

Se proyectan dos módulos de sanitarios públicos ubicados en puntos estratégicos, uno en el área socio-recreativa y otro en el sector de feria. Los módulos son distintos pero con una forma similar básica, con detalles en madera y una estructura metálica que genera un espacio sombreado y ventilado. Con este diseño se busca una configuración arquitectónica que no compita con la naturaleza, sino que posea una identidad propia, distinta del entorno con líneas curvas y formas orgánicas. Los listones de madera y la cubierta metálica generan un juego de sombras, luz y vacíos que dejan ver la vegetación y se integran con el entorno.

Esta misma configuración modular se mantiene para la estructura de la feria, la cual será metálica y permitirá su uso con flexibilidad, adaptándose a lo que allí se desee comercializar.

El parque en su totalidad está provisto de iluminación nocturna, que mejora la visibilidad y crea espacios seguros. En los límites norte y sur se disponen hileras de bolardos, que impiden el paso de los vehículos al parque, y se protege así el área frecuentada por peatones y ciclistas. Los bolardos son de hormigón premoldeado, y poseen pintura reflectiva para evitar accidentes de automóviles, ya que al ser elementos rígidos pueden causar choques graves.

El terreno está equipado con bicicleteros fijos a lo largo del corredor, para fomentar el uso de este medio de transporte en el barrio. Los bicicleteros se componen de una base de hormigón, y un caño de 50 mm de diámetro con una forma curva, que permite el aparcamiento de 8 bicicletas a la vez.

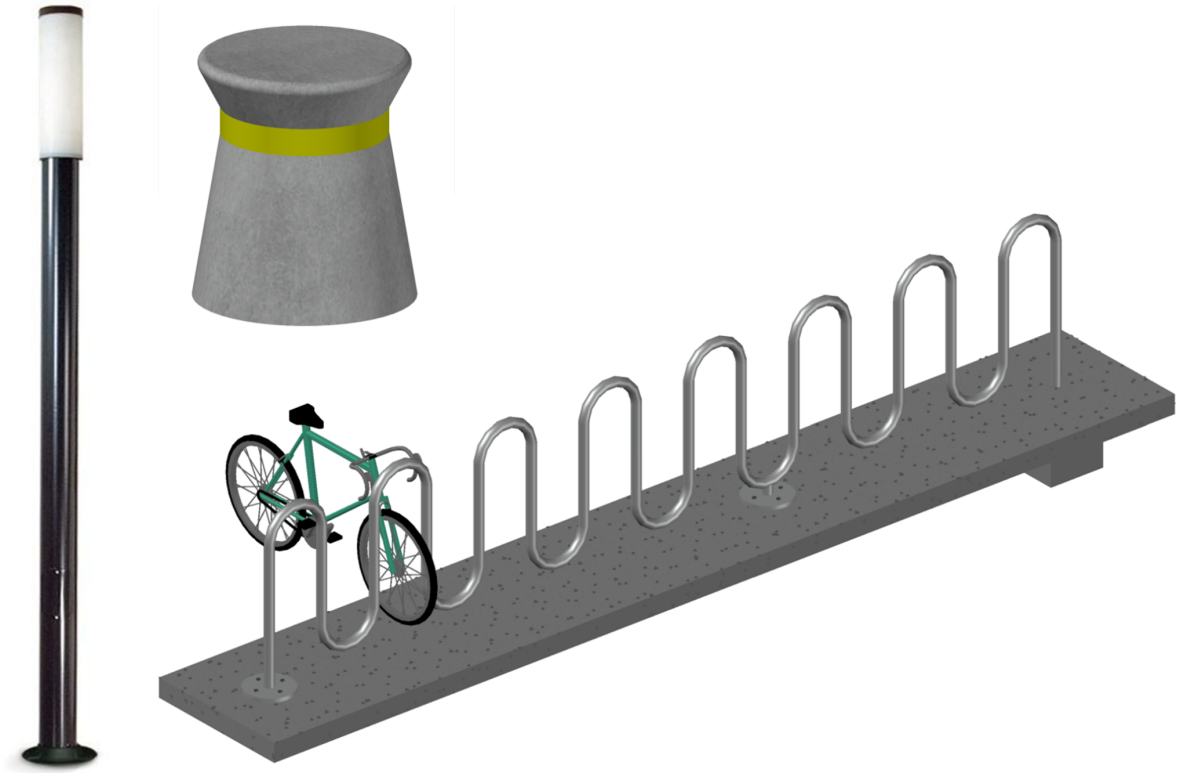


Figura N° 3.10 - Mobiliario urbano

La presencia de una laguna y espacios verdes es una atractivo para las aves de la zona. Cercano al barrio, a menos de 3 km, se encuentra el Aeropuerto Internacional Rosario “Islas Malvinas”, por lo que se deberá estudiar en detalle la normativa acorde al riesgo que trae la presencia de aves en las cercanías de un aeropuerto y adoptar las medidas necesarias para

evitar siniestros. Una de las medidas más comunes es colocar cañones de aire comprimido o de propano, que producen explosiones que ahuyentan a las aves. Estos pueden ser detonados por control remoto cuando las aves se encuentran en el área y son útiles para reducir el fenómeno de la habituación.

4. PROYECTO HIDRÁULICO

En el proyecto hidráulico se utilizan distintos métodos y técnicas. Para comenzar, se delimitan las subcuencas con base en las cunetas y alcantarillas propuestas por un proyecto de la Municipalidad de Funes. Se obtienen los hietogramas de lluvia total a partir de las curvas IDR y del Método de Bloques Alternos, que sirve para ordenar dichos hietogramas. Posteriormente se obtienen los hietogramas de lluvia neto con el Método del Servicio de Conservación de Suelos, que separa la lámina de lluvia que efectivamente escurre del resto de la precipitación.

Luego se obtienen los coeficientes de escorrentía en función de los valores tabulados por Ven Te Chow, a partir de los cuales se puede aplicar el Método Racional Modificado, que sirve para obtener los caudales en cada cuneta. A continuación se dimensionan las cunetas con el Método de Chezy-Manning para escurrimiento a superficie libre. Este último método también se utiliza para dimensionar las desembocaduras en los embalses.

Con respecto a los embalses, se realiza un cálculo manual con el Hidrograma Unitario Sintético de Colorado para el hidrograma de entrada al embalse, y un hidrograma de salida triangular. Por último, se utiliza el software Epa-SWMM para verificar los embalses y dimensionar las obras de salida de estos. Allí se puede ver cómo los embalses ayudan a laminar las precipitaciones.

Se utiliza una recurrencia de 5 años para el diseño del sistema de cunetas, que son obras de funcionamiento diario y cuyo diseño para grandes recurrencias resultaría en dimensiones desmedidas e implicaría costos excesivos. La recurrencia de 100, se utiliza para diseñar los reservorios, que laminan las lluvias con el objetivo de no sobrecargar el Arroyo Ludueña y verificar la no inundabilidad de la zona, acorde a la normativa vigente detallada en el ítem 2.1.4 Marco legal. Los reservorios comienzan a desempeñar su rol en cuanto se satura el sistema de cunetas.

4.1 DEFINICIÓN ZONA EN ESTUDIO

Para delimitar las cunetas y las subcuencas acorde al recorrido del agua, se toma como base el plano del proyecto proporcionado por la Municipalidad de Funes. En la figura siguiente se puede observar un esquema de la subdivisión de la cuenca. En el Plano Nº07 adjunto se muestra con mayor detalle. La zona gris no descarga en el reservorio: las calles en el límite norte descargan directamente en la cuneta de la Ruta Nacional Nº 9, mientras que las que dan al Sur, descargan directo en la cuneta norte de la Av. Arturo Illia, que luego se desvía hacia la cuneta sur por alcantarillas que conectan ambas cunetas. La zona rayada es la que acomete en el reservorio en estudio, que luego llega a la cuneta norte de Av.

Arturo Illia por 2 salidas. Las cotas de los fondos de cuneta de Av. Arturo Illia, así como las cotas existentes de la zona en estudio, se pueden ver en el Plano Nº02 A.

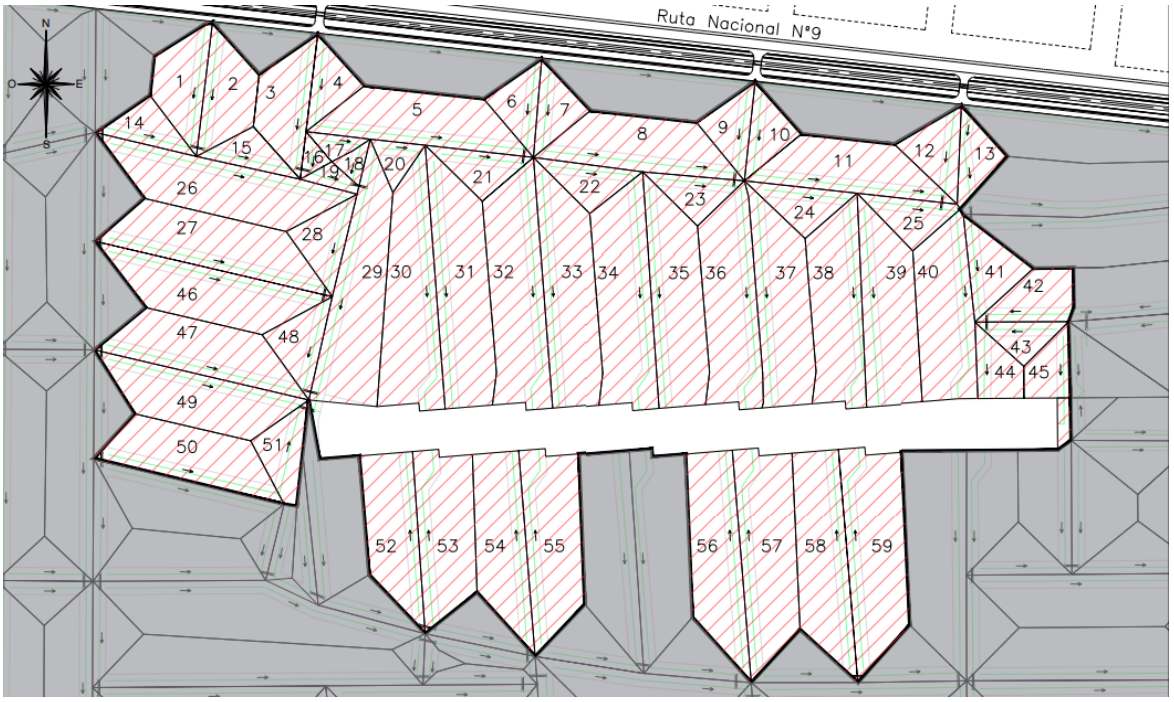


Figura Nº 4.1 - División de la cuenca en subcuencas

4.2 CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración de la cuenca se calcula con la fórmula empírica de Denver para flujo mantiforme. La cuenca tiene un área de 21,4 Has. Tiene una diferencia de nivel de 5 m y una longitud de la línea natural del flujo de 900 m, por lo que se tiene una pendiente media de 0,555%. Se utiliza un coeficiente de escorrentía C=0,577. La obtención de este valor se detalla en el punto 4.4.1. Coeficientes de escorrentía.

Se aplica la fórmula de Denver y se obtiene:

$$Tc = 0,70 \times (1,1 - C) \times L^{0.5} \times S^{-0.33}$$

Resulta $Tc = 60\,min$.

4.3 PRECIPITACIONES

4.3.1 Hietogramas de lluvia total

El primer paso a seguir en un proyecto de diseño hidrológico es determinar las precipitaciones de diseño. Para esto se utilizan las curvas IDR (Intensidad, Duración y Recurrencia) mencionadas en el apartado 2.1.2 Hidrometeorología. A partir de estas, se plantean intervalos de tiempo de 5 minutos de duración y se obtienen las intensidades de lluvia para la recurrencia de 5 y de 100 años, que luego permiten obtener las láminas de lluvia. Se adopta una duración de lluvia de 1 hora (60 minutos) acorde al tiempo de concentración obtenido en el punto anterior, y una distribución temporal de acuerdo al Método de Bloques Alternos.

Luego, se multiplica la intensidad por la duración correspondiente y se obtienen las láminas de lluvias para cada intensidad con su intervalo de tiempo acumulado. Este valor luego es discretizado en láminas de lluvia parciales para el intervalo de tiempo de 5 minutos considerado.

$$P_i = \frac{D_i * i_i}{60}$$

$$\Delta P_i = P_i - P_{i-1}$$

A partir de esto, se ordenan los incrementos ΔP de láminas de lluvia según el Método de Bloques Alternos que consiste en ordenar las láminas de lluvia considerando que la intensidad máxima ocurre a la mitad de la tormenta, la siguiente a la derecha, la tercera a la izquierda y así sucesivamente.

Los cálculos realizados se pueden ver en detalle en el Anexo 4.1.

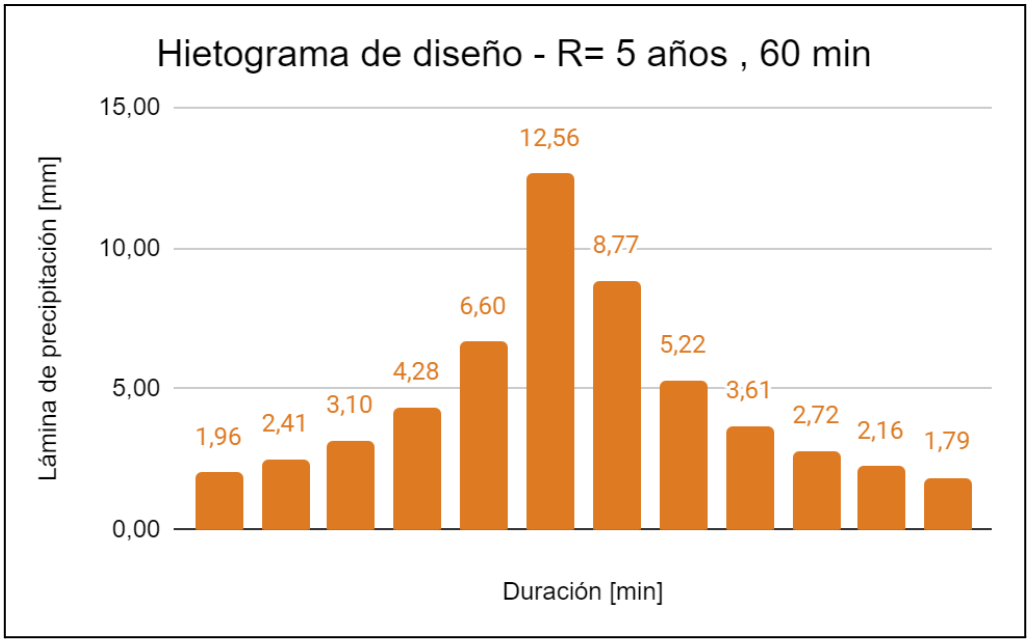


Figura Nº 4.2 - Hietograma de lluvia total - R=5 años

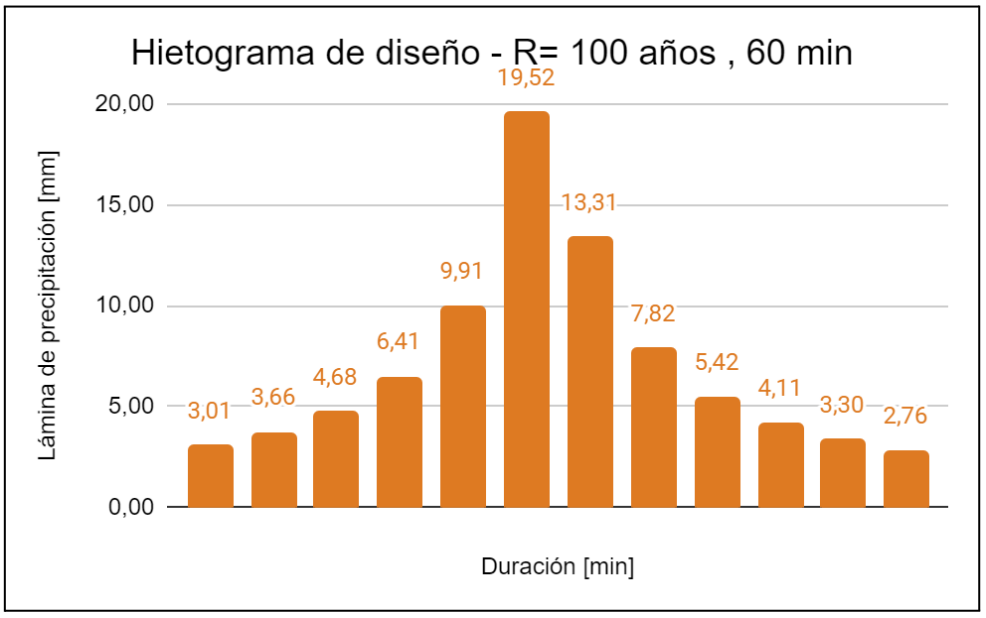


Figura Nº 4.3 - Hietograma de lluvia total - R=100 años

4.3.2 Hietograma de lluvia neta

Una vez conocida la lluvia total, se requiere obtener la lluvia que escurre superficialmente, que tiene en cuenta las pérdidas por infiltración, y pérdidas iniciales, que se manifiestan mayormente antes de que comience a surgir el escurrimiento superficial, entre ellas intercepción vegetal y almacenamiento superficial.

Se estima el *Hietograma de lluvia neta* para la precipitación de 60 minutos y para la recurrencia de 100 años, necesario para obtener el volumen del embalse, mediante la metodología CN. Para obtener el valor del CN, dado por el Servicio de Conservación de Suelos de EEUU, se definen ciertas condiciones.

El número de curva CN $(0 < CN < 100)$ representa las características medias del complejo hidrológico suelo-vegetación. Existen tabulaciones de valores de CN en base al tipo de suelo y el uso de la tierra, definiendo cuatro grupos (A, B, C y D). En este caso se considera la *condición C*, que corresponde a suelos con potencial de escurrimiento medio, donde la capacidad de infiltración es inferior a la media una vez mojados o humedecidos.

Las condiciones de humedad antecedentes se definen según la precipitación antecedente en los últimos 5 días al evento considerado. Se considera la condición III: suelo húmedo (próximo a saturación). Corresponde a una situación propicia para la ocurrencia de escurrimientos superficiales importantes. Esta condición, si bien es severa, es habitualmente utilizada para el dimensionamiento de obras de control de inundaciones.

Para determinar los porcentajes de área permeable e impermeable de la cuenca se analizan cinco manzanas típicas. Se utiliza el sistema Google Earth para obtener una vista satelital del barrio, en la cual se eligen las cinco manzanas que se estima que son representativas del resto. Se observan las áreas verdes dentro de cada lote, y las áreas impermeables como techos. Las piletas de natación se consideran área permeable ya que se asume que existe un márgen entre el nivel del pelo del agua y el borde de la pileta. Se realiza un promedio de los porcentajes obtenidos en cada una de las manzanas, y se aplica ese porcentaje ponderado para la totalidad del barrio. Se obtiene así un porcentaje de impermeabilidad del 50%.



Figura Nº 4.4 - Impermeabilidad en la cuenca

DESCRIPCION DE LA COBERTURA		GRUPOS HIDROLOGICOS DEL SUELO			
TIPO DE COBERTURA Y CONDICION HIDROLOGICA		A	B	C	D
AREAS COMPLETAMENTE DESARROLLADAS					
Espacios Abiertos: parques, cesped, campos de golf, cementerios, etc.:					
Condición pobre (cobertura pasto<50%)		68	79	86	89
Condición media (cobertura pasto 50% a 75%)		49	69	79	84
Condición óptima (cobertura pasto>75%)		39	61	74	80
Areas Impermeables:					
Estacionamientos pavimentados, techos, accesos		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y desagües pluviales		98	98	98	98
Pavimentados con zanjas a cielo abierto		83	89	92	93
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89
Distritos Urbanos:					
	Porcentaje promedio impermeable (*)				
Areas Comerciales	85	89	92	94	95
Areas Industriales	72	81	88	91	93
Distritos Residenciales:					
Areas promedio de lote	Porcentaje promedio impermeable (*)				
500 m^2 o menos	65	77	85	90	92
1000 m^2	38	61	75	83	87
1350 m^2	30	57	72	81	86
2020 m^2	25	54	70	80	85
4040 m^2	20	51	68	79	84
8100 m^2	12	46	65	77	82
AREAS URBANAS EN DESARROLLO					
Areas jerarquizadas (zona permeable)		77	86	91	94

(*) Las áreas impermeables se consideran directamente conectadas a los sistemas de desagües pluviales, considerando un CN=98 y las áreas permeables son consideradas equivalentes a espacios abiertos con condición hidrológica óptima.

Figura Nº 4.5 - Números de curva para áreas urbanas y suburbanas (condición de humedad antecedente II Ia= 0.2 S). Fuente: USSCS (1986)

Los valores tabulados están dados para la condición antecedente II, por lo que se debe pasar a condición III de la siguiente manera:

$$CN\ (III) = \frac{23\ CN\ (II)}{10+0{,}13\ CN\ (II)}$$

El método propone una igualdad entre relaciones de valores reales con potenciales:

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P-Ia}$$

$$P = Pe + Ia + Fa$$

$$Pe = \frac{(P-Ia)^2}{P+S-Ia}$$

$$Pe = \frac{(P-0{,}2\ S)^2}{P+0{,}8\ S}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

- $Fa = infiltración\ acumulada$
- $Pe = precipitación\ neta\ acumulada$
- $P = precipitación\ total\ acumulada$
- $Ia = pérdidas\ iniciales$
- $(0 < CN < 100)$

Se obtienen los parámetros de cálculo para cada área en estudio:

Tabla N° 4.1 - Números de curva CN en condición III, S y pérdidas iniciales Ia

CN (III)	S	Ia
91,94	22,26	4,45

A continuación se presenta el hietograma obtenido, para la duración de 60 minutos y recurrencia de 100 años.

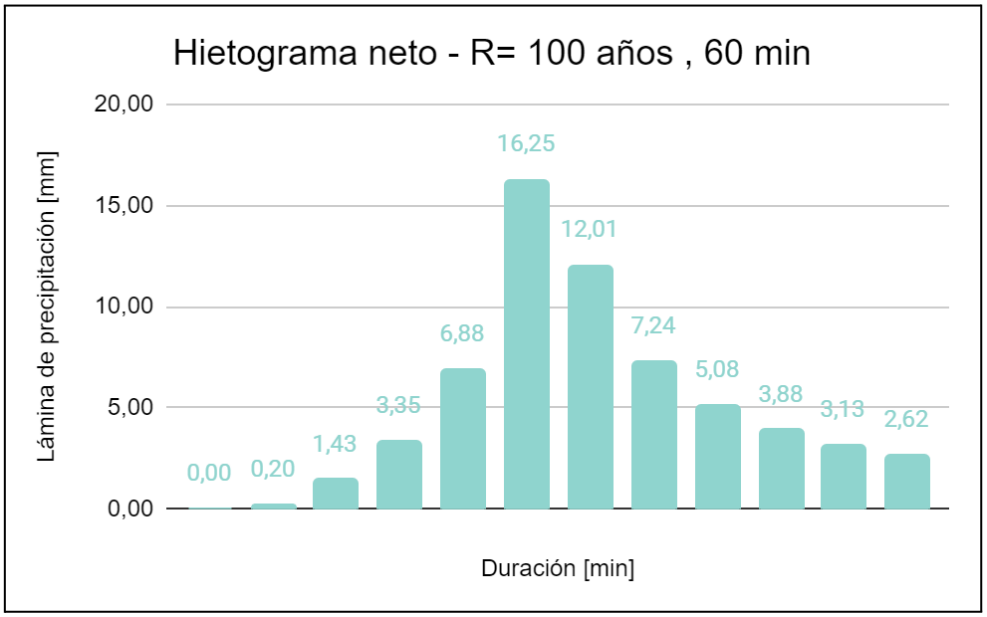


Figura Nº 4.6 - Hietograma de lluvia neta - R=100 años

El Anexo 4.2 incluye los cálculos realizados para alcanzar el hietograma neto de la cuenca.

4.4 DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS PARA R=5 AÑOS

Para comenzar el dimensionamiento se propone la siguiente sección transversal, que se detalla en el apartado 5.2.1 Sección transversal tipo.

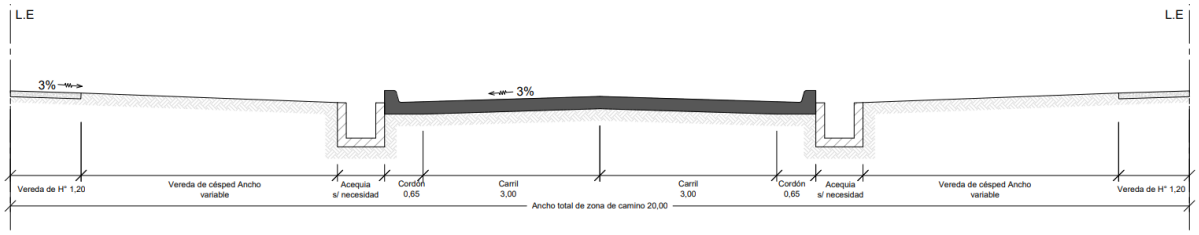


Figura N° 4.7 - Perfil transversal tipo de las calles

Se decide proyectar acequias y no canalizar el agua en un sistema de conductos, debido a la falta de pendiente de la zona. Para tender conductos se deben cumplir limitaciones de tapadas mínimas, lo que conlleva a mayores profundidades. Con esta última alternativa se llegaría a las cotas de entrada al reservorio de manera enterrada, situación no deseable.

Además, las cunetas que se proyectan son revestidas, ya que las condiciones actuales del barrio con acequias de césped y abiertas demuestran que no tienen un buen funcionamiento, principalmente por la falta de mantenimiento. Si bien el costo de las acequias revestidas es mayor, también debe considerarse que presenta varias ventajas. Las cunetas revestidas son más fáciles de mantener. A su vez, las cunetas verdes son muchas veces intervenidas por los vecinos ante problemas puntuales, lo que genera luego una desigualdad en los desagües, con los problemas de interrupción de flujo que ello conlleva. Se adoptan estructuras de paredes y losas de hormigón armado, de espesor 0,10 m. Las cunetas tienen de altura mínima 0,20 m, y en general una base de fondo de 0,50 m, excepto en casos donde se necesita aumentar el ancho para no superar la altura máxima dispuesta por la Municipalidad de Funes de 0,80 m.

La sección transversal también incluye un cordón con barbacanas proyectadas cada 5 m como máximo, que permiten el paso del agua de la calle a las cunetas. Se puede observar un detalle en el Plano N°09.

4.4.1 Coeficientes de escorrentía

Se obtienen los coeficientes para recurrencias 5 y 100 años de la Figura N° 4.9 para las áreas permeables e impermeables de las manzanas y las calles.

- Áreas permeables: condición media con una cobertura de césped entre 50% y 75% y pendiente llana (C_5=0,28; C_{100}=0,41)
- Áreas impermeables manzanas: techos de hormigón (C_5=0,80; C_{100}=0,97)
- Áreas impermeables calles: asfalto (C_5=0,77; C_{100}=0,95)

Para cada subcuenca se obtienen las áreas de lotes y calles de AutoCad y se ponderan los coeficientes de escorrentía para obtener un único coeficiente para cada subcuenca.

COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO (Ven Te Chow, 1987)
(ciudad de Austin, Texas)

	Recurrencia (años)						
Característica de la Superficie	**2**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**500**
Areas desarrolladas							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Hormigón : pavimentos, techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas Verdes (jardines, parques, etc.):							
Condición pobre (cubierta de pasto menor al 50% del área)							
Pendiente llana, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Media, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Elevada ; > 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición media (cubierta de pasto entre 50% - 75% del área)							
Pendiente llana, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Media, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Elevada ; > 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área)							
Pendiente llana, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Media, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Elevada ; > 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Areas no desarrolladas							
Areas de cultivos							
Pendiente llana, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Media, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Elevada ; > 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Pendiente llana, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Media, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Elevada ; > 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Pendiente llana, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48

Figura Nº 4.8 - Coeficientes de escorrentía (Ven Te Chow, 1987)

Los coeficientes obtenidos para cada subcuenca se pueden ver en el Anexo 4.3.

4.4.2 Método Racional Modificado

Para determinar los caudales que circulan por las cunetas se aplica el Método Racional Modificado. El Método Racional original representa a la cuenca como un bloque único, por lo que para una cuenca urbana donde el flujo encauzado comienza a cobrar relevancia dentro del proceso de escurrimiento, se debe subdividir el trayecto de escurrimiento en tramos elementales. Se comienza en los tramos extremos de la cuenca, donde el tiempo de concentración es el de la subcuenca que concurre a ese tramo. Para el tramo siguiente, se suman el tiempo de concentración (tc) de la cuenca extrema y el tiempo de viaje (tv) por la cuneta de la cuenca siguiente. Se compara este valor con el tc de la cuenca en cuestión, y se adopta el mayor. En los puntos donde concurren 2 o más tramos, se comparan los

tiempos de cada tramo con sus subcuencas y se toma el mayor. Para obtener el tiempo de concentración de las cuencas *tc*, se tomó como longitud de lote de 30 m, y una velocidad del agua en los lotes v=0,1 m/s. El tiempo de viaje *tv* se calcula la longitud de la cuneta y con una velocidad de 0,60 m/s. Estos valores se obtienen de la siguiente tabla. Se adopta un *tc* mínimo de 10 minutos.

Tabla Nº 4.2 - Valores de referencia de la Velocidad Máxima promedio del flujo. Fuente: Ley 13.246, Provincia de Santa Fe.

TIPO DE ESCURRIMIENTO	VELOCIDAD MAXIMA PROMEDIO DEL FLUJO
Flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines	0,10 m/seg.
Flujo no concentrado en pavimentos	0,35 m/seg.
Flujo en cordón-cuneta	0,60 m/seg.
Flujo en zanjas y canales excavados	1,10 m/seg.
Flujo en conductos de hormigón	1,30 m/seg.

Se aplica entonces el *Método Racional Modificado*, para calcular el caudal de aporte en cada cuneta mediante la siguiente formulación:

$$Q = \frac{A\,I\,C}{3600}$$

Donde:

- A: Área de la cuenca de aporte [ha]
- I: Intensidad de lluvia [mm/h]
- C: Coeficiente de escorrentía

El área de la cuenca de aporte tiene en cuenta la subcuenca a la cual pertenece el punto en estudio, y las anteriores que también aportan a la cuneta. La intensidad se obtiene de las curvas IDR para una duración igual al tiempo de concentración explicado en el apartado anterior, y el coeficiente de escorrentía se obtiene ponderando los coeficientes de las subcuencas de aportes.
Los caudales obtenidos se pueden observar en el Anexo 4.3.

4.4.3 Dimensionamiento de cunetas

A partir de los caudales aportados por las cuencas aguas arriba para R = 5 años, se calcula la sección de las cunetas despejando la altura de la fórmula de Chézy-Manning.

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

- $n \rightarrow coeficiente\ de\ rugosidad\ de\ Manning$
- $A = Bf \times H \rightarrow Area\ mojada\ [m^2]$
- $R = A/P \rightarrow Radio\ hidraulico\ [m]$
- $P = Bf + 2H \rightarrow Perimetro\ mojado\ [m]$
- $S \rightarrow Pendiente\ longitudinal$

Se verifica que las velocidades de flujo se encuentren dentro del rango permitido: la velocidad máxima para evitar que se erosionen las paredes y el fondo de las cunetas, y la mínima para prevenir la sedimentación del material que el agua lleva en suspensión. El cálculo de las secciones obtenidas se pueden observar en el Anexo 4.4, y se adjunta un plano con las dimensiones de cada tramo (Plano Nº08).

4.5 OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DEL EMBALSE

Se proyectan embalses con el objetivo de laminar las lluvias previo a su ingreso al Arroyo Ludueña, que a su vez restituyan las condiciones de escurrimiento previas a la urbanización. El volumen disponible en el barrio para aprovechar como embalse es de aproximadamente 6600 m^3. Este volumen corresponde a la arquitectura del reservorio, que fue desarrollada en el ítem 3.4 Redistribución espacial. Aquellos espacios indicados como lagunas permanentes, tienen un volumen disponible correspondiente al espacio por encima del nivel de agua permanente. Los reservorios verdes, tienen la totalidad de la altura disponible. En todos los casos el tirante disponible es de 0,80 m. Los reservorios verdes tienen en el fondo un albañal que dirige el agua remanente hacia las salidas, para evitar el anegamiento. Se puede ver un detalle en el Plano Nº10 A.

Se propone un caudal de corte (o máximo caudal saliente a erogar por los embalses) correspondiente al escenario rural antecedente. De esta forma, se asegura que el volumen de flujo saliente del embalse en un escenario post-urbanización no exceda el valor del volumen saliente en el período pre-urbanización, como se indica en la Ley 13246 detallada en el ítem 2.1.4 Marco legal. El hidrograma entrante a los embalses será el generado por la cuenca ya urbanizada.

Para verificar que el volumen disponible sea mayor al volumen necesario a embalsar para lograr la laminación, se utiliza el software SWMM. Sin embargo, se realiza a continuación un cálculo con otra metodología para comparar y verificar los resultados del programa.

4.5.1 Hidrograma Unitario Sintético de Colorado

Inicialmente, se obtiene el caudal máximo saliente de la cuenca utilizando el *Método del Hidrograma Unitario de Colorado*, considerando el hietograma de lluvia total y neta de duración D=60 minutos.

Este hidrograma tiene la siguiente forma:

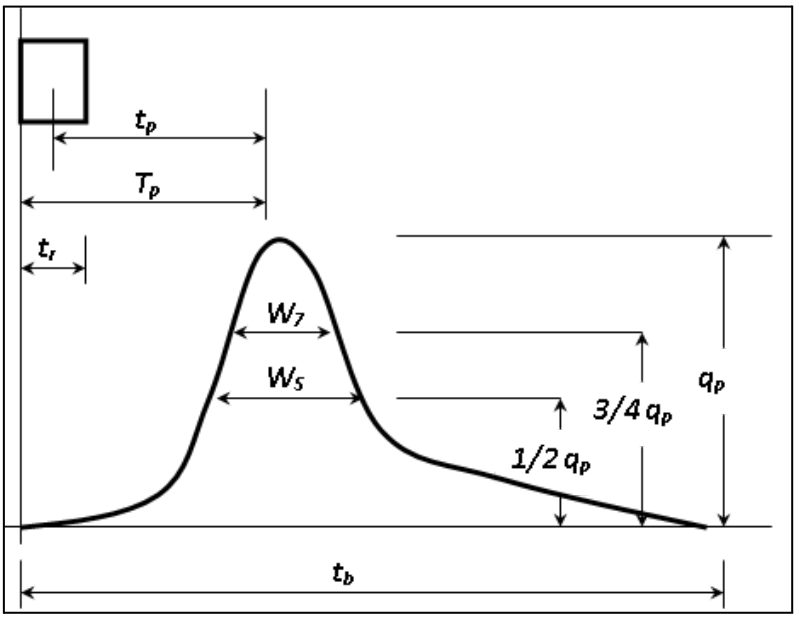


Figura Nº 4.9 - Esquema HUSC

Donde:

- tp: tiempo de retardo, desde el centroide de la lluvia hasta el pico del hidrograma (hs)

$$tp = 0,752\ Ct\ (L\ Lc)^{0,3}$$

- tn: tiempo de lluvia neta = 5 min. Las ecuaciones fueron desarrolladas a partir del análisis estadístico de 96 hidrogramas unitarios de 5 minutos, derivados de eventos observados en 19 cuencas urbanas de la región metropolitana de Denver Boulder, Colorado, EU.

  Este valor debe ser $tn = 5,5\ tp$. Como difieren, se ajusta el tp con la ecuación:

$$tp' = tp + 0.25\ (tn' - tn)$$

  donde tn = tp/5,5 y tn´ = 5 min

- Tp: tiempo al pico, desde el inicio de la lluvia hasta el pico del hidrograma (min)

$$Tp = tp + 0,5\ tn$$

- qp: caudal pico específico ($m^3/s.km^2.mm$). Para una precipitación unitaria P=1mm se expresa:

$$qp = 0,275 \frac{Cp}{tp}$$

$$Cp = 0,89\, Ct^{0,46}$$

$$Ct = \frac{7,81\, k1\, k2}{I^{0,78}}$$

- tb: tiempo de base (min)
- W50: ancho mínimo del hidrograma unitario, correspondiente al 50% de qp (min)
- W75: ancho mínimo del hidrograma unitario, correspondiente al 75% de qp (min)

tb: tiempo de base. Relación sugerida: $tb = 5\, Tp$

El tiempo de base tb es el tiempo necesario para que el volumen acumulado aportado por la lluvia (Pneta * Área) sea igual al volumen que arroja el área debajo del hidrograma.

Luego, se obtienen los puntos característicos para la construcción del Hidrograma, a partir de suponer que los anchos W se distribuyen un 40% de W antes del pico y 60% de W después de este. El hidrograma que se obtiene es para una lluvia unitaria (P=10mm) de duración unitaria (tn=5 min). Los cálculos se pueden ver en el Anexo 4.5.

Posteriormente, se ajusta para poder extrapolarlo a la lluvia real de 60 min de duración neta con un factor igual a la relación entre la lluvia del intervalo (P=60 mm) y la lluvia unitaria (P=10 mm) y se ajustan los valores de tiempo del HUSC original a intervalos de 2,5 min. Finalmente, obtenido el HUSC y el hietograma neto para D=60 min, junto con los factores P/P0, se realiza la convolución (Anexo 4.6). El hidrograma obtenido para la cuenca en estudio resulta:

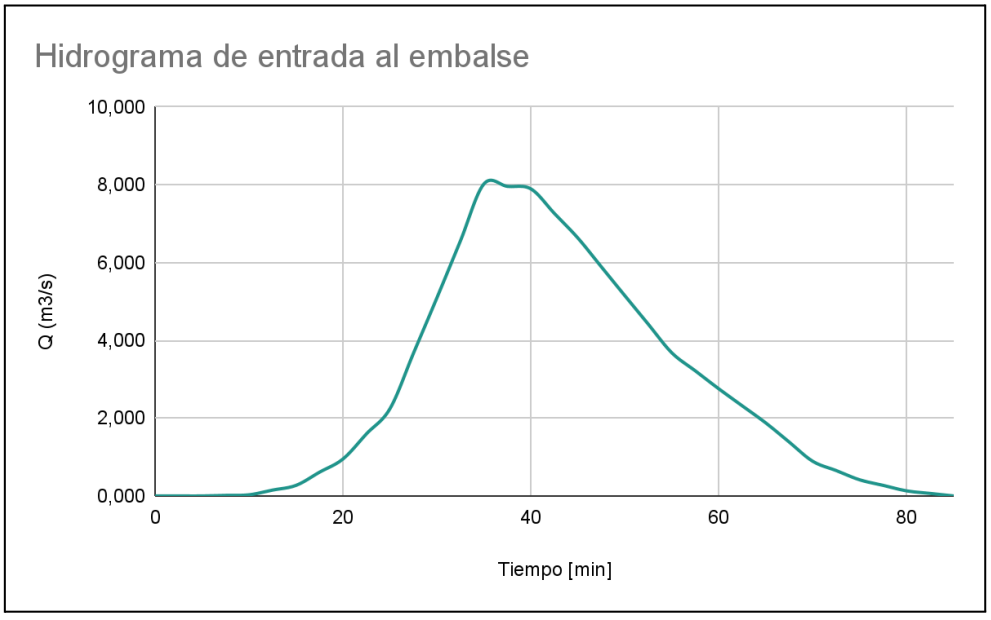


Figura N° 4.10 - Hidrograma de entrada cuenca a partir del HUSC y el hietograma neto para D=60 min

Del hidrograma de la cuenca podemos ver que el caudal máximo saliente es 8,023 m^3/s.

