



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL URBANA EN ZONAS DE BAJA ENERGÍA DE RELIVE

AUTORES:

- Benitez, Juan Ignacio
- Leiva Prieto, Juan Cruz
- Vidal, Nahuel Ivan

Año 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL URBANA EN ZONAS DE BAJA ENERGÍA DE RELIVE

TUTOR:

- Arq. Pilar, Claudia

ASESORES:

- Ing. Biain, Rolando
- Ing. Campomanes, Diego

Año 2022

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	1
1.1 Aspectos Naturales	4
1.2 Aspectos sociodemográficos	7
1.2.1 Población	7
1.2.2 Impacto social de las inundaciones	7
1.3 Justificación del proyecto	9
2.ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	13
2.1 Introducción.....	13
2.2 Estudio de suelo.....	14
2.3 Resultados	17
2.3.1 Capacidad de Carga	17
2.3.2 Clasificación AASHTO	17
2.4 Conclusión	18
3.ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	19
3.1 Generalidades	19
3.2 Descripción general.....	19
3.3 Geomorfología.....	20
3.4 Topografía.....	20
4.ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	23
4.1 Introducción.....	23
4.2 Zonificación de riesgo hídrico	25
4.3 Sistema fluvial – lacustre	28
4.4 Sistema hídrico urbano Mujeres Argentina	29
4.4.1 Subcuenca Laguna Negra.....	30
4.4.2 Subcuenca Laguna Blanca	30
4.4.3 Subcuenca Laguna La Liguria.....	30
4.4.4 Subcuenca Laguna Villa Hortencia	30
4.4.5 Subcuenca Laguna Villa Concepción	30
4.4.6 Subcuenca Laguna Mujeres Argentinas	30
4.5 Caudal de diseño	32
5.ESTUDIO VIAL	38
5.1 Sistema funcional	38
5.2 Clasificación funcional de sistemas viales en áreas urbanas.....	38
5.3 Censo Vehicular	39
5.4 Determinación del TMDA	40
5.4.1 Tasa de crecimiento de la población.....	43
5.4.2 Tasa de crecimiento de venta de combustibles	43
5.4.3 Tasa de crecimiento de registro de automotores	44
5.4.4 Tasa de crecimiento del Tránsito medio diario anual “TMDA”	44
5.4.5 Tasa de crecimiento del PBI Per Cápita	45
5.4.6 Tasa de crecimiento ponderada.....	45
5.5 Nivel de servicio	46
5.6 Tránsito de diseño.....	49
6.BASES DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	51
6.1 Introducción.....	51
6.2 Planificación en América Latina.....	52
6.3 Lineamientos para la planificación en Argentina.....	53
6.4 Planificación regional.....	55
7.PLANIFICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	57

7.1	Introducción.....	57
7.2	Propuesta vial.....	57
7.2.1	Primer etapa.....	57
7.2.2	Segunda etapa.....	59
7.3	Propuesta de espacios verdes.....	60
7.3.1	División de espacios verdes.....	64
8.	DISEÑO ESTRUCTURAL VIAL.....	66
8.1	Introducción.....	66
8.2	Cálculo del paquete estructural.....	66
8.2.1	Determinación de los ejes equivalentes (ESAL's).....	67
8.2.2	Determinación de la pérdida de serviciabilidad.....	68
8.2.3	Determinación de la confiabilidad.....	69
8.2.4	Determinación del desvío estándar.....	70
8.2.5	Determinación del módulo de la reacción de la subrasante.....	70
8.2.6	Determinación del módulo de reacción compuesto de la subrasante.....	71
8.2.7	Determinación del módulo efectivo de la subrasante.....	73
8.2.8	Determinación del módulo elástico medio del hormigón.....	74
8.2.9	Determinación del módulo de rotura medio del hormigón.....	75
8.2.10	Determinación de coeficiente de transferencia de cargas "J".....	75
8.2.11	Determinación del coeficiente de drenaje "Cd".....	76
8.2.12	Cálculo del espesor de la losa de hormigón.....	77
8.3	Verificación.....	78
8.4	Diseño de juntas.....	82
8.4.1	Juntas transversales de contracción.....	82
8.4.2	Pasadores.....	83
8.4.3	Juntas longitudinales de contracción o articulación.....	84
8.4.4	Juntas longitudinales de construcción.....	85
8.4.5	Juntas transversales de dilatación.....	86
8.4.6	Juntas transversales de construcción.....	87
8.5	Paquete estructural propuesto.....	87
9.	DESAGÜES PLUVIALES.....	88
9.1	Escurrimiento por cordones cunetas.....	88
9.2	Diseño y cálculo de sumideros.....	91
9.3	Diseño y cálculo de conductos secundarios.....	93
10.	SEÑALÉTICA.....	96
10.1	Señalización Vertical.....	96
10.1.1	Clasificación.....	96
10.1.2	Especificaciones técnicas.....	101
10.1.3	Posición.....	102
10.2	Señalización Horizontal.....	103
10.2.1	Clasificación.....	103
10.2.2	Colores.....	106
10.2.3	Especificaciones técnicas.....	106
11.	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.....	107
11.1	Cómputo métrico.....	107
11.2	Costo unitario.....	109
11.3	Precio de obra.....	110
11.4	Criterios adoptados.....	114
11.4.1	Ítem 02.01: Extracción de árboles.....	114
11.4.2	Ítem 02.03: Provisión y plantado de árboles.....	114
11.4.3	Ítem 07.04: Provisión e instalación de bancos de H° y cestos de basura.....	114
11.4.4	Ítem 07.04: Provisión e instalación de juegos para niños.....	114
11.4.5	Ítem 07.07: Ejecución de camino peatonal de adoquines permeables.....	115
11.4.6	Ítem 08.01: Baños públicos.....	115
11.4.7	Ítem 08.02: Garita policial.....	116

11.4.8 Ítem 08.03: Ejecución de cancha de fútbol 5	116
11.4.9 Ítem 08.04: Ejecución de cancha de básquet	116
11.4.10 Ítem 08.05: Pista de skate.....	116
11.4.11 Ítem 08.06: Gimnasio	116
11.4.12 Ítem 08.07: Patio de comida.....	117
11.4.13 Ítem 08.08: Estacionamiento vehicular	118
11.4.14 Ítem 08.09: Alumbrado público.....	118
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS	121
Anexo 1: Estimación de nivel de servicio.....	121
1.1 Resultados del censo	121
1.2 Intersección calle Viuda de Ross y avenida 9 de Julio	121
1.3 Intersección entre avenida San Martín y avenida Pasteur	125
Anexo 2: Planos	128

1.INTRODUCCIÓN

El presente trabajo desarrolla el análisis y la planificación de la pavimentación, desagües pluviales y la incorporación de espacios verdes para un buen desarrollo y crecimiento urbano en la zona estudiada.

El estudio está enfocado sobre las avenidas Rissione y Lonardi (Fig. 1), específicamente los tramos comprendidos entre la calle Viuda de Ross y la avenida San Martín. Dentro de la zona de estudio se encuentran incluidos los barrios Mujeres Argentinas, 20 de septiembre, La France, Villa Hortencia, Villa Irigoyen, Nuevo Amanecer y más abajo Golf Club y La Liguria.

El sector analizado se caracteriza por presentar numerosas lagunas y meandros, formados por el antiguo cauce del río Negro, específicamente se encuentran las lagunas Mujeres Argentinas y Hortencia, las cuales debido a tareas de urbanización se encuentran en riesgo de seccionamiento o incluso en su relleno definitivo de sus zonas linderas. Los inconvenientes de dicha alteración al sistema de drenaje se relacionan con anegamientos de sitios previsibles de la llanura de inundación y mayor tiempo de permanencia del agua. Para solucionar estas situaciones se analiza implementar en dichas zonas espacios verdes y recreacionales que permitan el uso de dichos cuerpos de agua y su preservación en buen estado.

En las áreas periurbanas, existen basurales espontáneos, derivados de recicladores informales, vertederos dentro del sistema lacustre y rellenos de lagunas, que repercuten en el ecosistema, y son las consecuencias de la falta de planificación urbana, esto otro también explica y condiciona la provisión de servicios básicos fundamentales.



Fig. 1. Delimitación de los tramos en estudio de la avenida Rissione y la Avenida Lonardi (Fuente: Elaboración Propia).

Analizando el área en estudio por medio de imágenes satelitales se puede observar un aumento en el grado de urbanización (Fig. 2 y 3). El crecimiento irregular y no planificado de

asentamientos en zonas de elevado riesgo hídrico, trae aparejado conflictos sociales y habitacionales, que, para evitarlos, la solución propuesta es proyectar espacios verdes y recreacionales en aquellas superficies conflictivas, con la finalidad de brindar un uso adecuado.



Fig. 2. Uso del suelo en la zona de estudio. Imagen satelital año 2002
(Fuente: Google Earth).

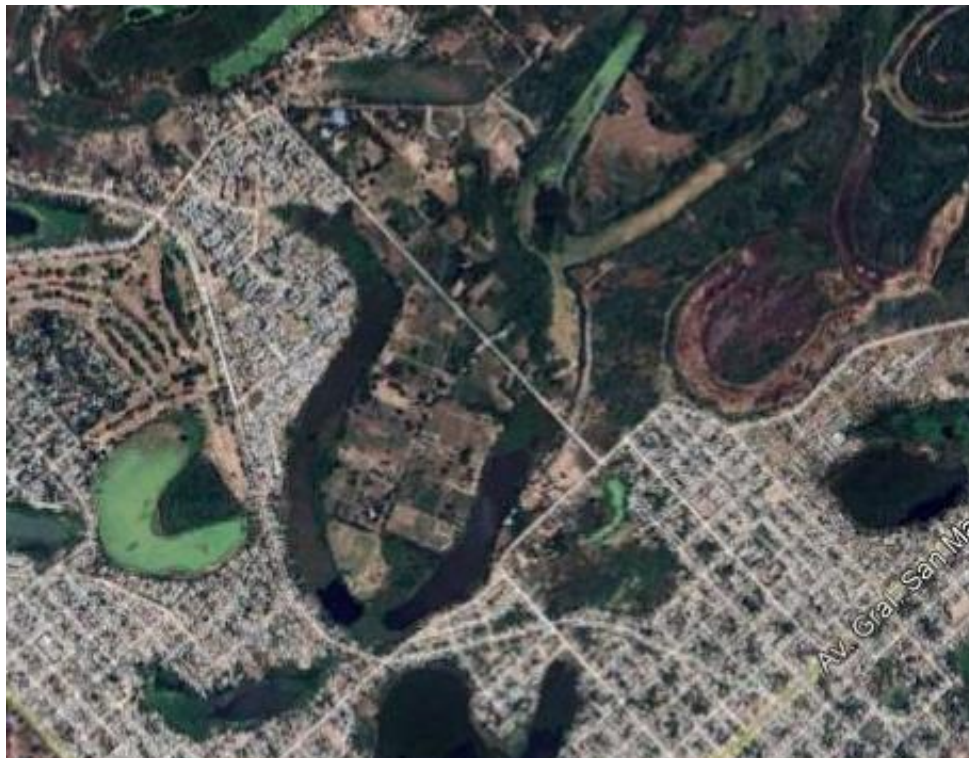


Fig. 3. Uso del Suelo en la zona de estudio. Imagen satelital año 2022
(Fuente: Google Earth).

El incremento de la población produce a su vez un aumento en la demanda de los servicios principales, por lo que, uno de los objetivos del anteproyecto es plantear una red de calles

pavimentadas que faciliten el tránsito para los habitantes de la zona y para el transporte público, eliminando problemas de accesibilidad producidos por inundaciones y precipitaciones intensas.

Las obras viales permitirán una mejor distribución y conexiones alternativas para el tránsito sobre las avenidas principales y el objetivo es aumentar el tránsito actual de las avenidas Lonardi y Rissione, fomentando el desvío de una parte del flujo de las avenidas 9 de Julio y San Martín.

Por lo antedicho, se plantean estudiar desagües pluviales que permitan brindar un correcto drenaje del agua, evitando su acumulación en las zonas con baja energía de relieve.

El anteproyecto permite, de manera indirecta, mejorar el servicio de colectivos en la zona, con la posibilidad de sumar un mayor número de conexiones o líneas que faciliten la movilidad al resto de la ciudad.

Para la realización del trabajo se clasificaron los datos de la zona en función de los distintos aspectos considerados necesarios:

- Aspectos naturales: Localización geográfica, clima, topografía, suelos e hidrografía.
- Aspectos sociodemográficos: Tamaño y densidad de la población; impacto social de las inundaciones.
- Aspectos urbanos: Tendencias de crecimiento, zonas anegables dentro del área urbana, uso y ocupación de suelos.
- Equipamientos significativos: De servicio, industrial, comercial, recreativos.
- Infraestructura básica: Desagües y pavimento.
- Señalización.

Los beneficios que se buscan obtener son:

- Mejorar la calidad de vida de los habitantes.
- Obtener una mayor accesibilidad a los barrios.
- Mejorar la calidad del servicio de transporte urbano.
- Optimizar el tránsito de las avenidas 9 de Julio y San Martín.
- Brindar un uso adecuado a los cuerpos de agua presentes en la zona.
- Obtener un uso y ocupación del suelo planificado y organizado.

La utilización del suelo de las parcelas del área urbana (Fig. 4) exhibe una buena mixtura de usos residenciales y comerciales, aunque, en general, es alta la proporción de usos únicos, que alcanza 95,3% de las parcelas, de las cuales 82,7% son de uso residencial exclusivo, 6,1% son de uso comercial y el resto se distribuye entre equipamientos sociales, industrias, comercios mayoristas, administración pública y otros. Los usos comerciales tienen una alta concentración en el área central y sobre las avenidas y bulevares principales.

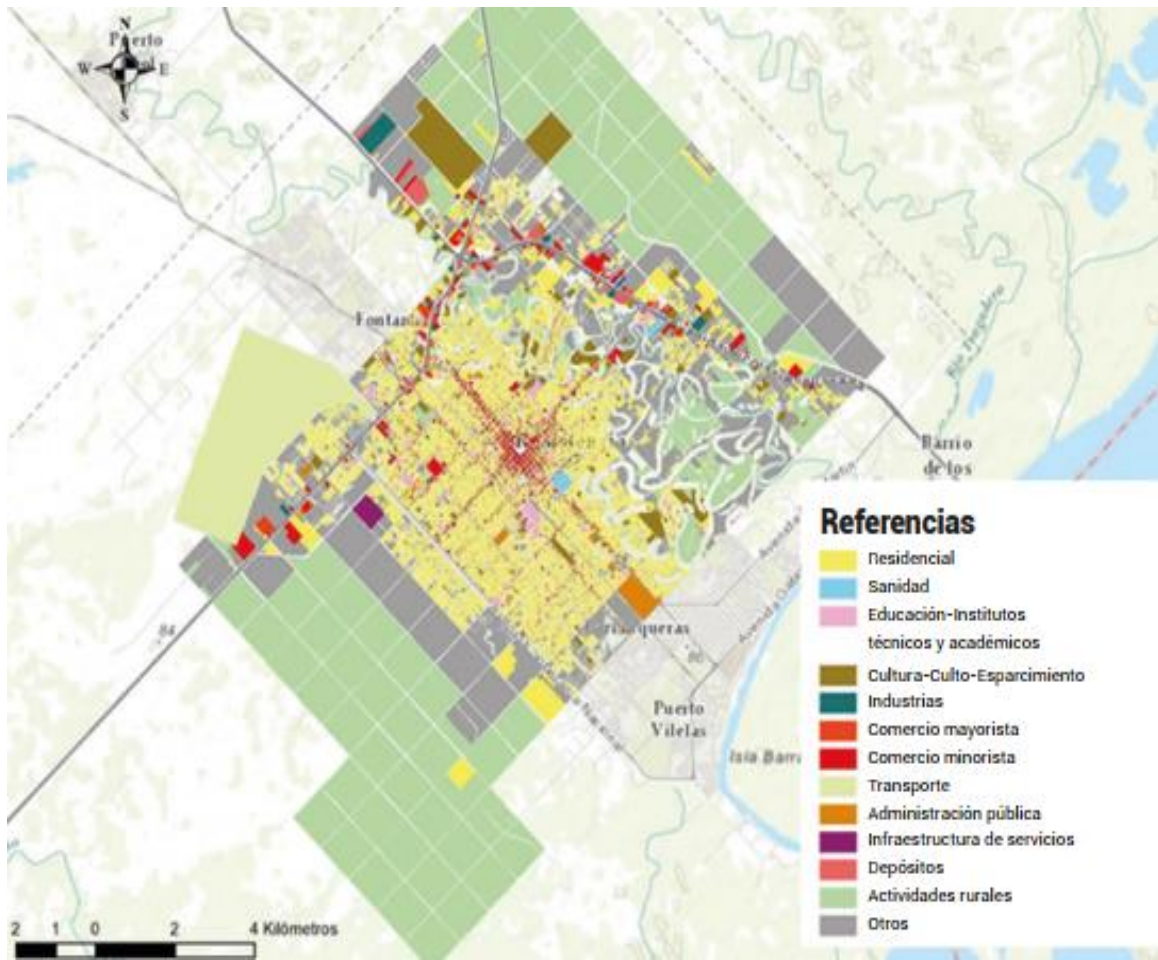


Fig. 4. Uso de suelo de Resistencia
(Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

1.1 Aspectos Naturales

1.1.1 Ubicación Geográfica

El anteproyecto se encuentra ubicado en el Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR), y abarca las ciudades de Resistencia y Barranqueras, de la provincia del Chaco, en el noreste argentino (Fig. 5).

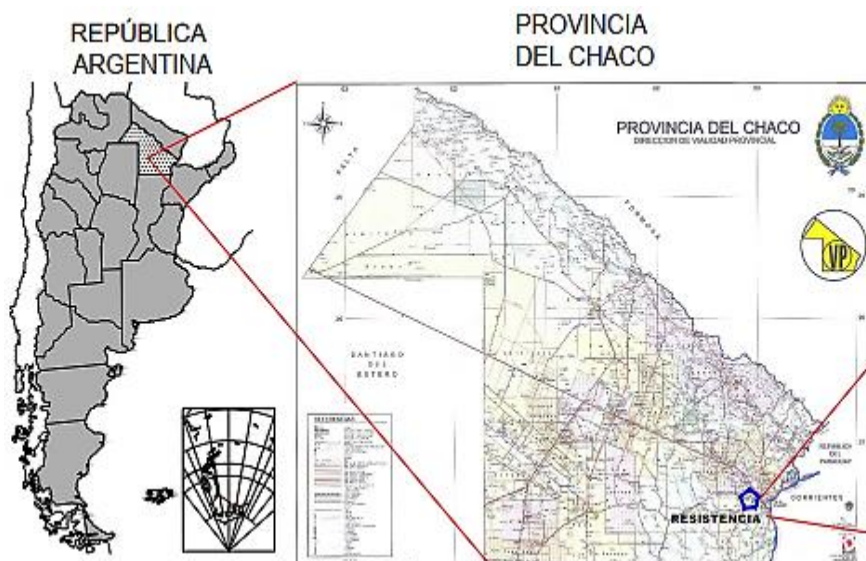


Fig. 5. Ubicación del Chaco a la izquierda. Ubicación de Resistencia y Barranqueras a la Derecha
(Fuente: Elaboración propia).

La localización fundacional de Resistencia, sobre un pequeño domo del valle de inundación generado por las desembocaduras al río Paraná de los ríos Negro, Tragadero y el riacho Arazá, llevó a que el crecimiento urbano avanzara luego sobre varias terrazas bajas de inundación (Fig. 6).

Si bien el AMGR se encuentra hoy mayormente protegida por un sistema de defensas contra la crecida de los ríos, la ausencia histórica de control en la ocupación de este ambiente natural tan frágil permitió el asentamiento de población dentro de los límites de las líneas de ribera de los ríos y lagunas, así como la apropiación privada de estos recursos, provocando que diferentes áreas de la ciudad estén expuestas a riesgos por la crecida periódica de los ríos y por precipitaciones intensas.