4.5.2 Hidrograma de salida

Se obtiene un hidrograma de salida triangular del reservorio a partir del Método Racional Modificado para una recurrencia de 100 años, y luego se comparan los resultados con los obtenidos en el Hidrograma Unitario Sintético de Colorado. El caudal a erogar surge de considerar toda la cuenca sin urbanizar, con un coeficiente de escorrentía C=0,30.

Tabla Nº 4.3 - Cálculo del caudal pre-urbanización

Caudal de corte (R=100 años)	
C pre-urbanización	0,3
L recorrido [m]	340
V [m/s]	0,1
Tc antes [min]	56,67
D antes = Tc antes [min]	56,67
i antes [mm/h]	86,93
A [km2]	0,214
Q antes [m3/s]	1,55

4.5.3 Volumen del embalse

El volumen que se necesita embalsar se determina como la diferencia entre el volúmen bajo el área del HUSC y el volúmen del hidrograma de salida (ver Anexo 4.7).

$$V\ necesario\ de\ embalse\ =\ 10.662,25\ m^3$$

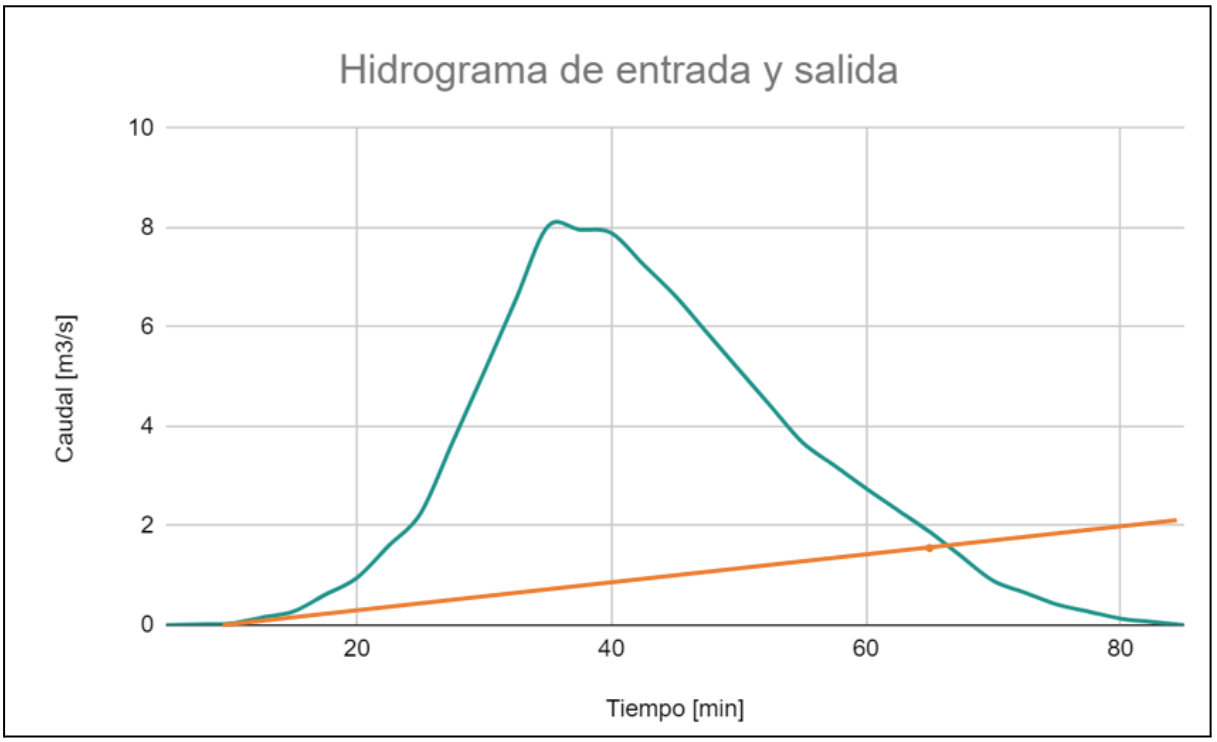


Figura Nº 4.11 - Hidrogramas de entrada y salida del embalse

El volumen necesario es mayor al disponible, lo que indica que para una recurrencia de 100 años, el proyecto planteado no es suficiente y la zona puede inundarse. Sin embargo, es una buena solución para recurrencias menores, quizás de hasta 50 años. Esto será verificado una vez obtenido el volumen necesario mediante el software EPA-SWMM.

4.6 MODELACIÓN DINÁMICA EN SWMM

Se modeliza el sistema en el software EPA-SWMM versión 5.2 para ver su comportamiento dinámico.

Se estudiará una lluvia de 60 minutos de duración, inicialmente para una recurrencia de 100 años. El objetivo del modelo es obtener el volumen máximo necesario a embalsar, las obras de salida del embalse, y las conexiones entre los distintos reservorios.

El modelo del área en estudio se muestra a continuación, la nube representa el pluviómetro que contiene las lluvias a las cuales estará sometida la cuenca modelada. Las distintas partes del reservorio se modelizan como elementos de embalses, que reciben la precipitación que cae sobre las subcuencas representadas con cuadrados y las líneas punteadas representan la conexión entre las subcuencas y sus respectivos puntos de descarga. Las líneas llenas representan alcantarillas que desembocan en los reservorios, la conexión entre ellos y los conductos de salida. Los círculos representan nodos y los triángulos puntos de vertido, que coinciden con la cuneta norte de Av. Arturo Illia. El modelo

requiere ciertas simplificaciones. Se modelan las desembocaduras dimensionadas, al igual que las cunetas con el Método Racional Modificado y aplicando Chezy-Manning, pero para la recurrencia correspondiente al dimensionamiento del embalse, con la totalidad de las subcuencas que aportan a cada una, como se observa a continuación. Los cálculos se pueden encontrar en el Anexo 4.8. En el modelo no se ingresan las cunetas, que aportarían al volumen disponible para almacenar. La unión entre los distintos embalses se modeliza inicialmente con alcantarillas de dimensiones tales que permiten la libre circulación de uno a otro. Para los fines que el modelo se utiliza, el comportamiento hidráulico del modelo se asemeja bastante a la realidad.

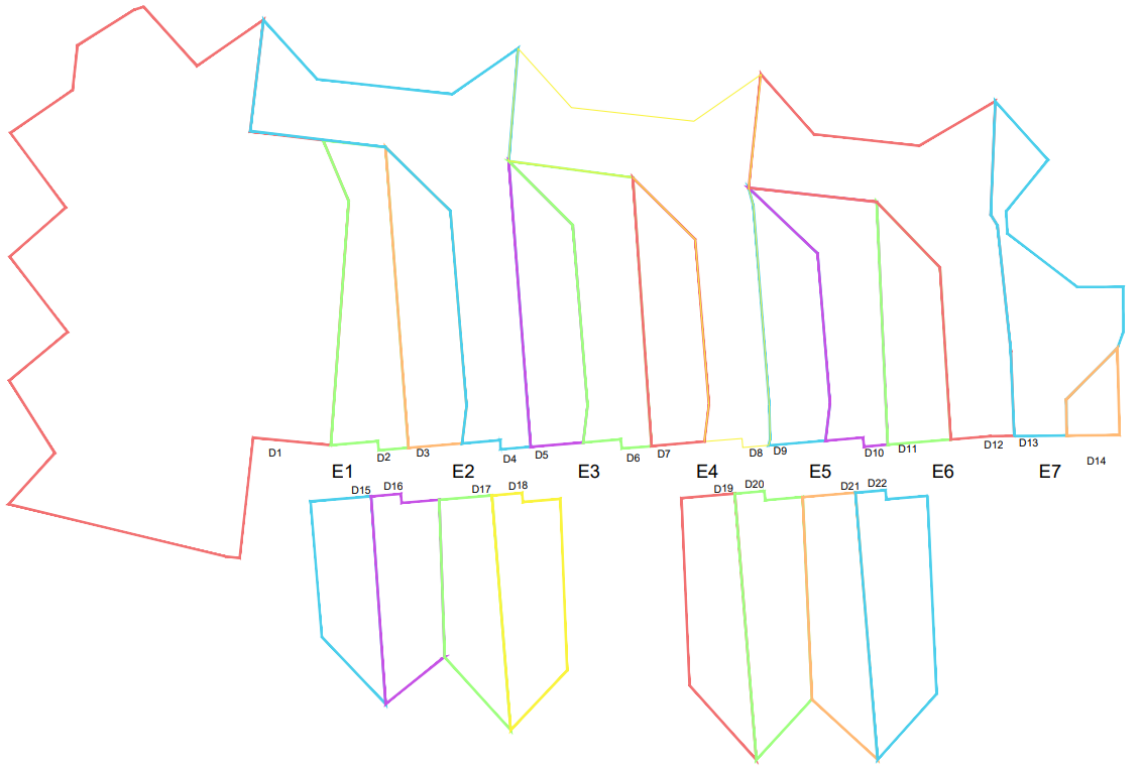


Figura Nº 4.12 - Representación del sistema

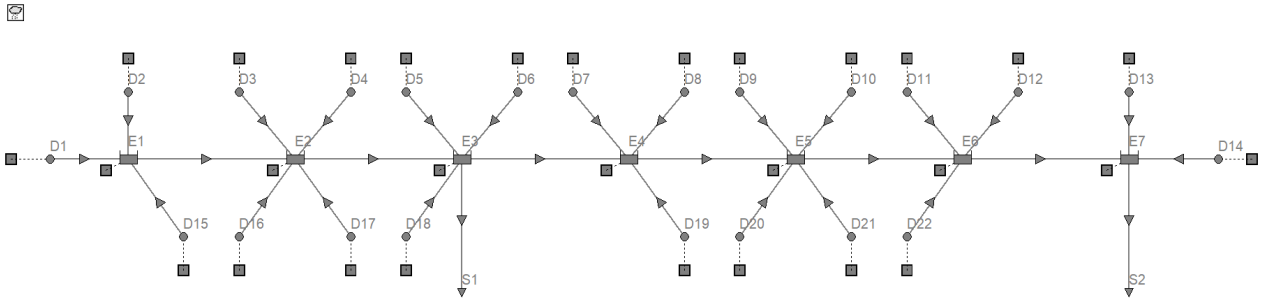


Figura Nº 4.13 - Modelo ingresado en el Software SWMM

Todos los reservorios tienen una altura máxima de 0,80 metros disponibles para el almacenamiento de agua.

Tabla N° 4.4 - Volúmenes disponibles de los reservorios

Reservorio	Área inferior [m^2]	Área superior [m^2]	Volumen disponible [m^3]	Volumen Total [m^3]
1	760	990	700	6684
2	590	1210	720	
3	1240	1800	1216	
4	930	1460	956	
5	800	1750	1020	
6	1200	1660	1144	
7	900	1420	928	

Como se estableció anteriormente en el ítem 4.5.3 Volumen del embalse, para una recurrencia de 100 años el volumen disponible es menor al necesario. Esto se verificó en el Software Epa-SWMM donde se obtuvieron tirantes en los reservorios mayores a los 0,80 m disponibles.

Por lo tanto, se procede a realizar el modelo para una lluvia de recurrencia 50 años. Se ingresan al software el hietograma de lluvia total, y el número de curva CN a las subcuencas. A continuación se observa el hietograma de lluvia total que se introduce, cuyos cálculos se encuentran en el Anexo 4.1.

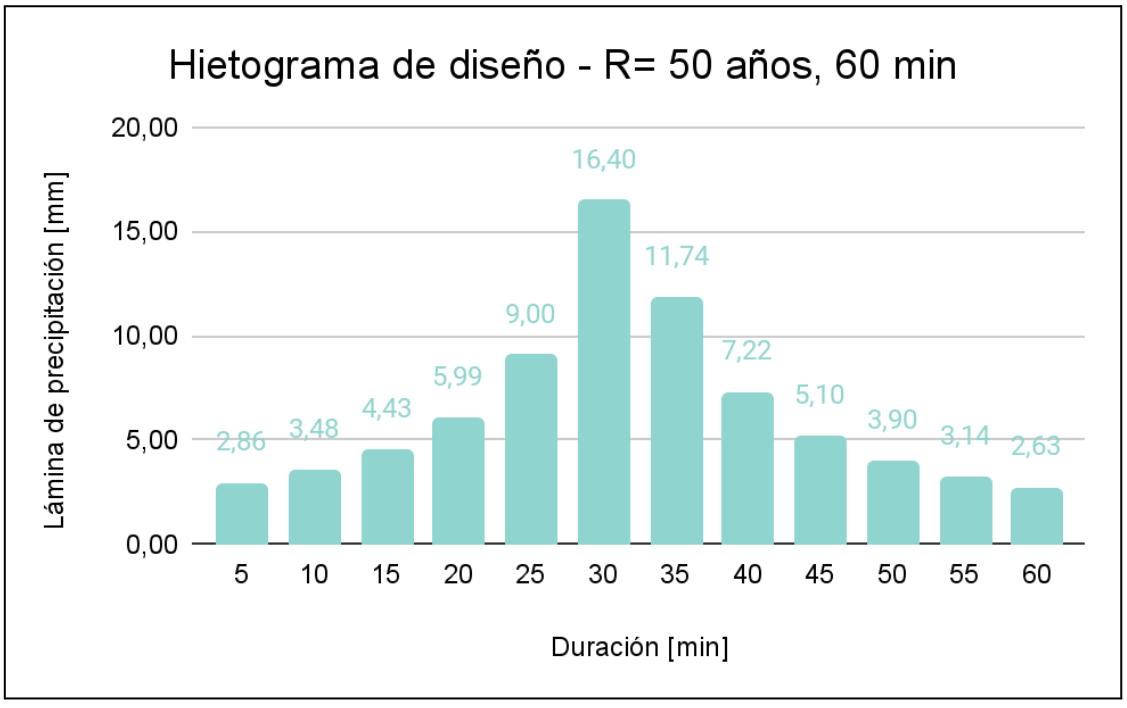


Figura N° 4.14 - Hietograma de lluvia total - R=50 años

Una vez modelado el sistema, se observan los tirantes generados en los distintos reservorios. Inicialmente, se obtienen tirantes menores a 0,80 m en los primeros 4 embalses, denominados E1, E2, E3 y E4, y mayores en los últimos 3, llamados E5, E6 y E7.

Con el fin de lograr un llenado parejo de los reservorios, se restringe el flujo de aquellos con tirantes menores al límite para evitar que los siguientes sobrepasen su capacidad al sumarse los caudales que desembocan en ellos.

A su vez, se dimensionan los conductos de salida de manera que eroguen un caudal igual al de pre urbanización, obtenido mediante el Método Racional para una recurrencia de 50 años.

Tabla Nº 4.4 - Caudal de corte

Caudal de corte = Caudal pre urbanización (R=50 años)	
C pre-urbanización	0,3
L recorrido [m]	340
V [m/s]	0,1
Tc antes [min]	56,67
D antes = Tc antes [min]	56,67
i antes [mm/h]	78,54
A [km^2]	0,214
Q antes [m^3/s]	1,40

Se realiza un proceso iterativo, variando las dimensiones de las obras de conexión y de salida hasta obtener el resultado deseable, donde la capacidad de los reservorios es suficiente para laminar una crecida de hasta 50 años de recurrencia sin aumentar el caudal de salida previo a la urbanización.

Las dimensiones obtenidas se detallan a continuación y se puede observar detalles de las desembocaduras y alcantarillas en los Planos Nº10 A y B.

Tabla Nº 4.5 - Dimensiones conductos de salida y alcantarillas entre reservorios

Conducto	Base B [m]	Altura H [m]
Conducto de salida S1	1,2	0,3
Conducto de salida S2	2,6	0,3
Conducto E1-E2	1	0,4
Conducto E2-E3	1	0,4
Conducto E3-E4	1	0,4
Conducto E4-E5	1,5	0,4
Conducto E5-E6	1	0,4
Conducto E6-E7	1,5	0,4

A continuación se observan los limnigramas de los distintos reservorios, donde se percibe que ninguno de los niveles supera los 0,80 m.

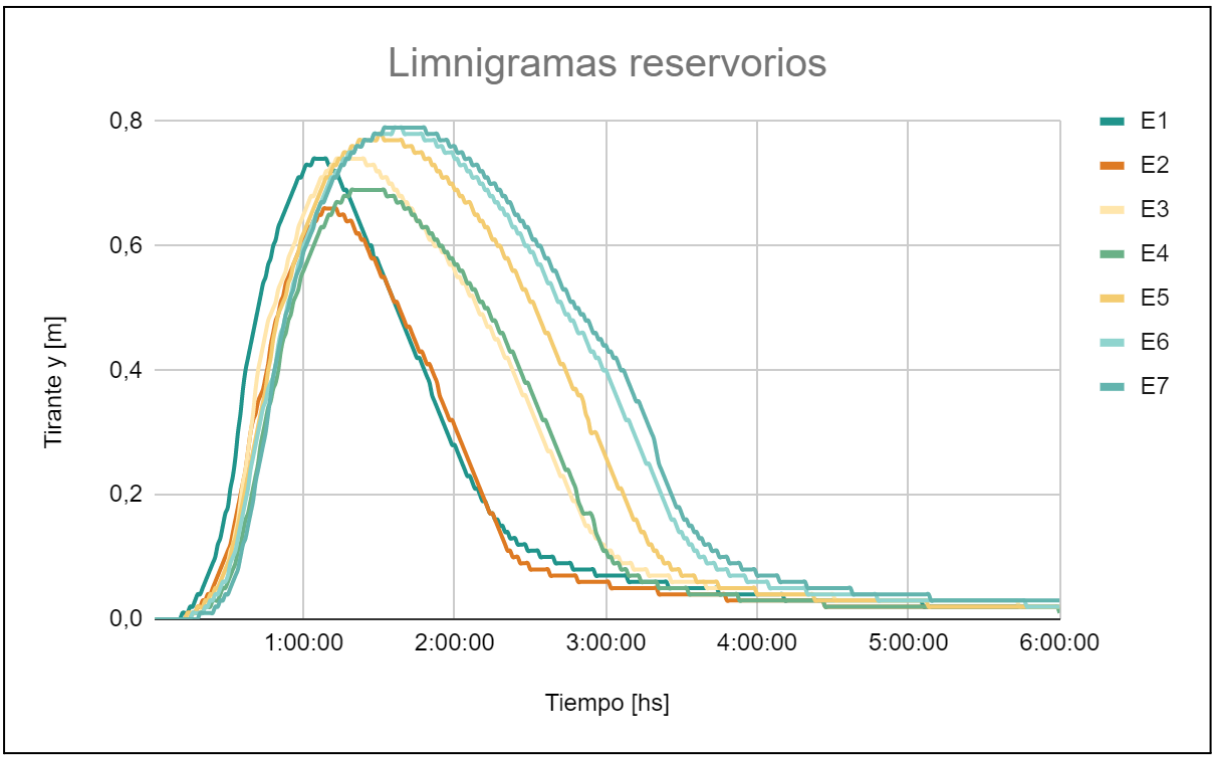


Figura Nº 4.15 - Tirantes máximos en los reservorios

En la siguiente tabla se pueden ver los volúmenes disponibles y los necesarios de cada uno de los reservorios. Se observa que el volumen disponible es superior al necesario en todos los casos.

Tabla Nº 4.6 - Volúmenes obtenidos de los reservorios

Reservorio	Volumen disponible [m3]	Volumen necesario [m3]
1	700	643
2	720	558
3	1216	1114
4	956	802
5	1020	977
6	1144	1120
7	928	916

A partir del modelo realizado en EPA-SWMM se puede concluir que el espacio disponible en los reservorios proyectados es suficiente para laminar con éxito una precipitación correspondiente a una recurrencia de 50 años. Si bien esta no es la recurrencia requerida por la ordenanza, que se debería cumplir para urbanizar un nuevo sector, los resultados obtenidos son satisfactorios. Se debe tener en cuenta que el barrio en estudio ya se encuentra urbanizado, y en la actualidad el caudal que eroga es mayor al caudal previo a la urbanización, por lo que disminuir este caudal para precipitaciones de recurrencias de 50 años trae grandes beneficios. A su vez, hay ciertos espacios verdes en el resto del barrio cuya viabilidad para su uso como reservorios se debería estudiar, para lograr laminar las lluvias de mayores recurrencias.

5. PROYECTO VIAL

Uno de los objetivos de este proyecto es el abordaje de una solución vial que acompañe a la planificación urbanística e hidráulica del reservorio. Se diseña a partir de lo existente, de cara a mejorar la situación actual. Una adecuada infraestructura vial que atraviese el reservorio incentiva a su utilización como medio de conectividad del barrio, además de su propósito recreativo. De esta forma, se potencian los usos del espacio verde intervenido y se le otorga un valor extra a la refuncionalización del reservorio.

5.1 SISTEMA VIAL EXISTENTE

Con el fin de proyectar una solución vial razonable en el contexto del Barrio Los Solares, en primer lugar se analizan los cruces viales, peatonales y de bicicletas que existen al día de hoy. La recopilación de datos para llevar a cabo este estudio radica en relevamientos realizados durante visitas al barrio e información de los planos obtenidos de la Municipalidad de Funes. Se tienen en cuenta los cruces formales, ya ejecutados con la adecuada infraestructura y señalización, y también los cruces informales, los que surgen de los usos y costumbres de los vecinos. Los cruces informales plasman los verdaderos hábitos de los vecinos, y el camino natural que las personas tienden a seguir intuitivamente o por comodidad al transitar estos lugares.
Se decide estudiar en profundidad los cruces existentes para respetar la tendencia natural de los vecinos y adaptar a ella los caminos nuevos, en cuanto esto sea posible.

5.1.1 Formal

A continuación se describe la composición de caminos formales del barrio.
La mayor parte del barrio cuenta con calles de material granular, y una menor porción tiene calles pavimentadas con asfalto, que suelen ser las más concurridas. Hoy en día, los caminos formalizados están señalizados pero carecen de infraestructura ciclista. A medida que se realizaron los relevamientos, se observó la popularidad del uso de la bicicleta, no solo en Los Solares, sino en la ciudad de Funes en general. A pesar de esto, las bicicletas no se priorizan en el trazado de la ciudad.
La mayoría de las calles carecen de una estructura correctamente definida con pendientes y materialidades Se acostumbra adoptar soluciones precarias y simples para que los vehículos transiten, que no son eficientes, ya que tras poco uso comienzan a aparecer baches que no suelen ser reparados a tiempo y degradan la calidad de la movilidad en la ciudad.

El reservorio está limitado en sentido oeste-este por las calles Tupa y Los Cedros. El límite norte-sur está dado por la línea municipal, y las calles finalizan cuando se intersectan con el reservorio, a excepción de dos calles pavimentadas que lo atraviesan, Los Paraísos y Terú Terú.

5.1.2 Informal

Como se comentó anteriormente, en el sector del reservorio existen numerosos cruces informales. Estos son principalmente senderos de bicicletas claramente definidos por su huella. El trayecto principal atraviesa el reservorio en casi toda su extensión, pero de forma discontinua. El camino carece de pavimento, señalización, iluminación o medidas reglamentarias.
A raíz de esta descripción se interpreta que el reservorio ya funciona como un espacio que posibilita el traslado y la comunicación de las distintas zonas del barrio. Se decide respetar estos cruces y proponer una mejora de ellos para poder sacarle un mejor provecho.

5.2 PROPUESTA DE CIRCULACIÓN

La propuesta está ligada a las necesidades de los vecinos. Las mejoras planteadas generan valor sin alterar las condiciones existentes en el barrio, pero solucionan las deficiencias de movilidad. A su vez, basa su desarrollo en la promoción de la movilidad sustentable y una mejor calidad de transporte que garantice mayor seguridad.

5.2.1 Sección transversal tipo

El diseño de la sección transversal se realiza conforme a lo propuesto por el Ministerio de Transporte en la ORDENANZA Nº 288/85 provista por el Gobierno Municipal de Funes.
En el apartado 5.1.1 fueron descriptas las condiciones actuales en las que se encuentran las calles. Se propone una sección tipo para aplicar en un futuro cuando se lleve a cabo el proyecto de pavimentación de este barrio.
La sección transversal tipo propuesta es de dos carriles de 3 m cada uno con cordón - cuneta y una pendiente transversal del 3%, para posibilitar el drenaje de la calzada hacia las acequias proyectadas a cada lado. Tal como se mencionó en el apartado 4.4. Dimensionamiento cunetas, se plantea un sistema de acequias revestidas para escurrir el agua de lluvia. La sección de las cunetas surge del dimensionamiento explicado en el apartado 4.4 Dimensionamiento cunetas y se encuentra reflejado en su plano correspondiente (Plano Nº08).

Dado que las acequias consisten en recintos rectangulares de hormigón, se debe incorporar un cordón para garantizar la seguridad y protección de los vehículos al circular por la calle. Estos cordones tienen espacios para permitir el drenaje de la calle a las acequias, detallados en el proyecto hidráulico. Además, se agrega la ejecución de una vereda de concreto que se extiende en 1,20 m desde la línea de edificación, tal como rige la normativa correspondiente.

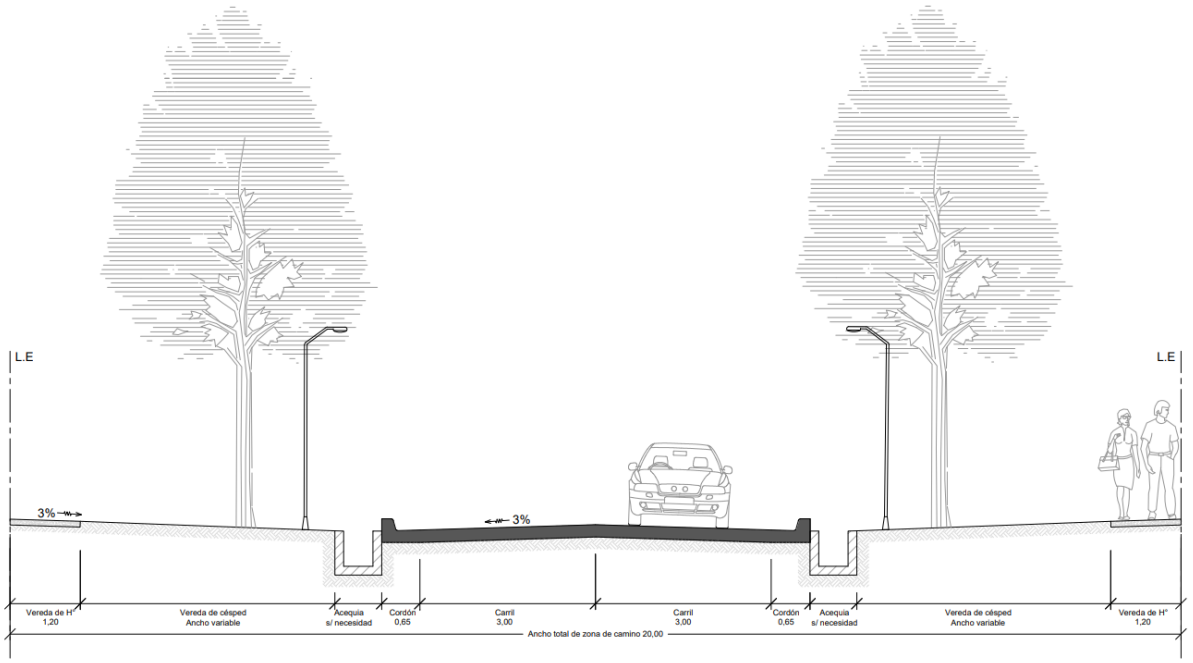


Figura N° 5.1 - Sección transversal tipo

Se adopta para el paquete estructural un pavimento flexible, que consiste en una capa superior de rodamiento compuesta por una mezcla de concreto asfáltico preparado en caliente, sobre una base de estabilizado granular y una subbase de suelo cal. La subrasante está compuesta por el suelo del lugar compactado. Entre las distintas capas se tiene un riego de liga para vincular la capa asfáltica con la anterior, un riego de imprimación sobre los materiales no ligados, un riego de curado sobre el suelo cal y un riego de impermeabilización sobre la subrasante para impedir el ascenso de agua por capilaridad.

5.2.2 Cruces vehiculares

Existen dos calles pavimentadas que atraviesan el reservorio, sobre las calles Los Tordos que se convierte en Golondrinas luego del parque, e Yporá que se une con Los Paraísos. Estas son respetadas en el diseño del parque lineal. Para ello se proyectan cruces viales que se desarrollan sobre las alcantarillas que conectan los embalses. Los cruces vehiculares constan de 2 carriles de 3 m cada uno, 2 cruces peatonales y una banquina que

separa los vehículos de los peatones. A su vez, para garantizar la seguridad del camino, está provisto de barandas a ambos lados. El paquete estructural del cruce vehicular fue descrito en el apartado anterior, y del peatonal será analizado en el siguiente.

5.2.3 Cruces peatonales

Se plantea el diseño de un camino peatonal que rodea el reservorio en su totalidad. Entre los reservorios estos caminos se unen con cruces peatonales. Se tienen dos secciones diferentes: los integrados en conjunto con los cruces vehiculares, descritos en el ítem anterior, y aquellos cruces únicamente peatonales. Para la senda peatonal se tiene 1,50 m de ancho y su materialidad consiste en adoquines porosos que permiten la infiltración del agua (técnica SUDS), los que se verán en detalle más adelante.

5.2.4 Bicisenda

La bicisenda en este proyecto es el eje de movilidad del reservorio. Su diseño está basado en el ANEXO V - RES 23-2018 provisto por el Gobierno Municipal de Funes.
Con el fin de mantener lo existente, se diseñó una bicisenda continua, que conecta el parque de extremo a extremo y está planteado en conjunto con una senda para peatones. Se diseña su sección tipo garantizando la seguridad del ciclista, con luminaria y la señalización requerida tanto vertical cómo horizontal, explicada posteriormente.
En la siguiente figura se puede apreciar la sección transversal definida con sus medidas y elementos que participan.

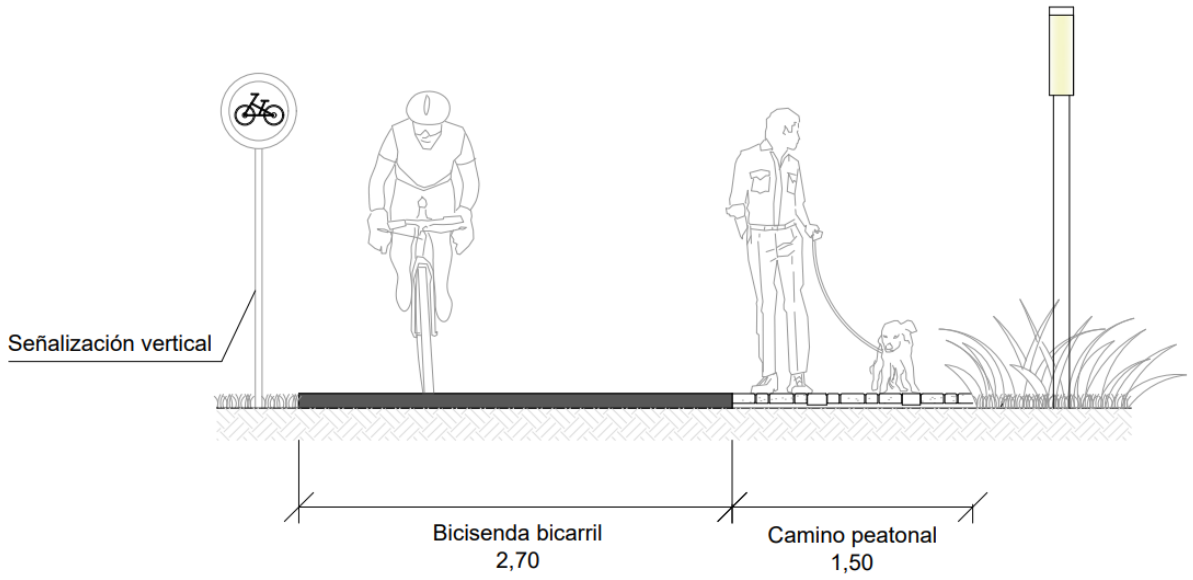


Figura N° 5.2 - Sección transversal bicisenda y camino peatonal

Se propone una bicisenda de ancho total 2,70 m conformada por dos carriles, uno en cada sentido, separado del camino peatonal por un cambio en la materialidad. Las secciones transversales definidas y su paquete se pueden ver en detalle en el Plano Nº11 A.

5.2.2 Señalización vertical y horizontal

Para la señalización de los cruces del parque se toma como referencia los manuales de señalamiento, horizontal y vertical, basados en la Dirección Nacional de Vialidad. En estos manuales se detalla la forma de señalizar las circulaciones vehiculares y peatonales para guiarlas y regularlas a fin de garantizar la seguridad, la fluidez y el orden. A través de la señalización, se transmite a los usuarios de las vías, la forma correcta y segura de circular, con el propósito de evitar riesgos y demoras innecesarias. Se puede observar la señalización de un cruce típico en el Plano Nº11 B.

6. ESTUDIO AMBIENTAL

6.1 RELEVANCIA DEL ESTUDIO AMBIENTAL

Una intervención en un barrio debe venir acompañada de un estudio del impacto ambiental que se genera y una propuesta de las medidas de mitigación que se deben tomar para solventarlo. En el presente proyecto, la intervención es en el barrio Los Solares, en la ciudad de Funes, que destaca entre otras ciudades más urbanizadas por la presencia de amplios espacios verdes, tanto en la zona residencial como en la comercial, y su integración con la vida cotidiana. Gran parte de los habitantes de esta ciudad la eligen para vivir debido a la calidad de vida superior que ofrece en términos medioambientales. Es por esto que, a la par del diseño de este proyecto, se reflexionará acerca de cómo se pueden incorporar mejoras para fomentar el cuidado del medio ambiente.

6.2 GESTIÓN AMBIENTAL MULTIDISCIPLINAR

La Asamblea General de la ONU ha adoptado en el año 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, planteando 17 objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental. Estos objetivos se enumeran en la siguiente imagen (*Figura N° 6.1*).



Figura N° 6.1 - Objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, ONU; Fuente: https://www.un.org/es/

Es de suma importancia entender que para alcanzar estas metas, todos los actores deben hacer su parte: los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil en su totalidad. Frente a

esta realidad, como proyectistas corresponde englobar estos propósitos en las decisiones que se toman. El proyecto se tratará entonces de una gestión integrada y no solo de un espacio de divertimento. A continuación, se hará mención de algunos de estos objetivos y su relación con lo planificado para los reservorios.

6.2.1 Ciudades y comunidades sostenibles: los procesos de impermeabilización

Uno de los objetivos de Desarrollo Sostenible corresponde a lograr la seguridad y sostenibilidad de las ciudades (ODS 11). Entre las metas incluidas se encuentran:

- *"De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales."*
- *"De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos…"*

Es sabido que las urbanizaciones que involucran fuertes procesos de impermeabilización y provocan un aumento considerable de los escurrimientos pluviales, en algunos casos generando inundaciones y la obsolescencia de los sistemas de drenaje existentes. Como consecuencia, en la modernidad se han comenzado a aplicar soluciones "no convencionales" para eficientizar los sistemas y controlar los excedentes hídricos, entre las cuales se encuentran los reservorios urbanos. Se trata de espacios destinados a la detención del agua de lluvia que luego permiten liberarla a una tasa regulada para atenuar el pico de caudales, la onda de crecida y el impacto aguas abajo.

En el presente trabajo se ha recurrido a esta medida estructural para enmendar las problemáticas hídricas que atraviesa el barrio Los Solares. De ejecutar estos reservorios, el proceso de urbanización del cual es protagonista (con sus cambios de usos de suelo, pavimentaciones, incrementos de caudales, entre otros) generará un impacto menor en los escurrimientos producto de las tormentas.

Entonces, ¿cómo colaboran los reservorios con el cuidado del medio ambiente y el desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles? Basta comprender que estos constituyen una medida estructural para la atenuación de crecidas y minimización de riesgos de inundación que aprovecha las pendientes naturales del terreno, a través de una intervención amigable con el paisaje circundante y que, además de revertir las consecuencias negativas de la impermeabilización, cumple funciones socio-recreativas.

En cuanto a las actividades a desarrollar en las fases de construcción del proyecto podemos mencionar:

- Tareas de limpieza y preparación del terreno.

- Excavaciones y movimiento de suelos.
- Construcción de terraplenes y protección de los mismos.
- Construcción de obras de arte.
- Ejecución de caminos/ carpetas de rodamiento.
- Instalación de luminaria, mobiliario y señalización.

Todas estas tareas podrían generar impactos ambientales importantes, por lo que corresponde realizar un EIA (Estudio de Impacto Ambiental), el cual excede el alcance previsto por el informe. De concluir que producirían impactos relevantes, difícilmente corregibles y no mitigables, será necesario reformular los términos del proyecto. Sin embargo, a lo largo de su planificación muchos de estos aspectos recibieron atención y fueron considerados antes de la toma de decisiones. Es decir, el diseño de los reservorios comprende estos ítems y pretende mitigar cualquier efecto negativo que podrían causar en el medio ambiente.

6.2.2 Ciudades y comunidades sostenibles: Incentivo a la movilidad sostenible

Entre las metas del objetivo ODS 11, mencionado anteriormente también encontramos:

- *"De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial…"*

Como se detalló anteriormente, en el parque lineal planificado se incorpora un paseo que incluye un carril para peatones o corredores y 2 carriles bidireccionales de bicisenda. Se trata de un sendero que rodea los reservorios y conecta todos los sectores que componen el parque. Se opta por este tipo de movilidad interna ya que se busca incentivar la utilización de los modos sostenibles (actual hábito de los vecinos del barrio), conforme a lo establecido en las metas de la Agenda 2030.

Además, el paseo se acompaña con la seguridad vial adecuada, para cumplir otro punto de los mencionados en la meta. Se considera la señalización vertical y horizontal reglada para bicisendas y cruces, se colocan barandas de seguridad donde era necesario y se planifica la iluminación de manera tal que la circulación por el sendero siempre resulte segura.

6.2.3 Ciudades y comunidades sostenibles: Técnicas de SUDS

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible son conocidos como SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) en el Reino Unido.

Los SUDS minimizan los impactos en el ciclo hidrológico por medio de prácticas de control en la fuente y de prácticas que incentiven el manejo del agua lluvia en el origen, realizando tratamientos temporales, y fomentando la detención y la infiltración. Al ocurrir esto, los medios convencionales de drenaje aguas abajo de los nuevos sistemas mantendrían su capacidad total de drenaje al no verse excedido en ningún momento su caudal de diseño.
De esta manera, los SUDS contribuyen a:

- ➔ La mejora de la calidad del agua
- ➔ La recarga de acuíferos
- ➔ Proporcionar comodidades y beneficios a la vida silvestre, ya que varias de sus técnicas recrean zonas verdes en donde se pueden desarrollar hábitats y fomentar el aumento de la biodiversidad.

Entre las metas del objetivo “Ciudades y comunidades sostenibles” (ODS 11) se encuentra la siguiente:

- *“De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo…”*

Acatando esta pauta, se decide implementar en el proyecto las siguientes técnicas de SUDS:

1. Adoquines porosos en el paseo peatonal: también conocidos como “adoquines para césped”. Se trata de piezas de hormigón premoldeadas muy utilizadas en tránsito peatonal, especialmente donde se quiere preservar el crecimiento natural del césped.

   Se colocan de manera yuxtapuesta, adosadas y, gracias al contacto lateral que se logra por medio del material de llenado de juntas, trabajan de manera solidaria distribuyendo la carga entre la pieza que la recibe hacia las adyacentes por fricción.

   Estos conforman un pavimento poroso con numerosas ventajas respecto a los pavimentos densos. Podemos mencionar como ventajas principales:

   - Tienen una relación directa con el control de la cantidad de la escorrentía urbana, ya que permite la infiltración, lo que deriva en una reducción del volumen de escorrentía.

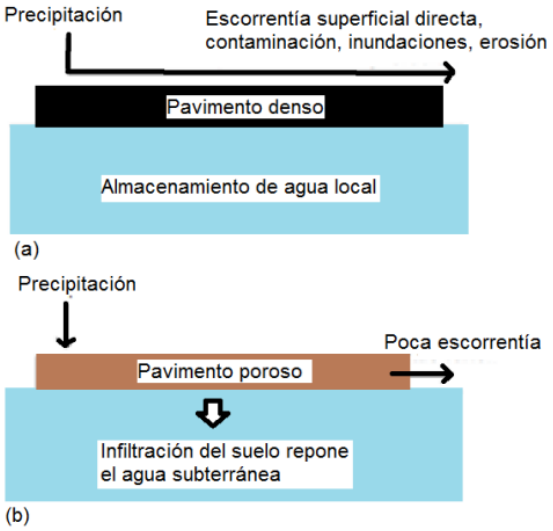


Figura N° 6.2 - Contraste de los efectos hidrológicos en los pavimentos densos (a) y en los porosos (b); Fuente: "Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano", por Alejandra Trujillo López y Diana Paola Quiroz Lasprilla, Diciembre 2013

- Son de fácil colocación y mínimo mantenimiento.
- Aumentan los espacios verdes.

Debido a estas cualidades se decide optar por su colocación en el sendero peatonal del paseo, de manera que se vea reducido el escurrimiento y, a su vez, preserve la continuidad del ambiente verde natural.

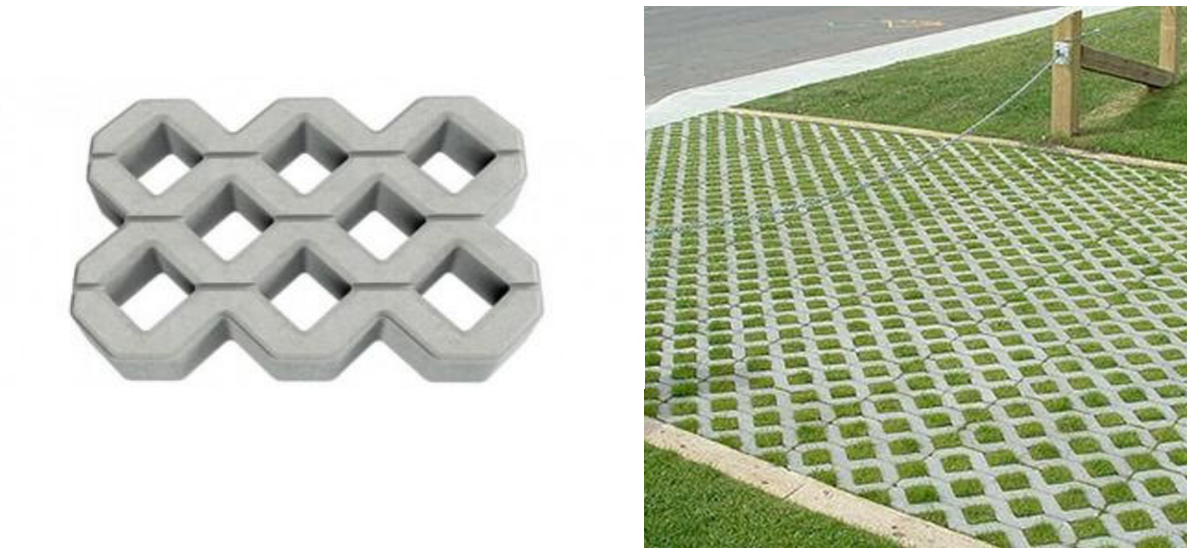


Figura N° 6.3 - Adoquines porosos; Fuente: www.tensolite.com

2. Jardín de lluvia en cantero del paseo peatonal: los jardines de lluvia son estructuras de drenaje sustentable, similares a los canteros con vegetación, que protegen la calidad del agua y reducen la escorrentía.

Al llegar el agua pluvial, el primer nivel que atraviesa es el filtro, donde la presencia de vegetación es importante. El material componente, con textura arenosa, se denomina “Sustrato de plantera”, y está formado por 50% de tierra negra, 40% de arena gruesa y 10% de perlita agrícola. Debe permitir el drenaje del agua (por lo que debe contener menos del 3% de limo y arcilla) y a su vez, filtrar sustancias contaminantes como pesticidas o fertilizantes llevados. Considerando el sistema de raíces de la variedad de plantas elegidas, el espesor de esta capa debe ser de aproximadamente 40 cm.

Una vez atravesada la capa filtrante, se debe implementar una capa de transición. Esta compone un filtro para la migración vertical de los materiales que componen el biofiltro en la zona de drenaje. Debe estar compuesta por piedra partida, con menos del 2% de partículas finas. Con el fin de agilizar el drenaje, cada capa inferior debe tener mayor conductividad hidráulica que las superiores. El espesor de esta capa será de 10 cm.

La última capa del sistema de drenaje está compuesta por un material drenante de grava y su función es recoger y transportar el agua de lluvia tratada. También debe poder almacenar una reserva de agua a la cual pueda acceder la vegetación durante los períodos de sequía. Su espesor es de aproximadamente 30 cm.

En este sistema de bio-retención la vegetación es esencial: se debe definir una variedad de plantas nativas de raíces profundas que absorban escorrentías pluviales en exceso y también los contaminantes. Es importante que sean autóctonas ya que estas reaccionan mejor a los cambios climáticos de la zona.

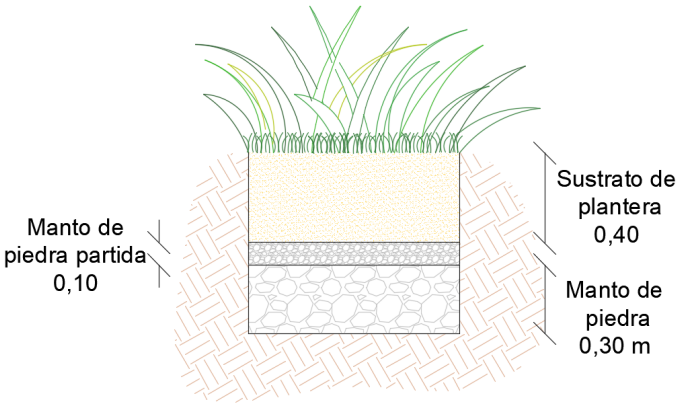


Figura N° 6.4 - Jardín de lluvia; Fuente: elaboración propia

6.2.4. Vida de ecosistemas terrestres: *Ley 25.675/2002*

Naciones Unidas normalmente trabaja para delinear pautas que las naciones deben seguir. En el caso de los objetivos de Desarrollo Sostenible, los países se basan en ellos para promulgar leyes nacionales, entre las que se encuentran las que regulan la gestión, planificación y diseño de los sistemas de drenaje pluvial. Una de ellas es la Ley Nacional 25.675, denominada "Ley general del ambiente", la cual fue promulgada en el año 2002 y contiene, entre otras cosas, principios de la política ambiental e instrumentos de la política y gestión ambiental. Estos principios están basados en las siguientes metas, establecidas en el objetivo "Vida de ecosistemas terrestres" (ODS 15):

- *"Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres…"*
- *"Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación…"*

El artículo N°2 enumera distintos objetivos que deberá cumplir la política ambiental nacional, entre los que se encuentran:

- *"Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas"*
- *"Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria"*
- *"Mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos"*
- *"Asegurar la conservación de la diversidad biológica"*
- *"Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental"*

Estas disposiciones se conectan estrechamente con lo planificado en el barrio Los Solares. El aprovechamiento de un espacio natural para enriquecer el sistema de drenajes pluviales y minimizar riesgos ambientales responde a lo establecido en los artículos anteriores. Además, lo hace preservando y mejorando los recursos ambientales (considerando que el antiguo barrial recibe una revalorización multifacética).

El proyecto también logra acercar una mejor calidad de vida a los vecinos, otorgándoles espacios recreativos y sectores de ocio, que conviven en armonía con las especies arbóreas (nuevas y existentes) y la dinámica propia del sistema ecológico del sector.

6.2.5. Trabajo decente y crecimiento económico: La generación de empleo de calidad

Además de los objetivos mencionados anteriormente, los cuales se encuentran directamente relacionados con el proyecto de refuncionalización del reservorio, existen otros objetivos que tienen una vinculación indirecta con este pero que, aún así, acercan aún más al cumplimiento de los objetivos globales de Desarrollo Sostenible.

Uno de estos objetivos es "Trabajo decente y crecimiento económico" (ODS 8), cuyas metas implican, entre otras cosas:

- *"Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación…"*
- *De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.*

Estas metas apuntan a la generación de empleo decente, siendo este el núcleo del desarrollo de las economías.

Con la construcción del reservorio y las instalaciones complementarias se logra dar empleo a muchas personas de la zona, especialmente a quienes puedan ofrecer mano de obra o la instalación de servicios, operar maquinarias, dirigir las tareas, entre otros.

Además, el proyecto en cuestión involucra un sector de ferias compuesto por módulos utilizables por los vecinos para realizar sus ventas o por aquellos emprendedores que deseen ampliar su radio de comercialización al Barrio los Solares. De esta manera, también se compone un espacio público que permite que las personas puedan crecer económicamente a través del desarrollo de sus actividades comerciales en la instalación.

Por lo tanto, y sabiendo que se pueden transformar economías y sociedades mediante puestos de trabajo sostenibles, resulta muy valiosa la creación de empleo consecuente de la concreción del proyecto. Puntualmente porque esto genera mayores ingresos y permite que los ciudadanos del barrio prosperen, así como también, ayuda al país a tener mayor estabilidad económica y social, beneficiando al crecimiento mundial.

6.2.6. Producción y consumo responsables: Separación de residuos

En el objetivo “Producción y consumo responsables” (ODS 12) se comprende la siguiente meta:

- *“De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”.*

A través del sistema de separación de residuos instalado en el parque, se logra la gestión eficiente de los mismos, tal como se pretende en este objetivo. A su vez, es una iniciativa que se enmarca y cumple directa e indirectamente con todos los ODS.

La separación de residuos en origen consiste en el descarte diferenciado de todos aquellos residuos provenientes de quienes utilicen o atraviesen el parque, para que puedan ser reciclados. Estos residuos son recolectados para su posterior procesamiento, y así se reduce la cantidad de desechos que se deriva a los rellenos sanitarios, y se crean nuevas fuentes de trabajo. Una vez procesados, los residuos vuelven al sistema de producción para ser utilizados como materia prima.

El sistema que se instala consiste en la instalación de 7 “islas ambientales” que permite la separación de los materiales reciclables que se presentan en grandes fracciones (vidrio, plástico y cartón). Están construidas con palets de madera, una tapa para evitar que los residuos se mojen o se vuelen y un fondo que facilite la descarga. La altura de los cestos es de 1,10 m, con un largo de 2,40 m y un ancho de 0,80 m. Todas ellas cuentan con un cartel de plástico reciclado indicando el material a depositar (vidrio, cartón, papel y tetrapack, plástico y lata o materiales no reciclables).

La homogeneización de estas islas es importante para la difusión y el conocimiento de todos los vecinos. Están ubicadas de manera estratégica, dispuestas a lo largo del parque lineal, frente a los 7 reservorios sucesivos. Se logra entonces un punto central de recolección en el barrio que incentiva a la sociedad a separar sus residuos.

El parque y los reservorios se caracterizan por conformar un sector que otorga muchos beneficios a los vecinos, entre los cuales se encuentra el aprovechamiento de la naturaleza para mejorar las condiciones de inundabilidad y también para la recreación. Con la iniciativa de las “islas ambientales”, se logra conectar esta utilización del recurso natural con el cuidado del medio ambiente, a través de los siguientes aspectos:

- ➔ Disminución del aporte de residuos al basural a cielo abierto.
- ➔ Generación de nuevos puestos de trabajo.
- ➔ Colaboración al combatir el cambio climático, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero.
- ➔ Protección de los recursos naturales.

- ➔ Disminución de la demanda energética.
- ➔ Contribución a la conservación de especies y de los ecosistemas.
- ➔ Cuidado de la salud.

Además, es conveniente complementar la instalación de estas islas con capacitaciones para los vecinos acerca del medio ambiente, el reciclaje y los desechos, reuniones estas que podrían llevarse a cabo incluso en el mismo parque.



Figura N° 6.5 - Islas ambientales para la separación de residuos

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente proyecto se abordó una problemática desde diversas áreas de la Ingeniería Civil, y se logró integrar variados conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. Se desarrolló un análisis del contexto del proyecto, se diseñó un plan urbanístico en torno a una problemática hídrica, se realizaron los cálculos correspondientes al proyecto hidráulico del sector en estudio, y a su vez, se incorporaron conceptos del área vial y ambiental.

Para comprender la amplitud y extensión de este trabajo, se debe tener en cuenta que el tiempo en el cual fue desarrollado fue acotado. Debido a esto, se planteó una problemática existente que ya contaba con estudios y propuestas base que se intentaron aproximar a una solución en tiempos pasados. A su vez, se debió prescindir de la realización de estudios específicos propios que le hubieran otorgado a este proyecto mayor veracidad y detalle. Por esto, si bien la idea se encuentra desarrollada en materia de conceptos y dimensiones, de ser llevada a cabo, deben efectuarse estudios más específicos del sector para alcanzar un mayor grado de profundidad. Se debería realizar un estudio de suelos dentro de cada uno de los reservorios para obtener los niveles freáticos específicos, un análisis y relevamiento específico de lo existente, planos ejecutivos con armaduras, entre otros. Además, se deberían desarrollar los cómputos de materiales y de movimientos de suelos, para obtener un presupuesto y estudiar la factibilidad del proyecto y su posibilidad de optimización.

En este proyecto se logró laminar los aportes para una precipitación con una recurrencia de 50 años. Se propone, para poder alcanzar los 100 años que exige la normativa vigente, analizar otros terrenos del barrio disponibles, para realizar un planteo similar al de este informe.

El desarrollo de la problemática del proyecto se extendía más allá del cálculo hidráulico de los reservorios y la factibilidad del estudio hidrológico en el barrio. En la propuesta de solución se plasmó un desarrollo tanto urbanístico como vial que fueron luego desarrollados desde un enfoque ambiental. Se buscó ofrecer una solución que se adaptara a los vecinos, los verdaderos perjudicados frente a esta situación Para ello, se priorizaron las costumbres y pedidos de los residentes a la hora de realizar el diseño del parque.

Una vez finalizado este trabajo, concluimos que la propuesta planteada es superadora en varios aspectos al estado en que se encuentra el barrio hoy en día. Este proyecto denota la importancia de la planificación urbana desde un enfoque integral que comprenda todas las áreas para plantear una solución coherente en todos sus aspectos.

ANEXOS

8. ANEXOS

ANEXO 1: Estudio de suelos

ANEXO 2.1: Proyecto Ejecutivo. Propuesta de Saneamiento pluvial - Municipalidad de Funes

ANEXO 2.2: Reclamo asociación vecinal Barrio Los Solares

ANEXO 4.1: Hietogramas totales

ANEXO 4.2: Hietogramas netos

ANEXO 4.3: Características de las subcuencas

ANEXO 4.4: Dimensionamiento de las cunetas

ANEXO 4.5: Dimensionamiento de las desembocaduras

ANEXO 4.6: Hidrograma unitario sintético de Colorado

ANEXO 4.7: HUSC - Convolución

ANEXO 4.8: Volumen del embalse

ESTUDIO DE SUELOS

AMPLIACIÓN RED CLOACAL FUNES
(2° etapa sondeos 5 a 9)

UBICACIÓN DE LA OBRA:
Localidad de Funes
Dpto Rosario - Provincia de Santa Fe

ESTUDIO SOLICITADO POR: **Municipalidad de Funes**

Ing. Hernán Vagni

CONTENIDO:

I. Objetivos del Informe.

II. Datos Previos.

- II.A- UBICACIÓN DE LA OBRA
- II.B- NORMAS DE REFERENCIA
- II.C- CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS

III. Descripción de los trabajos realizados.

- III.A- TAREAS DE CAMPO
- III.B- TAREAS DE LABORATORIO
- III.C- TAREAS DE GABINETE

IV. Resultados de los ensayos realizados.

- IV.A- REFERENCIAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS
- IV.B- EVALUACION DE LA CONSISTENCIA DEL SUELO
- IV.C- CLASIFICACIÓN SUCS
- IV.D- PLANILLAS DE RESULTADOS - ESTRATIGRAFÍA

V. Análisis de Gabinete – Cálculos.

- V.A- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES DIRECTAS
- V.B- CALCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTANEO PARA BASES AISLADAS
- V.C- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES
- V.D- EXCAVACIONES Y EMPUJES
- V.E- DETERMINACIÓN DE LA CARGA MUERTA ACTUANTE (TAPADA) TANGENTE AL TUBO EN LA CLAVE
- V.F- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES INDIRECTAS
- V.G- CUADRO RESUMEN PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE PILOTES

VI. Conclusiones

- VI.A DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
- VI.B CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES

I. - OBJETIVOS DEL INFORME.

Se realizaron 9 sondeos de 8,00m de profundidad en el sector donde se construirá la ampliación de la red cloacal en la ciudad de Funes. En esta segunda y última etapa presentaremos un informe formado por los sondeos 5 a 9. Durante la realización de los mismos se obtuvieron muestras de suelo, que fueron sometidas a pruebas de laboratorio cuyos resultados se utilizaron para el análisis y la realización de cálculos de gabinete. El objetivo de este informe es la presentación de los resultados obtenidos con el fin de:

- Clasificar los suelos existentes desde el punto de vista geotécnico.
- Determinar la estratigrafía del lugar.
- Determinar las características físicas y mecánicas de los distintos estratos.
- Evaluar y determinar las características de las distintas alternativas de fundación.

II. – DATOS PREVIOS

A.- UBICACIÓN DE LA OBRA:

Los sondeos se realizaron en los puntos indicados correspondiente a la traza de la red del desagüe cloacal a ejecutar en localidad de Funes, Departamento Rosario; provincia de Santa Fe.

B.- NORMAS DE REFERENCIA:

Para la realización de los trabajos de campaña se tuvieron en cuenta las siguientes normas:

- Norma IRAM 10517, Método de determinación de la resistencia a la penetración y de obtención de muestras mediante sacatestigos abiertos longitudinalmente (ensayo SPT).

- Norma IRAM 10535, Descripción de los suelos mediante análisis tacto-visual

Los trabajos de laboratorio se realizaron siguiendo las siguientes normas:

- Norma IRAM 10519, Método de determinación de la humedad natural.
- Norma IRAM 10.513 Determinación del límite liquido.
- Norma IRAM 10.502 Determinación del límite líquido e índice de plasticidad.
- Norma ASTM D2937 Determinación de humedad natural y densidad de suelo seco.
- AASHTO M145-66 – IRAM 10.509 Clasificación SUCS.
- IRAM 10.507 Ensayo granulométricos.
- IRAM 10.529 Ensayo triaxial.

C.- CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS:



SONDEO 5: http://maps.google.com/?q=-32.9299305555556,-60.7995722222222
SONDEO 6: http://maps.google.com/?q=-32.9328361111111,-60.8015611111111
SONDEO 7: http://maps.google.com/?q=-32.9151361111111,-60.79875
SONDEO 8: http://maps.google.com/?q=-32.9238583333333,-60.7920472222222
SONDEO 9: http://maps.google.com/?q=-32.9273722222222,-60.7844861111111

III. – DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- TAREAS DE CAMPO:

En esta segunda etapa se realizaron los sondeos 5 a 9 los días 01 al 10 de Octubre del 2021. Los mismos consistieron en cinco perforaciones de 8,00m de profundidad respecto de boca de pozo con obtención de muestras cada 1,00 a 2,00m aproximadamente con sacamuestras de zapatas intercambiables. Estas operaciones se ejecutaron según norma IRAM 10517 determinando el número de golpes necesario para hincar 30 cm el tomamuestras golpeándolo con una maza de 63,5 kg desde una altura de 76 cm. Este número, denominado N es un indicador del grado de consistencia del suelo, el que luego es vertido a los gráficos y perfiles de cada sondeo.

Durante la realización de los sondeos fue realizada una clasificación preliminar de los mismos. Así mismo se realizó la detección del nivel de napa freática, el que se encuentra indicado en los perfiles de cada sondeo.

B.- TAREAS DE LABORATORIO:

Con las muestras obtenidas se realizaron ensayos de laboratorio para obtención de humedad natural, densidad natural, determinación de límite liquido y plástico e índice de plasticidad, clasificación SUCS, ensayos granulométricos y triaxiales, siempre teniendo en cuenta las normas de referencia indicadas precedentemente.

C.- TAREAS DE GABINETE:

En base a los resultados de campaña y laboratorio se realizó un modelo del perfil estratigráfico del suelo con el fin de evaluar las tensiones admisibles, coeficientes de balasto y cálculo de la capacidad portante de pilotes, a los efectos de evaluar las distintas alternativas de fundación.

IV. – RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.

A.- REFERENCIAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS:

En este informa se ha utilizado el siguiente listado de abreviaturas y símbolos:

N:	Número de golpes del Ensayo de Penetración estándar (SPT).
γ_{sat} :	Densidad del suelo saturado.
Qu:	Resistencia a compresión simple a partir del S.P.T.
SUCS:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
LL, LP y IP:	Límite líquido, límite plaste e índice de Plasticidad.
γ:	Densidad del suelo húmedo.
ω:	Humedad natural del suelo.
Pasa#200:	Porcentaje de partículas que pasan el tamiz 200.

C:	Cohesión.
ϕ:	Ángulo de fricción Interna.
mv:	Módulo de compresibilidad volumétrica.
qu:	Capacidad portante última.
Nc, Nq, Nf:	Factores de capacidad de carga de Terzaghi.
σ_{adm}, σ_c y σ_t:	Tensión admisible, tensión de confinamiento y tensión de trabajo.
DH:	Asentamiento de bases directas.
K:	Coeficiente de variación de tensión.
ND:	No detectado (nivel freático)

B.- EVALUACIÓN DE LA CONSITENCIA DE LOS SUELO:

Se realizó la determinación del valor de consistencia en base al número N determinado durante la extracción de muestras según las siguientes tablas:

Consistencia	N	Identificación Manual	γ_{sat} g/cm^3	Qu (kg/cm^2)
Dura	>30	Se marca difícilmente	>2	>4,0
Muy rígida	15 30	Se marca con la uña pulgar.	2,08 2,24	2,0-4,0
Rígida	8 15	Se marca con el Pulgar.	1,92 2,08	1,0-2,0
Media	4 8	Moldeable bajo presiones fuertes.	1,76 1,92	0,5-1,0
Blanda	2 4	Moldeable bajo presiones débiles.	1,6 1,76	0,25-0,50
Muy Blanda	<2	Se deshace entre los dedos.	1,44 1,6	0-0,25

Para suelos Arcillosos (Hunt, 1984 en IGME 1987)

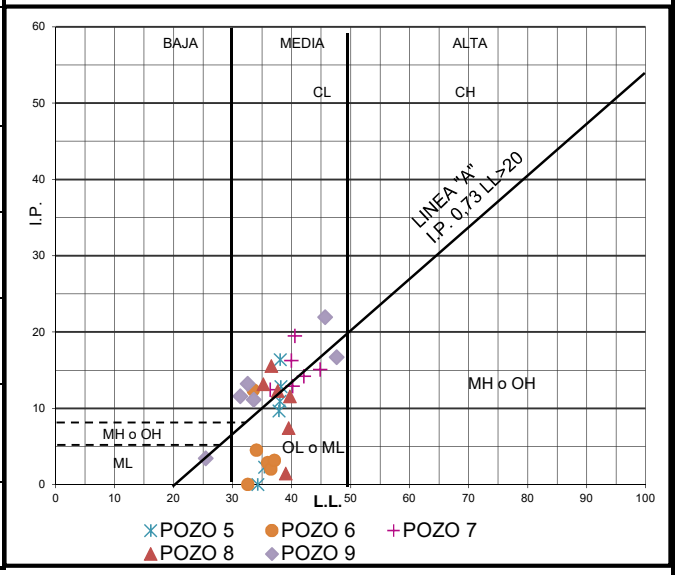
N_{SPT}	Compacidad
0-4	Muy Floja
5 - 10	Floja
11 - 30	Media
31-50	Densa
>50	Muy densa

Para suelos arenosos podemos determinar el grado de compacidad con la tabla precedente.

C.- CLASIFICACIÓN SUCS.

En base a los ensayos granulométricos y a los límites de Atterberg se ha realizado la clasificación de los suelos según el “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos” cuyos criterios se presentan a continuación. Luego incluimos la “Carta de Plasticidad de Casagrande” indicando en la misma la ubicación en la se encuentran los suelos detectados.

DIVISION MAYOR				símbolo	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS	Las partículas de 0,074 mm de diámetro (malla no. 200) son, aprox., las más pequeñas visibles a simple vista	GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR LA MALLA Nº 4	Para clasificación visual puede usarse 1/2 cm como equivalente abertura malla nº 4	GRAVA LIMPIA poco o nada de partículas finas.	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	Determínese los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica, dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa por la malla nº 200) los suelos gruesos se clasifican como siguen: menos del 5%: GW, GP, SW, SP. Más de 12%: GM, GC, SM, SC. De 5% a 12%, casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	Coeficiente de uniformidad Cu: Mayor a 4 Coeficiente de curvatura Cc: entre 1 y 3 $Cu=(D_{60})/(D_{10})$ $Cc=(D_{30})^2/(D_{10}.D_{60})$	
					GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.		No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW	
					GM d/u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y fino.		Limites de Atterberg debajo de la "línea A" o I.P. mayor que 4	Arriba de la línea "A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
					GC	Gravas arcillosas mezclas de grava, arena y arcilla.		Limites de Atterberg arriba de la "línea A" o I.P. mayor que 7	
		ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR LA MALLA Nº 4		GRAVA CON FINOS cantidad apreciable de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos		Cu = D60/D10 mayor a 6	Cc = (D30)2/D10.D60 entre 1 y 3
					SP	Arenas más graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.		No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	
					SM d/u	Arenas limosas, mezcla de arenas y limo.		Límites de Atterberg debajo de la "línea A" con I.P. menor que 4	Arriba de la línea "A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
					SC	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcilla		Límites de Atterberg debajo de la "línea A" con I.P. mayor que 7	
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR LA MALLA Nº 200		LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LÍQUIDO MENOR DE 50%			ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillas ligeramente plásticos.	EQUIVALENCIA DE SÍMBOLOS G = GRAVAS, M = LIMOS, S = ARENAS, C = ARCILLAS, O = SUELOS ORGÁNICOS, W = BIEN GRADUADOS, P = MAL GRADUADOS, Pt = TURBA, L = BAJA COMPRESIBILIDAD, H = ALTA COMPRESIBILIDAD.		
					CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
					OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
		LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50%			MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos.			
					CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
					OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
		SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS			Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			



D.- PLANILLAS DE RESULTADOS – ESTRATIGRAFÍA.

En base a los ensayos de campaña y laboratorio se han realizado los siguientes cuadros donde se sintetizan los resultadas tanto del ensayos SPT realizado en campaña, como de los ensayos de humedad, densidad, limites y triaxiales, con los que se ha podido determinar el perfil estratigráfico. Dichos perfiles para cada pozo se muestran a continuación.

Obs.: las cotas de cada sondeo están referenciadas a puntos fijos correspondientes a la nivelación general brindada por el municipio.

Pozo Nº: 5

Lugar: Localidad de Funes

Cota Boca Pozo: 24,94 m

Nivel Freático: -0,80 m

Respecto a la nivelación general brindada por el municipio

Obra: AMPLIACIÓN RED CLOACAL FUNES

Dpto Rosario - Provincia de Santa Fe

http://maps.google.com/?q=-32.9299305555556,-60.7995722222222

Estudio solicitado por: Municipalidad de Funes -

Fecha: 05/10/2021

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo		γ (g/cm³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm²)	ϕ (º)	mv (cm²/kg)
	0,00	28,05		0 10 20 30 40 50				■	▲	●	◆	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	27,05	2		CL	Marrón rojizo con vetas negras, plasticidad media ■ Consistencia blanda	1,83	44,15	38,08	21,72	98,05		0,15	1	0,0190
2	2,00	26,05	15		ML	Marrón rojizo con puntos negros y vetas claras, presencia de nódulos, plasticidad media ■ Consistencia rígida	1,89	34,97	38,19	25,36	94,16				
3	3,00	25,05	27		ML	Marrón rojizo oscuro con vetas verdes, plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,92	35,84	38,05	27,12	95,42		1,00	24	0,0067
4	4,00	24,05	43		ML	Marrón rojizo con presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad media ■ Consistencia dura	1,90	37,45	37,85	28,21	93				
5	6,00	22,05	50		ML	Marrón rojizo con presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad baja ■ Consistencia dura	1,91	34,30	34,26	NP	89,05		0,75	29	0,0056
6	8,00	20,05	50		ML	Marrón rojizo con presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad baja ■ Consistencia dura	1,92	33,94	35,43	33,15	88,32				

Pozo Nº: 6

Obra: AMPLIACIÓN RED CLOACAL FUNES

Lugar: Localidad de Funes

Dpto Rosario - Provincia de Santa Fe

http://maps.google.com/?q=-32.9328361111111,-60.8015611111111

Cota Boca Pozo: 25,22 m

Respecto a la nivelación general brindada por el municipio

Estudio solicitado por: Municipalidad de Funes -

Nivel Freático: -1,00 m

Fecha: 05/10/2021

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ (g/cm³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm²)	ϕ (º)	mv (cm²/kg)
	0,00	36,06		0 10 20 30 40 50				■	▲	●	◆	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	35,06	14		CL	Marrón rojizo oscuro con puntos negros, plasticidad media ■ Consistencia rígida	1,89	29,85	33,54	21,18	97,54		0,85	14	0,0047
2	2,00	34,06	7		ML	Marrón rojizo con puntos negros, plasticidad media ■ Consistencia media	1,85	35,82	34,09	29,58	97,08		0,20	7	0,0167
3	3,00	33,06	30		ML	Marrón rojizo oscuro con concreciones calcáreas aisladas, plasticidad baja ■ Consistencia muy rígida	1,95	36,53	32,62	NP	95,54		0,86	15	0,0111
4	4,00	33,44	50		ML	Marrón rojizo con puntos negros, presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad baja ■ Consistencia dura	1,88	37,15	35,96	33,12	84,16				
5	6,00	31,44	41		ML	Marrón rojizo con puntos negros; presencia de concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad baja ■ Consistencia dura	1,90	34,66	36,52	34,52	88,13				
6	8,00	29,44	43		ML	Marrón rojizo con presencia de concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad baja ■ Consistencia dura	1,89	37,12	37,08	33,91	88,64				

Pozo Nº: 7

Obra: AMPLIACIÓN RED CLOACAL FUNES

Lugar: Localidad de Funes

Dpto Rosario - Provincia de Santa Fe

http://maps.google.com/?q=-32.9151361111111,-60.79875

Cota Boca Pozo: 27,61 m

Respecto a la nivelación general brindada por el municipio

Estudio solicitado por: Municipalidad de Funes -

Nivel Freático: -3,00 m

Fecha: 05/10/2021

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo		γ (g/cm³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm²)	ϕ (º)	mv (cm²/kg)
	0,00	30,87		0 10 20 30 40 50				■	▲	●	◆	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	29,87	16		CL	Marrón rojizo oscuro con vetas negras, compacto, plasticidad media ■ Consistencia muy rígida	1,86	26,63	40,58	21,12	98,37				
2	2,00	28,87	6		CL	Marrón rojizo con nódulos oscuros y concreciones calcáreas muy aisladas, plasticidad media ■ Consistencia media	1,88	37,14	36,41	24,00	97,5		0,30	6	0,0190
3	3,00	27,87	15		CL	Marrón rojizo con vetas pardo oscuras, presencia de nódulos aislados, plasticidad media ■ Consistencia rígida	1,91	33,97	39,99	23,76	96,18		0,80	13	0,0111
4	4,00	26,87	35		ML	Marrón rojizo con puntos negros, presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas ■ Consistencia dura	1,88	26,85	40,18	27,31	94,1		1,10	27	0,0067
5	6,00	24,87	43		ML	Marrón rojizo con vetas verdes oscuras, presencia de abundantes concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad media ■ Consistencia dura	1,87	37,32	42,12	27,95	91				
6	8,00	22,87	50		ML	Marrón rojizo con puntos negros, presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad media ■ Consistencia dura	1,88	41,10	44,84	29,77	88,95				

Pozo Nº: 8

Obra: AMPLIACIÓN RED CLOACAL FUNES

Lugar: Localidad de Funes

Dpto Rosario - Provincia de Santa Fe

http://maps.google.com/?q=-32.9238583333333,-60.7920472222222

Cota Boca Pozo: 24,21 m

Respecto a la nivelación general brindada por el municipio

Estudio solicitado por: Municipalidad de Funes -

Nivel Freático: -0,70 m

Fecha: 05/10/2021

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo		γ (g/cm³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm²)	ϕ (°)	mv (cm²/kg)
	0,00	28,05		0 10 20 30 40 50				■	▲	●	◆	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	27,05	5		CL	Marrón rojizo con vetas negras, plasticidad media ■ Consistencia media	1,92	44,41	36,55	21,04	98,17		0,85	9	0,0111
2	2,00	26,05	5		CL	Marrón rojizo con nódulos aislados oscuros, plasticidad media ■ Consistencia media	1,93	39,04	35,23	22,08	96,88		0,40	3	0,0167
3	3,00	25,05	15		ML	Marrón rojizo con nódulos oscuros y concreciones calcáreas aisladas, plasticidad media ■ Consistencia rígida	1,88	26,54	37,64	25,37	97,32				
4	4,00	24,05	35		ML	Marrón rojizo con vetas verdes oscuras, presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad baja ■ Consistencia dura	1,81	37,62	38,98	37,54	92,09		0,90	29	0,0054
5	6,00	22,05	50		ML	Marrón rojizo con presencia de nódulos y abundantes concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad media ■ Consistencia dura	1,87	30,94	39,51	32,12	89,19				
6	8,00	20,05	45		ML	Marrón rojizo con presencia de nódulos y abundantes concreciones calcáreas (tosquillas), plasticidad media ■ Consistencia dura	1,88	30,96	39,72	28,17	90,4		0,95	29	0,0044

Pozo Nº: 9

Lugar: Localidad de Funes

Cota Boca Pozo: 22,41 m

Nivel Freático: -1,10 m

Respecto a la nivelación general brindada por el municipio

Obra: AMPLIACIÓN RED CLOACAL FUNES

Dpto Rosario - Provincia de Santa Fe

http://maps.google.com/?q=-32.9273722222222,-60.7844861111111

Estudio solicitado por: Municipalidad de Funes -

Fecha: 05/10/2021

Muestra	Prof. Boca Pozo (m)	Cota	N	Gráfico N	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ (g/cm³)	w (%)	LL (%)	LP (%)	PASA #200 (%)	Limites y granulometrías	C (kg/cm²)	ϕ (º)	mv (cm²/kg)
	0,00	28,05		0 10 20 30 40 50			■	▲	●	◆	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			
1	1,00	27,05	5		CL — Marrón rojizo con vetas negras, plasticidad media — ■ Consistencia media	1,82	43,76	45,65	23,72	97,92		0,40	5	0,0109
2	2,00	26,05	4		CL — Marrón rojizo oscuro, plasticidad media — ■ Consistencia blanda	1,94	35,36	31,31	19,74	98,1		0,25	3	0,0171
3	3,00	25,05	21		ML — Marrón rojizo con vetas claras, plasticidad media — ■ Consistencia muy rígida	1,92	32,24	25,47	22,01	96,43		0,94	5	0,0117
4	4,00	24,05	49		CL — Marrón rojizo con presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad media — ■ Consistencia dura	1,89	33,53	32,54	19,33	90,1				
5	6,00	22,05	37		CL — Marrón rojizo con presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad media — ■ Consistencia dura	1,88	34,82	33,59	22,47	91,23				
6	8,00	20,05	26		ML — Marrón rojizo con presencia de nódulos y concreciones calcáreas (tosquillas) aisladas, plasticidad media — ■ Consistencia muy rígida	1,86	27,56	47,61	30,90	93,57				

V. – ANALISIS DE GABINETE - CÁLCULOS.

Utilizando tanto la información obtenida en campaña como en laboratorio, se ha realizado, en gabinete, el análisis de todos los resultados obtenidos a los efectos de determinar el comportamiento mecánico de los diferentes suelos obtenidos en función de los requerimientos de la obra en particular.

A.- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES DIRECTAS (SONDEO 9)

De acuerdo a los ensayos realizados se han podido determinar los parámetros mecánicos para el cálculo de la capacidad portante para fundaciones directas utilizando la teoría de Terzaghi, como se muestra a continuación como ejemplo para un sondeo, luego expondremos un cuadro resumen para los distintos sondeos.