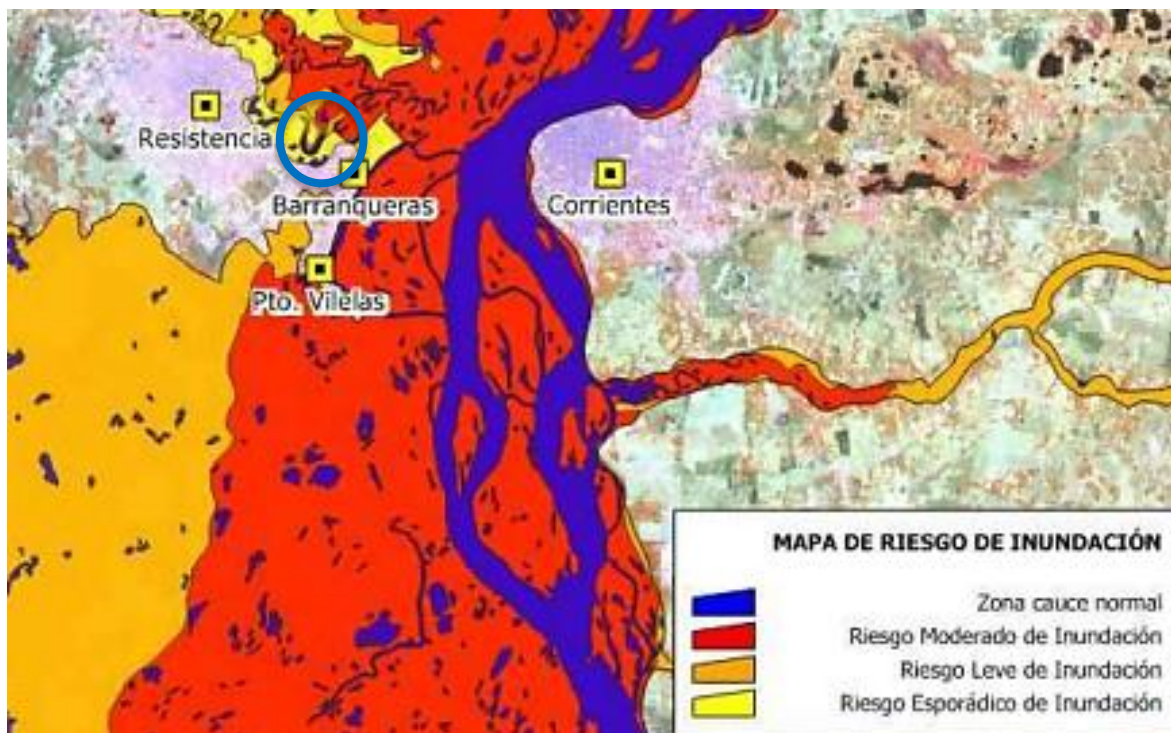


Fig. 6. Mapa de riesgo de inundación del río Paraná
(Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

1.1.2 Clima

En la provincia del Chaco se distinguen dos zonas climáticas (Fig. 7):

- Subtropical con estación seca: al oeste, con temperaturas altas, lluvias poco frecuentes con un promedio anual de 600 mm.
- Subtropical sin estación seca: al este, con temperaturas menores que la anterior, lluvias abundantes y frecuentes con un promedio anual de 1350 mm, lugar donde se encuentra el sector en estudio.

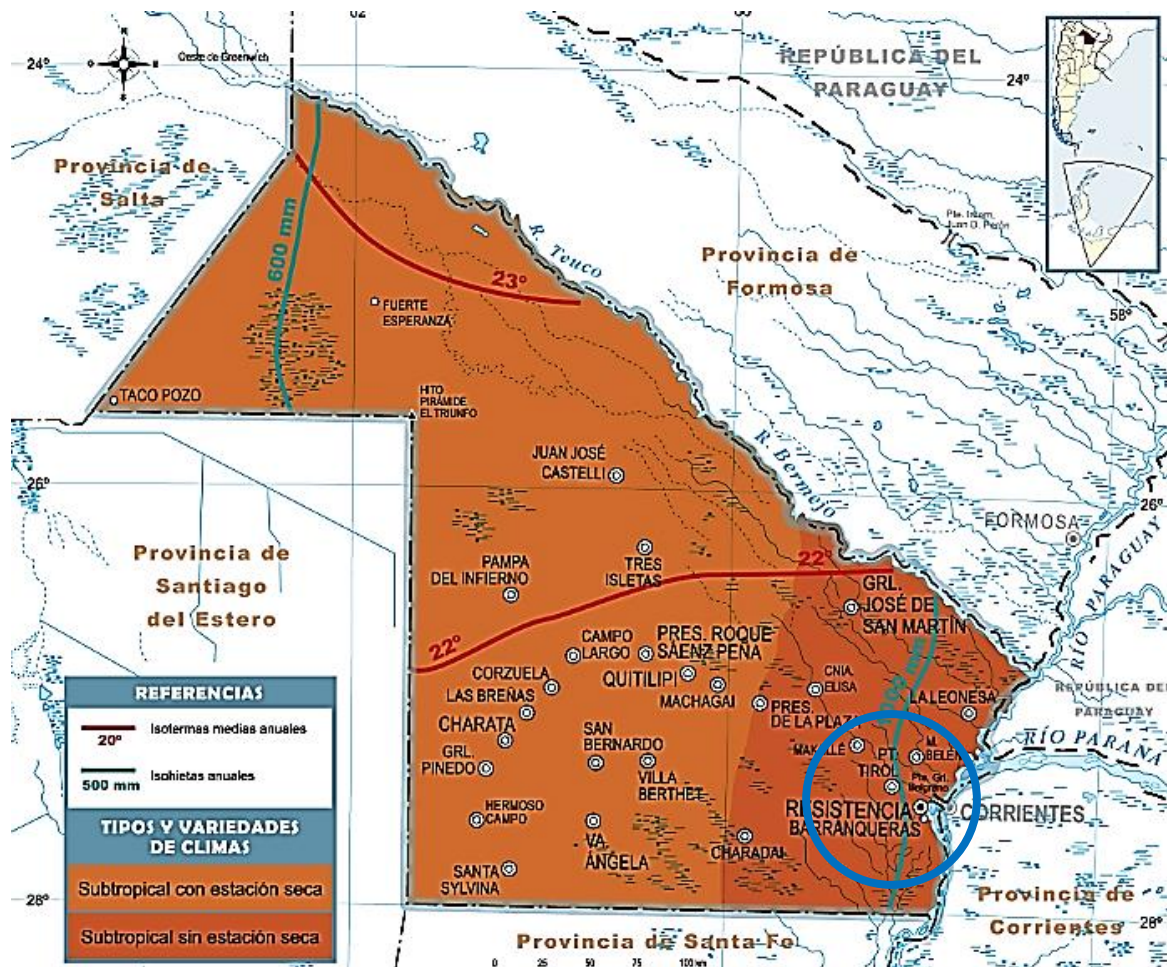


Fig. 7. Mapa climático del Chaco
(Fuente: *Mapas de Chaco | Mapoteca (edu.ar)*).

1.1.3 Topografía y suelos

El AMGR está situado en el sector chaqueño llamado Chaco Austral; posee un relieve llano y aluvial, con una muy leve inclinación de noroeste a sudeste. Esta característica se hace evidente en la dirección de los cursos fluviales muchas veces divagantes.

El sector se encuentra dentro de la terraza de inundación del Río Paraná, razón por la cual los suelos son sedimentarios de origen fluvial.

La presencia de lagunas denota la predominancia de los suelos arcillosos en estratos de hasta 2 metros de profundidad, disminuyendo gradualmente hacia los 8 a 10 metros, a partir de los cuales predominan los suelos arenosos.

1.1.4 Hidrografía

La cuenca estudiada integra el Chaco Oriental, noreste de la llanura Chaco-Pampeana. Es posible reconocer aquí dos tipos de sistemas fluviales, el autóctono, alimentado por las lluvias locales, tiene excesos ostensibles desde la isohieta de los 900 mm hacia el eje fluvial Paraguay – Paraná; y el sistema alóctono que es alimentado por las lluvias orográficas de las sierras occidentales.

Los flujos de energía y materiales no son estrictamente unidireccionales, por lo que la organización de las cuencas depende más del tiempo de permanencia del agua que del orden jerárquico del tramo considerado. Esta zona al presentar suelos tendientes a retener agua y añadiendo la escasa pendiente, ocasiona depósitos de agua superficiales llamados esteros, bañados y lagunas de carácter semipermanente.

La sucesión ininterrumpida de curvas genera finalmente el abandono definitivo de los recodos por avulsión a través de angostos cuellos. Estos canales abandonados suelen quedar cubiertos por aguas relativamente estancas y presentan en planta típicas formas semilunares. Dichos cuerpos de agua son mencionados como “lagunas” o “lagunas semilunares”.

De este modo el escurrimiento está regido por la morfología regional y condicionado por los rasgos climáticos que determinan el modelo de escurrimiento lento y complejo, de tipo laminar.

1.2 Aspectos sociodemográficos

1.2.1 Población

En base al censo realizado por el INDEC en el año 2010, se estima que en la localidad de Resistencia poseía una población aproximada de 290.723 habitantes, lo que conlleva a un aumento del casi 6% frente al censo anterior (2001), 274.490 habitantes. Resistencia es la localidad más poblada de la provincia, representando un 27,55% de la población total, y la segunda de la región NEA. También resulta ser la localidad más poblada del departamento San Fernando, al cual pertenece, representando un 74,38% del mismo.

Por otro lado, se estima que la localidad de Barranqueras posee una población estimada de 54.698 habitantes en el año 2010, la cual representa un 5,18% de la población total de la provincia y un 13,99% del departamento San Fernando.

Por los datos obtenidos de los censos, se puede denotar que el área en estudio se encuentra afectada por un gran porcentaje de la población del departamento San Fernando (88,37%); si bien, la totalidad del mismo no interactúa con la zona analizada, el anteproyecto beneficiaría directa o indirectamente a la misma (Fig. 8).

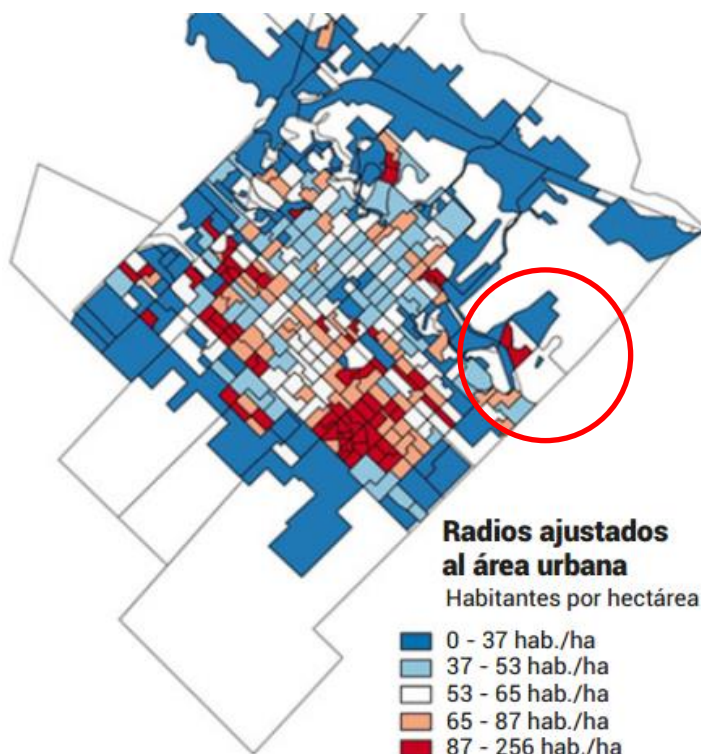


Fig. 8. Densidad de población de Resistencia del año 2010 por radios censales (Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

1.2.2 Impacto social de las inundaciones

En lo que respecta a la región del área de influencia en análisis, tanto la zona que incluye a Resistencia como la de Barranqueras, presentaron un crecimiento desmedido que se encuentra abarcando paulatinamente zonas de riesgos causados tanto por precipitaciones como por la crecida de los ríos. Observamos en la Fig. 9, una demostración gráfica de las zonas prohibidas y zonas de restricción severa causadas por ambos fenómenos de anegamiento.

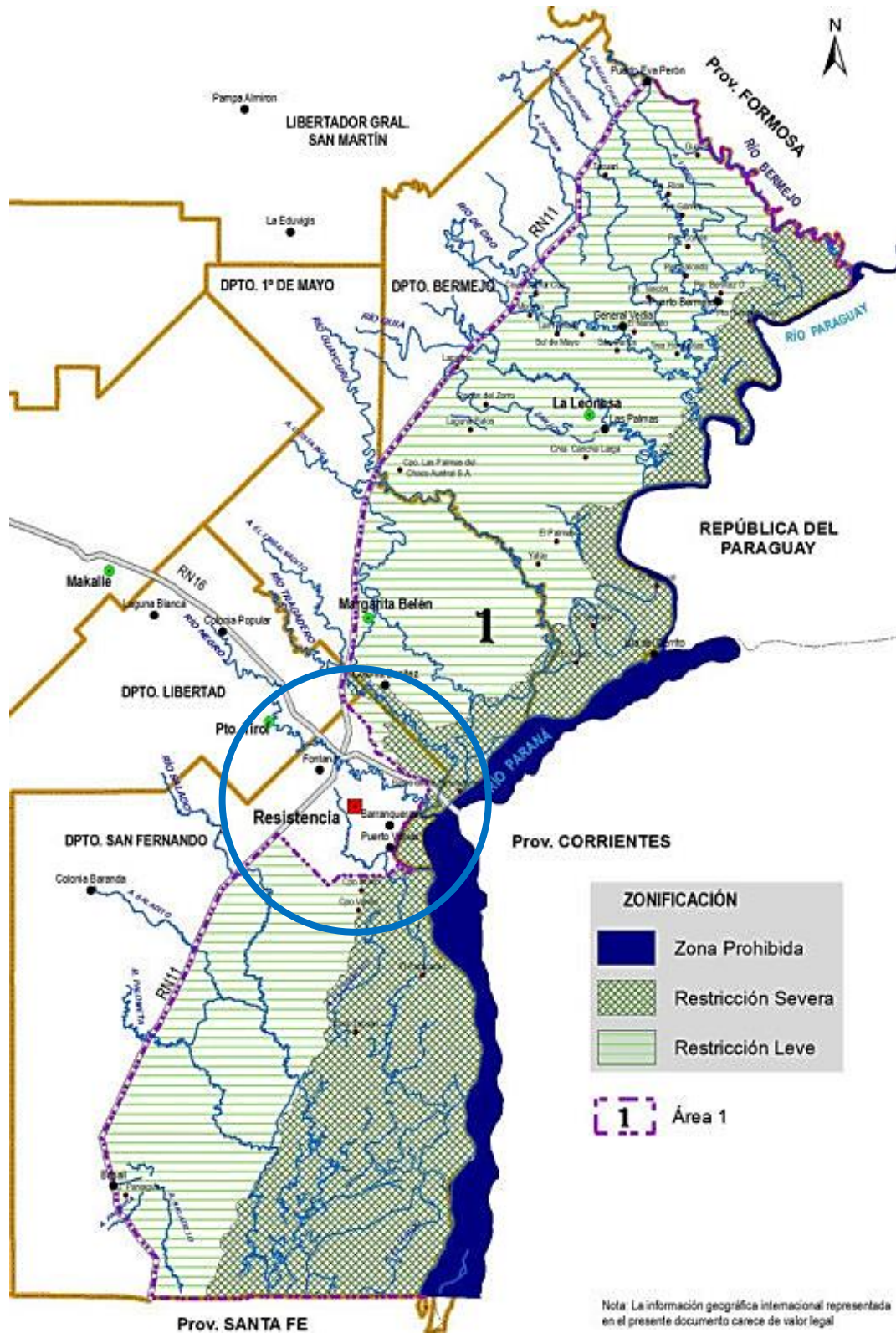


Fig. 9. Zonificación del riesgo hídrico valle de inundación ríos Paraná – Paraguay (Fuente: Resolución 303/17).

Como resultado de estas expansiones urbanas que corresponden a residencias informales, tenemos un desarrollo del territorio urbano rodeado de agua. Esta expansión es alarmante, por lo que es necesaria la aplicación de políticas de regulación y/o contención de la expansión para evitar que este patrón continúe agravándose y perjudicando tanto a las personas que se asientan en estos territorios, como a las que son afectadas indirectamente por la impermeabilización del suelo y el uso indebido del mismo.

1.3 Justificación del proyecto

A partir de la década del 90', se incrementó la construcción de edificios en altura sin un patrón de ubicación y comenzaron a implementarse en la periferia numerosos conjuntos habitacionales de viviendas sociales, pequeños y de baja densidad, que extendieron el crecimiento urbano en forma dispersa y sin dotación adecuada de infraestructuras. El crecimiento urbano estuvo acompañado por la formación de numerosos asentamientos precarios, producto de la ocupación informal de tierras públicas y privadas por parte de la población de bajos recursos que se ubicaron en tierras inundables o en desuso (traza de las vías del ex ferrocarril Santa Fe) (Fig. 10).

Por fuera de la zona central de la ciudad, la falta de respeto de las bases de organización debido al angostamiento de las avenidas o vías principales, inadecuados diseños y las importantes limitantes naturales del sistema fluvial lacustre, afectan la continuidad de vías y delimitan zonas con déficit de conectividad recíproca, complicando la comunicación vehicular desde zonas periféricas hacia el centro.

La zona central presenta integralidad, identidad, espacios públicos referenciales y flexibilidad frente a la evolución de los usos, así como a la implantación de diferentes tipologías arquitectónicas y el incremento de la densidad. Sin embargo, es necesario mejorar el ordenamiento, el equipamiento vial y el tránsito vehicular y del transporte público de pasajeros. Tanto la mala calidad del servicio de transporte público como las condiciones económicas de la población han llevado a la expansión del uso de moto vehículos que se movilizan con escaso apego a las normas de tránsito e inciden en el alto nivel de siniestralidad.

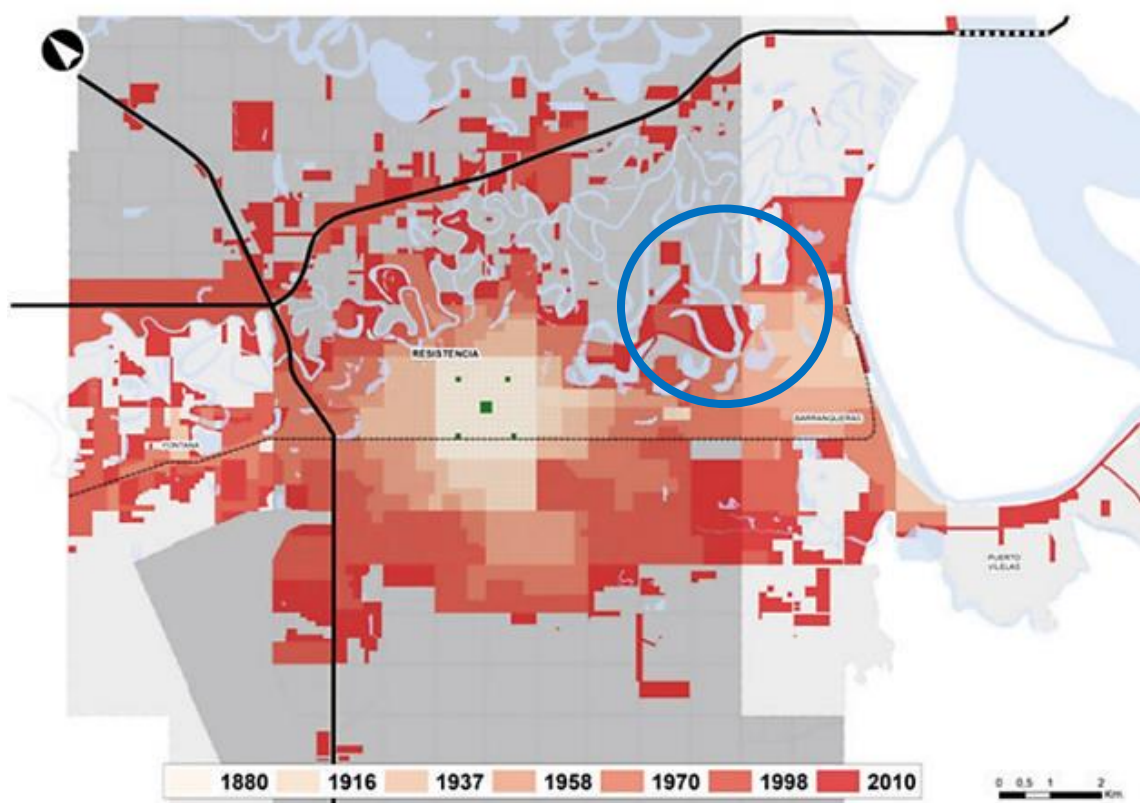


Fig. 10. Evolución de la mancha del área urbana del AMGR
(Fuente: "Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia").

En la actualidad la provincia del Chaco presenta altos niveles de accidentes de tránsito por habitante. Según datos obtenidos por la asociación civil "Luchemos por la Vida", durante el año 2021, se puede observar en la Fig. 11 que Chaco fue la sexta provincia con mayor cantidad de muertes por accidentes de tránsito registrando un total de 254 fallecimientos (de los cuales el 47% ocupan el rol de moto/ciclomotoristas), significando 25 muertos por cada cien mil habitantes.

Total de muertos en 2021 en Argentina: 5.957*

(Cifras provisionarias al 07/01/2022)
Promedio diario: 17 - Promedio mensual: 496**

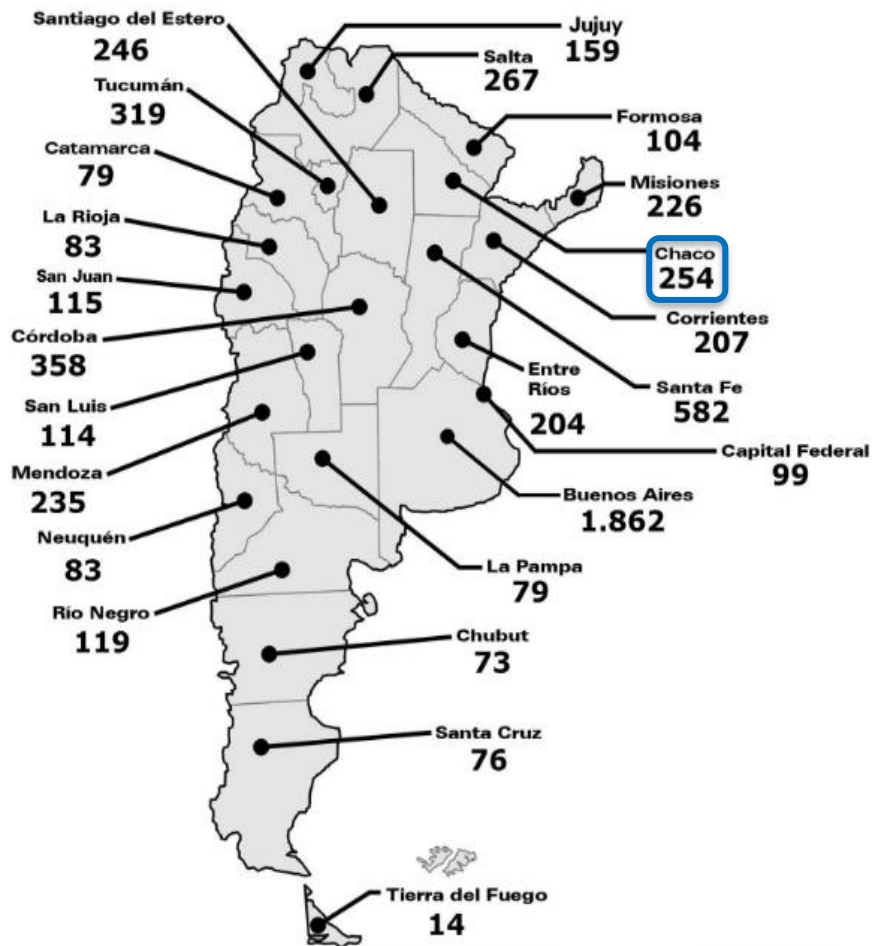


Fig. 11. Muertos en Argentina durante 2021
(Fuente: Asociación civil "Luchemos por la Vida").

Comparando el número de fallecidos en la Argentina durante el año 2019 que fue de 6627 con el del año 2021 que fueron 5957, es necesario aclarar que dicha disminución no se sustenta en una mejora evidente en la seguridad vial, sino que es consecuencia de la drástica reducción de la circulación vehicular principalmente en los primeros meses del año 2020 por el confinamiento obligatorio generado por la pandemia COVID-19, que en menor medida se mantuvo a lo largo del año 2021.

Si en base a estos datos, se analiza de la Fig. 12, la densidad de accidentes de tránsito ocurridos en la ciudad de Resistencia, se puede observar que los dos puntos más conflictivos se encuentran próximos a la zona de estudio, uno por la Av. Arribalzaga y el otro sobre la Av. 9 de Julio en concurrencia con la Av. España y en menor medida sobre diversos tramos de la Av. 9 de Julio.

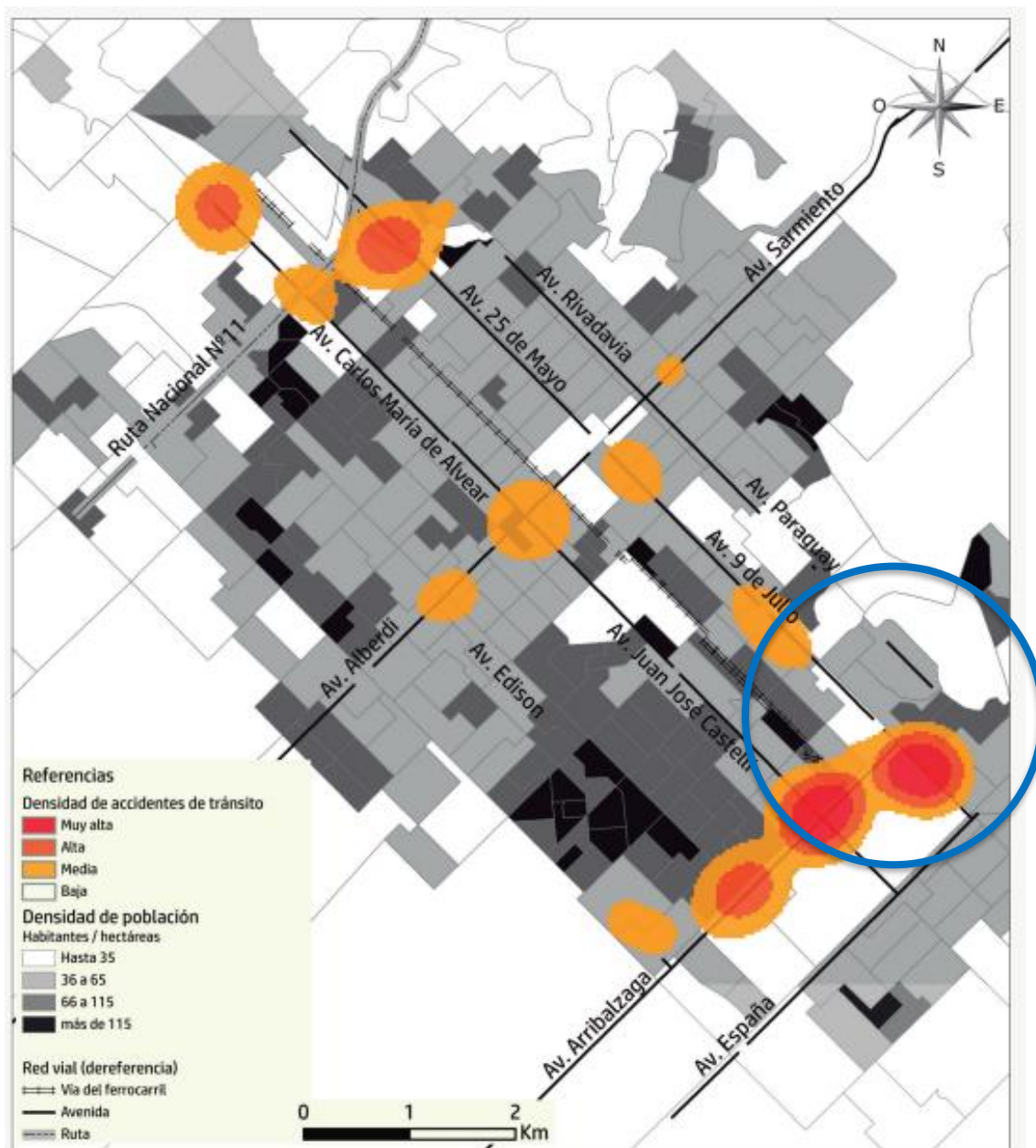


Fig. 12. Análisis espacial de la densidad de accidentes de tránsito en la planta urbana
(Fuente: Análisis espacial y del entorno físico de accidentes de tránsito en la ciudad de Resistencia – Dres. Chaparro, Hernández Vásquez y Parras).

Otro aspecto a tener en cuenta es el análisis del uso y disponibilidad de espacios verdes y recreacionales. Siendo que actualmente la ciudad de Resistencia cuenta con 2.931.456 m² ⁽¹⁾ de superficie de espacios verdes, definiendo un total 10,08 m² por habitante. La OMS recomienda la presencia de 10 m² de espacio verde por habitante, por lo que la superficie de espacios verdes que se encuentra presente se consideraría como adecuada.

No obstante, los espacios verdes del área central de la ciudad (Fig. 13) tienen una buena disposición. El cuidado, preservación y mantenimiento del arbolado urbano es de bueno a regular. En cambio, los espacios verdes de la periferia se encuentran en mal estado, no cuentan con equipamientos de accesibilidad universal, deportivos, culturales y recreativos, ni limpieza adecuada.

⁽¹⁾ Barreto M.A. y Codutti R.O. (2018). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia*. Resistencia. Editorial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste.

Alrededor de la mitad de estos espacios verdes no presentan arbolado, y la mayoría de los que disponen de él está en mal estado.

Más de la mitad no son de dominio municipal, por lo que si descontamos la superficie correspondiente a espacios verdes que se encuentran con baja o mala calidad, tendremos un valor de 6,9 m² de espacio verde por habitante, muy por debajo del valor recomendado por la OMS.

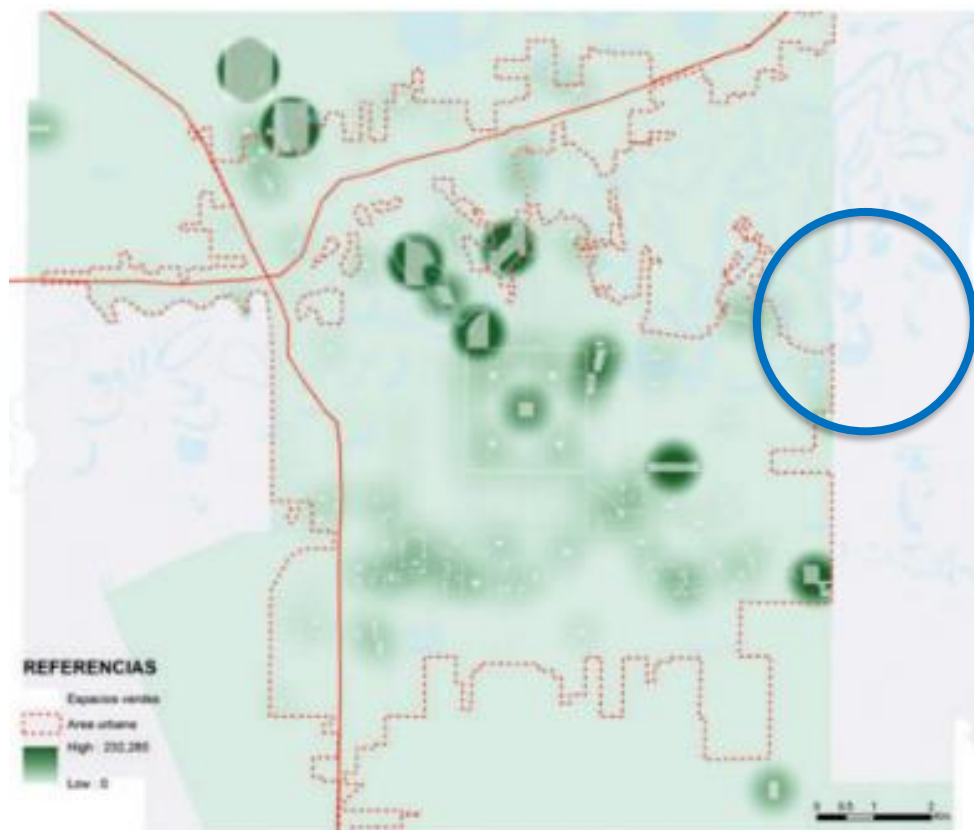


Fig. 13. Densidad de superficie de espacios verdes de la ciudad de Resistencia (Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

En base a este análisis realizado, en el desarrollo del anteproyecto, se estudiarán y plantearán soluciones que permitan optimizar la circulación vehicular y aumentar la conectividad de zonas periféricas con las centrales y, a su vez, se implementara el aumento de espacios verdes recreativos o un reacondicionamiento de los mismos, elevando el umbral actual con el fin de elevar la calidad de vida de la población, así como también permitir controlar el crecimiento de los asentamientos por sobre los cuerpos lagunares.

2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.1 Introducción

Consultados estudios geológicos y geotécnicos realizados en el AMGR se establecen como antecedentes que:

- Se encuentra emplazada en una llanura de baja pendiente del valle fluvial del río Paraná.
- En los registros existentes se encontraron en suelos de tipo arcilloso-limoso, con un poco de arena muy fina (10% aproximadamente), estas serían atribuibles a la formación Chaco-Pampeana definidas como un conjunto de capas sedimentarias limo-arcillosas, predominando los limos gruesos y/o finos.

Para conocer las características del suelo donde se llevará a cabo el proyecto, se analizaron los estudios geotécnicos realizados en las aproximaciones a la avenida Rissione y la laguna Mujeres Argentinas (Fig. 15) y se usó como guía el Trabajo Final 114: “Análisis de alternativas en el diseño de fundaciones para edificios en la ciudad de Resistencia” donde se realizó un análisis del tipo de suelo que se encuentra en el AMGR a distintas profundidades.

En la Fig. 14 se puede observar que se determinó diferentes estratos con clara predominancia de un tipo de suelo; desde el nivel de terreno natural y hasta los 2m de profundidad predominan las arcillas (70%) con consistencia de muy blanda a rígida; desde los 3m a 16m de profundidad predominan las arenas limosas (entre 47 y 65%) con compacidad de compacta a densa y, por último, entre los 17m y 25m de profundidad predominan las arenas (62%) con compacidades de densa a muy densa.

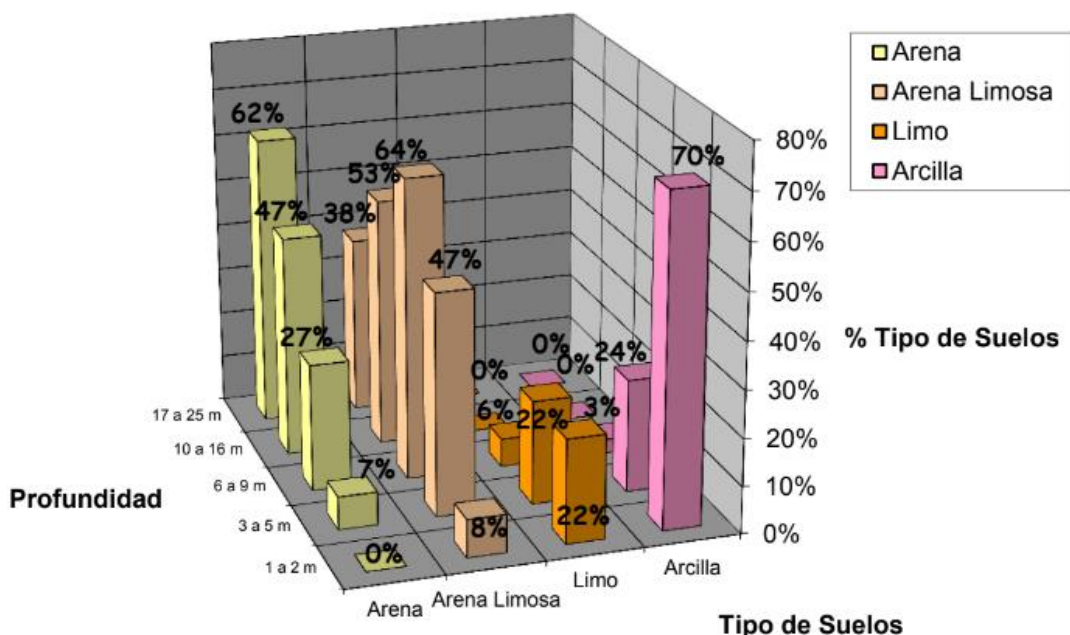


Fig. 14. Tipo de suelo del AMGR para distintas profundidades
 (Fuente: García Bangher, M.V. y Villalba, C.A. (2016). Trabajo Final N° 114: “Análisis de alternativas en el diseño de fundaciones para edificios en la ciudad de Resistencia”. Resistencia. UNNE).

Para describir el perfil del suelo que se encuentra dentro de nuestra zona de estudio nos basamos en los datos extraídos del estudio de suelo realizado por la empresa “TECNEA SA”.



*Fig. 15. Ubicación del estudio geotécnico dentro de la zona de estudio
(Fuente: Elaboración propia).*

2.2 Estudio de suelo

En primer lugar, se localiza y determina las características generales del sector de estudio en función de la obra civil que se ejecutará; en campo se ejecutan sondeos, utilizando el ensayo de penetración estándar (SPT) con saca muestras tipo Moretto con zapatas intercambiables y tubos porta muestras de PVC para extraer muestras de suelos. Extraído el saca testigo, los dos trozos de tubo inferior se tapan y se envuelven en polietileno, o se sella los extremos con parafina a fin de evitar que pierdan parte de la humedad original.

Mediante los ensayos de SPT se obtienen los perfiles de resistencia que permitan estimar parámetros de proyecto para diseñar la fundación de la estructura proyectada. También se realiza la observación del nivel freático.

En laboratorio se realizan ensayos para determinar la humedad natural, el límite líquido, el límite plástico, granulometría y la clasificación del mismo, a través del sistema unificado de clasificación de suelos SUCS de cada una de las muestras extraídas en los ensayos de SPT.

Finalmente, en gabinete se concluye con análisis e interpretación de los resultados y la redacción del informe técnico y a partir de la interpretación de los resultados de ensayos de campo y laboratorio se determinan las propiedades geotécnicas del suelo.

En nuestro caso, se cuenta con la información de la realización de 4 sondeos exploratorios de 5m de profundidad, ubicados en las zonas cercanas a la laguna y el terraplén de la avenida Rissione (Fig. 16) y la ejecución de los mismos se acompaña con descripción macroscópica en campo de cada muestra extraída.

La descripción de los estratos por observación directa en campo aporta datos para definir cualitativa y cuantitativamente las propiedades del suelo.



Fig. 16. Ubicación de las muestras tomadas para el estudio geotécnico
(Fuente: Elaboración propia).

La ubicación de la napa freática tiene incidencia en la capacidad portante del suelo, al influir sobre los pesos específicos de los estratos que se encuentran bajo ella y se la determina mediante observación directa en cada uno de los sondeos permitiendo una estabilización mínima de 24 horas. Además, influye sobre cuestiones constructivas de las futuras fundaciones.