CIMENTACIÓN CORRIDA

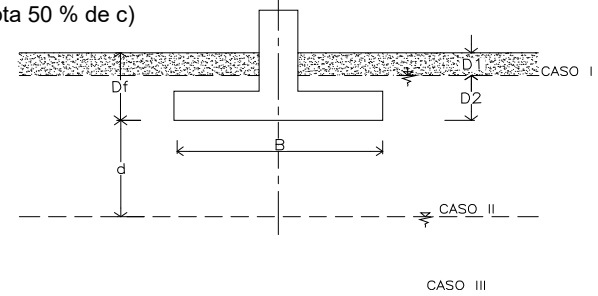
$$qu = c'.N_c + q.N_q + \frac{1}{2}.\gamma.B.N_\gamma$$

Cota Napa=	100 cm
ϕ=	5 º
c=	0,40 Kg/cm²
c'=	0,20 Kg/cm²
Nc=	7,22
Nq=	1,59
Nγ=	0,1268
coef. Seg. =	3
γ=	0,00186 Kg/cm³
B=	50 cm
Df=	70 cm
q=	0,130 Kg/cm²

Caso III Nivel Freático d≥ B

TIPO DE FALLA: INTERMEDIA (INTERPOLADA)

(se adopta 50 % de c)



σ adm. = 0,55 Kg/cm²

quIII= 1,66 Kg/cm²

CIMENTACIÓN AISLADA CUADRADA

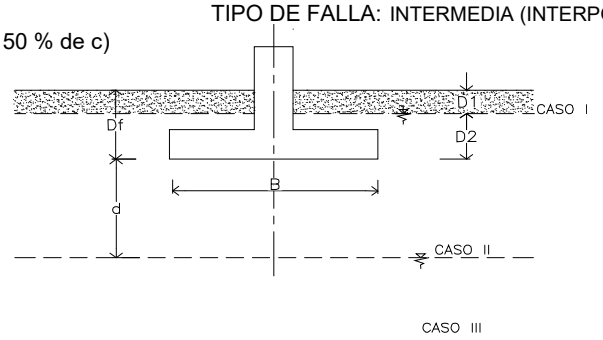
$$qu = 1.30.c'.N_c + q.N_q + 0.4.\gamma.B.N_\gamma$$

Cota Napa=	100 cm
ϕ=	5 º
c=	0,40 Kg/cm²
c'=	0,20 Kg/cm²
Nc=	7,22
Nq=	1,59
Nγ=	0,1268
coef. Seg. =	3
γ=	0,00186 Kg/cm³
B=	100 cm
L=	100 cm
Df=	100 cm
q=	0,186 Kg/cm²

Caso III Nivel Freático d≥ B

TIPO DE FALLA: INTERMEDIA (INTERPOLADA)

(se adopta 50 % de c)



σ adm. = 0,72 Kg/cm²

quIII= 2,18 Kg/cm²

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INSTANTANEO PARA BASES AISLADAS:

Cimentación Aislada de sección Cuadrada

$$\Delta H = H.\left[\sigma_t - \sigma_c\right].K.m_v$$

Lado: 1,00 m
Cota de fundación: -1,00 m
Tensión de trabajo: 0,72 Kg/cm²

De [cm]	γ [kg/cm³]	σ_{ic} [Kg/cm²]	$(\sigma_t-\sigma_c)$ [kg/cm²]	ΔDF [cm]	k	mv [cm²/kg]	Δh [cm]
-100	0,00186	0,186	0,534	20	1,0	0,0109	0,12
-120	0,00186	0,223	0,497	20	0,8	0,0109	0,09
-140	0,00186	0,260	0,4596	20	0,4	0,0109	0,04
-160	0,00186	0,298	0,4224	20	0,2	0,0109	0,02
-180	0,00186	0,335	0,3852	20	0,1	0,0109	0,01
					Deformación total:		0,27

D.- EXCAVACIONES Y EMPUJES:

Para excavaciones temporales si no cambian las condiciones de humedad, para suelos cohesivos, como los detectados por el estudio de suelos, la altura sin empuje activo puede calcularse según la siguiente expresión:

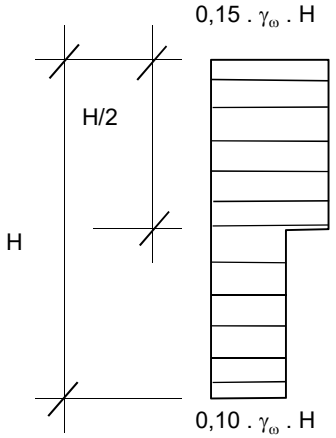
$$Z = \frac{2C.\sqrt{Ka}}{\gamma.Ka}$$

Para los distintos sondeos se realizó una tabla con el calculo de la altura estable para la peor situación con un coeficiente de seguridad de 1, el cual se podrá modificar en función de las condiciones imperantes. Para excavaciones que generen incertidumbre, mayor riesgo en función de la profundidad o cuando permanezcan por un tiempo prolongado, se debe calcular la entibación con un empuje según el siguiente diagrama:

Con $\gamma\omega$= 1T/m³

Diagrama Envolvente de Empuje Aparente

Arcillas y limos de origen eólico (Loes Pampeano) compactas fuertemente preconsolidadas por desecación.



Sondeo	Sondeo 5	Sondeo 6	Sondeo 7	Sondeo 8	Sondeo 9
Cohesión c (kg/cm²)	0,85	0,20	0,30	0,40	0,25
Angulo de fricción interna ϕ (º)	13	7	6	3	3
Coeficiente de empuje activo de tierras Ka	0,63	0,78	0,81	0,90	0,90
Peso volumétrico promedio γ (kg/cm²)	0,00186	0,00186	0,00186	0,00185	0,00185
Altura máxima sin empuje en condiciones de rotura (cm)	1149,03	243,07	358,26	455,69	284,81
Coeficiente de seguridad	1,00	1,00	1,00	1,00	1
Altura teórica sin empuje (m)	11,49	2,43	3,58	4,56	2,85

Obs.: las alturas calculadas en esta tabla están en función de los menores parámetros a las profundidades sondeadas que en general se dan a los -2,00m; como los valores de cohesión se incrementan desde los -2,00n hacia arriba y abajo; estos valores de altura crítica también aumentan.

E.- DETERMINACIÓN DE LA CARGA MUERTA ACTUANTE (TAPADA)TANGENTE AL TUBO EN LA CLAVE :

Método S/teoría de Marston
Respecto a un tramo unitario de tubo puede escribirse:

$$F+\gamma_m\ B_t\ dh = F + dF = 2\ K\ \text{tg}\ \phi'\ \frac{F}{B_T}dh$$

resolviendo la ecuación diferencial, para las condiciones de frontera llegamos:

$$F=\gamma_m\ B_t^2\ \frac{1-e^{-\frac{2Kh\ \text{tg}\phi'}{B_t}}}{2\ K\ \text{tg}\ \phi'}$$

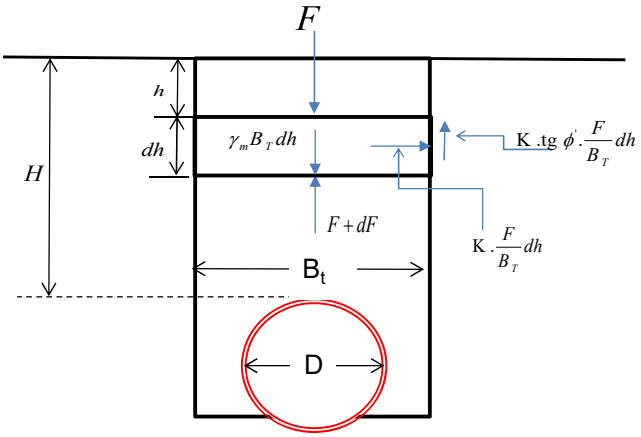
Si llamamos

$$C_d = \frac{1-e^{-\frac{2Kh\ \text{tg}\phi'}{B_t}}}{2\ K\ \text{tg}\ \phi'}$$

Finalmente

$$\boxed{W_m = C_d\ \gamma_m\ B_t^2}$$

Obs.:El valor expresado es para tubos rígidos como son los de hormigón, para el caso de tubos flexibles (pvc) al valor de Wm se lo deberá multiplicar por D/B_t



W_m Carga muerta actuante sobre un plano horizontal tangente al tubo en su clave
γ_m Peso especifico del suelo en el estado en que se encuentre
F Carga vertical en el plano horizontal al nivel h
D Diámetro exterior del tubo
B_t Ancho de la trinchera al nivel de la clave del tubo
H Profundidad de la trinchera hasta el plano horizontal tangente al tubo en la clave
h Distancia de la superficie del terreno natural a un plano horizontal en el relleno
C_d Coeficiente de carga
ϕ Ángulo de fricción interna del material de relleno
ϕ' Ángulo de fricción interna entre el material de relleno y la pared de la zanja ($\phi' \leq \phi$)
K Coeficiente de presión de tierra

Carga para Bt=0,60

γ_m= 1,85 t/m³
D= 0,25 m

Profundidad H	ϕ'	K	B_t	C_d	Para tubo rigido Wm	Relación D/B_t	Para tubo flexible Wmf
[m]	[°]	---		---	[T/m]		[T/m]
0,5	5	0,840	0,60	0,784	0,522	0,417	**0,218**
1	5	0,840	0,60	1,478	0,985	0,417	**0,410**
1,5	5	0,840	0,60	2,092	1,393	0,417	**0,581**
2	5	0,840	0,60	2,636	1,755	0,417	**0,731**
2,5	5	0,840	0,60	3,116	2,075	0,417	**0,865**
3	6	0,811	0,60	3,365	2,241	0,417	**0,934**
3,5	6	0,811	0,60	3,696	2,462	0,417	**1,026**
4	6	0,811	0,60	3,984	2,653	0,417	**1,106**
4,5	6	0,811	0,60	4,233	2,819	0,417	**1,175**
5	6	0,811	0,60	4,450	2,964	0,417	**1,235**

Carga para Bt=0,70

γ_m= 1,85 t/m³
D= 0,25 m

Profundidad H	ϕ'	K	B_t	C_d	Para tubo rigido Wm	Relación D/B_t	Para tubo flexible Wmf
[m]	[°]	---		---	[T/m]		[T/m]
0,5	5	0,840	0,70	0,678	0,615	0,357	**0,220**
1	5	0,840	0,70	1,289	1,168	0,357	**0,417**
1,5	5	0,840	0,70	1,838	1,666	0,357	**0,595**
2	5	0,840	0,70	2,333	2,115	0,357	**0,755**
2,5	5	0,840	0,70	2,779	2,519	0,357	**0,900**
3	6	0,811	0,70	3,041	2,757	0,357	**0,985**
3,5	6	0,811	0,70	3,365	3,050	0,357	**1,089**
4	6	0,811	0,70	3,652	3,310	0,357	**1,182**
4,5	6	0,811	0,70	3,906	3,541	0,357	**1,265**
5	6	0,811	0,70	4,131	3,745	0,357	**1,337**

Carga para Bt=0,80

γ_m= 1,85 t/m³
D= 0,25 m

Profundidad H	ϕ'	K	B_t	C_d	Para tubo rigido Wm	Relación D/B_t	Para tubo flexible Wmf
[m]	[°]	---		---	[T/m]		[T/m]
0,5	5	0,840	0,80	0,597	0,707	0,313	**0,221**
1	5	0,840	0,80	1,142	1,352	0,313	**0,423**
1,5	5	0,840	0,80	1,639	1,940	0,313	**0,606**
2	5	0,840	0,80	2,092	2,477	0,313	**0,774**
2,5	5	0,840	0,80	2,506	2,967	0,313	**0,927**
3	6	0,811	0,80	2,771	3,281	0,313	**1,025**
3,5	6	0,811	0,80	3,084	3,651	0,313	**1,141**
4	6	0,811	0,80	3,365	3,984	0,313	**1,245**
4,5	6	0,811	0,80	3,618	4,284	0,313	**1,339**
5	6	0,811	0,80	3,845	4,553	0,313	**1,423**

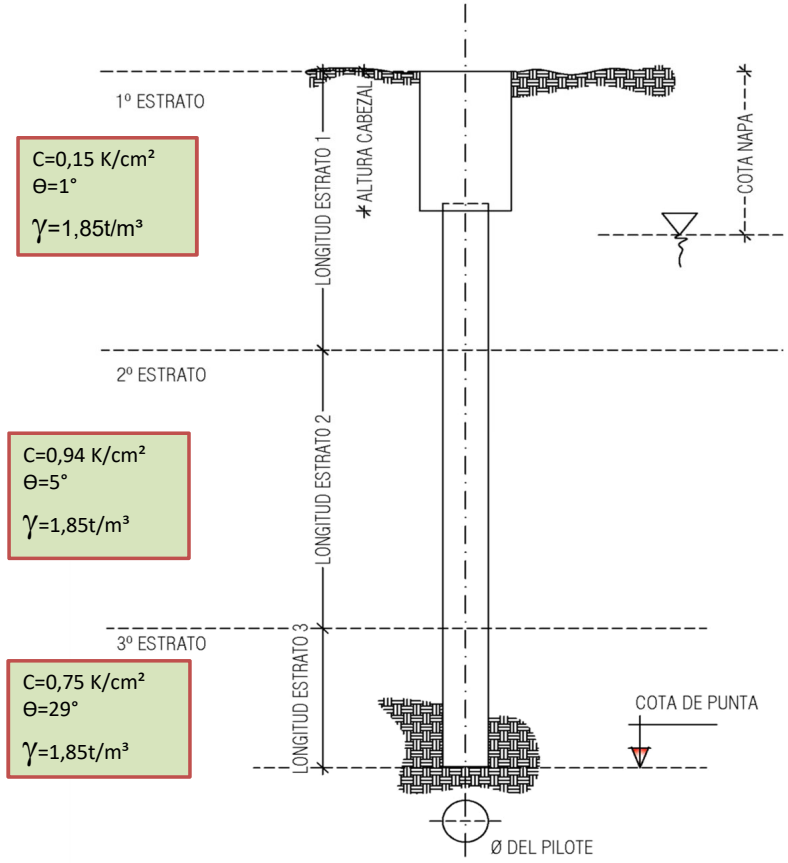
C.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES:

De acuerdo a las formulas planteadas y con los datos de campaña y laboratorio se ha podido determinar el siguiente cuadro resumen de cotas y tensiones para fundaciones directas o superficiales:

	SONDEO 5			SONDEO 6			SONDEO 7			SONDEO 8			SONDEO 9		
Profundidad Respecto Boca de Pozo [m]	σ_{adm} Para bases aisladas [kg/cm^2]	σ_{adm} Para bases corridas [kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Vertical Estimado (placa 30x30) [kg/cm^3]	σ_{adm} Para bases aisladas [kg/cm^2]	σ_{adm} Para bases corridas [kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Vertical Estimado (placa 30x30) [kg/cm^3]	σ_{adm} Para bases aisladas [kg/cm^2]	σ_{adm} Para bases corridas [kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Vertical Estimado (placa 30x30) [kg/cm^3]	σ_{adm} Para bases aisladas [kg/cm^2]	σ_{adm} Para bases corridas [kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Vertical Estimado (placa 30x30) [kg/cm^3]	σ_{adm} Para bases aisladas [kg/cm^2]	σ_{adm} Para bases corridas [kg/cm^2]	Coeficiente de Balasto Vertical Estimado (placa 30x30) [kg/cm^3]
0,7	0,30	0,30	1,00	2,20	1,82	3,00	2,30	2,00	3,85	1,40	1,00	1,80	0,70	0,55	2,10
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1,0	0,30	0,30	1,20	2,39	1,88	3,60	2,45	2,10	4,00	1,40	1,00	1,80	0,72	0,58	2,10
1,0	0,30	0,30	1,20	2,39	1,88	3,60	2,45	2,10	4,00	1,40	1,00	1,80	0,72	0,58	2,10
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2,0	2,40	1,80	3,80	1,00	0,80	1,90	0,90	0,70	1,70	0,70	0,60	1,60	0,60	0,50	1,50
2,0	2,40	1,80	3,80	1,00	0,80	1,90	0,90	0,70	1,70	0,70	0,60	1,60	0,60	0,50	1,50
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3,0	3,80	3,25	5,00	3,90	3,50	5,00	2,40	1,80	3,30	2,40	1,80	3,80	3,20	2,50	4,00
3,0	3,80	3,25	5,00	3,90	3,50	5,00	2,40	1,80	3,30	2,40	1,80	3,80	3,20	2,50	4,00
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
4,0	4,00	3,60	7,00	4,00	3,60	7,80	3,90	3,50	5,50	4,00	3,50	7,00	4,00	3,50	7,70

F.- CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES INDIRECTAS:

Con los ensayos triaxiales, la estratigrafía de los suelos del lugar, y contemplando los sondeos 5 a 9, se ha realizado un modelo matemático de tres estratos para el cálculo de la capacidad portante de fundaciones indirectas, a continuación se muestra el ejemplo de un pilote tipo, seguido de un cuadro de resumen para diferentes alternativas de diámetro y cota de punta.



PILOTE PROPUESTO		Diámetro	Cota Punta	Altura Cabezal
Pilote tipo	[m]	0,40	-5,00	0,60

ANALISIS CAPACIDAD DE CARGA PILOTE			
CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL (carga de punta y fricción)			
Capacidad de carga por punta (Q_P)			
Superficie de punta de cada pilote	[m2]	S_P	0,126
Peso propio del pilote	[t]	Pp	1,326
Relación D/Ø	[º]	ζ	13
Relación Ø/L	[º]	ψ	0,091
Factor de forma	[º]	sc	1,021
Factor de profundidad	[º]	dc	1,7932
Factor combinado de forma y profundidad	[º]	sc.dc	1,83
Factor de capacidad de carga	[º]	Nc	28,00
Factor de capacidad de carga	[º]	Nq	16,00
Esfuerzo vertical efectivo	[t/m2]	q	4,95
Coeficiente de seguridad	[º]	ν_F	3
Cohesión	[Kg/cm2]	C'$_3$	0,38
Resistencia admisible de punta $q_p = (c'.N_c + q.Nq).sc.dc / \nu =$	[t/m2]	qp	112,39
Capacidad portante de punta $Q_p = q_p.S_p =$	[t]	Qp	**14,12**

Se adopta cota napa -0,7 m (respecto a boca de pozo)

Capacidad de carga por fricción (Q_F)			Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3
Longitud del estrato atravesado por el pilote	[m]	E	1,90	1,50	1,00
Área de acción fricción	[m2]	An	2,39	1,88	1,26
Angulo de fricción interna	[º]	Ø	1	5	29
Factor de adherencia	[º]	S32	0,01	0,09	1,72
Factor de adherencia	[º]	S5	1,18	1,34	4,68
Cohesión	[Kg/cm2]	C'_n	0,08	0,47	0,38
Coeficiente de seguridad	[º]	ν_F	2,00	2,00	2,00
Profundidad del estrato	[m]	Df	2,50	4,00	5,00
Resistencia admisible por fricción lateral $q_f = (1/2.\gamma'_s.Df.S_{32} + c'.S_5)/\nu =$	[t/m2]	qf	0,448	3,226	10,603
Capacidad portante por fricción $Q_F = An.q_f =$	[t]	Q_F	1,07	6,08	13,32
Capacidad de carga de cada pilote (Q_P+Q_F)	[t]	Q	**33,25**		

G.- CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE PILOTES

Para el cálculo simplificado de la capacidad portante para pilotes con otras alternativas de diámetro y cota de punta se presenta el siguiente cuadro:

Profundidad Respecto boca de pozo	Ø30/40		Parametros del suelo adoptados	
	qf	**q_p**		
	Por fricción lateral	**Por punta**	Cohesión	Angulo de fricción
[m]	**[t/m²]**	**[t/m²]**	**[Kg/cm²]**	**[°]**
0,60 A 2,50	0,45	----	0,15	1
2,50 A 4,00	3,20 A 3,23	17,08 A 18,06	0,94	5
4,00 A 7,00	10,31 A 11,33	104,67 A 131,27	0,75	29

Obs.:

A- Se recomienda una penetración de 2 a 3 Ø en el estrato resistente para la adopción de la tensión por punta

B- Relaciones longitud / diámetro recomendadas

	Ø 30	Ø 40
Max.	22	22
Min.	10	8

C- Separación mínima entre pilotes 2.5 . Ø

VI. – CONCLUSIONES.

A.- DESCRIPCIÓN DEL PERFÍL ESTRATIGRAFICO.

Reuniendo toda la información obtenida, tanto de campaña, como de laboratorio se ha podido determinar el perfil estratigráfico de los suelos en general de la siguiente forma:

Luego de los primeros 0,20m de suelo orgánico y material heterogéneo encontramos un suelo arcilloso de color marrón rojizo oscuro con vetas negras, de consistencia blanda a muy rígida, con valores de plasticidad media y con un contenido de humedad promedio de 44% para los sondeos 5, 8 y 9; y de 28% para los sondeos 6 y 7, este estrato se extiende hasta una profundidad de -1,40m aproximadamente respecto de nivel de boca de pozo.

A partir de allí hasta los -2,40 m aproximadamente se encuentra un manto formado por suelos limo arcillosos de plasticidad media, color marrón rojizo con leves concreciones calcáreas muy aisladas en su masa, con un contenido de humedad promedio de 36%, y de consistencia blanda a rígida.

Luego hasta los 4,40 m aproximadamente encontramos suelos arcillosos y limosos de plasticidad media y baja, color marrón rojizo con presencia de concreciones calcáreas aisladas (tosquillas) que se incrementan con la profundidad, de consistencias rígida a dura.

A partir de allí y hasta el fin de los sondeos se detectó un estrato de suelos limo arcillosos de coloración marrón rojizo; con plasticidad media a baja y consistencia muy rígida a dura, con un contenido de humedad promedio de 34%; y con abundante presencia de nódulos y concreciones calcáreas (toscas y tosquillas) en su masa.

En el mes de Octubre, durante la realización de los sondeos se detectó el nivel freático a: -0,80m para el pozo 5, -1,00m para el pozo 6, a -3,00m para el pozo 7, a -0,70m para el pozo 8, y a -1,00m para el pozo 9. Cabe destacar que estos valores son variables a lo largo del año.

B.- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES.

En función de los trabajos de gabinete, apoyados en los ensayos de campaña y laboratorio, se realizó el análisis de las distintas alternativas de fundación en función de los requerimientos de esta obra en particular.

De acuerdo a los mismos, con los datos del sondeo 9 se planteó la fundación de muros o tabiques mediante cimentaciones superficiales del tipo zapata corrida a una profundidad de -0,70 m respecto de nivel de terreno natural, con una tensión admisible de 0,55 kg/cm².
Dentro del tipo de alternativa anteriormente planteada se encontraría la sustitución de la zapata corrida por una viga de fundación de hormigón armado, calculada con el coeficiente de balasto brindado en el cuadro V-C

Para la fundación de cargas concentradas, como las que se presentan en una estructura independiente, si se recurre a una cimentación mediante bases directas aisladas, puede fundarse, también para el sondeo 9, a una profundidad de -1,00m, respecto del nivel de terreno natural, con una tensión admisible, de 0,72 kg/cm2. Para esta cota y tensión, se planteó una base cuadrada de 1,00 m de lado obteniéndose un asentamiento elástico estimado menor de 1,00cm. Cabe destacar que los valores calculados involucran los parámetros (cohesión y ángulo de fricción) del estrato inmediatamente inferior, razón por la cuál se deberá evaluar la deformación y disipación de las tensiones en la profundidad teniendo en cuenta el ancho de las bases y la potencia de este estrato de aproximadamente 1,00m.
En el punto V-C se presentan los valores de tensión y coeficiente de balasto para cada sondeo y a distintas cotas de fundación.

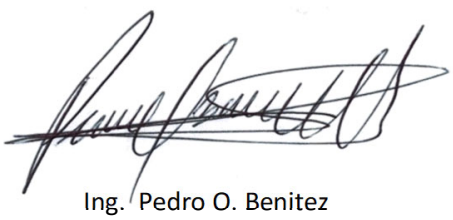
Otra posibilidad es recurrir a un sistema mediante cimentaciones indirectas o profundas tipo pilotes, tomando una envolvente con los cinco sondeos se ha planteado un modelo matemático en función de tres estratos con los datos obtenidos en laboratorio. Este modelo arroja para un pilote de Ø 0,40 m y cota de punta -5,00 m, una capacidad portante de 33,25 tn. Así mismo, en el punto V-F se presentan los valores admisibles de fricción y tensión de punta para el cálculo simplificado de pilotes con otras alternativas de cotas de punta y diámetro.

Para la realización de excavaciones temporales, durante la obra, en el punto V-D se ha realizado el cálculo de la altura máxima estable para cada sondeo, contemplando los parámetros mínimos obtenidos de los ensayos triaxiales. Estos valores son validos siempre que permanezcan abiertas un tiempo reducido y que no se produzcan variaciones en la humedad del suelo.
En la colocación de cañería a cielo abierto se recomienda un avance que genere una apertura y cierre dentro de las 24 hs. evitando de esta manera una alteración de la cohesión del suelo que nos garantice la altura máxima estable; de lo contrario se podrá entibar con un diagrama como el expuesto en el punto V-D.
Además se recomienda: mantener todos los bordes libres de obstáculos; en cercanías de la excavación se deberán evaluar las sobrecargas que estén actuando como así también las vibraciones e interferencias; se deberá controlar la circulación de maquinaria pesada en torno a los bordes de la excavación; se procederá a relevar las excavaciones luego de una lluvia; en caso de desestibado se deberá hacer en dos o más etapas.

A modo de ejemplo en el punto V-E se ha determinado la carga muerta por unidad de longitud actuante en un plano horizontal que pasa por la clave del caño para distintos anchos de zanja y profundidades, aplicando el método de Marston

Cabe mencionar que todas las recomendaciones del presente informe están basadas en los datos obtenidos en lugares puntuales, razón por la cual si en la ejecución de las fundaciones se encuentra alguna situación que difiere de la información presentada se deberá consultar para definir los criterios a adoptar.

Rosario, 27 de Octubre de 2021.



Ing. Pedro O. Benitez

BARRIO SOLARES DEL ROSARIO(FUNES) - PROPUESTA DE SANEAMIENTO PLUVIAL

PROYECTO EJECUTIVO

Ingeniero Civil Pablo Bellittieri
para Municipalidad de Funes

Contenidos

Contenidos 2
Solares del Rosario, Funes 3
1. Ubicación Geográfica 3
2. Consideraciones Hidráulicas 4
3. Estudios de Campo 6
3.1 Relevamiento Topográfico 6
3.2 Interferencias 6
3.3 Entubamientos e Ingresos Domiciliarios 6
4. El Anteproyecto - Selección de Alternativas 9
Alternativa 3 (Anteproyecto) 10
Desarrollo de la Alternativa 3 10
5. Proyecto Ejecutivo 10
5.1 Generalidades y Alcance del Proyecto de Regulación 10
5.2 Determinaciones y Cálculos Hidráulicos 13
5.3 Determinación del Tiempo de Concentración en Condiciones Originales.- 13
5.4 Determinación del Coeficiente de Escurrimiento (C) 13
5.5 Determinación del Tiempo de Concentración para las Condiciones de Proyecto 14
5.6 Volumen Disponible para el Almacenamiento de Excedentes Pluviales 15
6. Obras Proyectadas 15
6.1 Definición de las obras propuestas. 15
6.2 Drenajes a Cielo Abierto 15
6.3 Reservorios 16
7. Planos de Proyecto 16
8. Cómputo 16
9. Conclusiones y Recomendaciones 17
9.1 Limitaciones del Proyecto 17
9.2 Fortalezas del Proyecto 17
9.3 Sustentabilidad del Proyecto 18

Solares del Rosario, Funes

1. Ubicación Geográfica

El barrio Solares del Rosario está ubicado en la ciudad de Funes, Provincia de Santa Fe, en el extremo sureste de la misma, presenta una configuración geométrica de forma trapezoidal constituida por los siguientes límites:

- al norte por la Ruta Nacional N° 9 (RN 9): 1750 m;
- al sur por la avenida Fuerza Aérea: 1740 m;
- al este por la calle Jorge Newbery: 410 m;
- al oeste por el Boulevard Mitre: 620 m.

CROQUIS DE UBICACIÓN

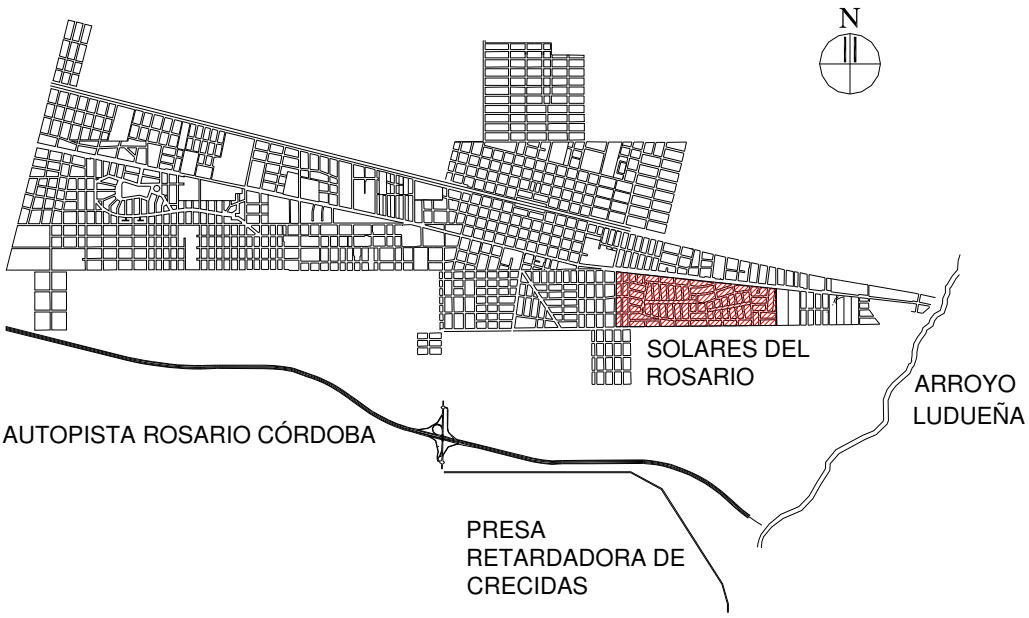


Figura 1 – Ubicación de la zona de estudio.-

Es un barrio que se extiende en unas 90 Has. y se consolidó a partir de uno de los primeros loteos de Funes. El sector presenta varios espacios verdes, los más característicos son dos franjas longitudinales con orientación oeste – este que define una división entre un sector norte y otro sector sur. El trazado de calles no es en damero sino que presenta calles cuyo eje es curvo (las que tienen sentido oeste – este) y las perpendiculares que llegan a los espacios verdes son calles sin salida. Con el correr de los años las calles se han abierto desde los finales de calle, invadiendo la zona verde. Sin embargo esta traza no responde al trazado oficial de calles.

Las edificaciones existentes son de una muy variada tipología y tamaño, en general las casas más antiguas se ubican en el sector norte y las más nuevas al sur, con algunas excepciones, sin embargo vale lo anterior en coincidencia con la apertura de la Av. Fza. Aérea con la prolongación de calle Mendoza (luego Ing. Miglierini) desde Rosario, durante la década de los ´90.

Del análisis de fotografías aéreas y satelitales se observa un gran avance en las construcciones entre los años 2003 a 2007.

2. Consideraciones Hidráulicas

Desde el punto de vista hidrológico – hidráulico, el barrio está emplazado en la cuenca del Arroyo Ludueña. Desde el punto de vista local, este sector está aguas abajo de la cuenca urbana de Funes que se ubica al sur de la RN 9.

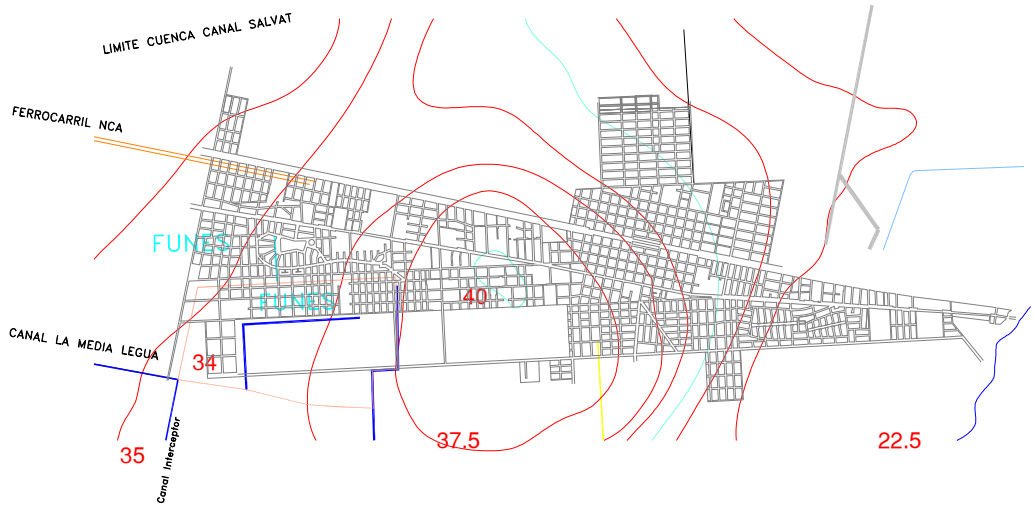


Figura 2 – Relación de la zona de estudios con las curvas de nivel originales (Fuente IGM)

Las curvas de nivel (IGN) muestran que en el extremo noroeste el terreno está a unos 28,0 msnm y la pendiente natural baja hacia el este, en los primeros 570 m hasta los 25,0 msnm y luego en unos 1200 m baja hasta los 22,50 msnm. Se distingue en el extremo oeste una pendiente del terreno natural más marcada del orden de 0,0053 m/m y en el sector hacia el este una pendiente de unos 0,0021 m/m.

Esta pendiente está en un orden tal que, conducciones tales como zanjas, que mantengan esta pendiente de fondo, deberían permitir un buen escurrimiento de las aguas. Del estudio de las pendientes del sector (ver Relevamiento Topográfico), surge que aquellas calles que tienen sentido oeste – este, mantienen esta pendiente, sin embargo el trazado de calles no es franco hacia un cuerpo receptor sino que es interceptado por el manzanero, esto, sumado a la falta de un proyecto de pavimento, y al alteo de los lotes residenciales, ha devenido en la generación de anegamientos en aquellos puntos bajos que no tienen posibilidad de evacuar las aguas de las tormentas.

Las trazas de la RN 9 y la Avenida Fza. Aérea se extienden en terraplenes por sobre el nivel del sector en estudio, representando límites hidráulicos al norte y al sur respectivamente.

El sector en estudio presenta un sistema de desagües pluviales que no obedece a ningún ordenamiento sino que responde a necesidades individuales de frentistas. Existen alcantarillas de cruce de calle, en su mayoría de D°400 (mm) cuya capacidad hidráulica está afectada por distintos factores, entre ellos: sedimentación, basura, mal posicionamiento, cabezales en mal estado, en algunos casos el cabezal se ha roto y los escombros obstruyen la sección. Hacia el extremo este existen algunos cruces de calle de mayor diámetro D°600 (mm) que desagotan eventualmente en la cuneta este de J. Newbery y ésta en la cuneta norte de Fza. Aérea.

Los caudales erogados aguas arriba del sector en estudio son conducidos por drenajes a cielo abierto, alcantarillas de cruces, albañales, etc. hasta las cunetas norte y sur de Av. Fza. Aérea para desembocar en el Arroyo Ludueña.

Se concluye que el sistema actual no es suficiente para atender a las necesidades del barrio, lo que se ve reflejado en los numerosos reclamos de vecinos. Un listado de los mismos se incluyó en el informe correspondiente al Anteproyecto.

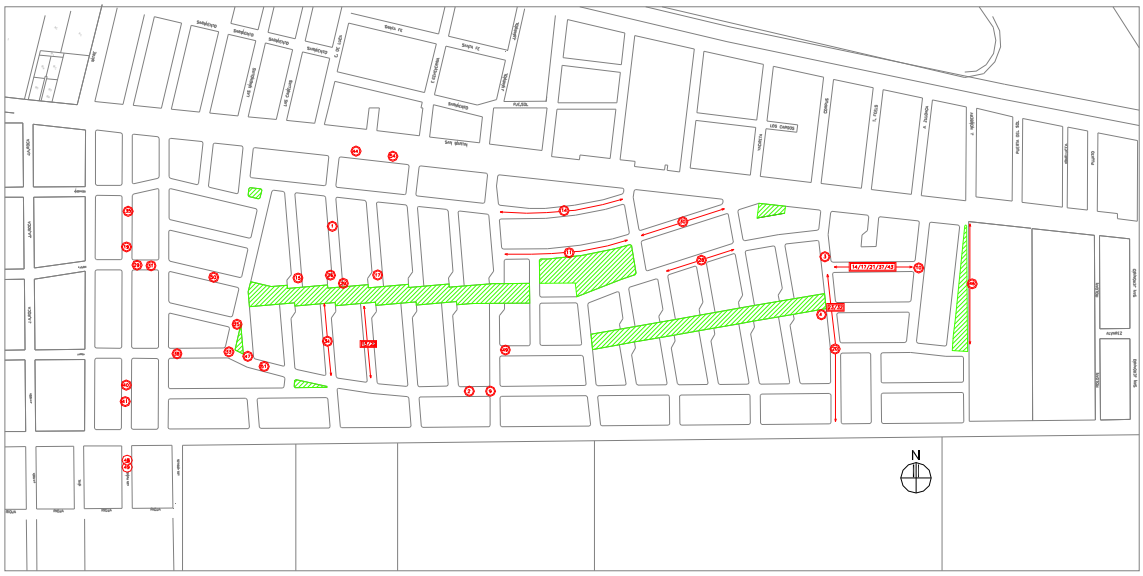


Figura 3 – Las marcas rojas indican reclamos.

3. Estudios de Campo

3.1 Relevamiento Topográfico

Se llevó a cabo, un relevamiento de la zona de estudios. Durante el levantamiento planialtimétrico, se tomaron perfiles transversales en los cruces de líneas de edificación en la intersección de calles y, cuando las cuadras se extienden a 100 m ó más se levantó un perfil transversal equidistante de los extremos. De este modo se definieron pendientes de calles para determinar el sentido de los escurrimientos superficiales.

Se midieron los anchos de calle en correspondencia con los cruces principales de modo de identificar las diferencias con la base catastral, midiendo la distancia entre eje de las cunetas actuales y la línea municipal, líneas de árboles, columnas de alumbrado, etc.

3.2 Interferencias

Se solicitó la ubicación planialtimétrica de posibles interferencias a las respectivas empresas.

Empresa	**Interferencia**
Aguas Santafesinas S.A.	Red de Agua y Cloacas
Telecom	Telefonía y Fibra Óptica
Empresa Provincial de la Energía	Instalaciones Aéreas y Subterráneas de Baja, Media y Alta Tensión
Litoral Gas	Instalaciones subterráneas de baja, media y alta presión.
Funes Coop	Fibra Óptica enterrada e instalaciones aéreas de comunicaciones.

Tabla 1 – Interferencias.

Se incluyen los planos suministrados por las empresas de servicios indicando las posibles interferencias.

3.3 Entubamientos e Ingresos Domiciliarios

Se relevaron todos los ingresos a casas y lotes, con el fin de caracterizar el estado y funcionamiento hidráulico en cada caso.

La Municipalidad de Funes tiene una disposición por la cual reglamente la tipología de estos ingresos, se presenta el plano tipo de estas obras de arte.

Se completó una planilla y se calificó la obra de arte en cada caso como buena (B), regular (R) y mala (M), también se marcó en cada caso si la misma presenta un estado tal que pueda conservarse o no. En este punto se aclara que el criterio

adoptado es que si la calificación fuera positiva en cuanto al estado y posibilidad de conservarla, la propuesta es verificar que la sección hidráulica sea compatible con la necesaria para permitir el correcto escurrimiento. Para esto se deberá comparar la capacidad hidráulica de la sección correspondiente a cada ingreso con la capacidad hidráulica de este tramo de cuneta según el proyecto. Esto se deberá realizar en cada caso y no se incluye en el alcance del presente trabajo.

En las fotos siguientes se ilustran casos puntuales:



Foto 1 – Ingreso que cumple con reglamentación y en condiciones buenas que se podría conservar.-



Foto 2 – Ingreso que no cumple con reglamentación, la sección es circular y en condiciones regulares, la sección está obstruida por la acumulación de tierra y basura.-



Foto 3 – Ingreso que cumple con reglamentación y en buenas condiciones constructivas pero obstruido, se podría conservar adecuando la zanja.-



Foto 4 – Ingreso que no cumple con reglamentación, la sección es circular y en buenas condiciones.



Foto 5 – Ingreso que no cumple con reglamentación, la sección es circular y en malas condiciones, la sección está muy obstruida.-

En la sección de Apéndices se incluye el relevamiento de todos los ingresos, y en la siguiente tabla se indican aquellos que están en condiciones de ser mantenidos en caso de verificar capacidad hidráulica.