Sobre las muestras extraídas se realizaron los siguientes ensayos de laboratorios para obtener información sobre el suelo estudiado (Fig. 17, 18, 19 y 20):

- Mediante el ensayo normalizado de Humedad natural (IRAM N° 10519/70) se determina el contenido de agua del suelo.
- Determinación de los límites de Atterberg (IRAM N° 10501/68): límite líquido (LP), límite de plasticidad (LP), índice de plasticidad (IP).
- Lavado sobre Tamiz N 200 (IRAM N° 10507/59).
- Clasificación de las muestras según el sistema SUCS (IRAM N° 10509/81).
- Ensayo triaxial: Los testigos cohesivos se moldean para la realización de los ensayos del tipo rápido escalonado. Se determinan parámetros mecánicos no drenados. En suelos granulares, difícilmente moldeables, es suficiente la estimación de los parámetros de resistencia a través de la interpretación de los ensayos normalizados de penetración.

Trabajo Final: Planificación territorial urbana en zonas de baja energía de relieve

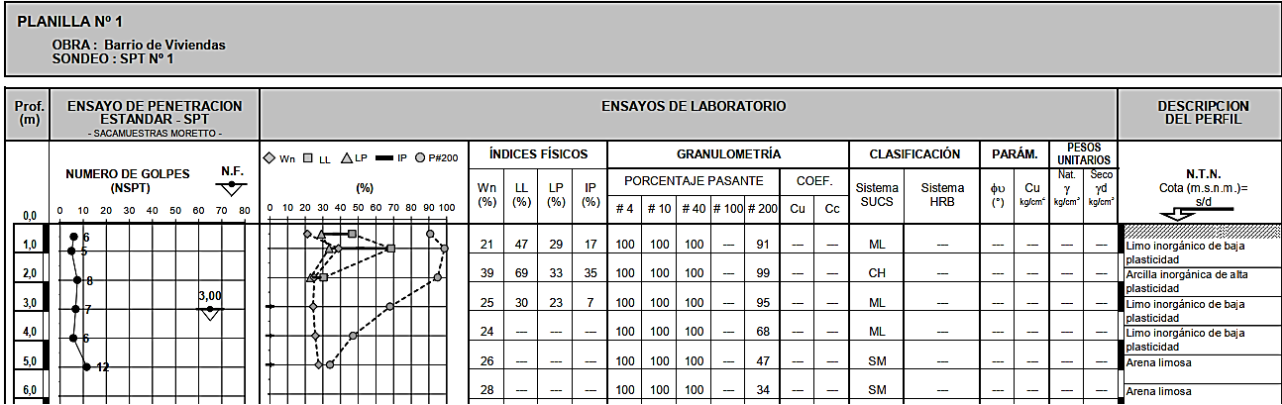


Fig. 17. Resultados de Sondeo SPT N° 1
(Fuente: TECNEA S.A.).

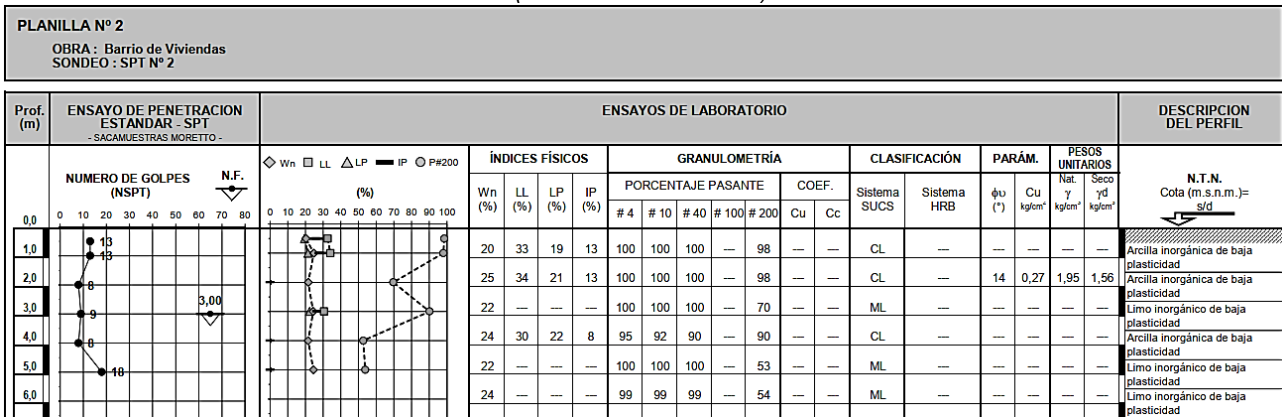


Fig. 18. Resultados de Sondeo SPT N° 2
(Fuente: TECNEA S.A.).

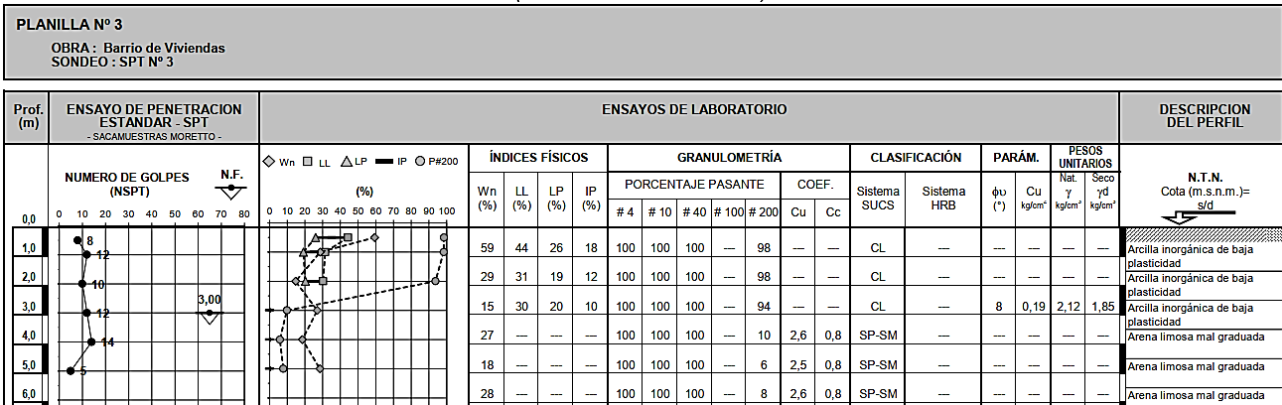


Fig. 19. Resultados de Sondeo SPT N° 3
(Fuente: TECNEA S.A.).

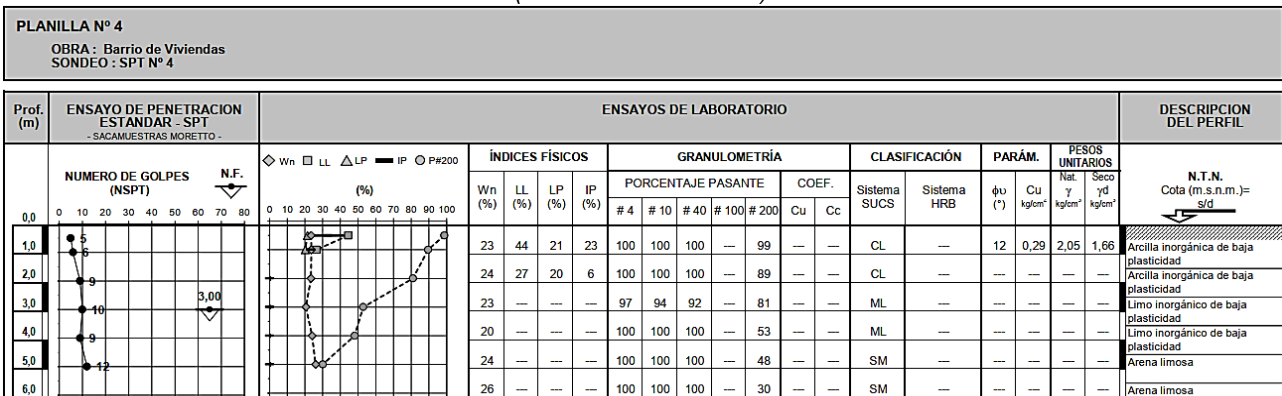


Fig. 20. Resultados de Sondeo SPT N° 4
(Fuente: TECNEA S.A.).

2.3 Resultados

A partir de los sondeos de suelo analizados, y en concordancia con bibliografía consultada, se determinó que la granulometría del suelo esta relación con la profundidad, existiendo mayormente suelos finos en superficie y gruesos en profundidad y se adoptó el siguiente perfil estratigráfico para nuestra zona de estudio:

- De 0 a 2 m.: el horizonte superior del perfil del suelo es relativamente homogéneo en el espesor analizado, muestra la presencia de suelos arcillosos inorgánicos de baja plasticidad.
- De 2 a 4 m.: el subsiguiente horizonte de suelo, en cambio es de composición heterogénea, donde podemos encontrar suelos del tipo limoso inorgánico de baja plasticidad, como también una prolongación del primer perfil de suelo (arcillas inorgánicas de baja plasticidad).
- De 4 a 5 m.: se encuentran suelos compuestos en su gran mayoría por arena limosa, con una baja respuesta al Ensayo de Penetración Estándar, por lo que se induce que son de baja densidad.
- Se determinó además que la profundidad de la napa freática se encuentra a una profundidad aproximada de 3 m., la cual a su vez es constante a lo largo del perfil.

2.3.1 Capacidad de Carga

En el caso de necesitar estructuras de fundación, para la construcción de alcantarillas se debe conocer la consistencia y la resistencia a la compresión simple que posee el suelo de la zona. Para obtener estos resultados utilizamos la tabla de Terzaghi y Peck (Tabla 1) que relacionan el número de golpes del ensayo SPT con la consistencia del suelo y su resistencia:

Tabla 1. Relación entre consistencia, número de golpes y resistencia a la compresión simple de Terzaghi y Peck
(Fuente: Mecánica de suelos - Juárez Badillo. Tomo 1. Pág. 473).

Consistencia	N (N° de golpes)	qu (Kg/cm2)
Muy Blanda	< 2	< 0,25
Blanda	2 – 4	0,25 – 0,50
Media	4 – 8	0,50 – 1,0
Firme	8 – 15	1,0 – 2,0
Muy Firme	15 – 30	2,0 – 4,0
Dura	> 30	> 4,0

Para el primer estrato de 0 a 2 m.: Tenemos en cuenta la peor condición donde se observa que según el ensayo SPT, donde el suelo soporto entre 5 y 6 golpes, dándonos como resultado un suelo de consistencia media y una resistencia entre 0,5 y 1 kg/cm2.

Para el segundo estrato de 2 a 4 m.: El suelo soporta entre 8 y 12 golpes del ensayo SPT, por lo que como resultado obtenemos un suelo de consistencia firme y una resistencia a la compresión simple entre 1 y 2 kg/cm2.

2.3.2 Clasificación AASHTO

Clasificaremos a los diferentes tipos de suelos en función de la característica que presenta el suelo y las relaciones de la tabla de clasificación de suelos y mezclas de suelos AASHTO M-145 (Tabla 2):

Consideramos que el paquete estructural del pavimento estará comprendido en el perfil estratigráfico de 0 a 2 m. en donde mayormente contamos con un tipo de suelo arcilloso inorgánico de baja plasticidad, el cual obtiene una clasificación A-6, por lo que este suelo es considerado como

“malo” para la utilización de subrasante, esto nos indica que posteriormente deberá ser tratado y mejorado, para cumplir con los requisitos apropiados de subrasante.

Tabla 2. Clasificación de suelos y mezclas de suelos
(Fuente: Dr. C. Ruiz – Publicación N° 4. Comité permanente de las D.P.V. – 1996).

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS DE LA AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS AASHO M-145													
CLASIFICACIÓN GENERAL		Materiales Granulares (35 % o menos pasa el tamiz #200)							Materiales Limo Arcillosos (más del 35 % pasa el tamiz #200)				
CLASIFICACIÓN DE GRUPO		A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
		A - 1 - a	A - 1 - B		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5	A - 7 - 6
Análisis Granulométrico % que pasa tamiz	Nº 10	50 máx.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Característica de la fracción que pasa tamiz 40	Límite Líquido	6 máx.	6 máx.	N.P.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
	Límite Plástico				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. LP > 30%	11 mín. LP < 30%
Tipos usuales de los materiales componentes importantes		Fragmentos de grava y arena		Arena fina	Arena y grava limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Clasificación general como subrasante		De excelente a buena							De regular a mala				

2.4 Conclusión

En función de los análisis realizados, determinamos que:

- En el caso de necesitar estructuras de fundación superficiales mediante zapatas, se recomienda que las cotas de implante sean a una profundidad entre 1 y 2 m. donde el suelo presenta una tensión admisible entre 0,5 a 2 kg/cm². En este rango de profundidades el tipo de suelo con mayor preponderancia fue la arcilla.
- Para el paquete estructural de la traza que se proyecten para este trabajo, se considerará un tipo de suelo A-6, el cual necesitará ser tratado y mejorado con cal hidratada para mejorar su capacidad portante.

3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

3.1 Generalidades

Los estudios topográficos tienen el fin de obtener una representación de la superficie del terreno de la zona de proyecto que permita el análisis de diferentes fenómenos en función de las características que lo definen.

Dentro del área de estudio resulta necesario conocer la altimetría de las calles y avenidas, así como también la cota máxima a la que podría llegar la laguna en casos hidrológicos habituales y no excepcionales, con el fin de proyectar los servicios a servir.

3.2 Descripción general

El área de estudio se encuentra alrededor de la laguna Mujeres Argentinas, la cual se caracteriza por presentar un relieve irregular debido a la existencia de los terraplenes de defensas de la ciudad; debido a ello es que se puede observar en la Fig. 21 que existe una depresión en la parte central de la superficie donde se encuentra la presencia de las lagunas en comparación con las ya habitadas en los extremos, lo cual imposibilita o complica el escurrimiento del agua en dirección natural hacia el río Negro o el río Paraná presentando serios problemas de inundación.



Fig. 21. Topografía de la zona de estudio
(Fuente: Topographic-Map).

Además, el AMGR posee una elevación media de 50m presentando niveles menores que Corrientes donde la elevación cercana al río es de 60m aproximadamente (Fig. 22), es por esto por lo que Corrientes no se ve tan afectada a las crecientes del Paraná como si ocurre en el Gran Resistencia.

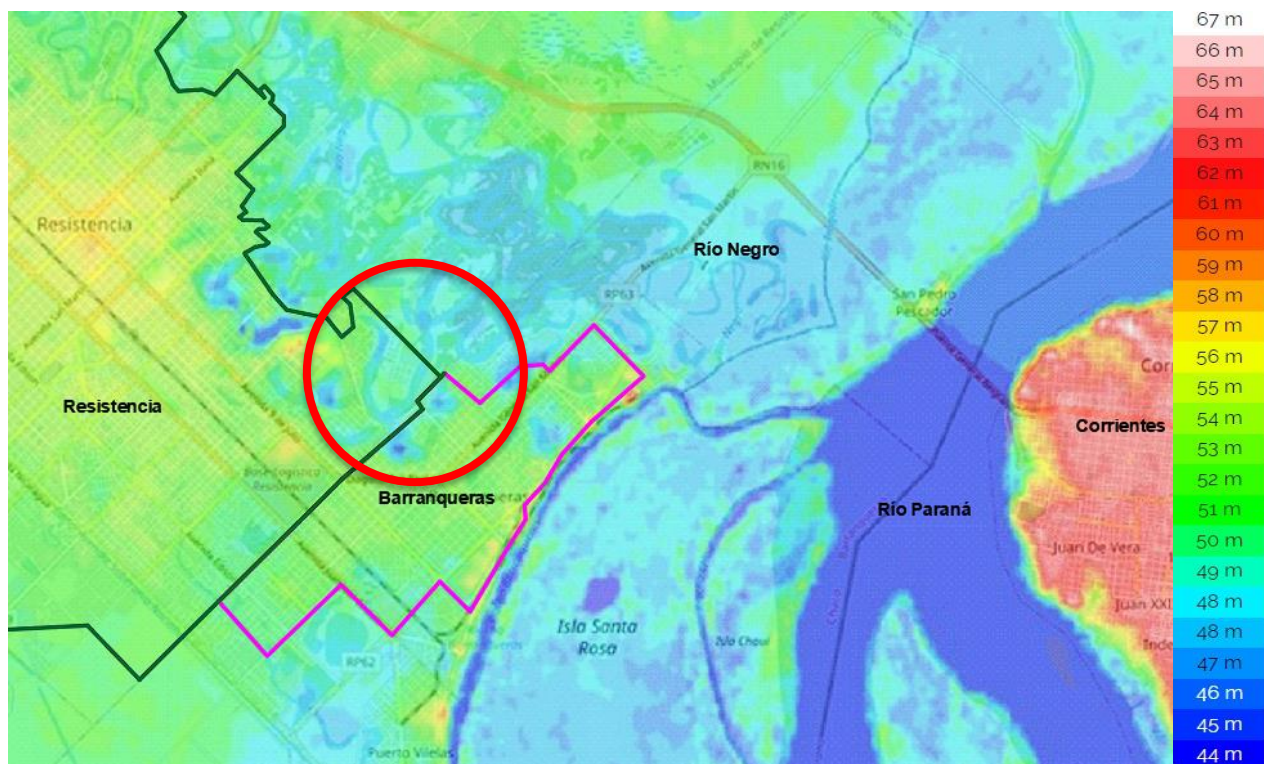


Fig. 22. Topografía de la región
(Fuente: Topographic-Map).

3.3 Geomorfología

Nuestra zona de estudio se encuentra ubicada en el noroeste de la llanura chaco-pampeana la cual se caracteriza por presentar formas bastante planas sin formaciones sobresaliente presentando un suave declive desde el oeste hacia el este. Por lo tanto, el escurrimiento en esta zona es lento, presentando la formación de bañados, esteros o lagunas que trabajan como reservorios naturales, debido a que el suelo no deja penetrar el agua que cae de las lluvias. Esto sumado a la tala y desmonte indiscriminados facilitaron los procesos de desertización lo que ha producido recurrencia de grandes inundaciones durante los meses de lluvia y grandes déficits hídricos durante el resto del año.

Esta llanura presenta el comportamiento de una cuenca sedimentaria la cual es una zona deprimida donde en gran parte se acumulan sedimentos cuaternarios, los cuales se caracterizan por ser depósitos aluviales de composición variable (arcillas con gravas y cantos), y presenta ambientes típicos de cursos fluviales divagantes que originan la presencia de albardones y meandros abandonados.

3.4 Topografía

Para el estudio de la topografía de la zona de estudio nos basamos en los puntos relevados por la APA.

Los puntos altimétricos medidos están definidos en cotas IGN, las cuales están definidas en función del Instituto Geográfico Nacional que se implementó como un punto fijo definido en la cota 0,00.

Las curvas de nivel son líneas que en un mapa unen puntos que tienen misma altitud o profundidad, en las figuras 23 y 24 se definen las curvas de nivel de la zona de estudio, donde se puede observar que nos encontramos en un intervalo de altura entre 46 y 52m.

La Rissione es la calle que mayor altitud posee, ya que la misma forma parte del sistema de defensa contra las crecientes de los ríos que rodean la ciudad de Resistencia.

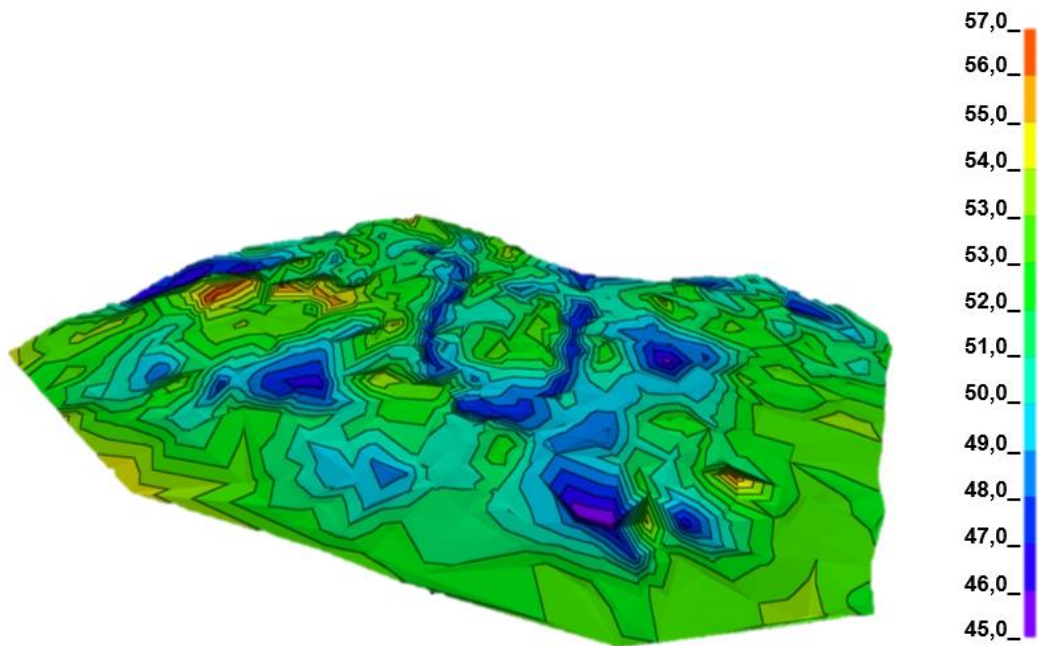


Fig. 23. Imagen 3D de elevaciones en la zona de estudio
(Fuente: Elaboración propia).

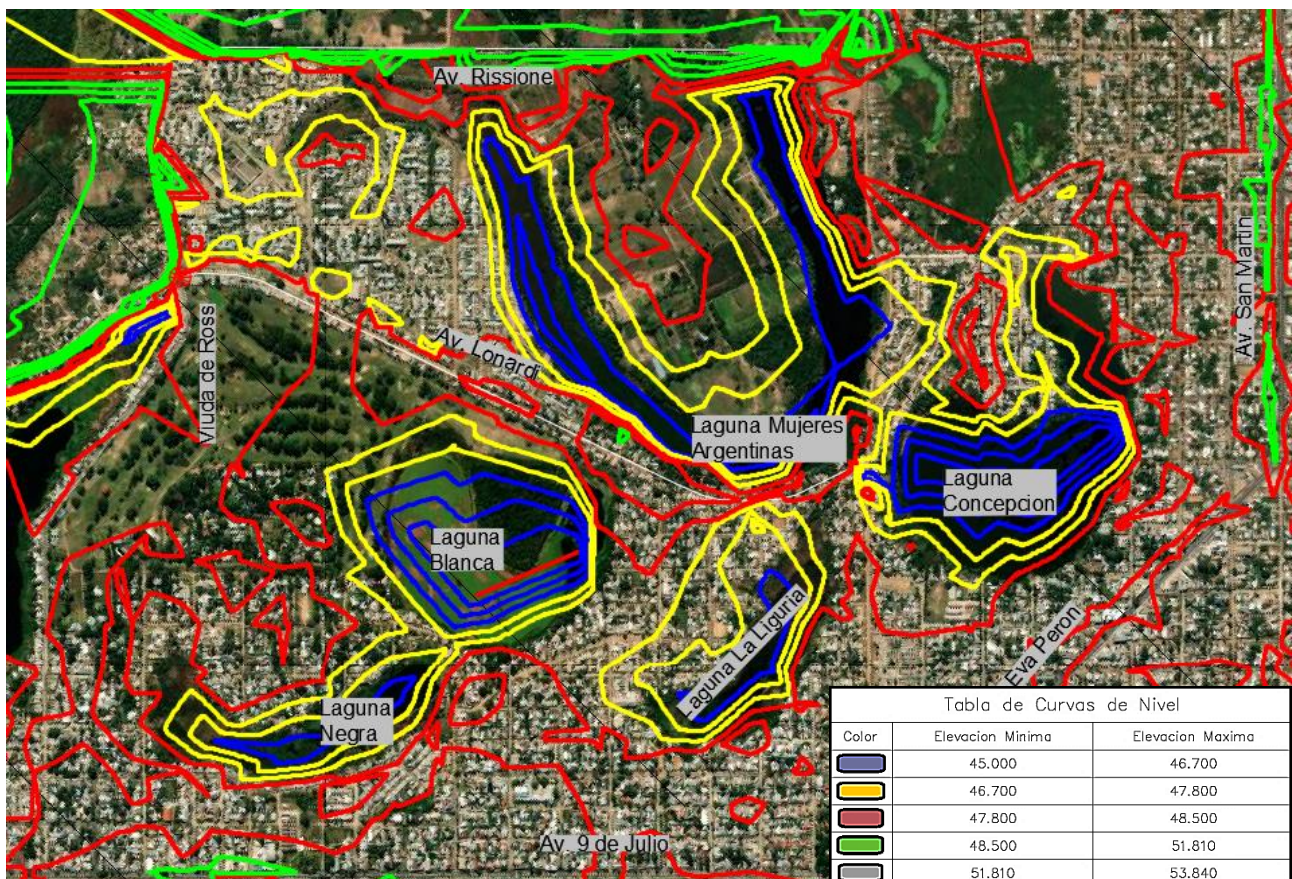


Fig. 24. Elaboración de elevaciones en la zona en estudio. Curvas de Nivel
(Fuente: Elaboración propia).

Además, se obtuvo el perfil longitudinal de la Av. Lonardi y la Av. Rissione (Fig. 25 y 26) en sus tramos comprendidos entre las calles Viuda de Ross y Farias, y se observó que presenta diferencias de elevaciones que deberán ser estudiadas para la nivelación del terreno.

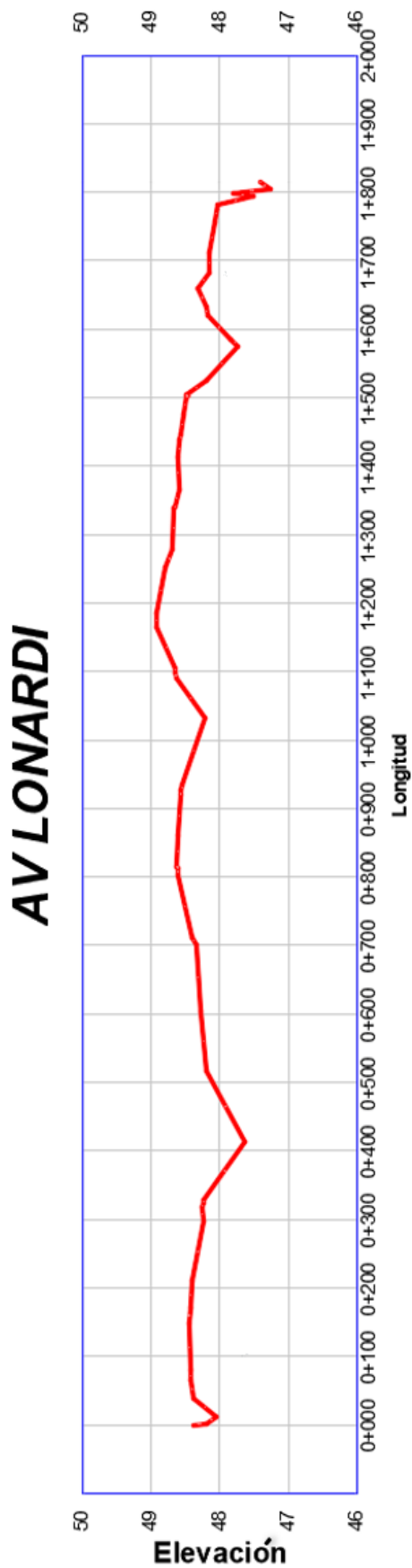


Fig. 25. Perfil topográfico longitudinal de la av. Lonardi (Fuente: Elaboración propia).

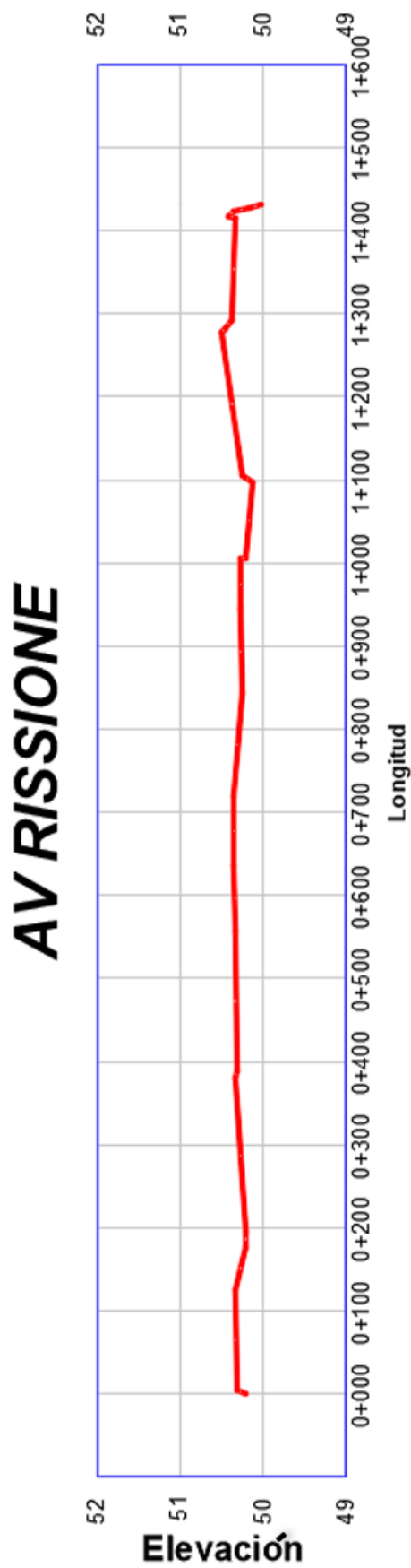


Fig. 26. Perfil topográfico longitudinal de la av. Rissione (Fuente: Elaboración propia).

4. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

4.1 Introducción

La cuenca del río Negro (Fig. 27) se encuentra dentro del sistema hidrográfico del Chaco, el cual tiene influencia sobre una superficie aproximada de 8100 km² con una orientación sudeste, donde se desarrolla un curso lento y meandroso, con una red de drenaje poco definida y a su vez vinculada a lagunas, esteros y bañados.

Medida sobre su orientación NO – SE la cuenca posee una longitud aproximada de 300 km. y un ancho que en algunos sectores alcanza los 40 km., sin embargo, esta dimensión en la parte baja de la misma decrece a valores no mayores a 15 km., y posee una pendiente del orden de los 0,24 m/km.

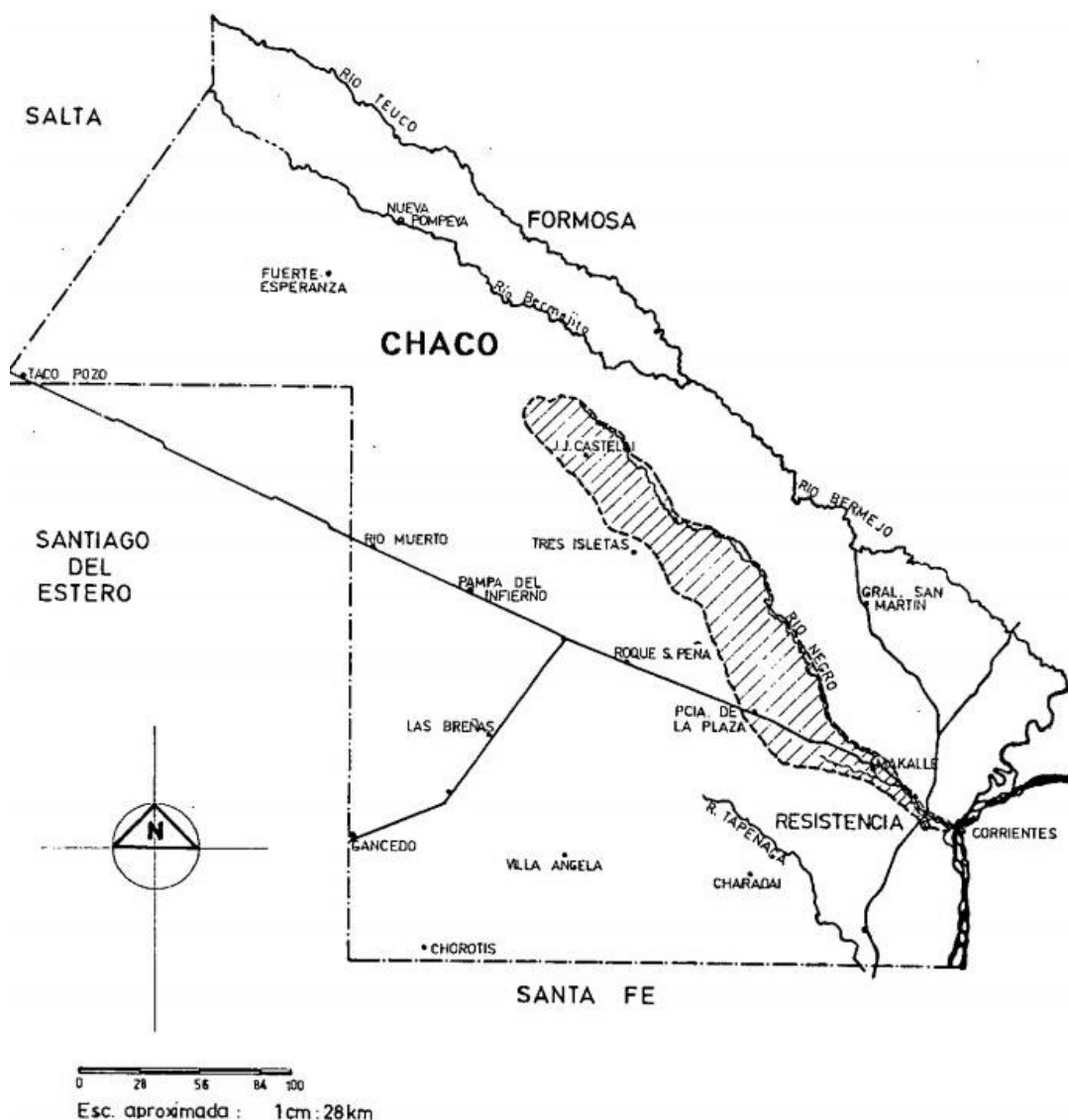


Fig. 27. Localización de la cuenca del Río Negro
(Fuente: Línea de ribera del río Negro. 1993).

En áreas con escasa variación de relieve en grandes zonas, resulta difícil la denominación y determinación de las cuencas propiamente dichas, ya que su morfología no se caracteriza por presentar una hidrodinámica superficial de fácil determinación en donde se pueda definir con precisión los límites de cada cuenca, si no que más bien se desarrollan subsistemas que funcionan como derrames laterales de la red hidrográfica, incluso pueden producirse transfuencias entre los subsistemas dependiendo el nivel de inundación.

Basándonos en este concepto se identifican cuatro subsistemas integrantes del sistema hidrológico del Río Negro, los cuales son:

- Arroyo Malá.
- Sistema de Salto de la Vieja.
- Arroyo Saladillo.
- Río Negro.

Nos concentraremos en el río Negro, que es la parte baja del sistema y es la que contiene a nuestra área de estudio (Fig. 28).

Si bien el mismo tiene un cauce definido, carece de una red de afluentes que permitan la incorporación de los excesos de áreas cercanas, esto hace que una parte muy importante de su área de influencia no constituya en forma permanente parte activa de los aportes drenados a la cuenca inferior, sino que lo hace en forma esporádica, para situaciones poco frecuentes y con tiempos de respuestas mucho mayores a los del sistema activo.



Fig. 28. Ubicación regional del área de estudio
(Fuente: Línea de ribera del río Negro. 1993).

Este sistema de drenaje es alimentado por lluvias locales a partir de la isohieta de los 900 mm. y con su sistema de escurrimiento orientado hacia los ríos Paraguay y Paraná (Fig. 29).

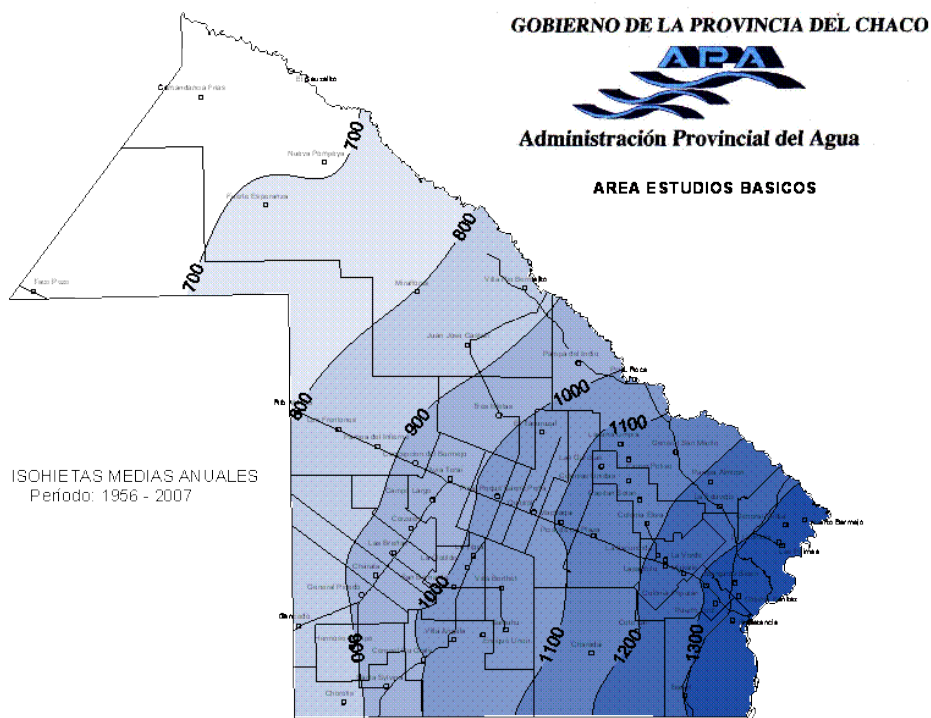


Fig. 29. Isohietas medias anuales (1956 – 2007)
 (Fuente: Área de estudios básicos - A.P.A. - Chaco).

4.2 Zonificación de riesgo hídrico

La Administración Provincial del Agua (APA) mediante la resolución N° 1111/98 (Fig. 30) determino regular el uso de la tierra mediante las restricciones al uso de suelo para el valle de inundación de los ríos Paraguay y Paraná, con esto se trata de disminuir los daños reales y potenciales y revisar las medidas de mitigación por inundación.

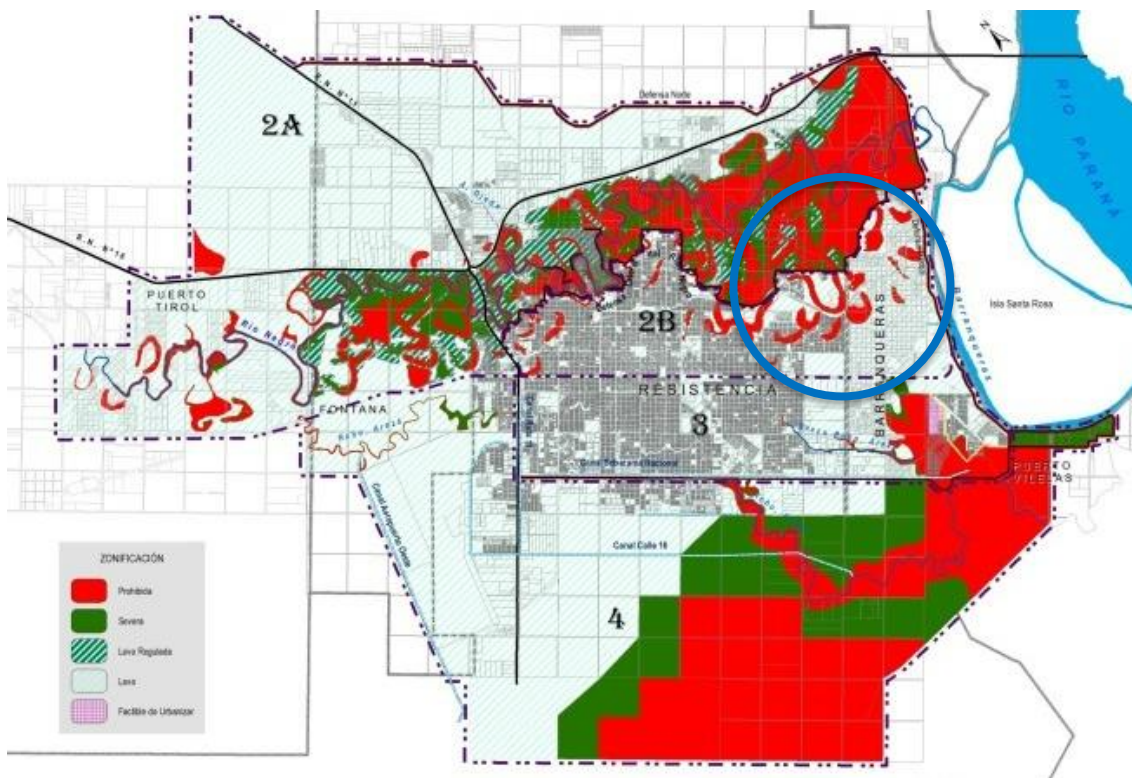


Fig. 30. Zonificación de riesgo hídrico del A.M.G.R. por crecidas de ríos.
 (Fuente: Resolución 1111/98 - A.P.A. - Chaco).