4. El Anteproyecto - Selección de Alternativas

El Anteproyecto se basó en los siguientes antecedentes:

- Curvas de Nivel de las planchetas IGM;
- Nivelación realizada por la UTE Werk – Obring (Septiembre 2009);
- Base catastral (Municipalidad de Funes);
- Lista de reclamos (Municipalidad de Funes);
- Observaciones propias.

En el Antreproyecto se presentaron tres (3) alternativas para consideración de la Municipalidad en cuanto al alcance de la regulación de los caudales, la posibilidad de no regular algunos sectores.

La Municipalidad de Funes indicó que se desarrollase la Alternativa 3 propuesta oportunamente. Y que se consideren las dos cunetas sobre Fuerza Aérea como cuerpos receptores (potencialmente). Para esto se extendió el relevamiento topográfico sobre calle Fuerza Aérea hasta llegar al Arroyo Ludueña.

Alternativa 3 (Anteproyecto)

Los lotes frentistas sobre Fuerza Aérea no regularán los aportes. Se dará prioridad a los sectores ubicados al norte de los espacios verdes en cuanto a la captación, almacenamiento y regulación de los excedentes pluviales. Se preverán descargas individuales de cada reservorio para no generar debilidades en el nuevo sistema. Por donde se proponga la conducción de descarga de los reservorios, los aportes de los frentistas podrían no ser regulados.

En la siguiente tabla se resumen las principales características de las alternativas planteadas.

Alternativa	Has. Reguladas	Has. sin Regulación	$Q_i(m^3/s)$	$Q_s(m^3/s)$	Fortalezas	Debilidades
3	68,8 (77%)	21 (23%)	8,45	3,77	Se aprovechan todos los espacios verdes.	**No se regula el 100% de los aportes.**

Tabla 2 – Resumen de Alternativas de Manejo de Caudales Excedentes.-

Desarrollo de la Alternativa 3

Al avanzar con el proyecto sobre esta premisa se logró un diseño que si bien atendía a los requerimientos en cuanto a regulación, las obras necesarias para la materialización de esta alternativa eran de un volumen muy elevado en cuanto a movimiento de suelos, generando verdaderos embalses en las zonas verdes. Esta alternativa se presentó a la Municipalidad de Funes en Mayo 2011 y se desestimó, se definieron nuevas condiciones de proyecto que se desarrollan en el próximo apartado.

5. Proyecto Ejecutivo

5.1 Generalidades y Alcance del Proyecto de Regulación

El sector en estudio se estudia como una cuenca cerrada. No se tienen en cuenta para el dimensionamiento de las canalizaciones ni para la determinación de los volúmenes de almacenamiento aportes externos. Esto surge de las condiciones del Pliego y tiene fundamento en el ordenamiento propuesto desde la Municipalidad de Funes que ha realizado obras de cruce en Av. Fuerza Aérea aguas arriba del sector, y de la pendiente actual de las calles. Se desarrolló en detalle la Alternativa 3 del Anteproyecto y se presentó de manera preliminar para su consideración surgiendo las siguientes consideraciones:

- Debido al relieve del terreno y a la extensión de algunas conducciones, las acometidas a las zonas de reservorio resultan profundas y por consiguiente es necesario excavar aún más para definir los reservorios.
- Los espacios verdes tienen una pendiente que no es favorable para el almacenamiento por lo que es necesario un considerable movimiento de suelos.
- Las calles que tienen salida a calle Fuerza Aérea tiene pendiente muy baja en comparación con aquellas que no, por lo que se propone que los

caudales regulados evacúen por aquellas que tienen mejores condiciones y sean derivadas por calle Los Álamos y desde ahí a las cunetas de Fuerza Aérea.
- Se optimiza el diseño hidráulico de cunetas, minimizando los tramos a contrapendiente, privilegiando el sentido original de los escurrimientos por sobre la regulación.
- Se propone una recurrencia de diseño de 2 años, con el fin de acometer a las zonas de reservorio con cunetas menos profundas y así poder realmente aprovechar estas zonas.

A partir de lo anterior y de lo expresado en el punto 2; se propone:
- Las cunetas de las calles Av. Mitre, Los Pumas y Los Nogales, escurran directamente en dirección N-S.
- Las cunetas N de calle Fza. Aérea no se modifica, se propone una limpieza y adecuación de aquellos ingresos y otras obras de arte que no estén en buen estado (se excluye del alcance del proyecto).
- Las cunetas S de calle Los Olmos escurra en lo posible en sentido O-E hasta alcanzar la calle J. Newbery.
- El relieve obliga que en algunos tramos la pendiente aguas abajo resulta menor que la de aguas arriba esto se contempla en el diseño de la sección de conducción y esto se compensa ajustando otras variables geométricas.
- Las cunetas en la última cuadra de Nogales acometen en contrapendiente, esto es así para no cargar el tramo de calle Las Palmas que tiene problemas. El razonamiento es que al ejecutar el proyecto ir en contrapendiente los últimos metros no tendrán alta incidencia.
- En las cunetas de calle Fza. Aérea sólo se prevé limpieza y rectificación de la sección actual donde sea necesario. Los ingresos de los frentistas serán regularizados/adecuados por la Municipalidad de Funes (fuera del alcance de este proyecto).
- Un sector al norte del Reservorio 2, conviene que no regule para no ir en contrapendiente por Araucarias, ni encauzarlo por la cuneta sur de Los Olmos para que esta no se profundice. Se deriva hacia la cuneta sur de la RN 9.
- El espacio verde intermedio es reservorio pero recibe pocos aportes, esto se justifica porque a diferencia de los otros espacios verdes, este tiene equipamiento de recreo, juegos, canchas, etc.
- La intersección de calle Los Olmos con El Talar y Solares del Rosario, presenta un pavimento de losas de hormigón, con lo cual si uno quisiera cruzar la cuneta de Los Olmos el cruce obliga a romper esta losa. Como la cuadra de calle Los Olmos entre El Talar y Araucarias, tiene una pendiente casi nula, unos 9 cm en 185 m, se propone que este tramo de cuneta sur sea en contrapendiente y sin regular.
- Se plantea la salida del reservorio del solar 2 por la cuneta oeste de Los Ceibos aunque el último tramo es en contrapendiente.
- Por calle Chingolos ambas cunetas se excavan en contrapendiente para poder regular.
- En calle Las Perdices, la cuneta oeste, tiene un primer tramo en contrapendiente, regula, la cuneta este es toda en contrapendiente (muy

leve) al acometer al espacio verde existe una sobreelevación en coincidencia con el abovedamiento de la misma calle.

- La pendiente mínima (sobre todo en los tramos a contrapendiente) es de 10cm c/100m.-
- Las descargas de los espacios de reservorio están propuestas en función del TN original para compatibilizar con las pendientes de cunetas de modo de optimizar el movimiento de suelo. Por eso la salida por ejemplo no está planteada por Golondrinas Sino por TERU-TERU – Los Álamos y Golondrina.
- Las acometidas indicadas como alcantarillas 4-8-12-16 y 23, se conectan con la cuneta norte de Fuerza Aérea, corresponden a aportes no regulados y se propone de esta manera ya que en ese tramo el FC de la cuneta sur está más alto que el de la norte.-
- Los cruces a cuneta sur de Fuerza Aérea en algunos casos podrían pensarse como un solo caño y no dos, es criterio de proyecto proponer 2 para independizar las conducciones aguas arriba.
- Es criterio de la Secretaría de Obras Públicas de Funes mantener diámetros mínimos en los cruces e incrementar la cantidad de caños hasta donde sea posible.

Resultando así un esquema como el de la siguiente Figura 4:

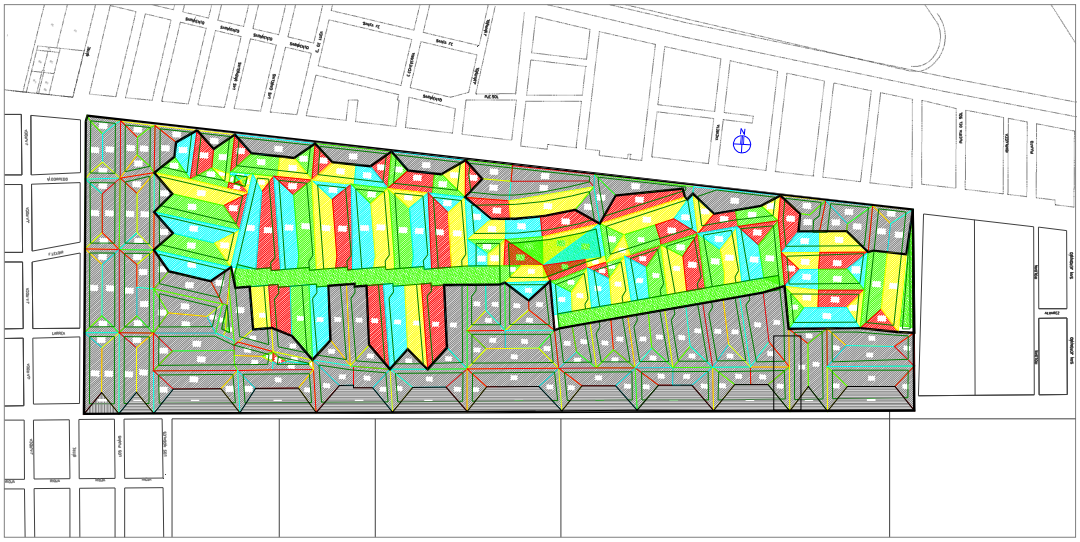


Figura 4 – Esquema Propuesto para la Regulación.-

En gris se indica la superficie que no regula sus aportes, unas 50 Ha. (56%). Mientras que en colores se han indicado las subáreas que se pretende regular, unas 40 Ha (44%). Si bien a primera instancia resulta que la propuesta no contempla el total de los aportes ó una porción mayoritaria de la zona de estudios, dadas las condiciones reales del sector, la propuesta es superadora de la condición actual.

5.2 Determinaciones y Cálculos Hidráulicos

Todas las determinaciones y cálculos se enmarcan dentro de las Recomendaciones de Diseño de la Dirección de Protección Urbana Contra Inundaciones (DPPUCI) de la Secretaría de Aguas del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente (MASPyMA).

5.3 Determinación del Tiempo de Concentración en Condiciones Originales.-

El tiempo de concentración (Tc) se estima como la suma de los tiempos de escurrimiento mantiforme (no encauzado) y el tiempo de flujo canalizado (encauzado). Pueden existir varios recorridos posibles de flujo para las diferentes áreas drenadas, el mayor tiempo de concentración de todos los tiempos, para los diferentes recorridos, es el tiempo de concentración crítico a adoptar para el área drenada. (Hidrología, Procesos y Métodos, Orsolini, Zimmerman y Basile, 2008)

Para la determinación del tiempo de concentración en las condiciones originales, empleando la fórmula de la onda cinemática, se obtienen los siguientes valores:

Tc = (441*(L*n)^{0,60})/(S^{0,30}*i^{0,40}) = 247 min (5 años) y
Tc = 193 min (100 años), siendo los parámetros utilizados:

L: longitud del curso principal (km)	*1,75439*
S: pendiente media longitudinal del curso (m/m)	*0,0024*
n: coeficiente de rugosidad de Manning para flujo mantiforme (s/m$^{1/3}$)	*0,08*
i: intensidad de la lluvia (mm/h)	*20,43/38,00 (5 años/ 100 años)*

5.4 Determinación del Coeficiente de Escurrimiento (C)

El Método Racional considera un coeficiente de escorrentía C que está en función del tipo de superficie por la cual se produce el escurrimiento de las aguas. Su valor está entre 0 y 1 y da una idea de la proporción de la cantidad de agua, originada en la precipitación, que no es absorbida por el terreno y conforma el escurrimiento superficial.

En la siguiente Tabla 3 se presenta el cálculo del C a emplear para los cálculos hidráulicos basados en el Método Racional.

				Proporción	DPPUCI	$c*A_i$
			(m^2)			(m^2)
Superficie Total		897937,6	100,0%			
Verde		20261,49		2,3%		
		14168,5		1,6%		
		11627,63		1,3%		
		471,75		0,1%		
		465,11		0,1%		
		605,26		0,1%		
		1145,26		0,1%		
		4248,53		0,5%		
			52993,53		0,25	13248,38
Lotes			479904,1			
	Ed. (30%)	143971,2		16,0%	0,97	139652,1
	Verde (70%)	335932,8		37,4%	0,25	83983,21
Vía Pública		365040				
	Vereda	219024		24,4%	0,25	54756
	Zanjas	36504		4,1%	1,00	36504
	Carpeta	109512		12,2%	0,65	71182,8
						399326,5
Dividiendo la sumatoria de la columna K por la superficie total.						
C=		**$Sc*A_i$ /Superficie Total =**				**0,44**

Tabla 3 – Determinación del Coeficiente de Escurrimiento C.-

5.5 Determinación del Tiempo de Concentración para las Condiciones de Proyecto

Habiendo determinado el Tc para las condiciones originales, o sea previo a la urbanización e impermeabilización de superficies, de la zona de estudio, es necesario determinar el Tc para condiciones de proyecto, esto es con la zona urbanizada totalmente, calles abiertas, etc.

En condiciones originales el escurrimiento era mantiforme, para las condiciones de proyecto se considera que los caudales estarían encauzados por lo que se genera un aceleramiento de estos caudales, o sea una disminución del Tc.

A partir del cálculo de las conducciones (ver apartados siguientes) se obtiene el tiempo de concentración para cada subcuenca. El recorrido más extenso es de unos 47 minutos y el más corto es de sólo 7 minutos y corresponde a algún tramo de una sola cuadra de zonas que no regulan.

5.6 Volumen Disponible para el Almacenamiento de Excedentes Pluviales

A partir del cálculo de las cunetas se definieron las condiciones de borde para la conformación de la geometría de los reservorios en los espacios verdes. En la siguiente tabla se indican los volúmenes disponibles.

Reservorio	$\Omega_i(m^2)$	$\Omega_s(m^2)$	$\Omega_{1/2}(m^2)$	$h_{1/2}(m)$	Vol (m3)
1	1440,22	907,55	1173,89	0,70	821,72
2	11920,50	11414,95	11667,73	0,45	5250,48
3.1	5000,00	6693,48	5846,74	0,30	1754,02
3.2	5067,03	6923,02	5995,03	0,15	899,25
4.1	8537,86	11394,62	9966,24	0,70	6976,37
4.2	6206,81	8343,35	7275,08	0,60	4365,05
					20066,89

Tabla 4 – Capacidad de los Reservorios.-

6. Obras Proyectadas

6.1 Definición de las obras propuestas.

Las obras propuestas constan de un cuneteado (ó zanjeo) a lo largo de las calles existentes, reacondicionando el trazado actual y previendo adecuadas secciones para las alcantarillas de cruces de calle.

En los espacios verdes se habrán de realizar movimientos de suelo de modo de configurar estos espacios para que garanticen el almacenamiento temporario de volúmenes de origen pluvial. Escapa a los alcances de este trabajo el proyecto de cómo equipar estos espacios cuyo uso en la mayor parte del tiempo es con fines recreativos. Cualquier elemento indicado en planos es al solo hecho ilustrativo.

Las cunetas son conducidas aguas abajo hasta alcanzar las cunetas norte y sur de la Av. Fuerza Aérea, las acometidas a la cuneta sur de materializan con cruces bajo calzada.

6.2 Drenajes a Cielo Abierto

El trazado de los drenajes a cielo abierto (el zanjeo) se desarrollará tratando de mantener el trazado existente de manera de respetar los espacios previstos en el ancho de la vereda previsto hasta ahora. De existir alguna interferencia se analizará la posibilidad de resolver la misma.

En aquellos casos donde exista una obra de ingreso domiciliario que esté en condiciones de ser conservada, se verificará la sección hidráulica y su compatibilidad con el proyecto. El criterio es que si la sección existente es igual ó mayor, el cruce se podrá conservar, en caso contrario se deberá remover y prever la instalación de un nuevo ingreso.

En los planos de proyecto se indican las características geométricas de cada tramo de las cunetas proyectadas.

6.3 Reservorios

De acuerdo a la Regulación Propuesta (ver apartado anterior) se ha definido una geometría para los reservorios teniendo en consideración la profundidad de las cunetas que acometen a ellos y tratando de optimizar la capacidad espacial de los espacios verdes sin recurrir a alteos. Las salidas de los mismos se realizan por aquellas calles que tienen salida directa hacia Fuerza Aérea con la posibilidad de acometer a las cunetas norte y/ó sur.

7. Planos de Proyecto

En la siguiente tabla se indican los planos que conforman este proyecto:

N°	Plano	Título	Fecha	Revisión
1	SR-H01	Plano de Cuencas para el Cálculo.	10/11/2011	1
2	SR-H02	Proyecto de Cunetas, hoja 1.	10/11/2011	1
3	SR-H03	Proyecto de Cunetas, hoja 2.	10/11/2011	1
4	SR-H04	Planialtimetría Cunetas Fuerza Aérea	10/11/2011	1
5	SR-H05	Reservorio 4 – Planimetría	10/11/2011	1
6	SR-H06	Reservorio 4 – Salidas	10/11/2011	1
7	SR-H07	Reservorio 3 – Planimetría	10/11/2011	1
8	SR-H08	Reservorio 3 – Salidas	10/11/2011	1
9	SR-H09	Reservorio 2 – Planialtimetría	10/11/2011	1
10	SR-H10	Reservorio 1 – Planialtimetría	10/11/2011	1
11	SR-H11	Obras de Arte	10/11/2011	1
12	SR-H12	PT Alc. Circular DNV	10/11/2011	1
13	SR-H13	10/11/2011	1	1
14	SR-H114	Relevamiento Topográfico, hoja 2.		

Tabla 5 – Planos de Proyecto.-

8. Cómputo

A partir de los planos de proyecto se ha realizado un cómputo preliminar de los materiales y trabajos necesarios para materializar las obras. Cabe la aclaración que se ha hecho un cómputo considerando que se realizan excavaciones nuevas, como en realidad hay zanjas existentes que se deben adecuar el volumen obtenido se reduce a un 50% en forma arbitraria. El cómputo es indicativo del alcance de las obras propuestas.

En la siguiente tabla se discriminan algunos elementos esenciales de las obras. El proyecto prevé la adecuación de unos 26.677,70 m de cunetas, con unas 100 alcantarillas y otras obras de arte menores.

1	Excavación para zanjas nuevas	8275,6	m3
2	Excavación para reservorios	20066,89	m3
3	Alcantarillas de cruce de H°A° Ø400 y l=10 m	77	un
4	Alcantarillas de cruce de H°A° Ø500 y l=10 m	1	un
5	Alcantarillas de cruce de H°A° Ø600 y l=8 m	1	un
6	Alcantarillas de cruce de H°A° Ø600 y l=10 m	17	un
7	Alcantarillas de cruce de H°A° Ø600 y l=12 m	2	un
8	Alcantarillas de cruce de H°A° Ø600 y l=18 m	2	un
9	Rotura y reparacion de carpeta para cruces de calle en Fuerza Aérea.-	12	un
10	Ingresos en BC a chequear capacidad hidráulica	283	un
11	Ingresos en condición de regular a acondicionar	549	un
12	Ingresos a demoler y rehacer	122	un

Tabla 6 – Cómputo General.-

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Limitaciones del Proyecto

- El proyecto se definió sobre niveles existentes, no existe proyecto (ó anteproyecto) de pavimento. En las curvas de nivel se pueden ver ollas que para ser saneadas obligan a proponer cunetas con sentido de escurrimiento en contrapendiente al terreno natural.

- En algunos casos se observa que actualmente la pendiente del eje de la calle tiene un sentido y los fondos de cuneta tienen sentidos opuestos, incluso los niveles de vereda son muy desparejos.

- El grado de regulación está limitado por la topografía.

- El esquema es muy sensible a cualquier modificación a la propuesta planteada.

- Los ingresos domiciliarios condicionan la sección de escurrimiento si no tienen la sección apropiada.

9.2 Fortalezas del Proyecto

- Se presenta una propuesta concreta en cuanto al sentido de escurrimiento de los drenajes a cielo abierto.

- Se logran reservorios en los espacios verdes con un menor movimiento de suelo.

- La propuesta es compatible con un proyecto de calles futuro.

- Se cuenta con un modelo digital del terreno.

- Se ha recopilado un gran volumen de información de la zona que podrá ser utilizado para otros proyectos.

9.3 Sustentabilidad del Proyecto

- Se sugiere a la Municipalidad de Funes la posibilidad de prever algún tipo de revestimiento para las secciones de las canalizaciones propuestas. Para mejorar las condiciones de estabilidad de los taludes laterales y las condiciones de sedimentación en las soleras.

- La experiencia indica que son necesarias tareas de mantenimiento muy intensivas para mantener las secciones hidráulicas propuestas por proyecto. Así como la necesidad de mantener en buen estado las alcantarillas de cruce de calle, las de ingreso domiciliario etc. Una correcta selección de un revestimiento puede mejorar sensiblemente las condiciones hidráulicas de escurrimiento y al mismo tiempo las de estabilidad de los taludes laterales.

Rosario, 10 de Noviembre de 2011.-

LOS Asociación Vecinal
SOLARES
AVLS

Funes, 24 de febrero de 2016.

MUNICIPALIDAD DE FUNES (S. Fe)
MESA GENERAL DE ENTRADAS Y SALIDAS
ENTRÓ
24 FEB 2016
SALIÓ
Expte. Nº. Firma
Destino

Al Intendente
de la Ciudad de Funes
Sr. Diego León Barreto
S / D

De nuestra consideración:

La **Asociación Vecinal Los Solares** (Pers. Jdca. Nº 171), tiene el agrado de dirigirse a Usted a los fines de **solicitarle una urgente reunión** para tratar diversos temas que hacen al interés general de nuestro barrio.

En este sentido, aprovechamos la oportunidad para adelantarle algunas de las problemáticas y necesidades que vienen manifestado los vecinos de nuestro barrio, muchas de las cuales son reiteración de distintos reclamos que ha efectuado esta Vecinal, incluso desde la gestión municipal anterior, entre las que se encuentran:

- Concreción de los trámites necesarios para el inicio del tendido de la red cloacal (atento prefactibilidad técnica otorgada por ASSA el año pasado).
- Mantenimiento y limpieza de zanjas que aún se encuentran pendientes (atento época de lluvias y constantes inundaciones en determinados sectores del barrio).
- Recambio de luminarias y mantenimiento del alumbrado público (hay zonas que se encuentran a oscuras desde hace meses, generando inseguridad en vecinos).
- Arreglo y alisado de calles, algunas de las cuales se encuentran intransitables (con materiales de larga duración para evitar continua reparación y gastos).
- Reparación juegos plaza principal y de Los Alamos y Las Perdices, mantenimiento de las mismas (yuyos y malezas habituales, así como animales sueltos).
- Cruces peatonales en espacios verdes del centro de barrio que sirve de reservorio de agua, y en calles cortadas por el mismo (al zanjearlo quedó inhibido el paso).
- Señalización de calles (trabajo iniciado y no concluido).
- Reparación de contenedores de basura existentes e incorporación de nuevos (sumado a campaña de concientización de tratamiento de residuos y malezas).

PRECIPITACION TOTAL					
Recurrencia 5 años; Duración 60 min					
Duración [min]	Intensidad i [mm/h]	Precipitación Acum P [mm]	Incremento Precip ΔP [mm]	Intensidades ordenadas [mm/h]	ΔP ordenado [mm]
5	150,68	12,56	12,557	58,23	1,96
10	127,94	21,32	8,767	65,67	2,41
15	111,68	27,92	6,596	75,65	3,10
20	99,41	33,14	5,218	89,80	4,28
25	89,80	37,42	4,280	111,68	6,60
30	82,05	41,02	3,606	150,68	12,56
35	75,65	44,13	3,104	127,94	8,77
40	70,27	46,84	2,716	99,41	5,22
45	65,67	49,25	2,410	82,05	3,61
50	61,70	51,42	2,163	70,27	2,72
55	58,23	53,38	1,959	61,70	2,16
60	55,16	55,16	1,789	55,16	1,79
				Sumatoria	55,16

Recurrencia 100 años; Duración 60 min					
Duración [min]	Intensidad i [mm/h]	Precipitación Acum P [mm]	Incremento Precip ΔP [mm]	Intensidades ordenadas [mm/h]	ΔP ordenado [mm]
5	234,23	19,52	19,519	88,53	3,01
10	196,96	32,83	13,308	99,79	3,66
15	170,96	42,74	9,913	114,97	4,68
20	151,67	50,56	7,817	136,73	6,41
25	136,73	56,97	6,414	170,96	9,91
30	124,78	62,39	5,418	234,23	19,52
35	114,97	67,07	4,679	196,96	13,31
40	106,77	71,18	4,112	151,67	7,82
45	99,79	74,84	3,665	124,78	5,42
50	93,78	78,15	3,304	106,77	4,11
55	88,53	81,16	3,007	93,78	3,30
60	83,91	83,91	2,759	83,91	2,76
				Sumatoria	83,91

Recurrencia 50 años; Duración 60 min					
Duración [min]	Intensidad i [mm/h]	Precipitación Acum P [mm]	Incremento Precip ΔP [mm]	Intensidades ordenadas [mm/h]	ΔP ordenado [mm]
5	196,85	16,40	16,404	79,94	2,86
10	168,88	28,15	11,743	89,69	3,48
15	148,58	37,14	8,997	102,65	4,43
20	133,09	44,36	7,220	120,85	5,99
25	120,85	50,36	5,991	148,58	9,00
30	110,91	55,45	5,099	196,85	16,40
35	102,65	59,88	4,425	168,88	11,74
40	95,67	63,78	3,902	133,09	7,22
45	89,69	67,27	3,484	110,91	5,10
50	84,49	70,41	3,145	95,67	3,90
55	79,94	73,27	2,864	84,49	3,14
60	75,90	75,90	2,628	75,90	2,63
				Sumatoria	75,90

METODO SCS (NUMERO DE CURVA CN)				
Calles	%	CN (II)	CN (III)	CN (III) PONDERADO
AP	49,5	79	89,64	93,03
AI	50,5	92	96,36	

Manzanas	%	CN (II)	CN (III)	CN (III) PONDERADO
AP	50	69	83,66	91,39
AI	50	98	99,12	

Ponderación	
Área calles [%]	33,7
Área manzanas [%]	66,3
CN (III) PONDERADO TOTAL	91,94

CN (III)	S	Ia
91,94	22,26	4,45

PRECIPITACION NETA						
D=60 min; R=100 años						
Duración [min]	Pi	P acum	Ia	P neta acum	F	P neta
5	3,01	3,01	3,01	0,00	0,00	0,00
10	3,66	6,67	4,45	0,20	2,02	0,20
15	4,68	11,35	4,45	1,63	5,27	1,43
20	6,41	17,76	4,45	4,98	8,33	3,35
25	9,91	27,68	4,45	11,86	11,37	6,88
30	19,52	47,20	4,45	28,11	14,64	16,25
35	13,31	60,50	4,45	40,12	15,93	12,01
40	7,82	68,32	4,45	47,36	16,51	7,24
45	5,42	73,74	4,45	52,44	16,85	5,08
50	4,11	77,85	4,45	56,32	17,08	3,88
55	3,30	81,16	4,45	59,45	17,25	3,13
60	2,76	83,91	4,45	62,07	17,39	2,62
					Sumatoria [mm]	62,07

Sub cuenca	Área total [ha]	Área calles [ha]	Área manzana [ha]	Calle		Manzana		C total R=5 años	C total R=100 años
				Sup. perm. [ha]	Sup. imp. [ha]	Sup. perm. [ha]	Sup. imp. [ha]		
1	0,271	0,095	0,176	0,047	0,048	0,068	0,107	0,573	0,73
2	0,282	0,095	0,187	0,047	0,048	0,073	0,115	0,574	0,73
3	0,296	0,097	0,200	0,048	0,049	0,077	0,122	0,575	0,73
4	0,147	0,067	0,080	0,033	0,034	0,031	0,049	0,566	0,72
5	0,501	0,147	0,355	0,073	0,074	0,138	0,217	0,578	0,73
6	0,154	0,066	0,088	0,033	0,033	0,034	0,054	0,568	0,72
7	0,149	0,073	0,076	0,036	0,037	0,030	0,047	0,564	0,72
8	0,475	0,152	0,323	0,075	0,077	0,125	0,198	0,576	0,73
9	0,154	0,068	0,086	0,034	0,034	0,033	0,052	0,567	0,72
10	0,148	0,071	0,078	0,035	0,036	0,030	0,048	0,565	0,72
11	0,463	0,152	0,311	0,075	0,077	0,121	0,190	0,575	0,73
12	0,185	0,110	0,076	0,054	0,055	0,029	0,046	0,556	0,71
13	0,148	0,044	0,104	0,022	0,022	0,040	0,063	0,577	0,73
14	0,145	0,069	0,075	0,034	0,035	0,029	0,046	0,564	0,72
15	0,125	0,068	0,057	0,033	0,034	0,022	0,035	0,560	0,71
16	0,033	0,024	0,009	0,012	0,012	0,003	0,005	0,546	0,70
17	0,051	0,038	0,013	0,019	0,019	0,005	0,008	0,545	0,70
18	0,043	0,030	0,013	0,015	0,015	0,005	0,008	0,549	0,70
19	0,054	0,044	0,010	0,022	0,022	0,004	0,006	0,541	0,70
20	0,080	0,040	0,040	0,020	0,020	0,016	0,025	0,563	0,72
21	0,153	0,073	0,080	0,036	0,037	0,031	0,049	0,565	0,72
22	0,149	0,065	0,084	0,032	0,033	0,033	0,051	0,567	0,72
23	0,140	0,061	0,080	0,030	0,031	0,031	0,049	0,568	0,72
24	0,163	0,075	0,089	0,037	0,038	0,034	0,054	0,566	0,72
25	0,157	0,070	0,087	0,035	0,035	0,034	0,053	0,567	0,72
26	0,508	0,082	0,426	0,041	0,042	0,165	0,261	0,587	0,74
27	0,587	0,179	0,408	0,089	0,090	0,158	0,250	0,577	0,73
28	0,181	0,073	0,107	0,036	0,037	0,042	0,066	0,570	0,72
29	0,665	0,208	0,457	0,103	0,105	0,177	0,280	0,576	0,73
30	0,681	0,214	0,468	0,106	0,108	0,181	0,286	0,576	0,73
31	0,703	0,207	0,496	0,102	0,104	0,193	0,304	0,577	0,73
32	0,704	0,227	0,477	0,113	0,115	0,185	0,292	0,575	0,73
33	0,651	0,189	0,462	0,093	0,095	0,179	0,283	0,578	0,73
34	0,667	0,217	0,450	0,108	0,110	0,174	0,275	0,575	0,73
35	0,605	0,165	0,440	0,082	0,083	0,171	0,269	0,579	0,73
36	0,579	0,153	0,427	0,076	0,077	0,166	0,261	0,580	0,73
37	0,583	0,180	0,404	0,089	0,091	0,157	0,247	0,576	0,73
38	0,553	0,160	0,393	0,079	0,081	0,153	0,241	0,578	0,73
39	0,560	0,186	0,374	0,092	0,094	0,145	0,229	0,575	0,73
40	0,545	0,174	0,371	0,086	0,088	0,144	0,227	0,576	0,73
41	0,199	0,072	0,126	0,036	0,037	0,049	0,077	0,573	0,73
42	0,210	0,071	0,139	0,035	0,036	0,054	0,085	0,574	0,73
43	0,119	0,063	0,055	0,031	0,032	0,021	0,034	0,560	0,72
44	0,144	0,057	0,087	0,028	0,029	0,034	0,053	0,570	0,73

45	0,142	0,051	0,091	0,025	0,026	0,035	0,055	0,573	0,73
46	0,548	0,173	0,375	0,085	0,087	0,146	0,230	0,576	0,73
47	0,512	0,163	0,349	0,081	0,082	0,135	0,213	0,576	0,73
48	0,181	0,073	0,108	0,036	0,037	0,042	0,066	0,570	0,72
49	0,512	0,153	0,359	0,076	0,077	0,139	0,220	0,577	0,73
50	0,478	0,153	0,325	0,076	0,077	0,126	0,199	0,576	0,73
51	0,182	0,111	0,072	0,055	0,056	0,028	0,044	0,555	0,71
52	0,451	0,125	0,325	0,062	0,063	0,126	0,199	0,579	0,73
53	0,516	0,166	0,350	0,082	0,084	0,136	0,214	0,575	0,73
54	0,492	0,152	0,340	0,075	0,077	0,132	0,208	0,576	0,73
55	0,571	0,178	0,393	0,088	0,090	0,152	0,240	0,576	0,73
56	0,575	0,174	0,401	0,086	0,088	0,155	0,245	0,577	0,73
57	0,652	0,193	0,459	0,096	0,098	0,178	0,281	0,577	0,73
58	0,590	0,173	0,417	0,086	0,087	0,162	0,255	0,578	0,73
59	0,687	0,194	0,493	0,096	0,098	0,191	0,302	0,578	0,73

Subcuenca	Subcuencas de aporte	Tc i [min]	Longitud de la cuneta [m]	T. viaje [min]	tc [min]	Intensidad [mm/h]	Área i [ha]	Área acum [ha]	C i	C tot	Q [m3/s]	Pendiente longitudinal S [‰]	Bf [m]	Altura adoptada [m]
1	1	12,55	-	-	12,55	119,04	0,27	0,27	0,573	0,573	0,051	1,9	0,50	0,200
2	2	12,56	-	-	12,56	119,01	0,28	0,28	0,574	0,574	0,054	1,9	0,50	0,200
3	3	12,77	-	-	12,77	118,33	0,30	0,30	0,575	0,575	0,056	3,7	0,50	0,200
4	4	12,06	-	-	12,06	120,65	0,15	0,15	0,566	0,566	0,028	3,4	0,50	0,200
5	4 y 5	14,36	156	2,00	14,36	113,50	0,50	0,65	0,578	0,575	0,118	3,8	0,50	0,250
6	6	12,07	-	-	12,07	120,59	0,15	0,15	0,568	0,568	0,029	3,3	0,50	0,200
7	7	12,07	-	-	12,07	120,59	0,15	0,15	0,564	0,564	0,028	3,3	0,50	0,200
8	7 y 8	14,02	145	1,86	14,02	114,51	0,47	0,62	0,576	0,573	0,114	2,1	0,50	0,300
9	9	12,09	-	-	12,09	120,52	0,15	0,15	0,567	0,567	0,029	1,1	0,50	0,200
10	10	12,09	-	-	12,09	120,52	0,15	0,15	0,565	0,565	0,028	1,1	0,50	0,200
11	10 y 11	13,94	142	1,82	13,94	114,72	0,46	0,61	0,575	0,573	0,112	1,4	0,50	0,350
12	12	12,08	-	-	12,08	120,56	0,19	0,19	0,556	0,556	0,035	1,0	0,50	0,200
13	13	12,19	-	-	12,19	120,22	0,15	0,15	0,577	0,577	0,028	1,0	0,50	0,200
14	14	12,18	-	-	12,18	120,25	0,14	0,14	0,564	0,564	0,027	6,3	0,50	0,200
15	1, 2 y 14	12,22	68	0,87	13,43	116,28	0,12	0,82	0,560	0,565	0,150	6,1	0,50	0,250
16	16	10,75	-	-	10,75	125,15	0,03	0,03	0,546	0,546	0,006	1,1	0,50	0,200
17	17	11,33	-	-	11,33	123,10	0,05	0,05	0,545	0,545	0,009	2,1	0,50	0,200
18	17 y 18	11,02	29	0,37	11,71	121,83	0,04	0,09	0,549	0,548	0,017	1,2	0,50	0,200
19	3, 15, 16 y 19	11,22	30	0,38	13,81	115,11	0,05	1,27	0,541	0,553	0,224	2,5	0,65	0,350
20	20	11,17	-	-	11,17	123,69	0,08	0,08	0,563	0,563	0,015	3,8	0,50	0,200
21	21	12,61	-	-	12,61	118,83	0,15	0,15	0,565	0,565	0,028	4,2	0,50	0,200
22	22	12,32	-	-	12,32	119,78	0,15	0,15	0,567	0,567	0,028	3,4	0,50	0,200
23	23	12,14	-	-	12,14	120,37	0,14	0,14	0,568	0,568	0,027	3,1	0,50	0,200
24	24	12,37	-	-	12,37	119,61	0,16	0,16	0,566	0,566	0,031	1,1	0,50	0,200
25	25	12,11	-	-	12,11	120,48	0,16	0,16	0,567	0,567	0,030	1,3	0,50	0,200
26	26	15,63	-	-	15,63	109,94	0,51	0,51	0,587	0,587	0,091	6,0	0,50	0,200
27	27	15,11	-	-	15,11	111,38	0,59	0,59	0,577	0,577	0,105	5,5	0,50	0,200
28	26 y 28	12,22	200	2,56	18,19	103,48	0,18	0,69	0,570	0,577	0,114	1,6	0,50	0,350

29	18, 19 y 20	15,62	200	2,56	16,38	107,97	0,67	2,03	0,576	0,567	0,344	4,1	0,70	0,350
30	20 y 30	15,56	200	2,56	15,56	110,15	0,68	0,76	0,576	0,575	0,134	3,6	0,50	0,250
31	31	15,56	-	-	15,56	110,15	0,70	0,70	0,577	0,577	0,124	3,6	0,50	0,250
32	5, 6, 21 y 32	15,28	200	2,56	16,93	106,57	0,70	0,86	0,575	0,574	0,146	2,3	0,50	0,350
33	33	15,28	-	-	15,28	110,91	0,65	0,65	0,578	0,578	0,116	2,3	0,50	0,350
34	33 y 34	14,94	175	2,24	17,52	105,09	0,67	1,32	0,575	0,576	0,222	1,9	0,70	0,350
35	35	14,94	-	-	14,94	111,83	0,60	0,60	0,579	0,579	0,109	1,9	0,50	0,300
36	8, 9, 23 y 36	14,76	165	2,12	16,13	108,61	0,58	1,50	0,580	0,576	0,260	1,8	0,80	0,350
37	37	14,76	-	-	14,76	112,34	0,58	0,58	0,576	0,576	0,105	1,8	0,50	0,300
38	24 y 38	14,47	155	1,99	14,47	113,17	0,55	0,72	0,578	0,576	0,130	1,1	0,60	0,350
39	39	14,47	-	-	14,47	113,17	0,56	0,56	0,575	0,575	0,101	1,1	0,50	0,350
40	11, 12, 25 y 40	14,00	140	1,79	15,74	109,65	0,54	1,50	0,576	0,573	0,261	2,5	0,80	0,300
41	13 y 41	12,28	63	0,81	12,99	117,62	0,20	0,35	0,573	0,574	0,065	3,1	0,50	0,200
42	42	11,97	-	-	11,97	120,93	0,21	0,21	0,574	0,574	0,041	1,7	0,50	0,200
43	43	11,97	-	-	11,97	120,93	0,12	0,12	0,560	0,560	0,022	1,1	0,50	0,200
44	41, 42, 43 y 44	11,60	50	0,64	13,63	115,65	0,14	0,82	0,570	0,571	0,150	2,6	0,50	0,350
45	45	11,60	-	-	11,60	122,19	0,14	0,14	0,573	0,573	0,028	1,0	0,50	0,200
46	46	15,11	-	-	15,11	111,37	0,55	0,55	0,576	0,576	0,098	5,5	0,50	0,200
47	47	14,47	-	-	14,47	113,17	0,51	0,51	0,576	0,576	0,093	7,9	0,50	0,200
48	27, 28, 46 y 48	12,22	67	0,86	19,05	101,50	0,18	2,01	0,570	0,859	0,486	6,6	0,75	0,350
49	49	14,47	-	-	14,47	113,17	0,51	0,51	0,577	0,577	0,093	8,6	0,50	0,200
50	50	14,10	-	-	14,10	114,26	0,48	0,48	0,576	0,576	0,087	8,6	0,50	0,200
51	50 y 51	12,24	67	0,86	14,96	111,80	0,18	0,66	0,555	0,564	0,116	2,6	0,50	0,300
52	52	13,83	-	-	13,83	115,05	0,45	0,45	0,579	0,579	0,083	1,0	0,50	0,300
53	53	13,83	-	-	13,83	115,05	0,52	0,52	0,575	0,575	0,095	1,0	0,50	0,350
54	54	14,33	-	-	14,33	113,58	0,49	0,49	0,576	0,576	0,089	1,0	0,50	0,300
55	55	14,33	-	-	14,33	113,58	0,57	0,57	0,576	0,576	0,104	1,0	0,50	0,350
56	56	14,92	-	-	14,92	111,91	0,57	0,57	0,577	0,577	0,103	1,0	0,50	0,350
57	57	14,92	-	-	14,92	111,91	0,65	0,65	0,577	0,577	0,117	1,0	0,60	0,350
58	58	14,93	-	-	14,93	111,88	0,59	0,59	0,578	0,578	0,106	1,0	0,50	0,350
59	59	14,93	-	-	14,93	111,88	0,69	0,69	0,578	0,578	0,124	1,0	0,60	0,350

HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO COLORADO		
Parámetro		Valor
Área de la cuenca [km2]	A	0,21
Porcentaje de áreas impermeables [%]	I	57
Tiempo de lluvia neta [min]	tn	5
Pendiente media del terreno	S	0,0023
Factor para existencia de redes	k1*	0,90
Factor para pendiente del terreno	k2**	1,34
Coeficiente de tiempo	Ct	0,40
Coeficiente de pico	Cp	0,59
Longitud curso principal [km]	L	0,42
Distancia al centro de gravedad de la cuenca [km]	Lcg	0,06
Tiempo de retardo [h]	tp	0,10
Tiempo de retardo ajustado para tn ≠ a 5 min [hr]	tp´	0,12
Caudal pico específico [m3/s/km2]	qp	13,81
Caudal pico unitario [m3/s]	Qp	2,96
Tiempo al pico [min] = 60 tp + 0.5 tn	Tp	8,53
Tiempo de 50% de qp [h]	W50	0,15
Tiempo de 50% de qp [min]	w50 (min)	8,78
Tiempo de 75% de qp [h]	W75	0,08
Tiempo de 75% de qp [min]	w75 (min)	4,56
Tiempo de base [min]	tb	30,54
tp/5,5 = tn		1,10
tn = tn´		5,00

Hidrograma unitario		
Punto	t [min]	Q [m3/s]
0,0; 0,0	0,00	0,00
Tp - 0,4W50 ; 0,5 Qp	5,02	1,48
Tp - 0,4W75 ; 0,75 Qp	6,71	2,22
Tp , Qp	8,53	2,96
Tp + 0,6W75 ; 0,75 Qp	11,27	2,22
Tp + 0,6W50 ; 0,5 Qp	13,80	1,48
Tb ; 0	30,54	0,00

Verificación de continuidad		
Pn * A	2140	m3
Volumen acumulado		
Punto	Vol [m3]	Vol acum [m3]
0 ; 0	0	0
Tp - 0,4W50 ; 0,5 Qp	222,68	222,68
Tp - 0,4W75 ; 0,75 Qp	186,82	409,50
Tp , Qp	283,12	692,62
Tp + 0,6W75 ; 0,75 Qp	424,68	1117,30
Tp + 0,6W50 ; 0,5 Qp	280,23	1397,54
Volumen tramo final [m3]	742,46	2140,00

Tiempo tramo final		
Tiempo tramo final	16,75	min
Tiempo Tp + 0,6W50 ; 0,5 Qp	13,80	min
Tb	**30,54**	**min**

P neta (D=60min, R=100años)			
Intervalo	D [min]	P [mm]	Factor P/P0
1	5	0,00	0,000
2	10	0,20	0,020
3	15	1,43	0,143
4	20	3,35	0,335
5	25	6,88	0,688
6	30	16,25	1,625
7	35	12,01	1,201
8	40	7,24	0,724
9	45	5,08	0,508
10	50	3,88	0,388
11	55	3,13	0,313
12	60	2,62	0,262

Convolución														
	Caudales [m3/s]												Q (m3/s) Total	Volúmen
Tiempo [min]	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3	Intervalo 4	Intervalo 5	Intervalo 6	Intervalo 7	Intervalo 8	Intervalo 9	Intervalo 10	Intervalo 11	Intervalo 12		
0	0,000												0,000	
2,5	0,000												0,000	0,00
5	0,000	0,000											0,000	0,00
7,5	0,000	0,015											0,015	1,12
10	0,000	0,030	0,000										0,030	3,35
12,5	0,000	0,045	0,106										0,150	13,51
15	0,000	0,060	0,212	0,000									0,271	31,61
17,5	0,000	0,045	0,317	0,248									0,609	66,04
20	0,000	0,030	0,423	0,495	0,000								0,948	116,80
22,5	0,000	0,025	0,317	0,743	0,508								1,593	190,56
25	0,000	0,020	0,212	0,990	1,016	0,000							2,238	287,31
27,5	0,000	0,015	0,176	0,743	1,525	1,201							3,659	442,26
30	0,000	0,010	0,141	0,495	2,033	2,401	0,000						5,080	655,42
32,5		0,005	0,106	0,413	1,525	3,602	0,888						6,537	871,30
35		0,000	0,071	0,330	1,016	4,802	1,775	0,000					7,995	1089,90
37,5			0,035	0,248	0,847	3,602	2,663	0,535					7,930	1194,33
40			0,000	0,165	0,678	2,401	3,551	1,070	0,000				7,865	1184,59
42,5				0,083	0,508	2,001	2,663	1,606	0,375				7,235	1132,51
45				0,000	0,339	1,601	1,775	2,141	0,750	0,000			6,606	1038,11
47,5					0,169	1,201	1,479	1,606	1,126	0,287			5,867	935,49
50					0,000	0,800	1,184	1,070	1,501	0,573	0,000		5,128	824,67
52,5						0,400	0,888	0,892	1,126	0,860	0,231		4,397	714,39
55						0,000	0,592	0,714	0,750	1,147	0,463	0,000	3,665	604,64
57,5							0,296	0,535	0,625	0,860	0,694	0,194	3,204	515,21
60							0,000	0,357	0,500	0,573	0,925	0,388	2,743	446,08
62,5								0,178	0,375	0,478	0,694	0,581	2,307	378,77
65								0,000	0,250	0,382	0,463	0,775	1,870	313,29
67,5									0,125	0,287	0,386	0,581	1,379	243,68
70									0,000	0,191	0,308	0,388	0,887	169,95
72,5										0,096	0,231	0,323	0,650	115,29
75										0,000	0,154	0,258	0,413	79,69
77,5											0,077	0,194	0,271	51,27
80											0,000	0,129	0,129	30,01
82,5												0,065	0,065	14,54
85												0,000	0,000	4,85
												Q max (m3/s)	**7,995**	
												Vol total (m3)	**13760,50**	

Caudal de corte = Caudal pre urbanización (R=100 años)	
C pre-urbanización	0,3
L recorrido [m]	340
V [m/s]	0,1
Tc antes [min]	56,67
D antes = Tc antes [min]	56,67
i antes [mm/h]	86,93
A [km2]	0,214
Q antes [m3/s]	1,55

Caudales de entrada (R= 100 años)			
Tiempo [min]	Caudal [m3/s]	Volumen [m3]	Volumen acumulado [m3]
0	0,000	0	0
2,5	0,000	0,00	0,00
5	0,000	0,00	0,00
7,5	0,015	1,12	1,12
10	0,030	3,35	4,46
12,5	0,150	13,51	17,97
15	0,271	31,61	49,58
17,5	0,609	66,04	115,62
20	0,948	116,80	232,42
22,5	1,593	190,56	422,98
25	2,238	287,31	710,29
27,5	3,659	442,26	1152,55
30	5,080	655,42	1807,97
32,5	6,537	871,30	2679,26
35	7,995	1089,90	3769,16
37,5	7,930	1194,33	4963,49
40	7,865	1184,59	6148,08
42,5	7,235	1132,51	7280,59
45	6,606	1038,11	8318,69
47,5	5,867	935,49	9254,19
50	5,128	824,67	10078,86
52,5	4,397	714,39	10793,25
55	3,665	604,64	11397,90
57,5	3,204	515,21	11913,10
60	2,743	446,08	12359,18
62,5	2,307	378,77	12737,95
65	1,870	313,29	13051,24
67,5	1,379	243,68	13294,92
70	0,887	169,95	13464,86
72,5	0,650	115,29	13580,15
75	0,413	79,69	13659,84
77,5	0,271	51,27	13711,11
80	0,129	30,01	13741,12
82,5	0,065	14,54	13755,66
85	0,000	4,85	13760,50

Caudal de salida (R= 100 años)		
Tiempo [min]	Caudal de corte [m3/s]	Volumen [m3]
0	0	
66,63	1,55	3098,251948
147,96	0	

VOLUMEN DEL EMBALSE R=100 AÑOS	
10662,25	m3

Cálculo tiempo base hidrograma de salida		
Área hidrograma de entrada	13760,50	m2
Base hidrograma de salida	8877,74	s
Tiempo base Hidrograma de salida	147,96	min

Desembocadura	Subcuencas de aporte	Caudal [m3/s]	Pendiente	Bf [m]	Altura adoptada [m]
1	29, 47, 48, 49, 51	1,797	0,00768	2,000	0,40
2	30	0,212	0,00228	0,700	0,30
3	31	0,197	0,00789	0,500	0,30
4	32	0,231	0,00187	0,700	0,35
5	33	0,183	0,01025	0,500	0,25
6	34	0,352	0,01956	0,700	0,20
7	35	0,172	0,00730	0,500	0,30
8	36	0,413	0,00266	0,800	0,45
9	37	0,166	0,00940	0,500	0,30
10	38	0,205	0,01282	0,600	0,20
11	39	0,160	0,00704	0,500	0,25
12	40	0,414	0,00637	0,800	0,30
13	44	0,238	0,00315	0,500	0,45
14	45	0,043	0,00210	0,500	0,20
15	52	0,131	0,00470	0,500	0,30
16	53	0,150	0,00378	0,500	0,30
17	54	0,141	0,00605	0,500	0,35
18	55	0,164	0,00374	0,500	0,30
19	56	0,163	0,00388	0,500	0,35
20	57	0,185	0,00388	0,600	0,30
21	58	0,168	0,00355	0,500	0,35
22	59	0,195	0,00563	0,600	0,30

PLANOS

9. PLANOS

PLANO Nº01 A: Ubicación - Cuenca del Arroyo de Ludueña

PLANO Nº01 B: Ubicación - Ciudad de Funes

PLANO Nº01 C: Ubicación y diagnóstico de situación actual del Reservorio

PLANO Nº02: Relevamiento planialtimétrico - Barrio Los Solares

PLANO Nº03: Zonificación y usos

PLANO Nº04 A: Proyecto Urbanístico del reservorio (1 y 2)

PLANO Nº04 B: Proyecto Urbanístico del reservorio (3 y 4)

PLANO Nº04 C: Proyecto Urbanístico del reservorio (5 y 6)

PLANO Nº04 D: Proyecto Urbanístico del reservorio (7)

PLANO Nº05 A: Arquitectura de sanitarios - Planta y corte Exterior

PLANO Nº05 B: Arquitectura de sanitarios - Planta y corte Interior

PLANO Nº05 C: Arquitectura de feria

PLANO Nº06: Detalles de mobiliario urbano

PLANO Nº07: Definición de subcuencas

PLANO Nº08: Dimensionamiento de cunetas

PLANO Nº09: Detalles de cunetas

PLANO Nº10 A: Proyecto Hidráulico reservorio

PLANO Nº10 B: Detalle de alcantarillas

PLANO Nº11 A: Sistema vial de proyecto: Secciones transversales

PLANO Nº11 B: Sistema vial de proyecto: Señalización horizontal y vertical

DETALLE CUENCA DEL ARROYO LUDUEÑA
ESCALA 1:150.000

REFERENCIAS:
- Límite de cuenca
- Cursos de agua
- Curvas de nivel
- Límite departamental
- Ferrocarril
- Ruta nacional/provincial

N
O E
S

SAN LORENZO
RICARDONE
FRAY LUIS BELTRAN
F.C.G.M.B.
CAPITAN BERMUDEZ
Aº SAN LORENZO
CANAL IBARLUCEA
CANAL IBARLUCEA
GRANADERO BAIGORRIA
IBARLUCEA
PUENTE ROSARIO-VICTORIA
A012
SAN JERÓNIMO SUR
ROLDÁN
CANAL SALVAT
FUNES
Aº LUDUEÑA
Autopista: Rosario - Cordoba
BARRIO LOS SOLARES
CANAL INTERCONECTOR
PRESA DE RETENCIÓN DE CRECIDAS
ROSARIO
RÍO PARANÁ
PEREZ
PUJATO
RN 33
ZAVALLA
SOLDINI
Aº SALADILLO
A012

CUENCAS DE LA PROVINCIA DE SANTA FE
ESCALA 1:10.000.000

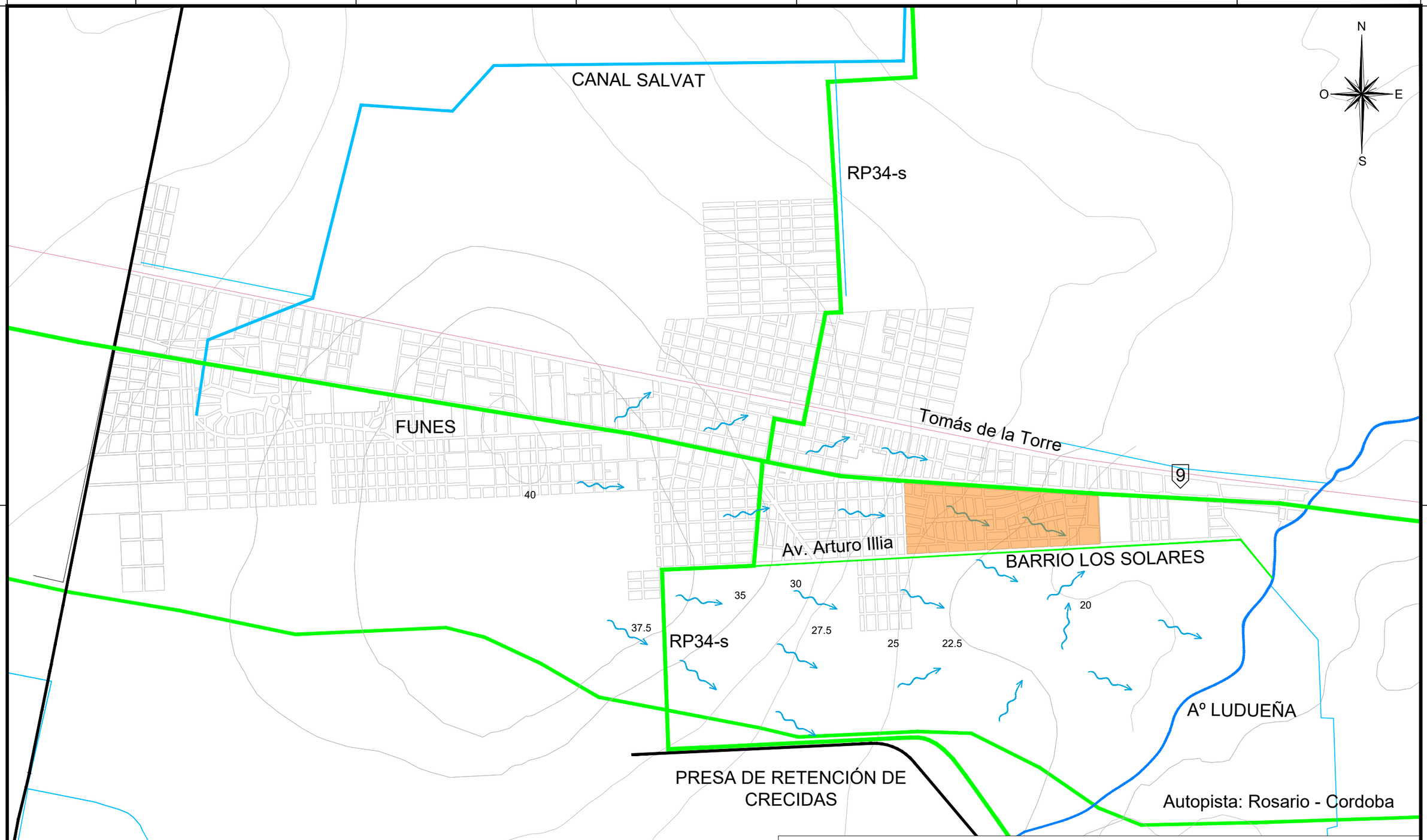


NOTAS
1- ADAPTACIÓN DEL PLANO EJECUTADO POR DH-EIC Y CURIHAM, FCEIA.
2- NIVELES REFERIDOS AL ±0.00 IGN.

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Ubicación - Cuenca del Arroyo Ludueña	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 01 A- 0

PROYECTO IV
PLANO Nº01 A - Ubicación: Cuenca del Arroyo Ludueña



NOTAS
1- ADAPTACIÓN DEL PLANO EJECUTADO POR DH-EIC Y CURIHAM, FCEIA.
2- NIVELES REFERIDOS AL ±0.00 IGN.

REFERENCIAS:

- Límite departamental
- Cursos de agua
- Curvas de nivel
- Ferrocarril
- Accesos viales
- Sentidos de escurrimiento

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Ubicación- Barrio Los Solares, Funes	ESC: 1:30.000
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 01 B- 0

PROYECTO IV

PLANO Nº01 B - Ubicación: Barrio Los Solares, Funes

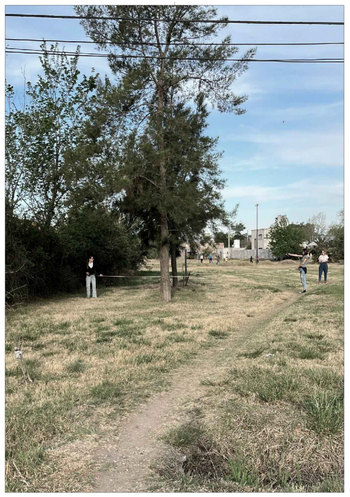
BARRIO LOS SOLARES
ESCALA 1:5000
SUP. TOTAL: 90 has
SUP. IMPERMEABILIZADA ESTIMADA: 50%



REFERENCIAS:
- Caminos informales
- Calles formales
- Calles formales pavimentadas
- Paradas de autobús
- Áreas verdes
- Zonas residenciales

SITUACIÓN ACTUAL
DETALLE RESERVORIO
ESCALA 1:1000
SUP. TOTAL: 2 has





CAMINOS INFORMALES
Esquina oeste reservorio



ZANJAS EXISTENTES
Reservorio entre calles Chingolos y Horneros



SECTOR RECREATIVO
Reservorio entre calles Chingolos y Horneros



ÁREA EXCAVADA 3
Reservorio entre calles Los Paraisos e Yporá

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Ubicación y diagnóstico de situación actual Reservorio	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 01 C- 0

PROYECTO IV
PLANO N°01 C - Ubicación y diagnóstico de situación actual Reservorio



REFERENCIAS:

	Alcantarillas proyectadas	+BDE_CNTA 23.74	Cota Borde de Cuneta		Zanja Sur Av. Illia Existente
	Sentido de escurrimiento	+FC 22.80	Cota Fondo de Cuneta		Zanja Norte Av. Illia Existente
	Garita de colectivo	+EC 24.73	Cota Eje de Calzada		Zanja Norte Av. Illia Proyectada
CI 23.30	Cota Invert Alcantarilla	+VER 24.05	Cota Vereda		Eje cunetas
+TN 24.73	Cota Terreno Natural	+ Cota C. a Obra 22.72	Cota Conforme a Obra	2 Ø 600 J= 16M.	Características Alcantarilla

NOTAS
1- ADAPTACIÓN DEL PLANO OTORGADO POR LA MUNICIPALIDAD DE FUNES.
2- MEDIDAS EN METROS.
3- NIVELES REFERIDOS AL ±0.00 IGN.

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Relevamiento planialtimétrico	ESC: 1:1250
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 02- 0

PROYECTO IV
PLANO Nº02 - Relevamiento Planialtimétrico

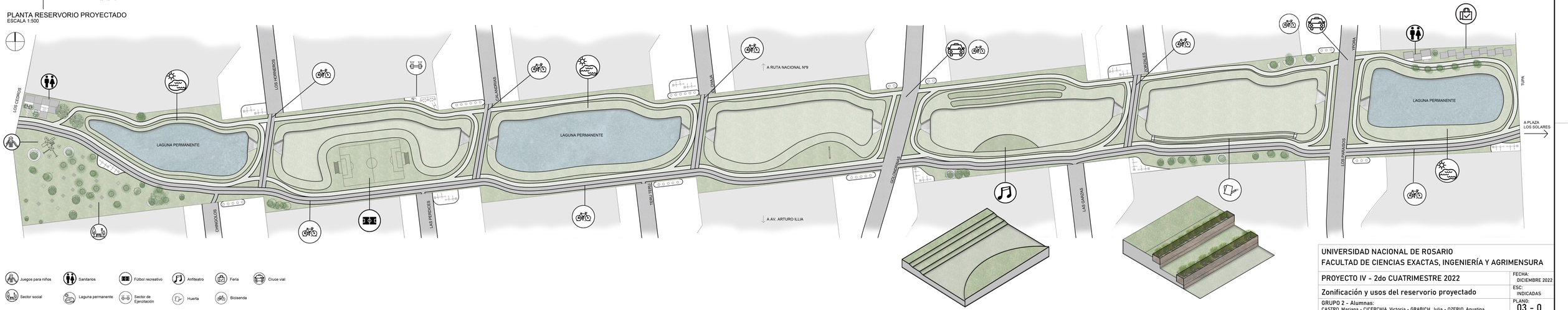
NOTAS

1- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL NIVEL ±0.00 DE IGN

2- MEDIDAS EN METROS.



PLANTA RESERVORIO PROYECTADO
ESCALA 1:500



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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022

Zonificación y usos del reservorio proyectado

GRUPO 2 - Alumnas:
CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina

FECHA: DICIEMBRE 2022

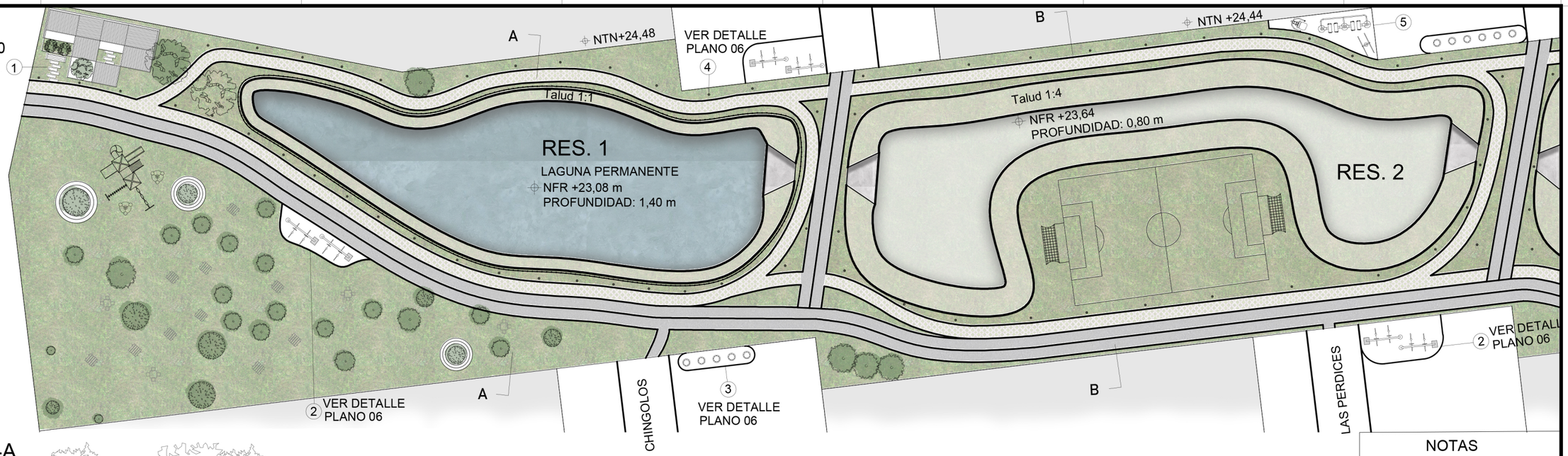
ESC: INDICADAS

PLANO: 03 - 0

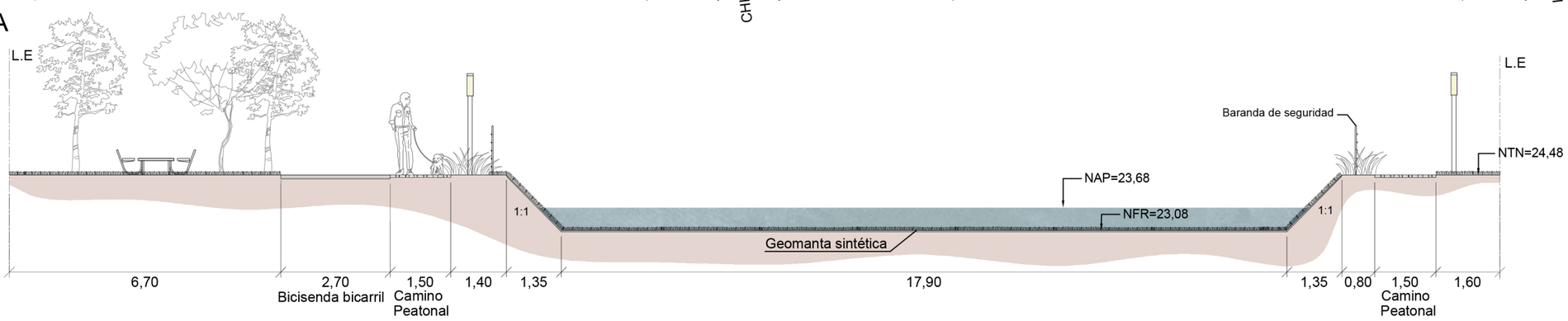
PROYECTO IV

PLANO Nº 03 - Zonificación y usos del reservorio proyectado

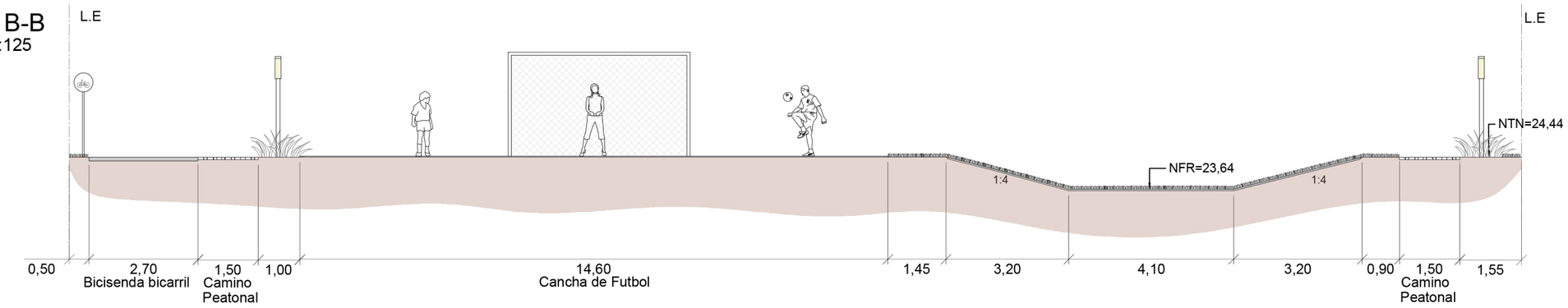
PLANTA
ESCALA 1:500



RES. 1
CORTE A-A
ESCALA 1:125



RES. 2
CORTE B-B
ESCALA 1:125



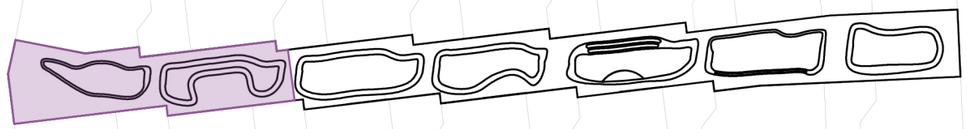
NOTAS

1- MEDIDAS EN METROS.

2- NIVELES REFERIDOS AL ±0.00 IGN.

REFERENCIAS:

1. Módulo sanitario
2. Bicicleteros
3. Bolardos
4. Luminaria
5. Equipamiento deportivo



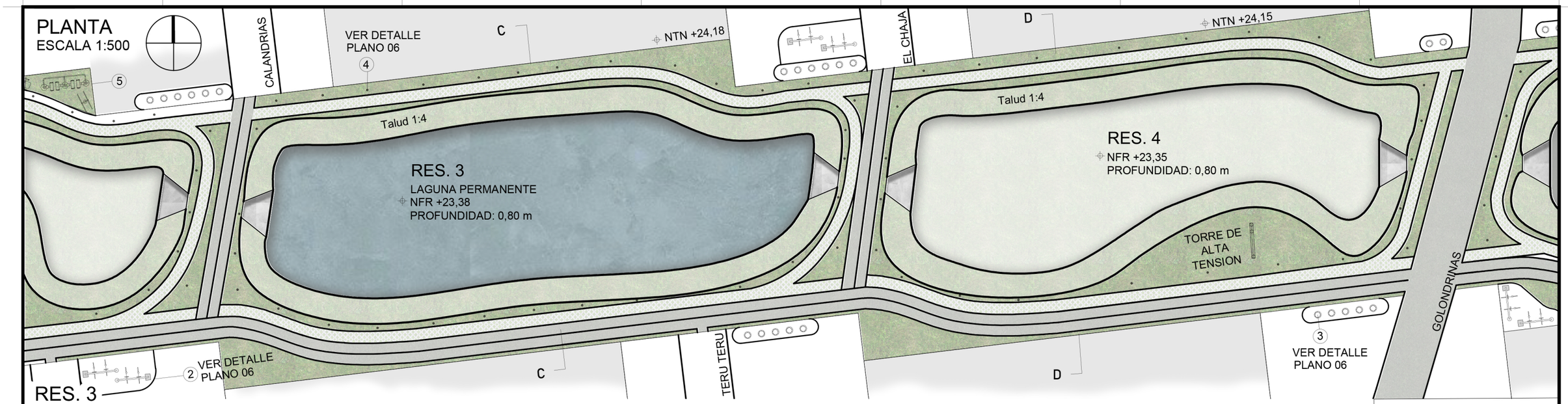
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
PROYECTO URBANÍSTICO DEL RESERVORIO (1 y 2)	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 04 A - 0

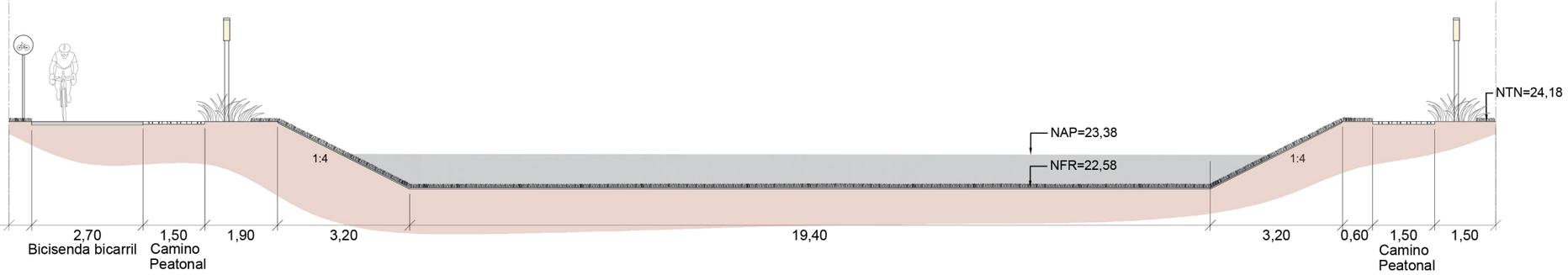
PROYECTO IV

PLANO Nº04 A - Proyecto urbanístico del reservorio (1 y 2)

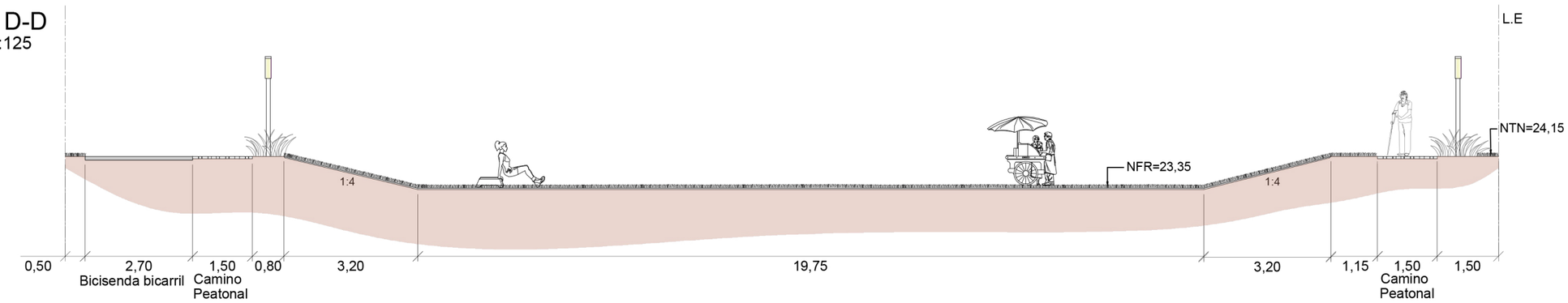
PLANTA
ESCALA 1:500



RES. 3
CORTE C-C
ESCALA 1:125



RES. 4
CORTE D-D
ESCALA 1:125



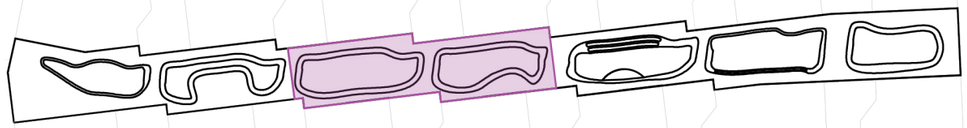
NOTAS

1- MEDIDAS EN METROS.

2- NIVELES REFERIDOS AL ±0.00 IGN.

REFERENCIAS:

- (2) Bicicleteros
- (3) Bolardos
- (4) Luminaria
- (5) Equipamiento deportivo



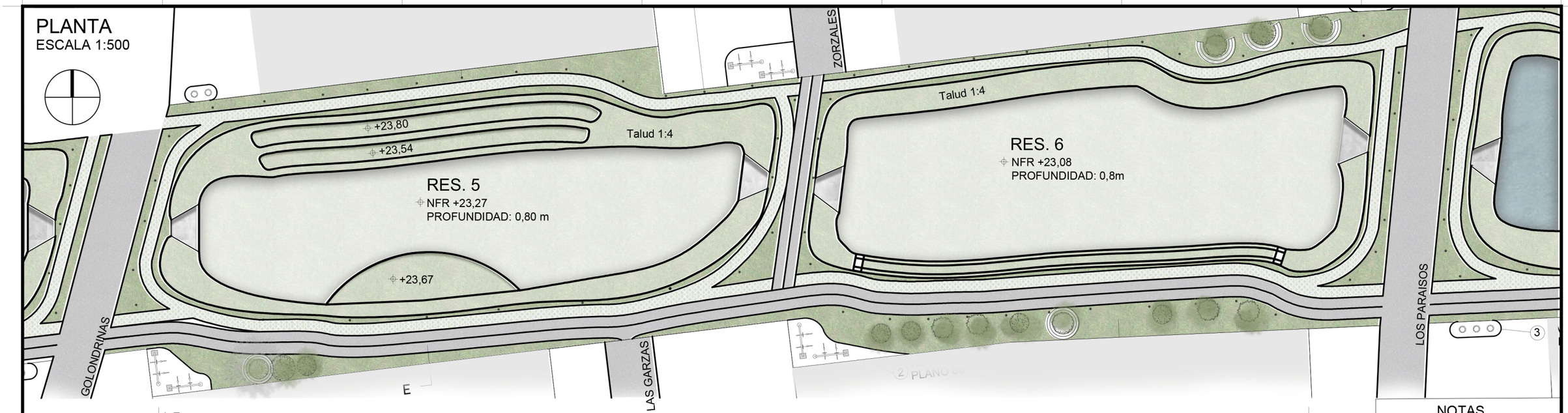
PROYECTO IV

PLANO Nº04 B - Proyecto urbanístico del reservorio (3 y 4)

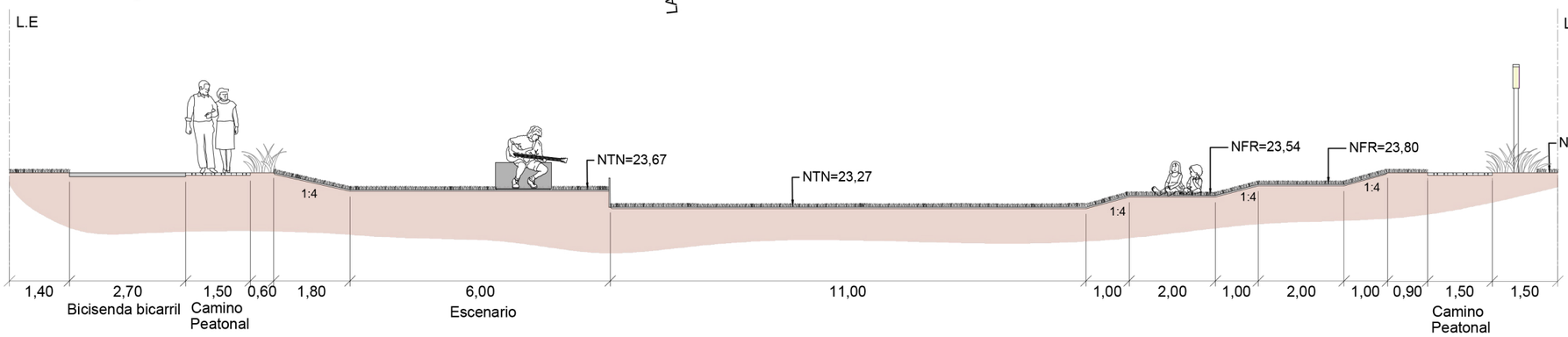
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
PROYECTO URBANÍSTICO DEL RESERVORIO (3 y 4)	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 04 B - 0

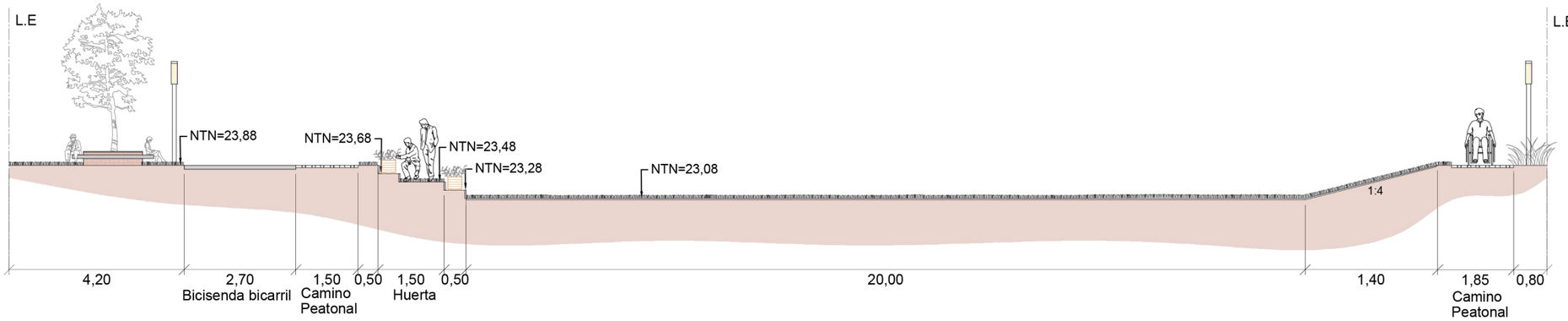
PLANTA
ESCALA 1:500



RES. 5
CORTE E-E
ESCALA 1:125



RES. 6
CORTE F-F
ESCALA 1:125



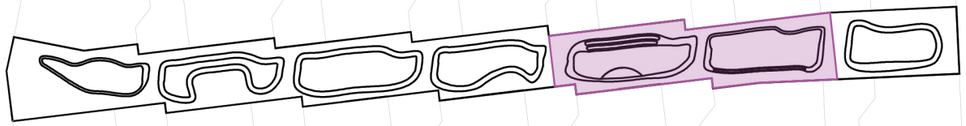
NOTAS

1- MEDIDAS EN METROS.