Para cumplir con estos objetivos se buscó realizar mapeos de riesgo hídrico, educar a la población sobre el uso de suelo y no permitir el crecimiento de la urbanización en áreas inundables.

En el año 2014, el APA mediante la resolución N° 121/14, detalla un informe técnico donde regula el uso de suelo en las áreas inundables del AMGR motivadas por las precipitaciones (Fig. 31), ampliando los alcances de lo reglamentado hasta el momento por la resolución N°1111/98.

Se realizó una zonificación del riesgo hídrico donde las obras admisibles no deberán generar impactos ambientales negativos ni impedir la evacuación de las crecientes, en la misma se definieron:

- Zona Prohibida: Definida hasta la línea de ribera (dominio público), dentro de esta área no se permite la construcción de viviendas ni ocupación urbana, al ser terrenos ocupados permanentemente por agua, como lagunas y reservorios artificiales, o pertenecen a los sectores que ocupan los ríos y canales principales de escurrimiento del AMGR. Las obras admisibles son: instalaciones portuarias y embarcaderos, salidas de drenajes y desagües, puentes, obras de captación de aguas, estaciones de bombeos y tendidos de conducciones eléctricas aéreas y subestaciones transformadoras.
- Zona de restricción severa: Definida desde la línea de ribera hasta la línea demarcatoria asociada al área inundada por los ríos Paraguay y Paraná con una crecida de tiempo de recurrencia de 20 años, donde se aconseja la no construcción de viviendas y conjuntos habitacionales ya que no cuentan con planes directores de desagües pluviales y no puede preverse que sistemas de desagües deben construirse. Las obras admisibles para esta zona son: producción primaria de ganadería e instalaciones complementarias, a riesgo exclusivo del propietario, construcciones individuales, caminos que no afecten significativamente los niveles de inundación, a cota de terreno natural, áreas de recreación, esparcimiento y deportes y tendido de conducciones eléctricas subterráneas.
- Zona de restricción severa temporaria: Zona que va desde la restricción severa hasta la línea demarcatoria donde si existe plan director de drenaje urbano y se han identificado cuales son las obras primarias por construir y que una vez ejecutadas, cambia la calificación de restricción. En esta zona está permitido todos los usos y tejidos urbano admitidos según los distritos del Código de planeamiento Urbano Ambiental y Reglamento General de Construcciones de Resistencia y/o normas complementarias a los mismos.
- Zona de restricción leve: Zona definida desde la línea demarcatoria de restricción severa temporaria hasta el límite geomorfológico del valle aluvial, donde los suelos del AMGR con precipitaciones mayores a 10 años de recurrencia no producen inundaciones, y en ese caso queda habilitada la construcción de viviendas acorde a lo que establecen las reglamentaciones municipales.

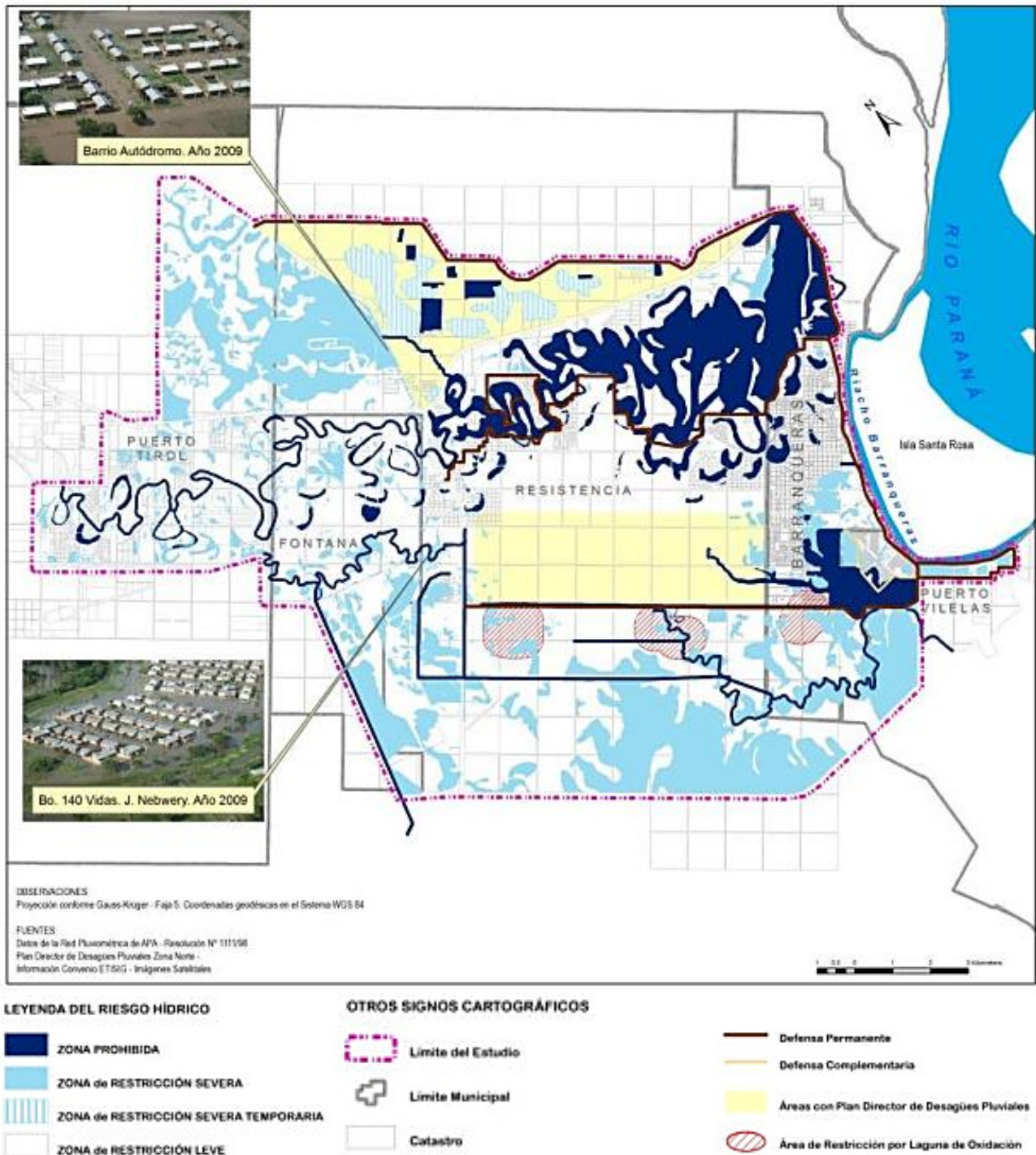


Fig. 31. Zonificación de riesgo hídrico del A.M.G.R. por precipitaciones
(Fuente: Resolución 0121/14 - A.P.A. - Chaco).

Dentro de las implicaciones a tener en cuenta en el área de estudio es la de observar y caracterizar las zonas que sean susceptibles de sufrir los daños que pueden ocurrir por distintos tipos de inundaciones y conservar la zonificación prohibida u ocupada por agua perteneciente al dominio público. Es por ello por lo que se han establecido líneas de ribera y cotas límites (“Resolución 303/17” y “Línea de ribera de lagunas ubicadas en el sistema hídrico del río negro”) que establecen restricciones severas en las zonas adyacentes de cada laguna, delimitadas por el promedio de las máximas crecidas ordinarias de las lagunas ubicadas dentro del área defendida que forman parte de un sistema regulado por obras de control con descarga sobre el Río Negro.

Las cotas empleadas para el estudio fueron recopiladas con el Área de Estudios Básicos de la APA, las cuales hacen referencia a los niveles hidrométricos de las lagunas.

Dicha base de datos permitió establecer los niveles promedio o normales de las lagunas, los niveles máximos para eventos de baja recurrencia y establecer un orden de la magnitud de los niveles mínimos. Pudiendo emplearse los niveles promedios para el estudio de descargas de alcantarillas, los niveles mínimos para establecer las condiciones de las mismas, y los niveles máximos para la determinación de restricciones al uso del suelo.

Cabe destacar que en el estudio se fundamenta el comportamiento de las personas frente a la laguna mediante la tendencia que presente la misma. En el caso de que los valores promedio y los máximos alcanzados en los últimos tres años sean inferiores a los establecidos para la línea de ribera, se presenta la existencia real de un peligro de invasión al dominio público, caso contrario se considera protegida a las intenciones de usurpación.

4.3 Sistema fluvial – lacustre

El complejo urbano del Gran Resistencia está emplazado en una planicie aluvional, de relieve chato, en el interfluvio de los riachos Negro y Arazá, salpicado de lagunas semilunares (resto de antiguos meandros) y sometido a inundaciones periódicas. Las marcadas fluctuaciones extra anuales del río Paraná inundan el amplio valle que, en realidad, constituye el lecho mayor del complejo fluvial Paraná-Paraguay.

Estas características del medio físico-natural generan dos problemas principales: 1) el de proteger el área ante el desborde de los ríos y 2) el de evacuar las aguas de lluvia en una planicie con escasas pendientes de escurrimiento. A medida que la ciudad se expande, los problemas que genera el medio físico tienden a agravarse por cuanto se edifican terrenos situados en cotas más bajas, se disminuye el poder de absorción del terreno natural por la construcción de pavimentos y se tiende a rellenar algunas lagunas que sirven de naturales reservorios de las aguas.

El comportamiento del sistema fluvial-lacustre puede sintetizarse de las siguientes maneras:

a) Los ríos Negro, Arazá y Barranqueras (y en definitiva el río Paraná) constituye el destino final del escurrimiento de las aguas de lluvia caídas en toda la superficie urbana. Cabe destacar que mientras el río Negro en la actualidad aún existe y se encuentra ubicado por fuera de las defesas, el riacho Arazá que forma parte del sistema sur del AMGR, después de la década del 70 fue rellenado parcialmente y reemplazado por obras de conductos y colectores de macro drenajes que constituyen el sistema Malvinas Argentinas – Soberanía Nacional que descargan en el Embalse Regulador de Vilelas.

b) Las lagunas cumplen el importante papel de reservorios intermediarios recogiendo el agua en sus cuencas para luego filtrar, evaporar o evacuar hacia los cauces finales. Esta función se torna más imprescindible en razón de las cotas bajas y escasas pendientes del terreno natural, del gran caudal de agua que se acumula, de las considerables distancias desde las zonas urbanizadas hasta los cursos fluviales de destino final y, sobre todo, porque en las épocas de crecidas el pelo de agua de los ríos principales queda a un nivel superior que los niveles de terreno de las zonas urbanizadas y la evacuación hacia los mismos sólo podría realizarse recurriendo al bombeo que eleve el escurrimiento del drenaje hasta aquel nivel.

Por consiguiente, en épocas de crecidas, el único lugar donde puede almacenarse el agua de lluvia caída en la superficie urbana, son estas lagunas, a menos que se recurriera a grandes y costosos sistemas de bombeo.

Por lo tanto, todo relleno o taponamiento de algún componente del sistema fluvial-lacustre no debe ser efectuado a menos que el agua que acumula en su cuenca sea derivada por medio de conductos de diámetro suficiente a otro reservorio de capacidad adecuada o, en su defecto, sea bombeada a los cursos finales.

c) Los aspectos anteriores se ven extraordinariamente agudizados en toda oportunidad que, por inexistencia de una red cloacal unida a deficiente absorción de los terrenos arcillosos presentes

en toda el área, se producen evacuaciones clandestinas de efluentes cloacales al sistema de drenajes pluviales.

En atención a los importantes problemas descritos, en este Código se establece una clasificación de los componentes del sistema fluvial-lacustre incluidos en el área urbana como permanentes y transitorios. Por cuanto no todos ellos cumplen un rol de similar importancia en su carácter de evacuadores o reservorios, es posible pensar en la eliminación o relleno discriminado de algunos siempre que, en forma previa, se efectúen las obras técnicas necesarias para sustituir la función de drenaje que cumplen y se garantice la intangibilidad de los restantes.

Las lagunas que se aconseja rellenar son aquéllas que han quedado inmersas en la trama urbana creando discontinuidades y han perdido todo valor paisajístico generando, por el contrario, problemas de salubridad al transformarse en receptáculo para la desaprensiva eliminación de residuos al mismo tiempo que su sustitución en función de otros reservorios parece factible.

La población del Gran Resistencia debe decidirse, definitivamente, a considerar sus lagunas como elementos indispensables de su topografía. A erradicar el nocivo preconceito que la laguna es un "fondo sucio" al cual se pueden arrojar desperdicios, en cuyos bordes sólo puede agruparse asentamientos precarios o sobre las cuales se puede esgrimir derechos exclusivos de propiedad para rellenarlas según la conveniencia individual.

Estos valiosos y peculiares elementos del paisaje natural deben lograr su clara articulación dentro del paisaje urbano y adoptar un plan concreto según el cual algunos elementos del sistema sean definitivamente erradicados y los restantes debidamente acondicionados y utilizados. A ello contribuyen las disposiciones del código de planeamiento para que se garantice, en carácter de ribera, una franja de terreno libre y forestado de acceso público sobre sus bordes.

4.4 Sistema hídrico urbano Mujeres Argentina

Usando como base el estudio de "Línea de ribera de lagunas ubicadas en el sistema hídrico del río Negro" y la elevación de diferentes puntos definidos por SAMEEP, se analizó la cuenca o área de aporte para nuestra zona de estudio indicadas en la Fig. 32 y Plano N° 2.

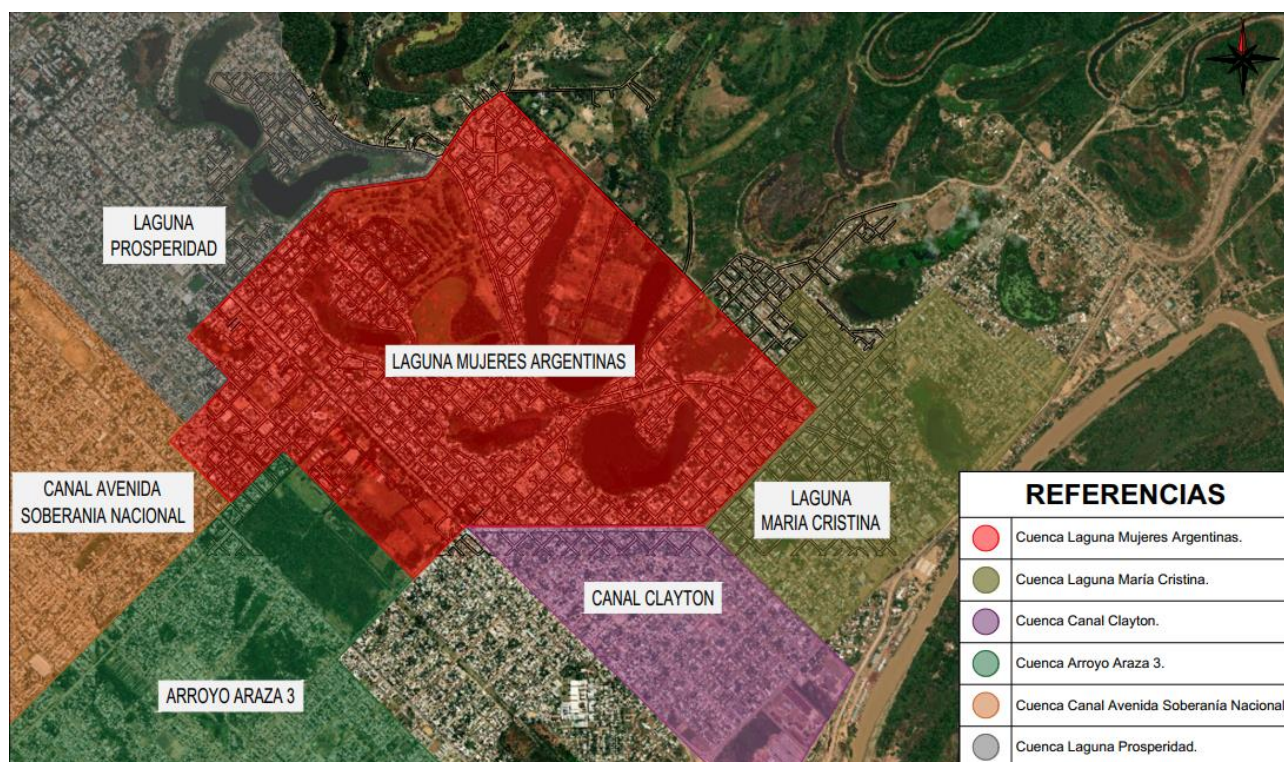


Fig. 32. Fragmento 1 - Plano N° 2: Delimitación de cuencas urbanas.
(Fuente: Elaboración propia)

Esta cuenca delimitada cuenta con un área de aporte de 579 has y funciona como sistema principal a la cual descargan o aportan las subcuencas lagunares Negra, Blanca, La Liguria, Villa Hortencia y Villa Concepción, por lo cual definiremos sus características y vinculaciones (Fig 33):

4.4.1 Subcuenca Laguna Negra

Esta laguna posee un área de aporte de 74,22 ha. cuya descarga se efectúa hacia la laguna Blanca a través de una alcantarilla circular de Hormigón de 0,60 m. de diámetro, que se encuentra casi totalmente obstruida por sedimentos y vegetación, por lo cual la calle pública que separa ambas lagunas se transforma en una especie de vertedero de pared gruesa cuando es superada por el nivel del agua en precipitaciones de cierta intensidad. La superficie de captación del cuerpo lagunar es de 22,24 ha.

4.4.2 Subcuenca Laguna Blanca

El sistema de la laguna Blanca posee un área de aporte de 62,29 ha. e involucra la participación de la subcuenca de laguna Negra. La descarga de la laguna Blanca está materializada por una alcantarilla metálica de sección circular de 1,20 m de diámetro, iniciándose el desagüe en la laguna Mujeres Argentinas a partir de la cota 46,70 MOP. La superficie de captación del cuerpo lagunar es de 31,49 ha.

4.4.3 Subcuenca Laguna La Liguria

La laguna La Liguria es el cuerpo receptor de tres (3) subcuencas urbanas que se han denominado Liguria Oeste (43,40 ha), Sur (12,73 ha) y Este (26,87 ha) teniendo un área de aporte total de 83,00 ha, posee un grado de urbanización relativamente alto en comparación con las restantes lagunas integrantes del Sistema Mujeres Argentinas. La vinculación de la laguna con el cuerpo receptor de Mujeres Argentinas se produce a través de una alcantarilla rectangular de hormigón armado de 4 metros de luz que comienza a evacuar con una cota de desagüe de 46,65 MOP. La superficie de captación del cuerpo lagunar es de 22,20 ha.

4.4.4 Subcuenca Laguna Villa Hortencia

Esta laguna posee un área de aporte de 37,70 ha, se encuentra ubicada en el extremo nordeste del sistema y descarga a la laguna de Villa Concepción a través de alcantarilla ubicada en cruce con el terraplén del ex ferrocarril francés con una luz de 1,50 metros a partir de cota 47,10 MOP. La superficie de captación del cuerpo lagunar es de 17,31 ha.

4.4.5 Subcuenca Laguna Villa Concepción

El sistema de la laguna Villa Concepción posee un área de aporte de 103,32 ha y recibe los aportes de la laguna Villa Hortencia y los generados por su propia cuenca, descargándolos a la laguna Mujeres Argentinas por una alcantarilla de hormigón de sección circular con dos tubos de diámetro de 0,80 m cada uno y cota de desagüe 46,71 MOP. La superficie de captación del cuerpo lagunar es de 46,13 ha.

4.4.6 Subcuenca Laguna Mujeres Argentinas

Esta laguna es el cuerpo receptor de todas las subcuencas de aporte del sistema principal incluye su propio aporte que tiene un área de 148,83 ha, dejando como total un área de 509,36 ha para el sistema principal completo.

A su vez, cuenta con una estación de bombeo, ubicada sobre la Rissione, que posee una capacidad de 1,2 m³/s compuesta por dos bombas Johnston que impulsan las aguas que se encuentran dentro del sistema hacia el río Negro, pero a su vez cuentan con un sistema de compuertas que conectan los cuerpos lagunares con el río Negro para realizar una descarga por gravedad cuando el nivel del río lo permita, siendo la superficie de captación del cuerpo lagunar de 71,89 ha.



Fig. 33. Conexión de las lagunas
(Fuente: Elaboración propia).

Los resultados obtenidos según la resolución de APA n 1111/98 y el estudio de “Línea de ribera de lagunas ubicadas en el sistema hídrico del río Negro”, fueron las cotas de línea de ribera, nivel máximo óptimo y el nivel máximo para la tormenta una tormenta de diseño definidas en la Tabla 3.

Tabla 3. Cotas MOP para zonificación de riesgo hídrico (Fuente: “Resolución N° 1111/98”).

Laguna	Cotas (m, MOP)		
	Línea de Ribera (Res. 1111/98)	Nivel Máximo de Operación	Nivel Máximo para TR = 10 años
Negra	48,12	48,00	47,73
Blanca	48,12	47,80	47,56
La Liguria	48,10	47,40	47,38
Villa Hortencia	48,09	48,00	47,50
Villa Concepción	48,09	47,50	47,53
Mujeres Argentinas	48,11	47,50	47,30

En el 2017, la APA se vio obligado a sacar una nueva resolución la cual fue la n 303/17, en donde define nuevas cotas para la línea de ribera, debido al avance de la población en los alrededores de las lagunas. En la tabla 5 se reflejan los valores definidos por el organismo, en donde

comparando con la tabla 4 de la resolución del año 1998, se observó que para definir las nuevas cotas de restricción severa se basaron en los valores obtenidos para la tormenta de diseño utilizada en el estudio de "Línea de ribera de lagunas ubicadas en el sistema hídrico del río Negro".

Tabla 4. Cotas MOP para zonificación de riesgo hídrico (Fuente: "Resolución N° 303/17").

Laguna	Cotas (m, MOP)	
	Línea de Ribera (Res. 303/17)	Restricción Severa
Negra	47,64	47,73
Blanca	47,29	47,56
La Liguria	47,21	47,38
Villa Hortencia	47,29	47,50
Villa Concepción	47,42	47,53
Mujeres Argentinas	46,76	47,30

El avance de la población produjo que las nuevas implantaciones presenten conflictos ante las crecidas de las lagunas. Por lo que se realizó un análisis de las viviendas ubicadas alrededor de las lagunas que forman parte de esta cuenca para ver qué cantidad de viviendas y de la población se encuentran afectadas ante inundaciones producidas por lluvias superiores a las de diseño (Tabla 5).

Tabla 5. Riesgo Hídrico en Lagunas (Fuente: "Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia").

Lagunas	Cuenca Urbana Mujeres Argentinas			
	Ubicación Catastral	Área Prohibida (Ha)	Viviendas en Riesgo Hídrico	Población en Riesgo Hídrico
Negra	Chacra 197	15,5	149	596
La Liguria	Chacra 273	12,8	95	380
Blanca	Chacras 197 - 273	17,6	16	64
Mujeres Argentinas	Chacras 194 - 269	36,8	11	44
Total			271	1084

Se define como **viviendas en riesgo hídrico** al espacio donde viven personas implantado en áreas propensas a sufrir inundaciones y **población en riesgo hídrico** personas que se encuentran establecidas en áreas vulnerables a las inundaciones, junto a lagunas o bordes del río, o en áreas de alta contaminación ambiental (bordes de laguna de tratamiento de efluentes cloacales, de basurales).

4.5 Caudal de diseño

Con la finalidad de poder realizar los dimensionamientos necesarios para los elementos encargados de trasladar el agua proveniente de lluvia fuera del sistema vial, se debe definir un caudal de diseño. Para el mismo se aplica el Método Racional, el cual es aplicable a cuencas urbanas de áreas inferiores a 3 km².

$$Qp = 0,275 * C * I * A$$

Donde:

- Q_p : Caudal Pico en [m³/s].
- C: Coeficiente de escorrentía.
- I: intensidad media en [mm/h].
- A: Área de la cuenca [km²].

Se basa en considerar que, sobre el área estudiada, se tiene una lluvia uniforme durante un cierto tiempo, de manera que el escurrimiento en la cuenca se establezca y tenga un caudal constante en la descarga. Permite determinar el caudal máximo provocado por una tormenta, considerando que se alcanza cuando la intensidad de la lluvia es aproximadamente constante durante una cierta duración, que se considera es igual al tiempo de concentración de la cuenca.

En el estudio de “*Línea de ribera de lagunas ubicadas en el sistema hídrico del río Negro*”, se definió una Tormenta de Diseño con las siguientes características:

- Tiempo de Recurrencia: 10 años.
- Duración: 4hs.
- Precipitación total: 121,9 mm.

Pero esta lluvia es representativa para poder estudiar el comportamiento dentro de las lagunas y sus interconexiones para expulsar el agua fuera del sistema de subcuencas. En nuestro caso, aprovecharemos las lagunas trabajando como embalses reguladores entonces se buscará descargar el agua de las vías hacia la laguna más cercana; por lo cual definimos los parámetros necesarios para una nueva lluvia de diseño que cumpla esta finalidad.

El Código de Planeamiento Urbano de la ciudad de Resistencia en su Artículo 2 – “Impacto Hidrológico” define los siguientes parámetros para el estudio hidrológico:

- La determinación de la tormenta de diseño se hará aplicando el método de los bloques alternos, para un evento con 10 años de tiempo de retorno.
- Se deberán usar las curvas I-D-F – (Intensidad – Duración – Frecuencia), elaboradas para la ciudad de Resistencia por el departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería - UNNE.

Por lo tanto, se adopta una frecuencia de 10 años y determinamos el tiempo de concentración con las curvas IDF para obtener la intensidad de la lluvia de diseño.

El tiempo de concentración se define como el mayor tiempo alcanzado para los diferentes recorridos posibles del agua en la cuenca, hasta el punto de salida. Para el cálculo nos basamos en la fórmula de Kirpich y la ecuación de onda cinemática.

La fórmula de Kirpich ha sido desarrollada para pequeñas cuencas rurales, pero tiene una amplia aceptación en áreas urbanas. Posee algunas restricciones dimensionales como:

- $3\% < S < 10\%$.
- $A < 50$ ha.

$$tc = 0,0078 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

Donde:

- L: longitud del flujo superficial (pies).
- S: pendiente media de la cuenca (m/m).

A su vez también se analiza, la ecuación de onda cinemática:

$$tc = \frac{0,94 * L^{0,6} * n^{0,6}}{i^{0,4} * S^{0,3}}$$

Donde:

- L: longitud del flujo superficial (pies).
- S: pendiente media de la cuenca (m/m).
- i: intensidad de lluvia (pulg/h).
- n: coeficiente de rugosidad de Manning.

Para poder determinar la longitud del flujo superficial para el cálculo del tiempo de concentración, debemos analizar los puntos topográficos y estudiar el posible escurrimiento que se podría generar en los desagües futuros.

Como la zona en estudio es grande y tiene varias salidas se dividió la misma en microcuencas para estudiar su comportamiento hidráulico (Plano N° 3).

Se detallará el cálculo a través de la Microcuenca 1 y luego se expresarán los resultados para las demás microcuencas de la zona de estudio. Para la determinación de los tiempos de concentración de cada microcuenca se definió la longitud más representativa de cada una dentro del Plano N° 3.

Se obtuvo que la longitud del flujo superficial más desfavorable de la microcuenca 1 es de 703,30 m equivalente a 2307,42 pies y el área de aporte es de 0,181 km² equivalente a 18,1 ha.

Para la pendiente tomamos la diferencia de altura entre dos puntos ubicados sobre el tramo de la Av. Lonardi comprendido en la microcuenca 1 y la dividimos por la distancia entre ambos puntos:

$$i = \frac{(48,47m - 47,27m)}{703,30 m} = 0,0017 \frac{m}{m} = 0,17 \frac{cm}{m}$$

Para el coeficiente de Manning se adopta el valor de 0,15 definido para tuberías de concreto en la Fig. 34.

Plástico, vidrio, tubería revestida	0,009
Cemento bien acabado, metal liso	0,010
Madera cepillada, tubería de asbesto	0,011
Hierro forjado, acero soldado, lona	0,012
Concreto ordinario, hierro fundido recubierto de asfalto	0,013
Madera sin cepillar, arcilla vitrificada, ladrillo vitificado	0,014
Tubería de hierro fundido, tubería de concreto	0,015
Acero riveteado, ladrillo, piedra bien colocada	0,016
Mampostería de piedra	0,017
Tierra lisa	0,018
Grava firme	0,020
Tubería de metal corrugado y canales experimentales	0,023
Canales naturales:	
Limpio, derecho, a nivel máximo, sin pozos	0,029
Como el anterior, con vegetación y piedras	0,035
Sinuoso, limpio, con pozos y rápidos	0,039
Como el anterior a niveles bajos	0,047
Sinuoso, pozos y rápidos, con vegetación y piedras	0,042
Como el anterior, a niveles bajos y con grandes rocas	0,052
Pantanosos, con vegetación y pozos profundos	0,065
Muy pantanosos y con mucha vegetación	0,112

Fig. 34. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning
(Fuente: Linsley, Kohler y Paulus. (2022). Hidrología para ingenieros. 2da Edición).

Según Kirpich el tiempo de concentración para la Microcuenca 1 es de:

$$t_c = 0,0078 * (2307,42 \text{ pies})^{0,77} * (0,17\%)^{-0,385} = 35,27 \text{ min}$$

Kirpich define que para superficie de concreto o asfalto se debe multiplicar este valor por 0,4 por lo que el t_c es: 14,11 min

Con este tiempo de concentración obtenemos de la Fig. 35 y de la Tabla 6 una intensidad de lluvia que será usada en la ecuación de onda cinemática para poder estimar un tiempo de concentración más exacto y representativo.

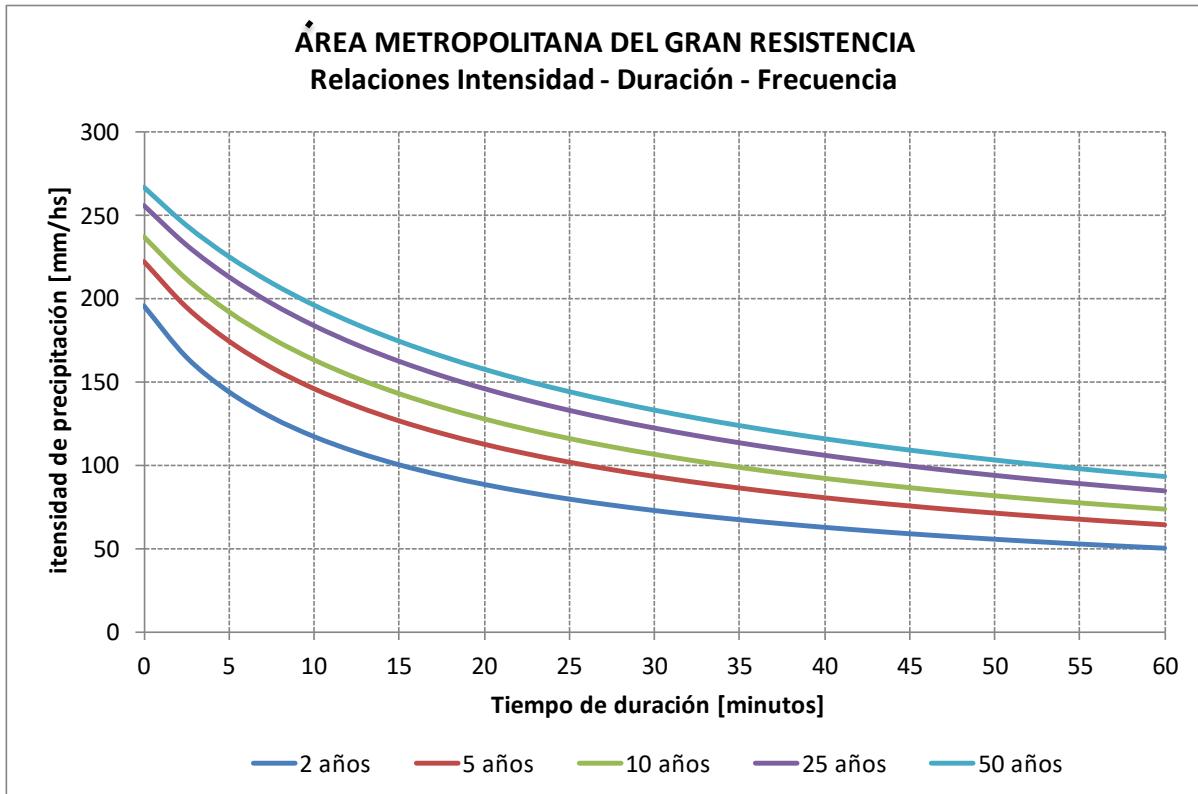


Fig. 35. Curvas IDF para AMGR.
(Fuente: Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería - UNNE).

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

Tabla 6. Parámetros para determinar la intensidad de lluvia de diseño
(Fuente: Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería - UNNE).

TR (años)	A	B	C
2	746,019	8,12	0,6375
5	1205,735	11,824	0,6846
10	1639,94	14,681	0,7193
25	2366,837	18,427	0,7629
50	2563,10953	19,8751155	0,75607635

La intensidad de lluvia es i : 182,92 mm/h. Si colocamos esta intensidad dentro de la ecuación de onda cinemática nos da un tiempo de concentración diferente al cálculo por lo que debemos realizar un proceso iterativo hasta que ambos resultados coincidan (Tabla 7).

Tabla 7. Iteración de tiempo de concentración e intensidad de lluvia para Microcuenca 1
(Fuente: Elaboración propia).

Tiempo de Concentración t_c (min)	Intensidad de Lluvia i (pulg/h)
14,11	5,76
105,41	2,06
158,99	1,58
176,79	1,47
181,83	1,45
183,19	1,44
183,55	1,44
183,55	1,44

Como resultados finales obtenemos el siguiente tiempo de concentración e intensidad de lluvia para un tiempo de recurrencia de 10 años.

$$t_c = 183,55 \text{ min}$$

$$i = 36,50 \text{ mm/h}$$

Otro valor por determinar es el coeficiente de escorrentía que, por tratarse de una obra esencialmente vial, posee un valor de coeficiente de escorrentía elevado. De igual manera existen zonas con casas que forman parte de la microcuenca por lo que se debe tener en cuenta su coeficiente de escorrentía con una ponderación para obtener un valor más aproximado al real.

Ven Te Chow define los coeficientes de escorrentía según las características de la superficie (Tabla 8).

Tabla 8. Coeficientes de escorrentía para diferentes características de superficie
(Fuente: Hidrología aplicada - año 2000 - Ven Te Chow y otros).

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Por lo que para un TR de 10 años obtenemos un coeficiente final ponderado (Tabla 9).

Tabla 9. Ponderación del coeficiente de escorrentía para microcuenca 1 (Fuente: Elaboración propia).

Tipo de superficie	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)	Coeficiente Escorrentía	Coeficiente Ponderado
Zona de concreto/techo	0,148	81,82%	0,83	0,68
Zona verde promedio (cubierta de paso del 50% al 75 % del área)	0,033	18,35%	0,30	0,05
Total	0,181	100%	-	0,73

Reemplazando valores en la ecuación del Método Racional, obtenemos el caudal pico de diseño:

$$Qp = \left(0,275 * 0,73 * 36,50 \frac{mm}{h} * 0,181 km^2 \right) = 1,33 m^3/s$$

Realizando el mismo proceso para el resto de las microcuencas tenemos:

Tabla 10. Valores calculados para cada microcuenca (Fuente: Elaboración propia)

	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4
Tiempo de concentración "tc [min]"	183,55	142,73	60,52	218,02
Intensidad de lluvia "i [mm/h]"	36,50	43,10	73,32	32,54
Coeficiente de escorrentía ponderado "C"	0,73	0,67	0,68	0,76
Área "A [km ²]"	0,181	0,167	0,028	0,234
Caudal pico de diseño "Qp [m ³ /s]"	1,33	1,33	0,39	1,59

5. ESTUDIO VIAL

5.1 Sistema funcional

La clasificación funcional agrupa calles y carreteras de acuerdo al servicio que deben proveer.

Las primeras, no prestan servicio a los viajes de manera individual, sino que la mayoría de los viajes incluyen movimientos a través de redes viales. Por lo tanto, la clasificación funcional (de la red vial) es consistente con la categorización de los viajes; caso contrario con la clasificación de calles, la cual resulta complicada de definir en áreas urbanas, ya que, debido a la alta densidad y usos de suelo, los centros específicos de generación de viajes son difíciles de identificar. Siendo necesario tener en cuenta consideraciones adicionales, como continuidad de las calles, distancia entre intersecciones, accesibilidad, de manera de poder definir una red lógica y eficiente.

Juntamente con la categorización del tránsito, está el rol que las redes viales juegan en **acceso** que es un requerimiento fijo de un área definida y en la **movilidad** de viajes que se provee a diferentes niveles de servicio, siendo sus factores básicos la velocidad de operación y el tiempo de viaje.

El concepto de categorización de tránsito conlleva no sólo a una clasificación de la jerarquía de las calles, sino también a una jerarquía similar en la distancia relativa de los viajes servidos por estas calles. Como ejemplo, en nuestras ciudades, una calle que atraviese una ciudad completa de norte a sur es considerada una calle primaria, independientemente de sus características geométricas.

De lo dicho anteriormente, las calles locales enfatizan el acceso, las arterias los movimientos principales y el alto nivel de movilidad y, los colectores ofrecen un servicio balanceado para ambas funciones.

Es importante remarcar que el grado de control de acceso es un factor significativo en la definición de la clasificación funcional de las calles.

5.2 Clasificación funcional de sistemas viales en áreas urbanas

Los cuatro sistemas funcionales de calles para áreas urbanas son las arterias principales, arterias menores (calle primaria), los colectores (calle secundaria) y las calles locales (Fig. 36).

- *Sistema de arterias urbanas principales:* sirve a los mayores centros de actividad en áreas urbanas, los corredores con los más altos volúmenes vehiculares, los deseos de viaje más largos y alta proporción de la totalidad de los viajes urbanos a pesar de que constituyen un pequeño porcentaje de la red vial total de la ciudad. Este tipo de sistemas incluyen autopistas y arterias principales con control de acceso parcial o sin control de acceso.
- *Sistema de arterias urbana menores:* este sistema se interconecta y complementa al sistema anterior. Incluye a todas las arterias no clasificadas como principales. Pone más énfasis en acceso y ofrece menos movilidad de tránsito que el sistema anterior. Puede servir a rutas de autobuses locales y proveer continuidad entre comunidades, pero idealmente, no debería penetrar vecindarios.
- *Sistema de colectores urbanos:* provee acceso y circulación de tránsito dentro de vecindarios residenciales, áreas comerciales e industriales. Este sistema colecta tránsito de calles locales y los dirige hacia el sistema de calles primarias.
- *Sistema de calles locales:* permite acceso directo a generadores de viajes, conectándolos con los sistemas de calles superiores. Ofrece el nivel más bajo de movilidad y por lo general, no debiera llevar rutas de autobuses (por deficiencias en los sistemas viales de nuestras ciudades, esto muchas veces no se cumple).