2- NIVELES REFERIDOS AL +0.00 IGN.

REFERENCIAS:

(2) Bicicleteros
(3) Bolardos
(4) Luminaria

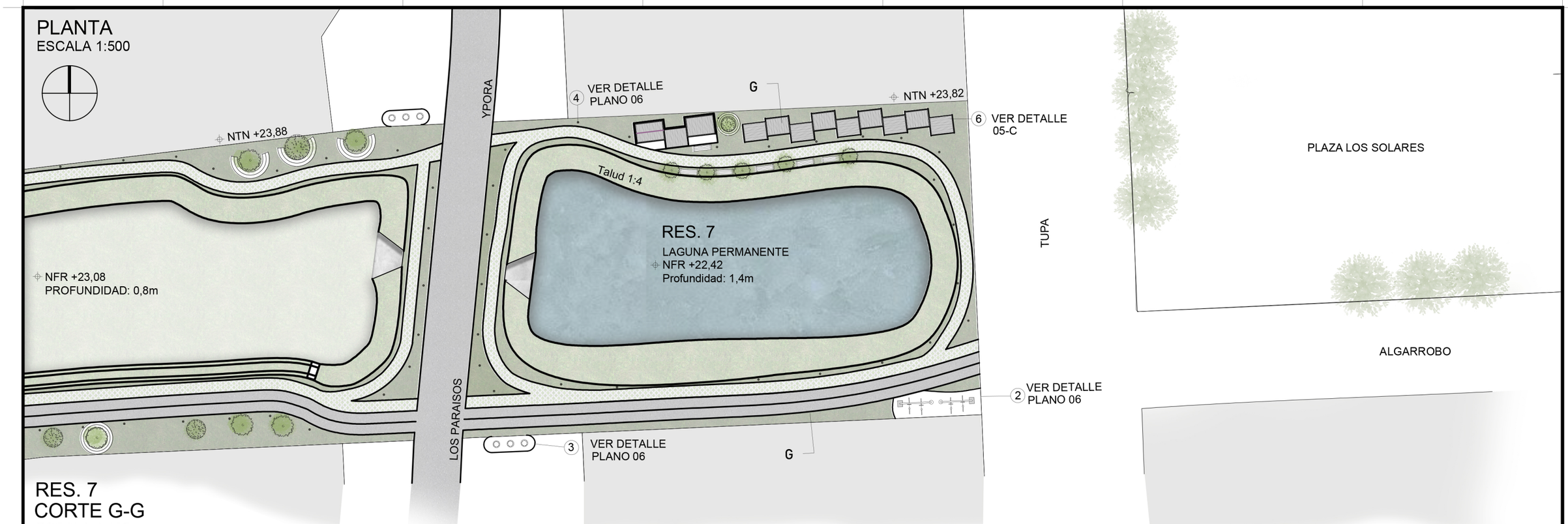


UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

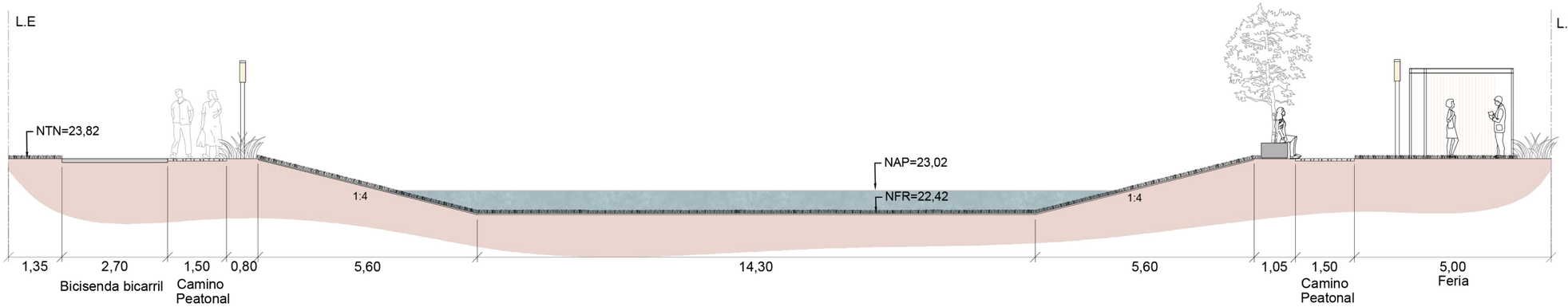
PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
PROYECTO URBANÍSTICO DEL RESERVORIO (5 y 6)	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 04 C - 0

PROYECTO IV
PLANO Nº04 C - Proyecto urbanístico del reservorio (5 y 6)

PLANTA
ESCALA 1:500

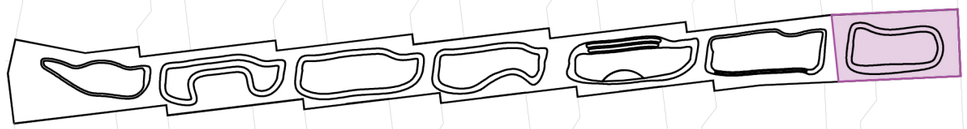


RES. 7
CORTE G-G
ESCALA 1:125



NOTAS
1- MEDIDAS EN METROS.
2- NIVELES REFERIDOS AL ±0.00 IGN.

REFERENCIAS:
- (2) Bicicleteros
- (3) Bolardos
- (4) Luminaria
- (6) Feria

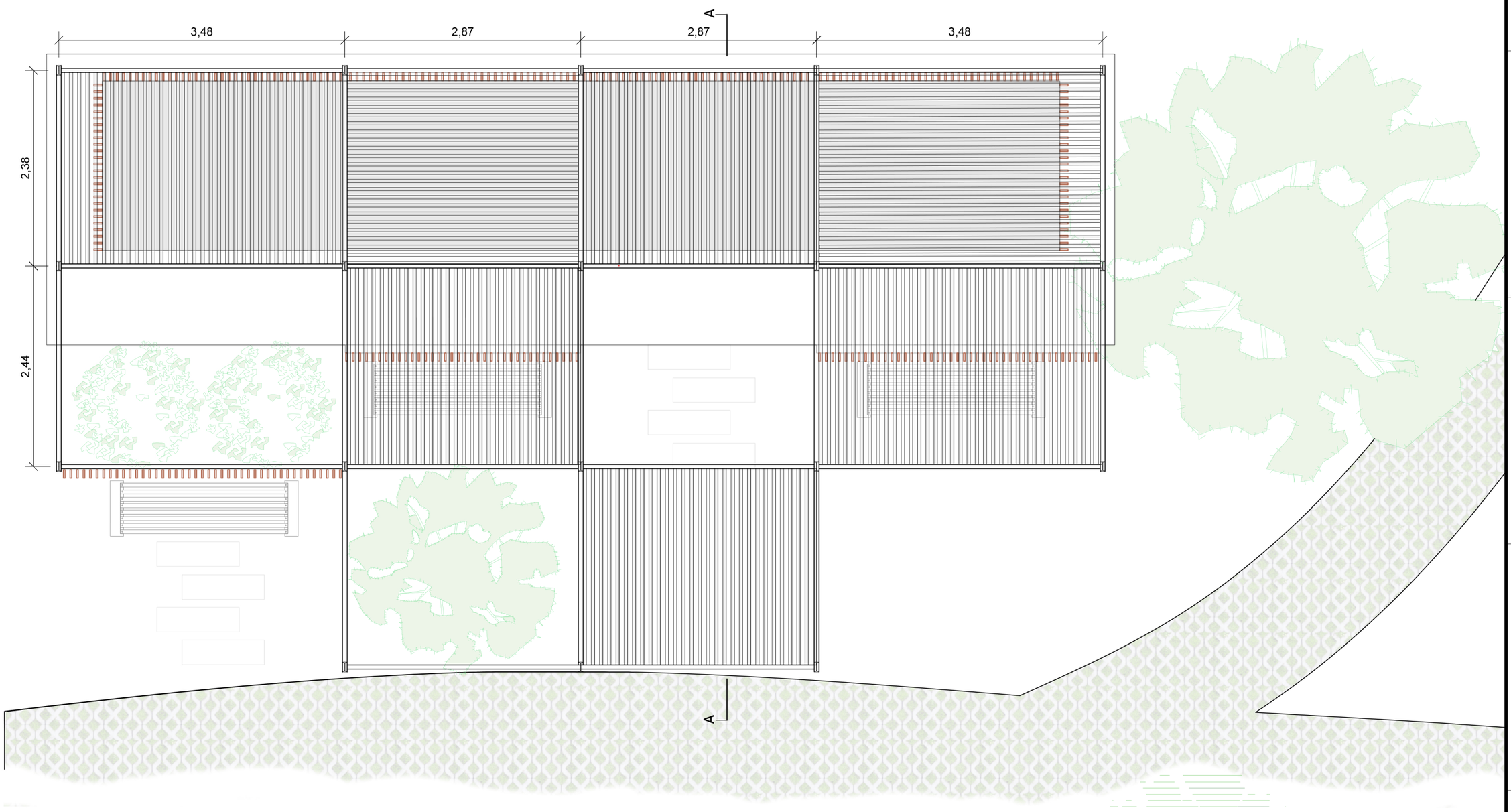


UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

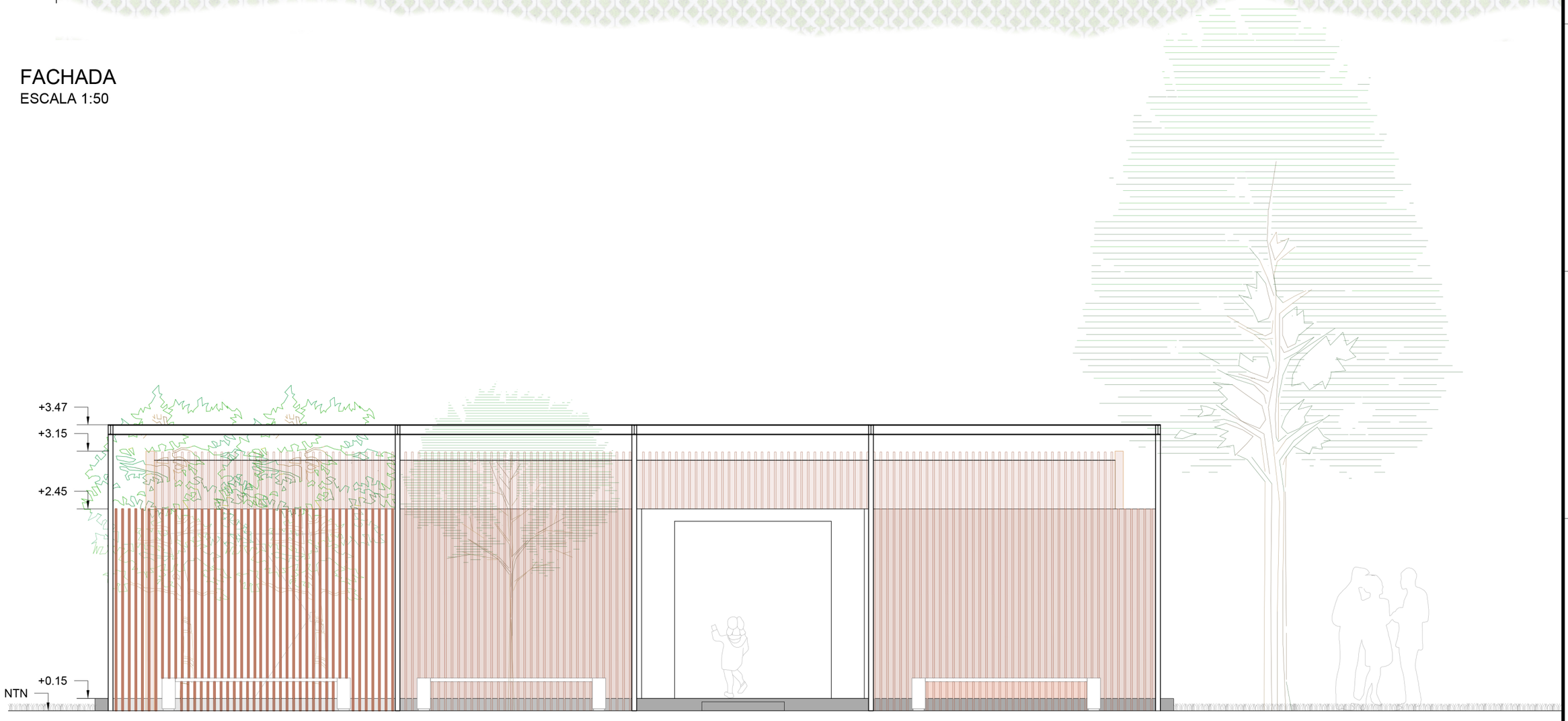
PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
PROYECTO URBANÍSTICO DEL RESERVORIO (7)	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 04 D - 0

PROYECTO IV
PLANO Nº04 D - Proyecto urbanístico del reservorio (7)

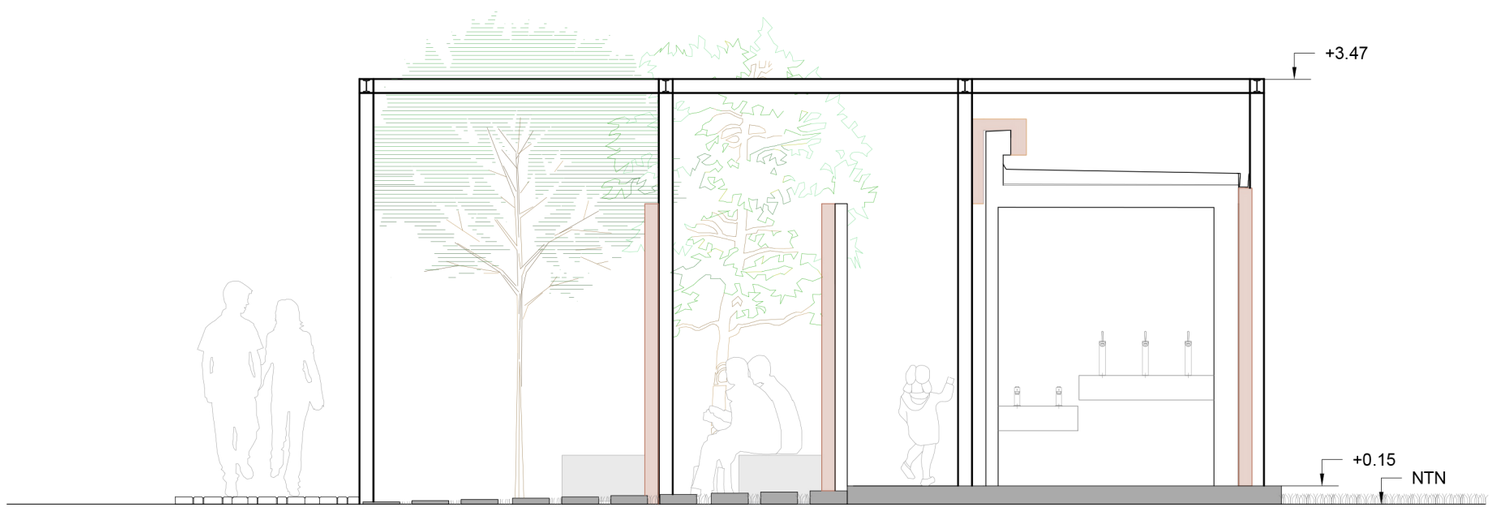
PLANTA SOBRE NIVEL +3.47
ESCALA 1:50



FACHADA
ESCALA 1:50



CORTE A - A
ESCALA 1:50



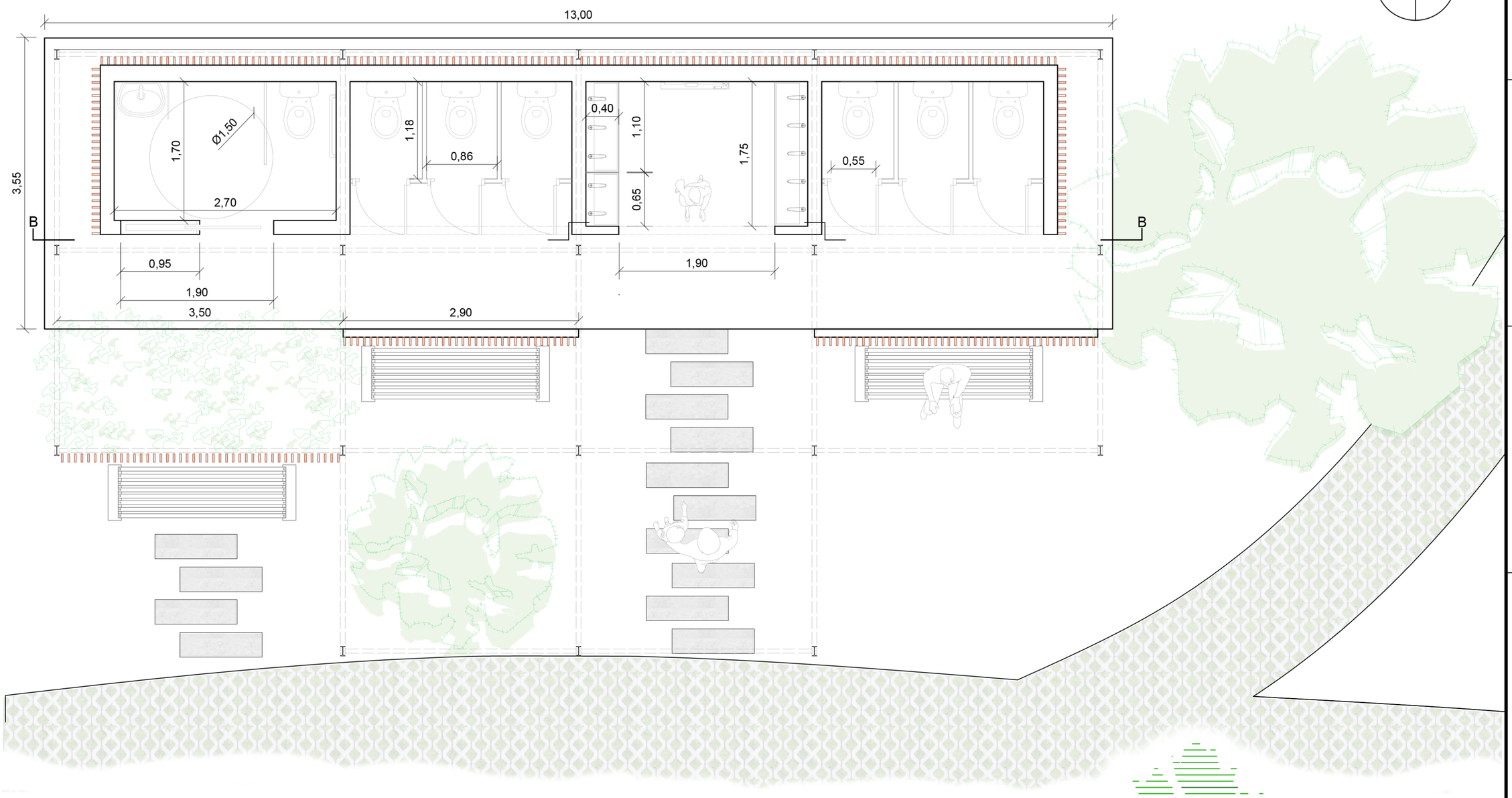
NOTAS
1- MEDIDAS EN METROS.
2- NIVELES REFERIDOS AL +0 DE PROYECTO

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

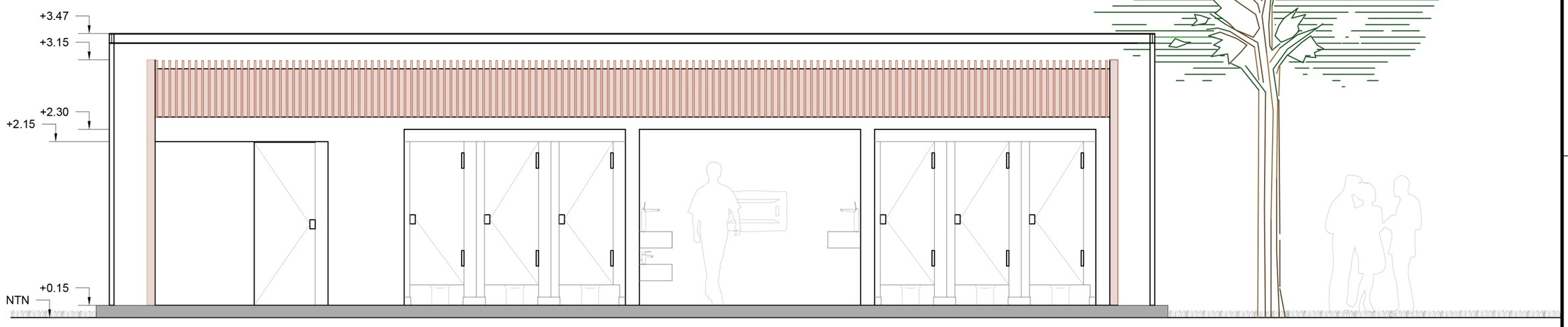
PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Arquitectura de Sanitarios - Planta y Corte Exterior	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 05 A - 0

PROYECTO IV
PLANO Nº05 A - Arquitectura de sanitarios - Panta y Corte Exterior

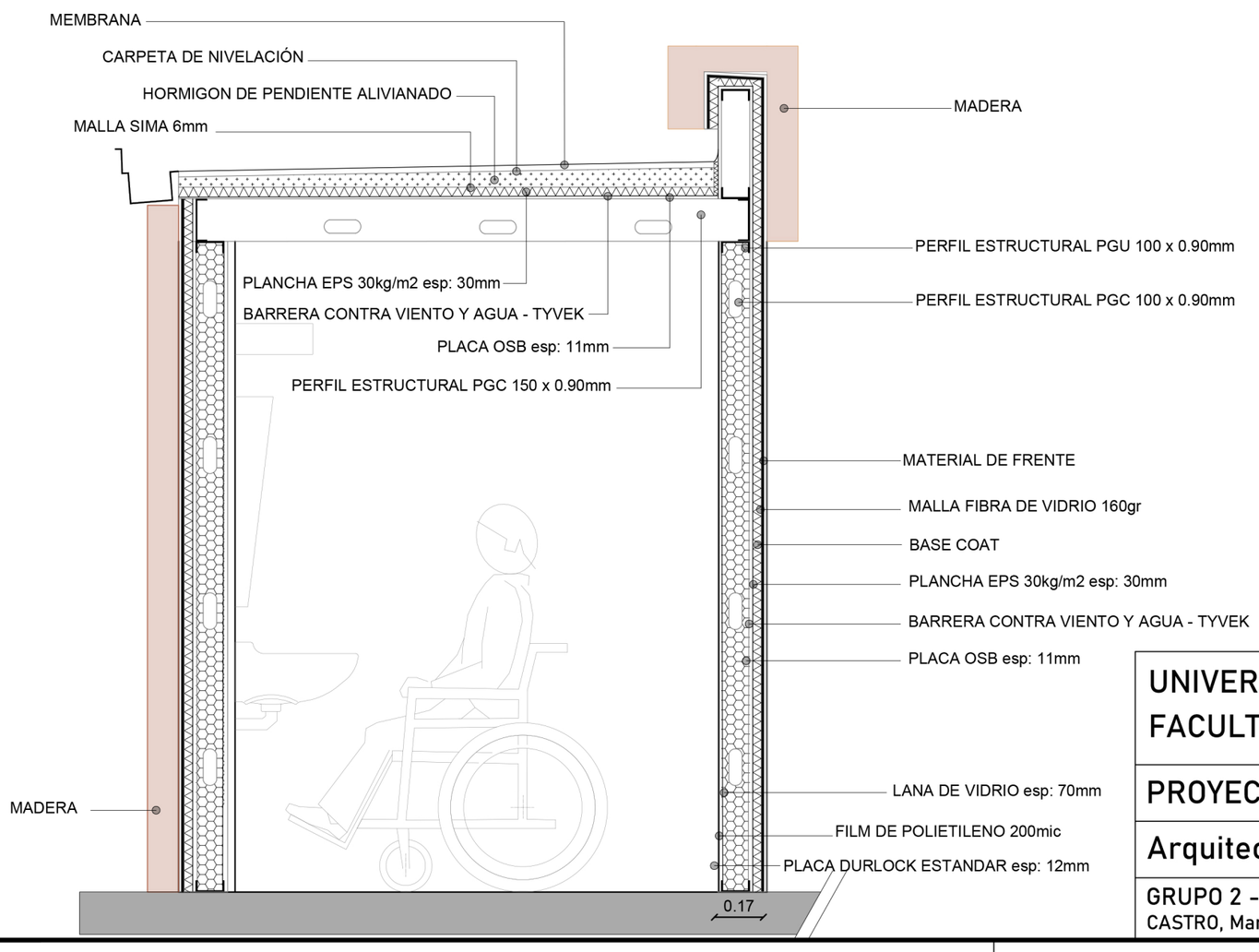
PLANTA DE ARQUITECTURA
ESCALA 1:50



CORTE B - B
ESCALA 1:50



DETALLE ESTRUCTURA STEEL-FRAMING
ESCALA 1:20



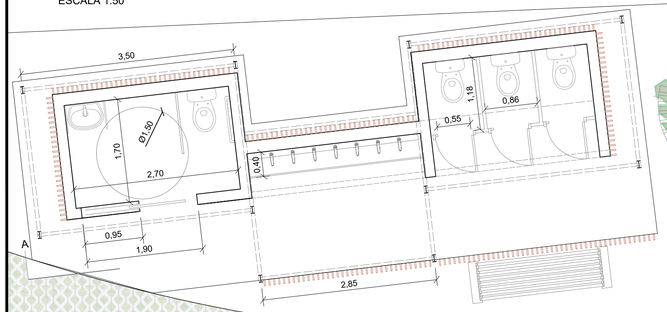
NOTAS
1- MEDIDAS EN METROS.
2- NIVELES REFERIDOS AL +0 DE PROYECTO

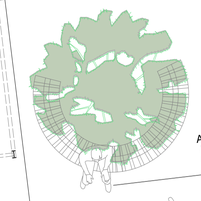
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

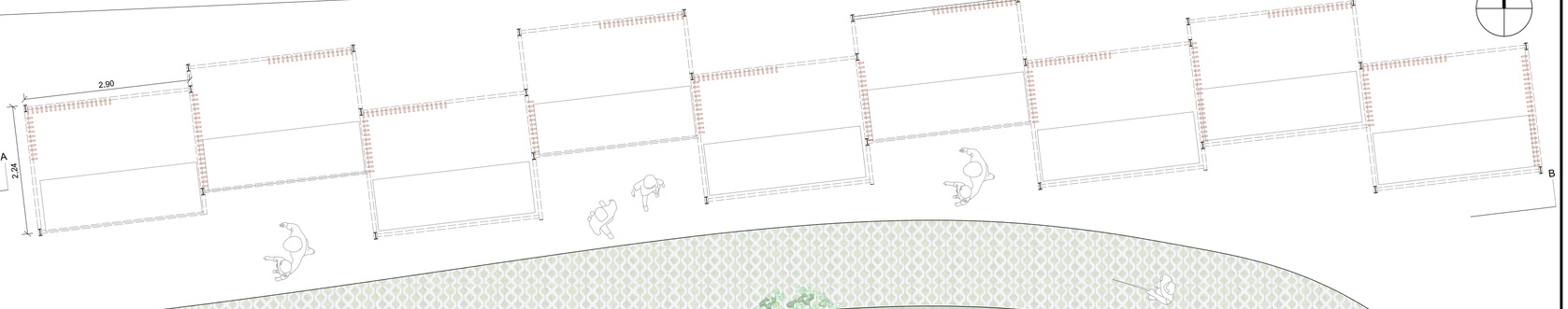
PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Arquitectura de Sanitarios - Planta y Corte Interior	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 05 B - 0

PROYECTO IV
PLANO Nº05 B - Arquitectura de Sanitarios - Planta y Corte Interior

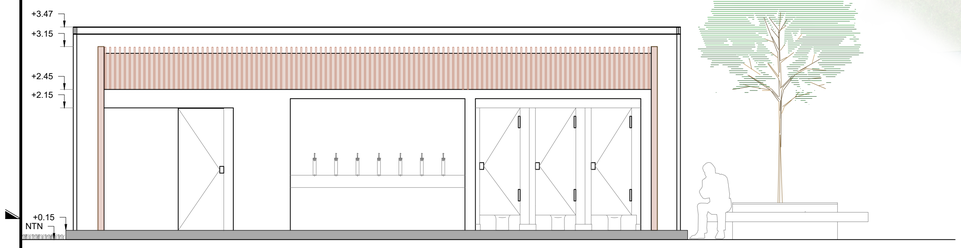
PLANTA DE ARQUITECTURA
ESCALA 1:50



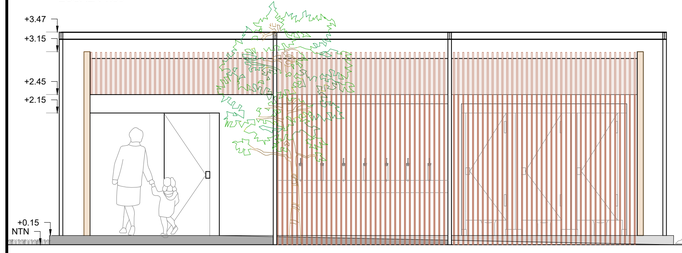


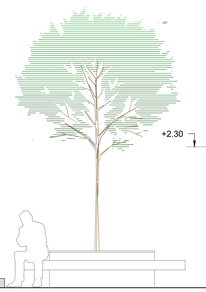


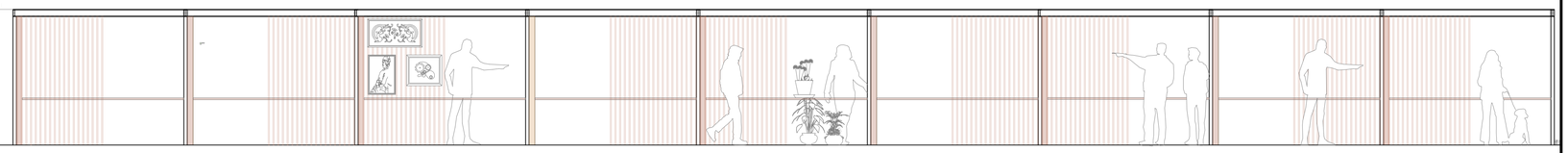
CORTE A - A
ESCALA 1:50



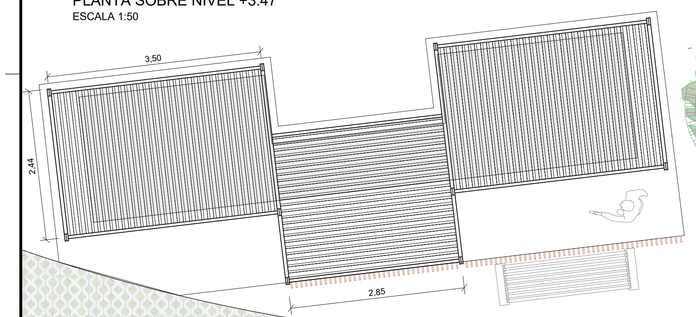
CORTE B - B
ESCALA 1:50

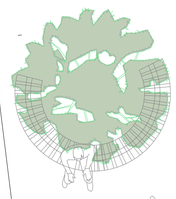


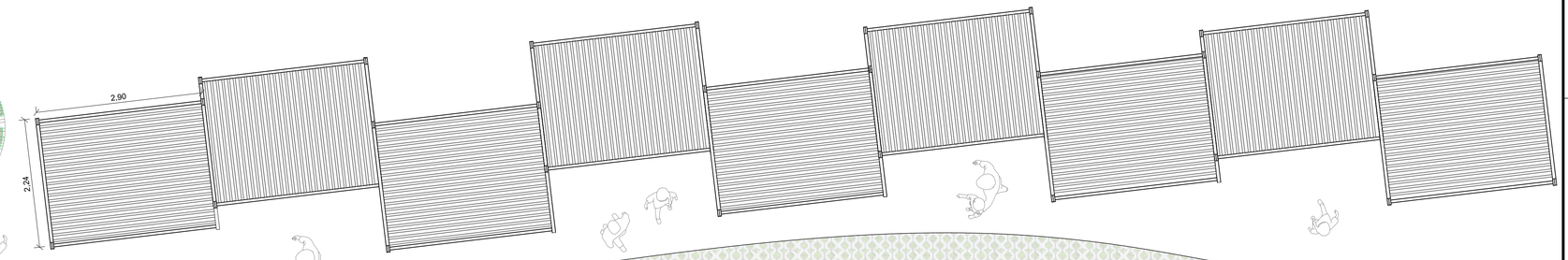




PLANTA SOBRE NIVEL +3.47
ESCALA 1:50







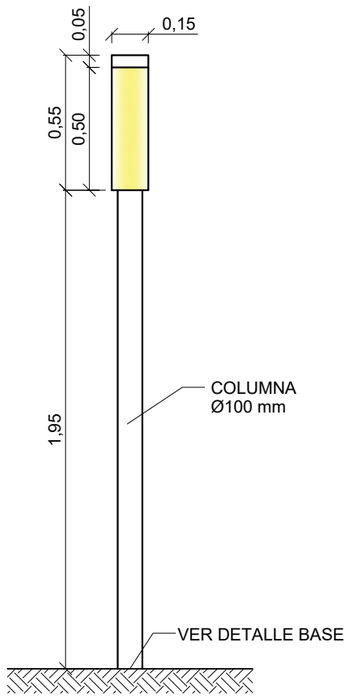
NOTAS
1 - MEDIDAS EN METROS
2 - NIVELES REFERIDOS A +0 DE PROYECTO

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

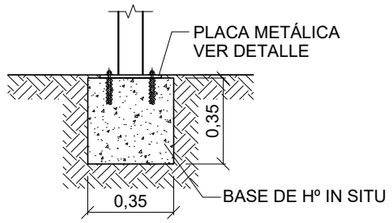
PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Arquitectura de Feria	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 05 C- 0

PROYECTO IV
PLANO N°05 C - Arquitectura de Feria

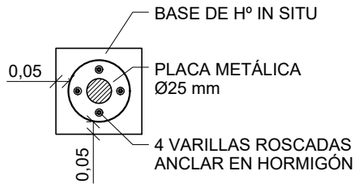
LUMINARIA
ESCALA 1:25



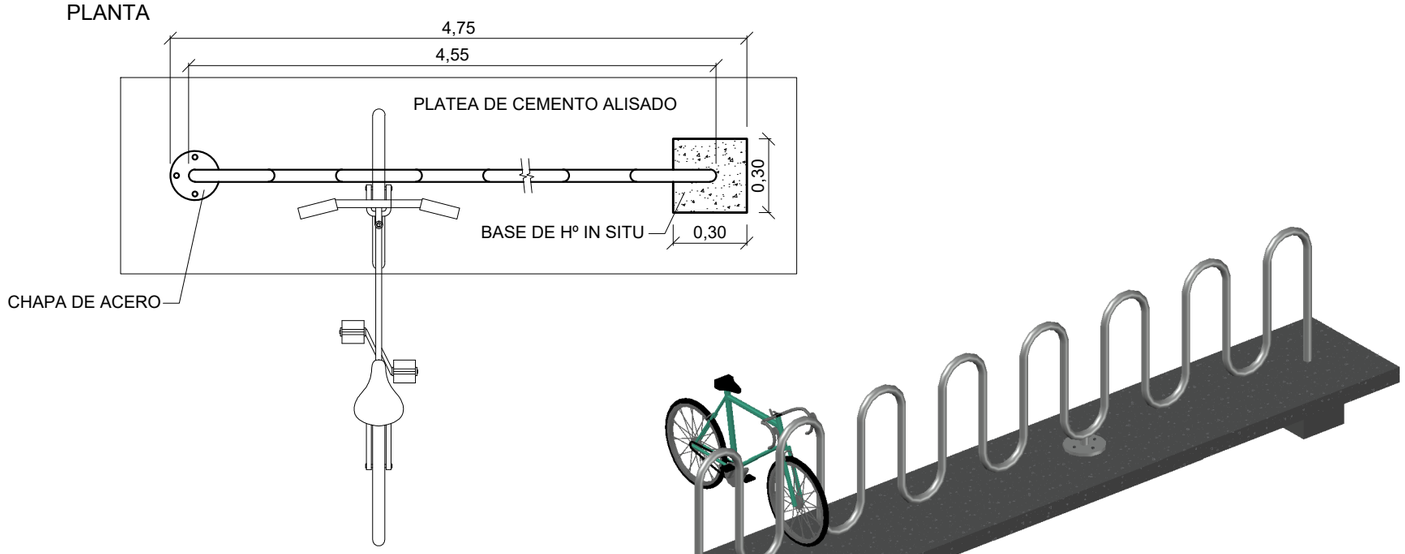
DETALLE BASE
ESCALA 1:25



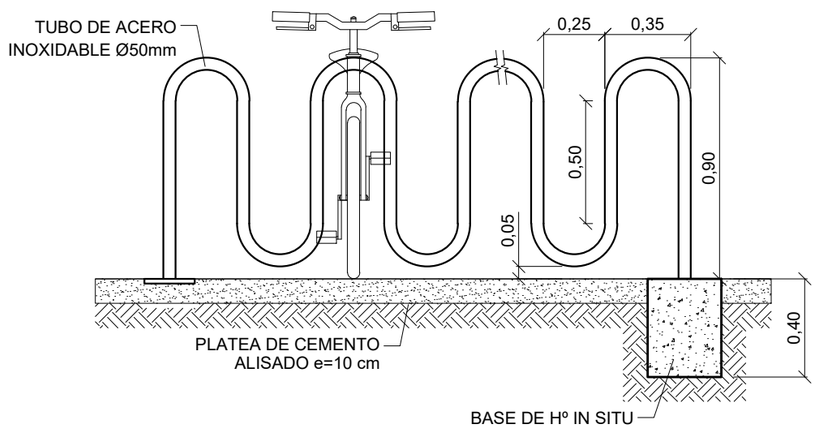
PLACA METÁLICA
ESCALA 1:25



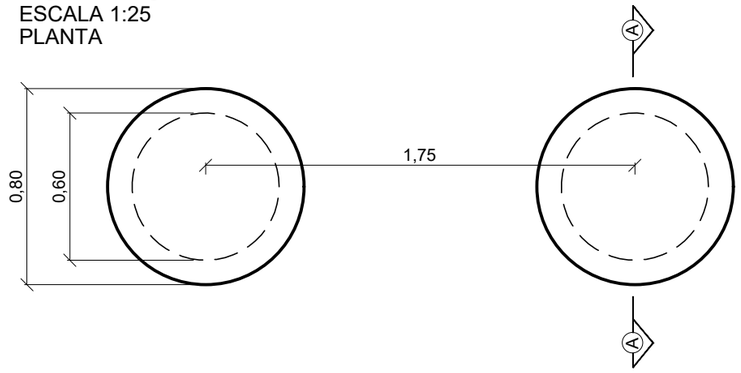
BICICLETERO
ESCALA 1:25
PLANTA



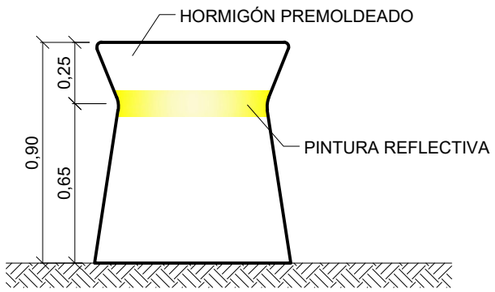
VISTA



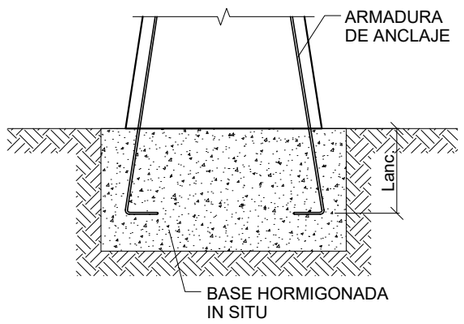
BOLARDOS
ESCALA 1:25
PLANTA



VISTA



CORTE A-A



NOTAS

1- MEDIDAS EN METROS.