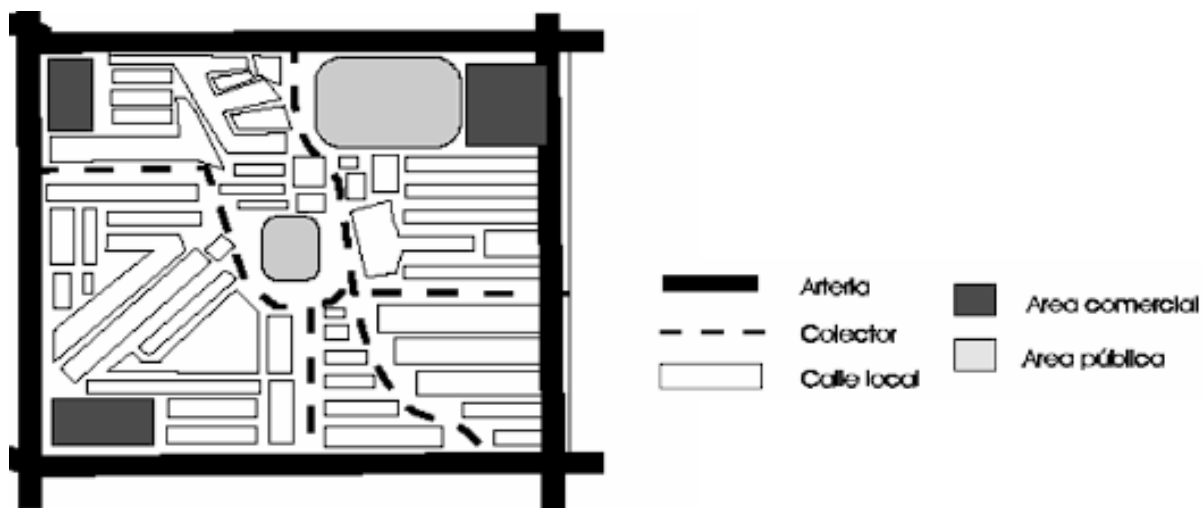


Fig. 36. Jerarquía de movimientos en Red Vial Urbana
(Fuente: Ingeniería de Tránsito - Ing. Guissele Montoya H.).

5.3 Censo Vehicular

Para proyectar una nueva vía de comunicación o remodelación de una existente, la selección del tipo de camino, las intersecciones, los accesos y los servicios dependen en gran medida de volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado al igual que su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Siendo de esta forma el volumen de tránsito el número de vehículos que pasan por un tramo carretero en un intervalo de tiempo dado.

Los intervalos más usuales son la hora y día; así mismo, como uno de los más importantes, el TMDA (tránsito medio diario anual) es el promedio de vehículos que pasan diariamente por un punto determinado durante los 365 días del año, es decir, es el total acumulado de tránsito en ambos sentidos, pasante por una sección de camino durante 1 año, dividido por el número de días del año realmente abierto al viaje público, expresado en [vehículos/día].

Para la obtención de información referente a los volúmenes de tránsito en cierto tramo carretero existen los métodos de censo vehicular, el cual es una muestra de los volúmenes para el período de tiempo en el que se realiza y tienen por objeto cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o una intersección.

Otro aspecto para tener en cuenta al realizar el censo es que existe mucha variabilidad en los tiempos de traslados, lo cual puede llegar a afectar la información recolectada, esto se puede deber a distintas causas, como ser:

- Incidentes de tránsitos, aun cuando no haya vehículos bloqueando físicamente un carril, la presencia de la policía, de grúas, etc., cambia la conducta de los usuarios generando congestiones hasta incluso desvíos.
- Zonas de trabajo donde se reduce el número de carriles o se bloquea la circulación.
- Condiciones ambientales tales como condiciones adversas de tiempo, que puedan generar anegaciones en las calles.
- Fluctuaciones de la demanda en días especiales del año.
- Eventos especiales como competencias deportivas, cortes de rutas, o convocatorias sociales.
- Regulaciones de tránsito temporales o en determinados horarios como por ejemplo las salidas de los colegios.
- Operación cercana a la capacidad, que generan grandes congestionamientos, provocando que los vehículos opten por desviar por otros caminos.

5.4 Determinación del TMDA

Con la introducción debida de la importancia del censo y la posibilidad que brinda de cuantificar y clasificar el tránsito sumado a la falta de información en la zona de estudio se procedió a la realización de un “censo de campaña” en las intersecciones de “Av. San Martín y Av. Pasteur” y en “Av. 9 de Julio y Viuda de Ross

El censo de campaña fue realizado el día 05/09/2022, desde las 16 h hasta las 17 h en la primera intersección antes mencionada (Tabla 11) y desde las 18 h hasta las 19 h en la segunda (Tabla12).

Tenemos entonces los valores obtenidos del censo realizado:

Tabla 11. Cantidad de vehículos - Intersección Av. San Martín y Av. Pasteur
(Fuente: Elaboración propia).

Intersección Av. San Martín y Av. Pasteur		
Vehículo	Cantidad	Porcentaje
Autos	364	25,3 %
Pick Up + Utilitarios	158	11,0 %
Colectivos	20	1,4 %
Camiones	27	1,9 %
Motos	868	60,4 %
Total	1437	100 %

Tabla 12. Cantidad de vehículos - Intersección Av. 9 de Julio y Viuda de Ross
(Fuente: Elaboración propia).

Intersección Av. 9 de Julio y Viuda de Ross		
Vehículo	Cantidad	Porcentaje
Autos	834	32,8 %
Pick Up + Utilitarios	292	11,5 %
Colectivos	65	2,5 %
Camiones	15	0,6 %
Motos	1339	52,6 %
Total	2545	100 %

Los **coeficientes de estacionalidad** nos permiten adaptar la variación del tránsito en un punto determinado de un tramo, afectando al volumen de vehículos por hora censado; estos son:

- **Coeficiente de estacionalidad horaria “ α ”:** que tiene en cuenta la variabilidad del volumen del tránsito en función de la hora del día analizado, es decir nos representa que porcentaje del tránsito está pasando en las distintas horas del día con respecto al TMDA (Fig. 37).
- **Coeficiente de estacionalidad diaria “ β ”:** es la variabilidad del volumen del tránsito en función del día de la semana analizada. Es el promedio de tránsito que pasa cada día de la semana del año, es decir el promedio de vehículos que pasan los lunes, martes, etc. A lo largo del año (Fig. 38).

- **Coefficiente de estacionalidad mensual “γ”**: considera la variabilidad del volumen del tránsito en función del mes del año analizado, por lo que este valor ya **no es un promedio**, es la cantidad total de vehículos que pasaron en el mes del año considerado (Fig. 39).

Al existir homogeneidad tanto geográfica, como económica y social entre el tránsito que circula por el puente Gral. Belgrano y el área en estudio se pueden utilizar los coeficientes de estacionalidad de dicho puente en el área de estudio, esto se encuentra avalado por estudios realizados en los EE. UU. que han comprobado que las variaciones que experimenta el flujo de tránsito expresadas como porcentaje del TMDA son similares siempre y cuando se cumplan las condiciones previamente redactadas. Entonces se tiene:

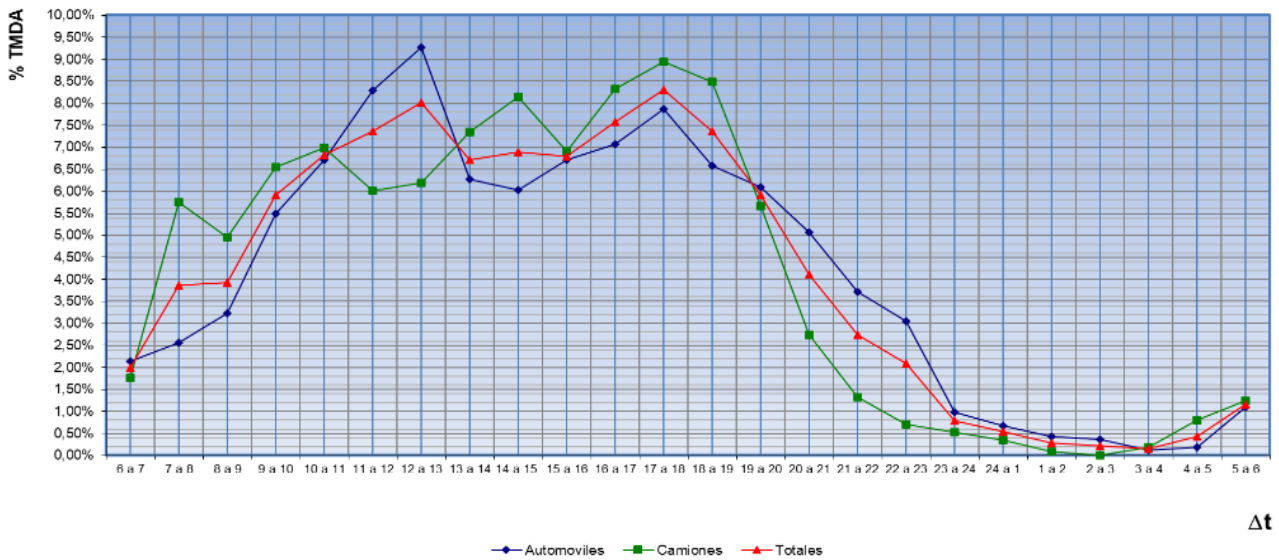


Fig. 37. Coeficiente de Estacionalidad Horaria “α” - Puente Gral. Belgrano (Fuente: Vialidad Especial - UNNE).

$$\alpha_{16 a 17} = 7,58\%$$

$$\alpha_{18 a 19} = 7,36\%$$

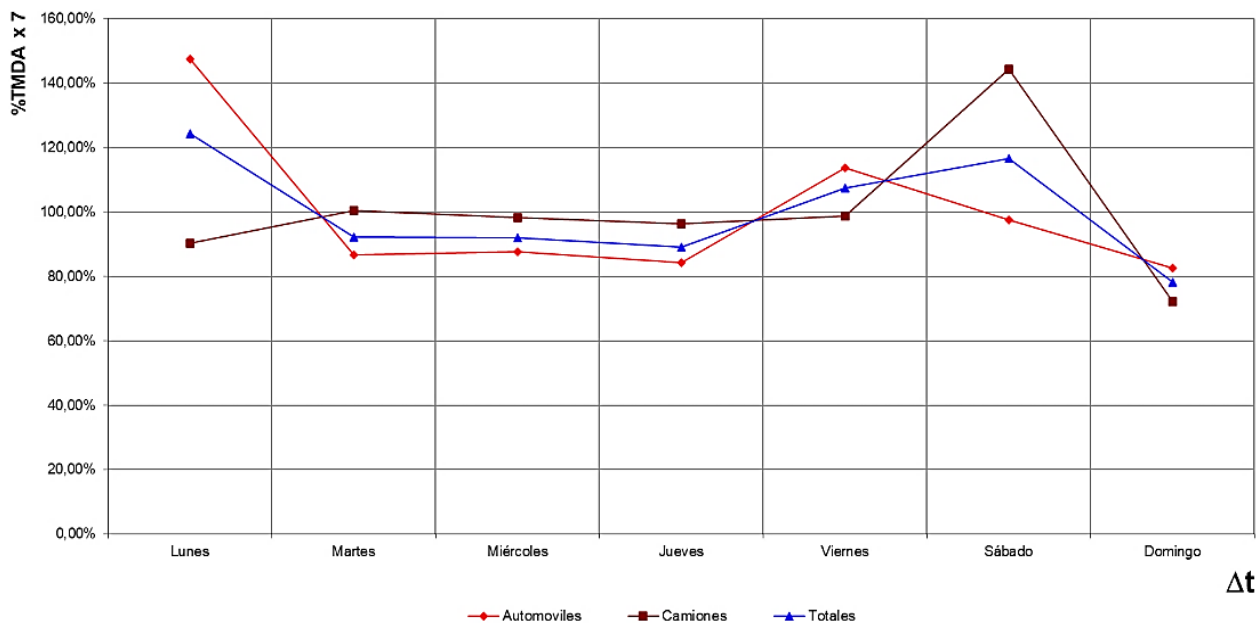


Fig. 38. Coeficiente de Estacionalidad Diaria “β” - Puente Gral. Belgrano (Fuente: Vialidad Especial - UNNE).

$$\beta_{Lunes} = 124,22\%$$

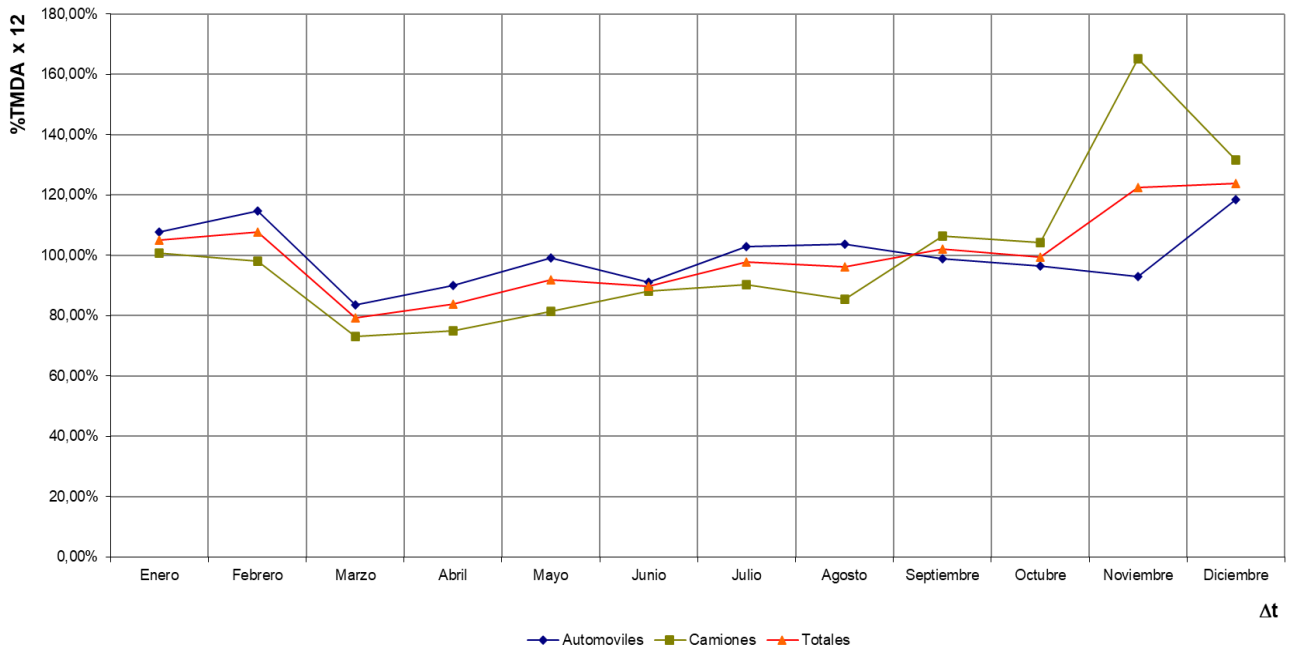


Fig. 39. Coeficiente de Estacionalidad Mensual "γ" - Puente Gral. Belgrano (Fuente: Vialidad Especial - UNNE).

$$\gamma_{\text{Septiembre}} = 101,99\%$$

a) **TMDA "Av. San Martín y Av. Pasteur":**

$$TMDA_{\text{Av. San Martín y Av. Pasteur}} = \frac{N^{\circ} \text{vehículos/hs}}{\alpha_{16 \text{ a } 17} * \beta_{\text{Lunes}} * \gamma_{\text{Septiembre}}}$$

$$TMDA_{\text{Av. San Martín y Av. Pasteur}} = \frac{1.437 \text{ vehículos/hs}}{\frac{7,58}{100} * \frac{124,22}{100} * \frac{101,99}{100}}$$

$$TMDA_{\text{Av. San Martín y Av. Pasteur}} \cong 14.964 \text{ vehículos/día}$$

b) **TMDA "Av. 9 de Julio y Viuda de Ross":**

$$TMDA_{\text{Av. 9 de Julio y Viuda de Ross}} = \frac{N^{\circ} \text{vehículos/hs}}{\alpha_{18 \text{ a } 19} * \beta_{\text{Lunes}} * \gamma_{\text{Septiembre}}}$$

$$TMDA_{\text{Av. 9 de Julio y Viuda de Ross}} = \frac{2.545 \text{ vehículos/hs}}{\frac{7,36}{100} * \frac{124,22}{100} * \frac{101,99}{100}}$$

$$TMDA_{\text{Av. 9 de Julio y Viuda de Ross}} \cong 27.294 \text{ vehículos/día}$$

Para poder obtener una tasa de crecimiento "r" que sea representativa se estudian los siguientes parámetros, a los cuales se les da un porcentaje de ponderación en función del peso de cada parámetro para el diseño de una obra vial urbana.

- Población → 15%.
- Venta de combustible → 15%.
- Registro de automotores → 15%.
- PBI Per Cápita → 15%.
- Transito Medio Diario Anual (TMDA) → 40%.

$$r = \left(\frac{\text{valor final del parámetro}}{\text{valor inicial del parámetro}} \right)^{\frac{1}{\text{nro de años del período en estudio}}} - 1$$

5.4.1 Tasa de crecimiento de la población

Tabla 13. Comparación de Población.
(Fuente: INDEC - Censo 2001 y Censo 2010).

Ciudad	Año	Población	Variación
Resistencia	2001	274.490 hab.	5,99%
	2010	290.723 hab.	
Barranqueras	2001	50.738 hab.	7,80%
	2010	54.698 hab.	
Ambos	2001	325.228 hab.	6,21%
	2010	345.421 hab.	

$$r_{pobl. Resistencia} = \left(\frac{290.723 \text{ hab.}}{274.490 \text{ hab.}} \right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$r_{pobl. Resistencia} = 0,58$$

$$r_{pobl. Barranqueras} = \left(\frac{54.698 \text{ hab.}}{50.738 \text{ hab.}} \right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$r_{pobl. Barranqueras} = 0,75$$

La tasa de crecimiento promedio en este caso será:

$$r_{población} = \left(\frac{r_{pobl. Resistencia} + r_{pobl. Barranqueras}}{2} \right) = \left(\frac{0,58 + 0,75}{2} \right)$$

$$r_{población} = 0,67$$

5.4.2 Tasa de crecimiento de venta de combustibles

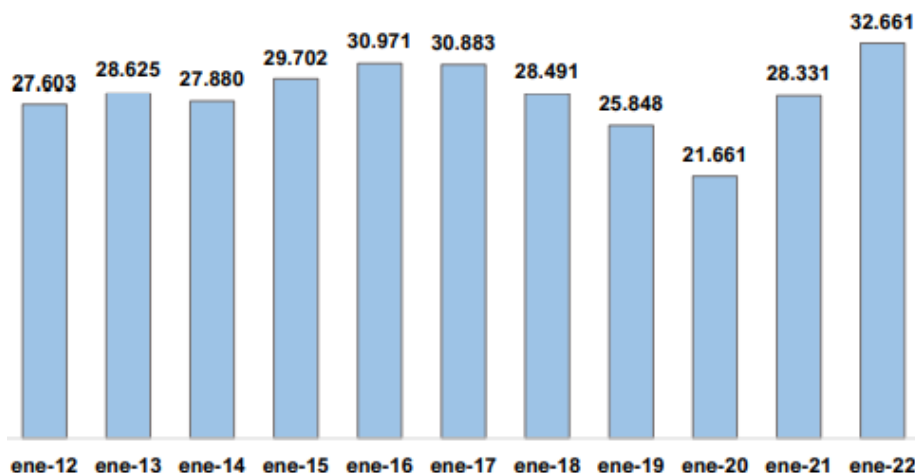


Fig. 40. Ventas de combustibles al público en Chaco. Totales en metros cúbicos.
Mes de mayo del período 2012 – 2022
(Fuente: Politikon Chaco en Base a Secretaría de Energía).

$$r_{combustibles} = \left(\frac{32.661 \text{ m}^3}{27.603 \text{ m}^