PROYECTO IV

PLANO Nº06 - Detalles mobiliario urbano

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Detalles mobiliario urbano	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 06 - 0



REFERENCIAS:

- Eje cunetas
- Zona de aporte
- Subcuencas
- 46 Número de subcuenca
- Alcantarillas
- → Sentido de escurrimiento

PROYECTO IV

PLANO Nº07 - Definición de subcuencas

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Definición de subcuencas	ESC: 1:2500
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 07 - 0



NOTAS

1- MEDIDAS EN METROS.

REFERENCIAS:

- Eje cunetas
- Zona de aporte
- Alcantarillas
- Sentido de escurrimiento
- 50x20 Dimensiones cunetas
- 1,1‰ Pendientes longitudinales cunetas

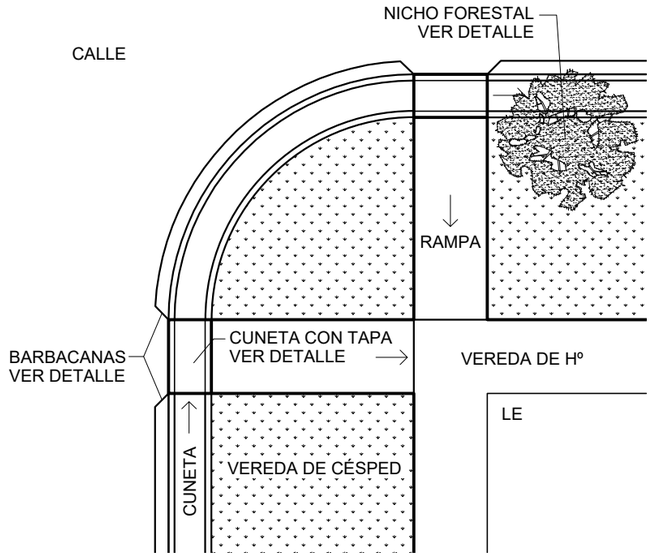
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Dimensionamiento de cunetas	ESC: 1:2500
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 08 - 0

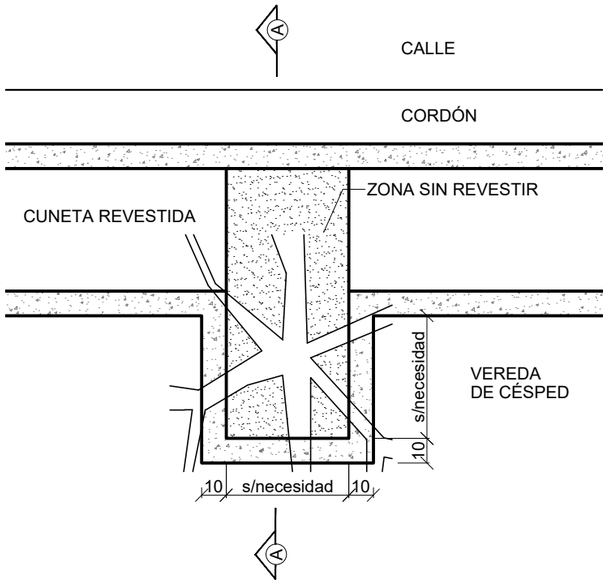
PROYECTO IV

PLANO Nº08 - Dimensionamiento de cunetas

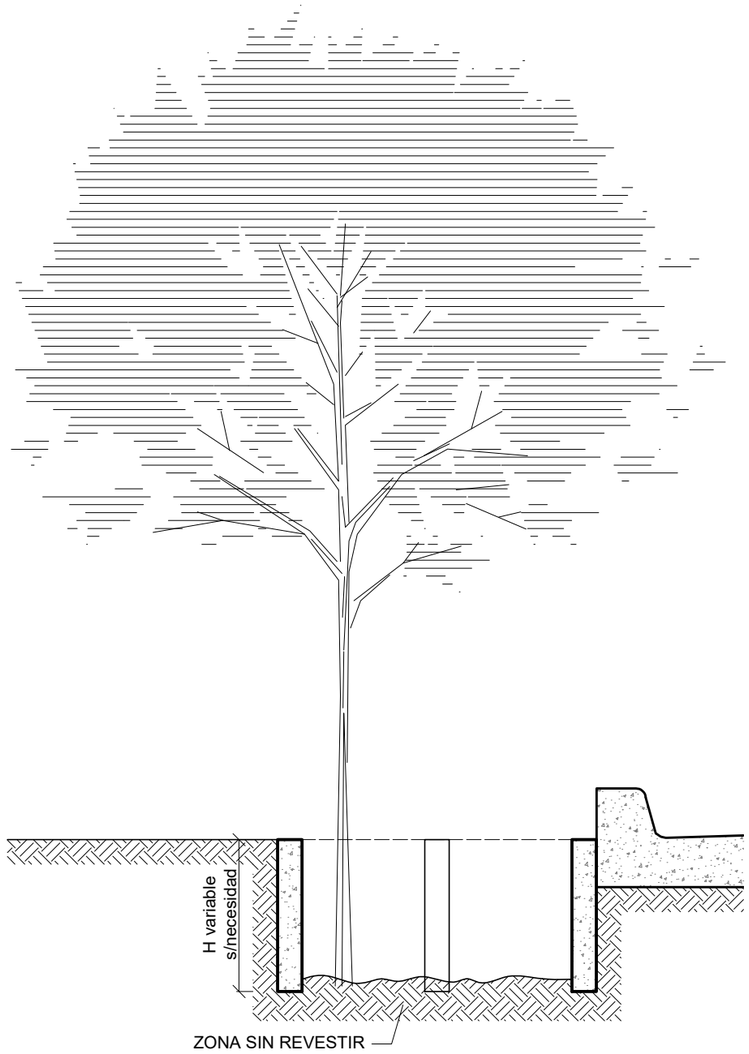
DETALLE TIPICO DE ESQUINA
ESCALA 1:100



NICHO PARA FORESTAL
ESCALA 1:50

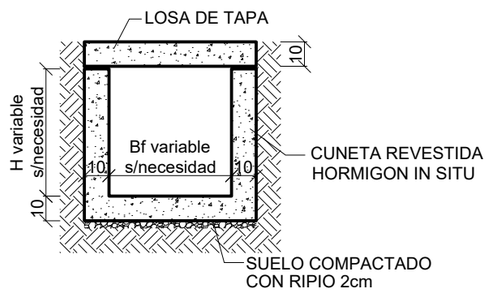


CORTE A-A
ESCALA 1:25

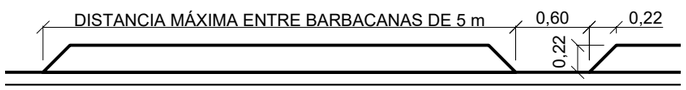


NOTAS
1- MEDIDAS EN METROS.

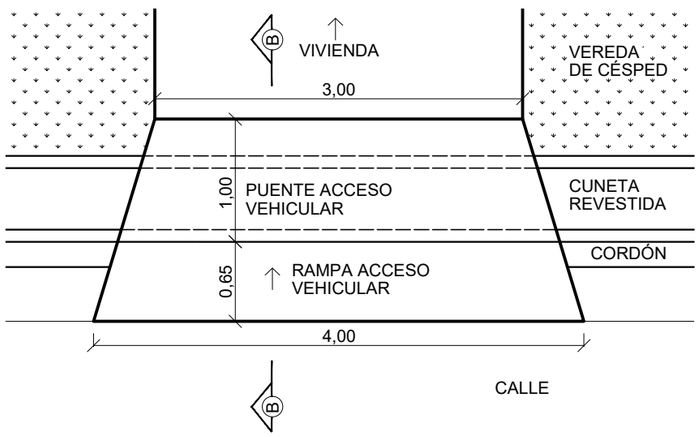
CUNETA CON TAPA
ESCALA 1:25



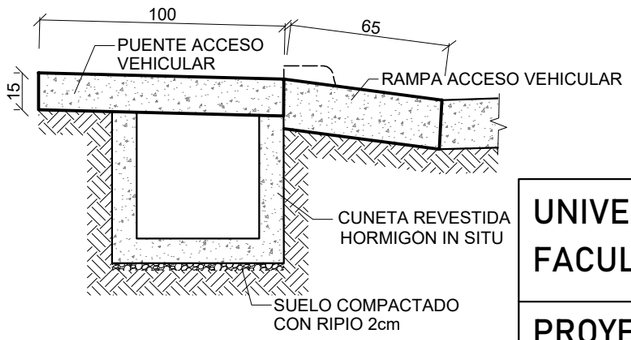
BARBACANAS
ESCALA 1:50



ACCESOS A VIVIENDAS
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:50



CORTE B-B
ESCALA 1:25



PROYECTO IV

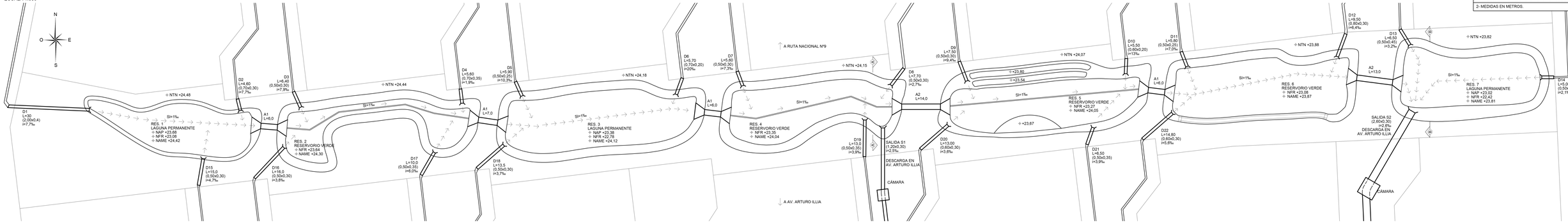
PLANO Nº09 - Detalles de cunetas

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Detalles de cunetas	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 09 - 0

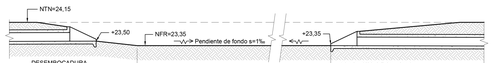
PROYECTO IV
PLANO Nº10 A - Proyecto hidráulico reservorio

PLANTA RESERVORIO
ESCALA 1:500

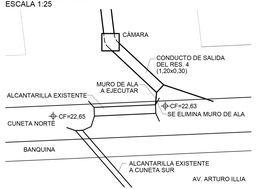


NOTAS
1- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL NIVEL ±0.00 DE IGN
2- MEDIDAS EN METROS.

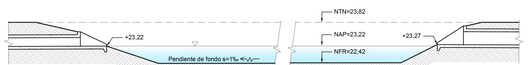
CORTE A-A RESERVORIO 6
ESCALA 1:75



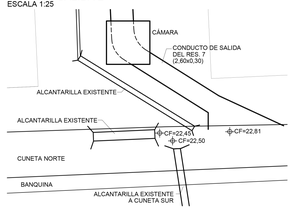
DETALLE SALIDA 1
ESCALA 1:25



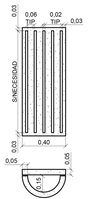
CORTE B-B RESERVORIO 7
ESCALA 1:75



DETALLE SALIDA 2
ESCALA 1:25



DETALLE ALBAÑAL
ESCALA 1:20



DETALLE TÍPICO DESEMBOCADURA
ESCALA 1:20



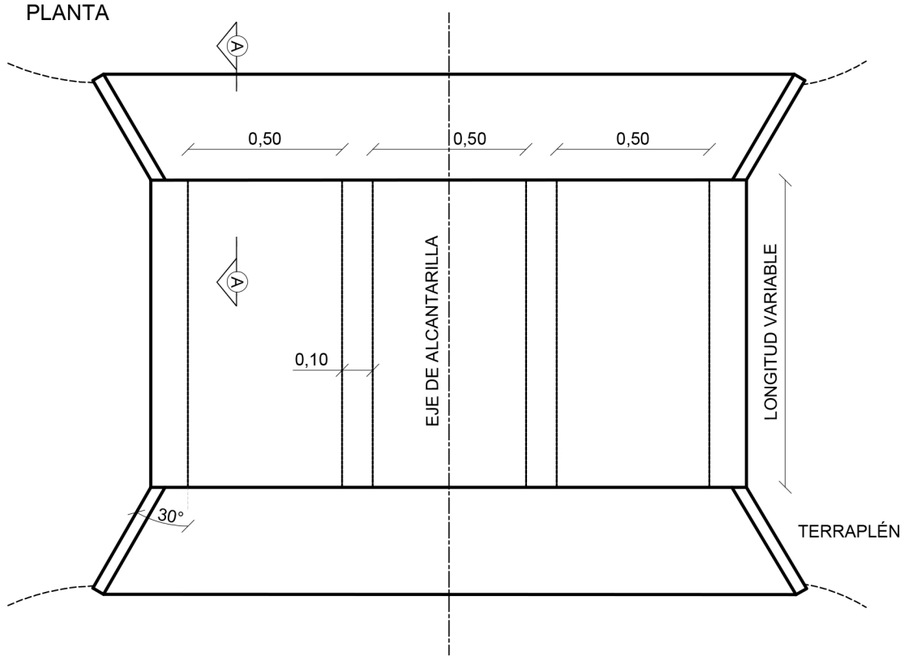
NOTA: CAMARAS, ALCANTARILLAS, DESEMBOCADURAS Y CONDUCTOS SE RESUELVEN EN INGENIERÍA DE DETALLE

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

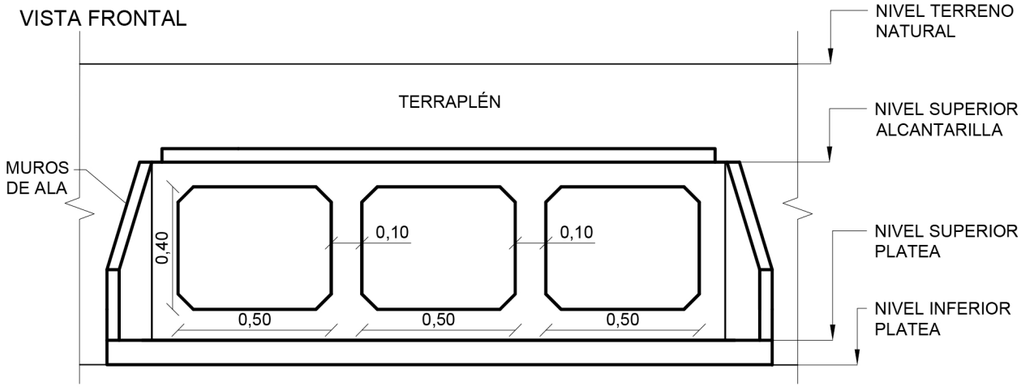
PROYECTO IV – 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Proyecto hidráulico reservorio	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 – Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 10 A – 0

ALCANTARILLA CAJÓN A1
CANTIDAD: 4

PLANTA

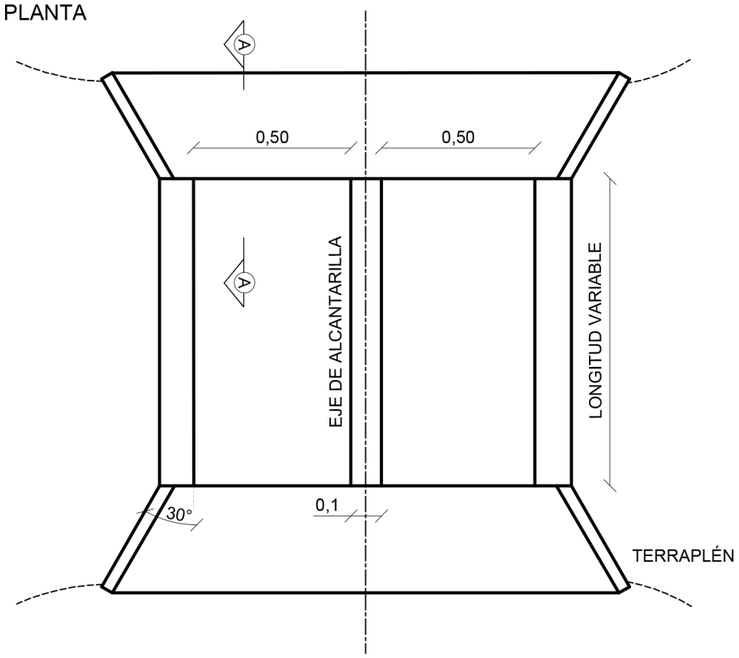


VISTA FRONTAL

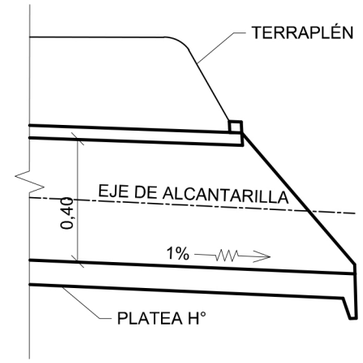


ALCANTARILLA CAJÓN A2
CANTIDAD: 2

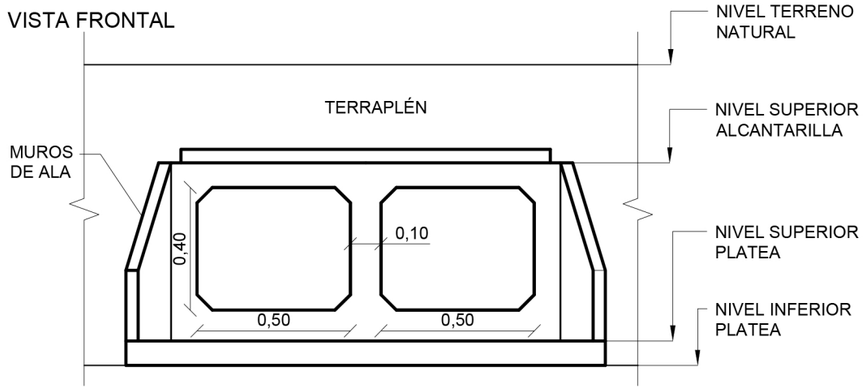
PLANTA



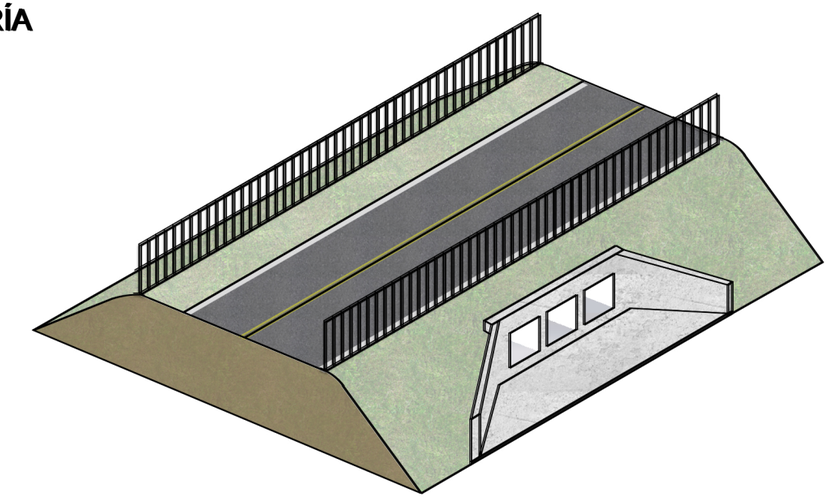
CORTE A - A



VISTA FRONTAL



AXONOMETRÍA



NOTAS
1- MEDIDAS EN METROS.
2- HORMIGÓN PREFABRICADO H-30.

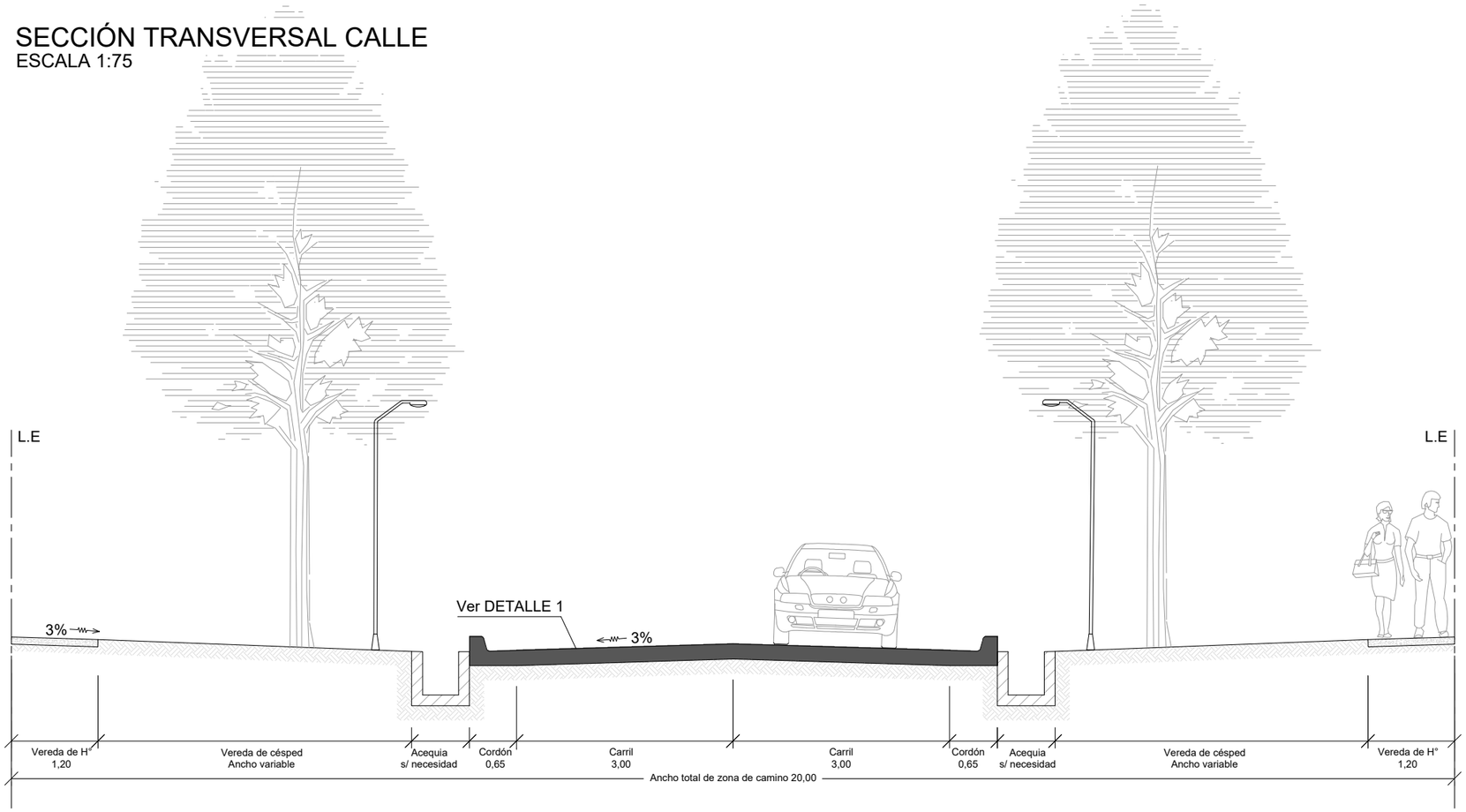
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Detalle de alcantarillas	ESC: 1:20
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 10 B - 0

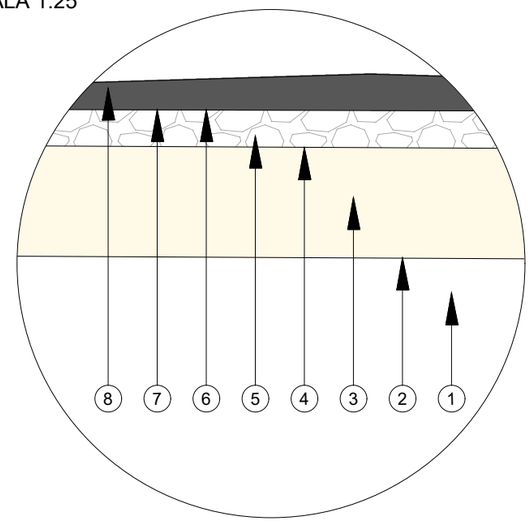
PROYECTO IV

PLANO Nº10 B - Detalle alcantarillas

SECCIÓN TRANSVERSAL CALLE
ESCALA 1:75



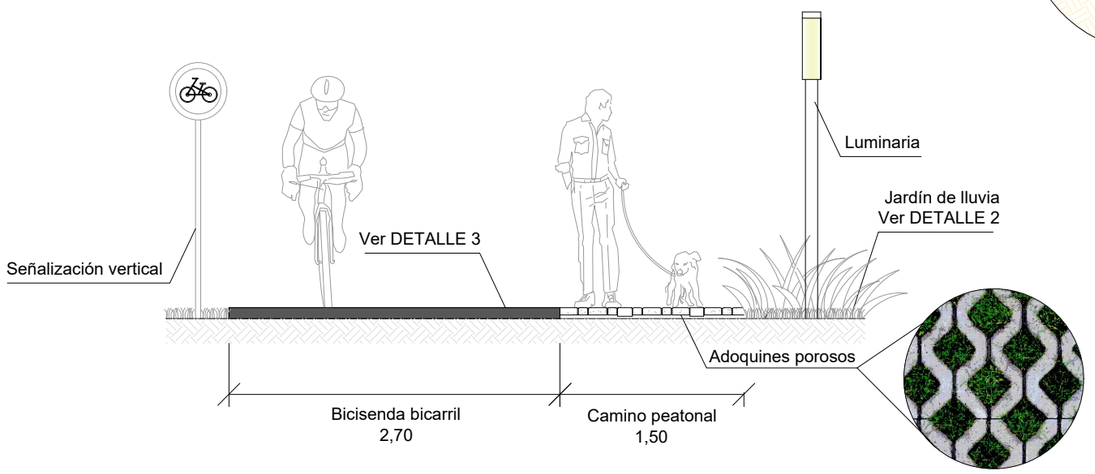
DETALLE 1
ESCALA 1:25



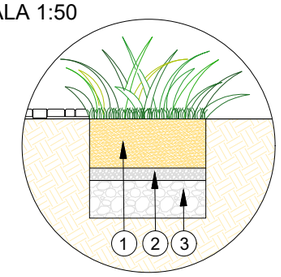
NOTAS
1- MEDIDAS EN METROS.

1. SUBRASANTE DE SUELO DEL LUGAR CON COMPACTACIÓN ESPECIAL
2. RIEGO DE IMPERMEABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA 3 l/m2
3. SUBBASE DE SUELO CAL
4. RIEGO DE CURADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA A RAZÓN DE 0,40 kg/m²
5. BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR
6. RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA LENTA A RAZÓN DE 0,40 kg/m²
7. RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA A RAZÓN DE 0,30 kg/m²
8. CARPETA DE RODAMIENTO MEZCLA TIPO CONCRETO ASFÁLTICO PREPARADO EN CALIENTE

SECCIÓN TRANSVERSAL BICISENDA
ESCALA 1:50

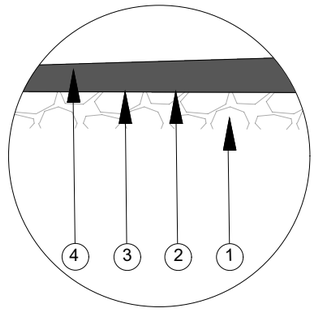


DETALLE 2
ESCALA 1:50



1. SUSTRATO DE PLANTERA; e= 40 cm
2. MANTO DE PIEDRA PARTIDA; e=10 cm
3. MANTO DE PIEDRA; e=30 cm

DETALLE 3
ESCALA 1:25



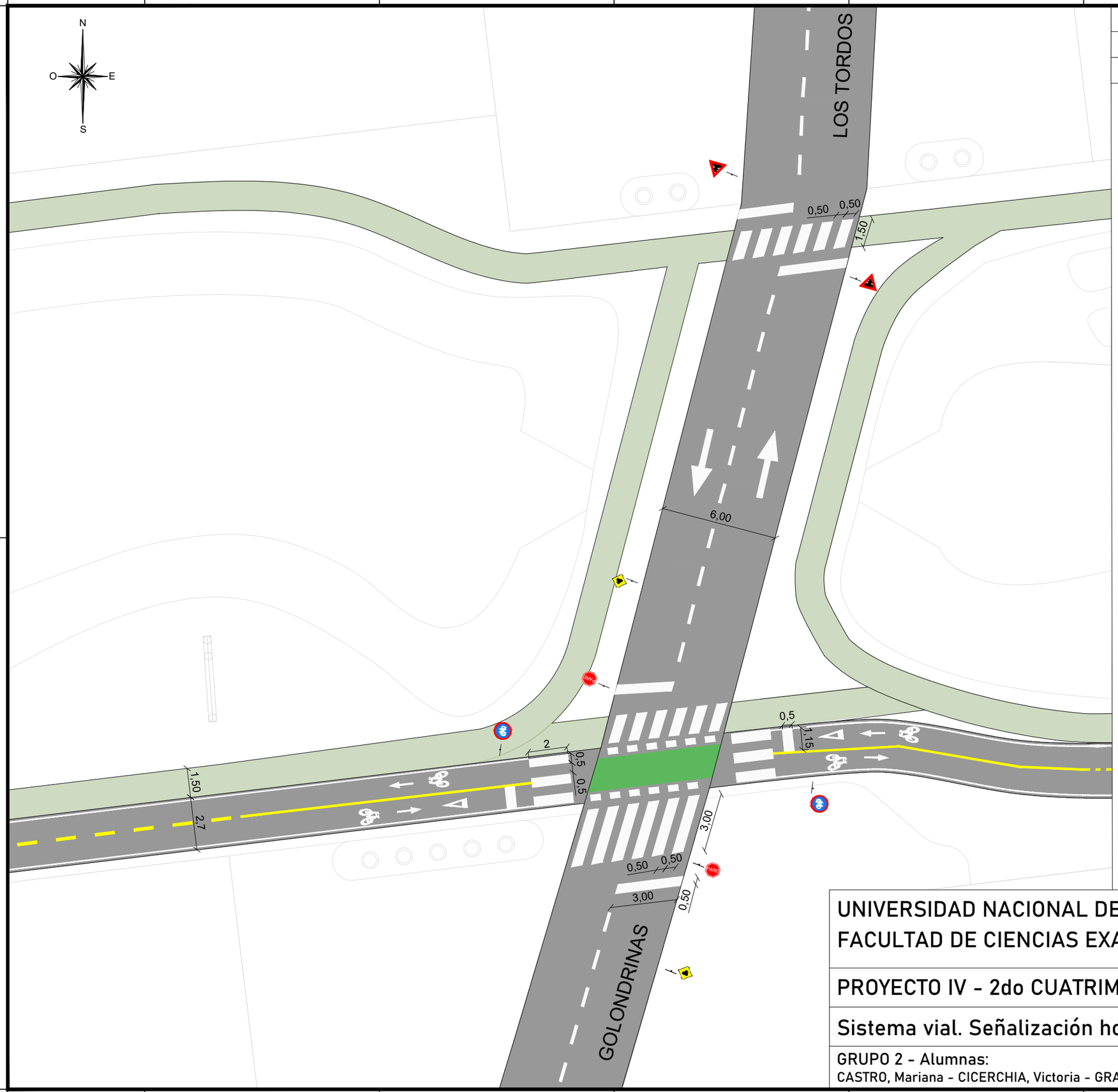
1. BASE DE ESTABILIZADO GRANULAR
2. RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA LENTA A RAZÓN DE 0,40 kg/m²
3. RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROTURA RÁPIDA A RAZÓN DE 0,30 kg/m²
4. CARPETA DE RODAMIENTO MEZCLA TIPO CONCRETO ASFÁLTICO PREPARADO EN CALIENTE

PROYECTO IV

PLANO Nº11 A - Sistema vial: secciones transversales

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Sistema vial: seciones transversales	ESC: INDICADAS
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 11 A - 0



NOTAS

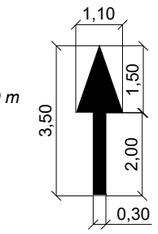
1- MEDIDAS EN METROS.

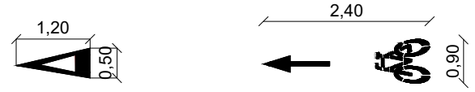
2- SEÑALIZACIÓN PARA VMAX= 40 KM/H.

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

FLECHAS CIRCULATORIAS Y MARCAS ESPECIALES

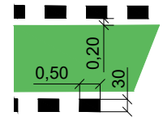
Las flechas de sentido circulatorio se ubican a 10 m de la senda peatonal.





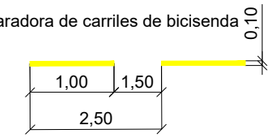
LÍNEAS LONGITUDINALES

Cruce verde de bicisenda

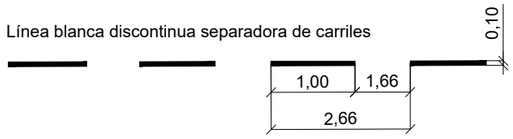


Línea amarilla discontinua separadora de carriles de bicisenda

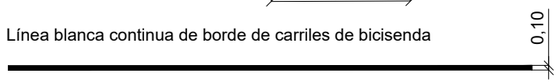
OBS: 15m iniciales y finales de línea continua indicando prohibición de sobrepaso.



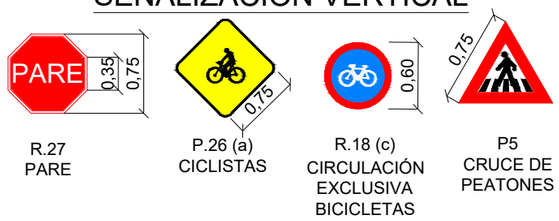
Línea blanca discontinua separadora de carriles



Línea blanca continua de borde de carriles de bicisenda



SEÑALIZACIÓN VERTICAL



R.27 PARE

P.26 (a) CICLISTAS

R.18 (c) CIRCULACIÓN EXCLUSIVA BICICLETAS

P5 CRUCE DE PEATONES

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

PROYECTO IV - 2do CUATRIMESTRE 2022	FECHA: DICIEMBRE 2022
Sistema vial. Señalización horizontal y vertical	ESC: 1:200
GRUPO 2 - Alumnas: CASTRO, Mariana - CICERCHIA, Victoria - GRABICH, Julia - OZERIO, Agustina	PLANO: 11 B - 0

PROYECTO IV

PLANO Nº11 B - Sistema vial. Señalización horizontal y vertical

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- **Victor Hugo Burgos** (2007). *Desarrollo urbano de bajo impacto hidrológico (DUBI): Pautas hacia una cultura hidrológica en Mendoza.* Instituto Nacional del Agua, Centro Regional Andino.

- **Hugo Orsolini.** *Estudio del control de crecidas arroyo Ludueña.* Municipalidad de Rosario, Secretaría de Obras Públicas.

- **Departamento de Hidráulica y Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, FCEIA, UNR** (2008). *Rehidrología y modelo de simulación a tiempo real en sistema de alerta hidrológico en las cuencas de los arroyos Ludueña y Saladillo. Informe de Avance N°1*. Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente (MASPyMA) de la Provincia de Santa Fe.

- **Gerardo Riccardi, Erik Zimmermann, Pedro Basile, Hernán Stenta, Carlos Scuderi y Lucia Odicini** (2010). *Diseño hidrológico en sistemas hídricos de llanuras y su aplicación en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe, Argentina.* Buenos Aires, Argentina.

- **Pablo Bellitieri** (2011). *Proyecto Ejecutivo: Barrio Solares del Rosario (Funes) Propuesta de Saneamiento Pluvial.* Municipalidad de Funes.

- **Ministerio de Economía Provincia de Santa Fe** (2013)**.** *Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años. Periodo 1980 - 2010.*

- **Ministerio de Infraestructura y Transporte de la Provincia de Santa Fe** (2015)**.** *Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo - Informe Final.* Convenio INA 09/13 - Nota No 008. Supervisado por: Ing. Claudia Forastieri y Ing. Raúl Navarro.

- **Collins Jorge, Avendaño German** (2016). *Paper 81 IFRH 2016*: *Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo*. Convenio INA 09/13 - Nota No 008. Disponible en: https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_81.pdf

- **Gerardo Riccardi, Erik Zimmermann, Pedro Basile**. *Análisis de la Modificación en la Respuesta Hidrológica del Sistema del Arroyo Ludueña Provocada por Cambios en el Uso de suelo.* Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, UNR.

- **Gerardo Riccardi.** *Problemática de las inundaciones urbanas. Capítulo I : Hidrología e Hidráulica en Territorios Urbanizados.* Departamento de Hidráulica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR.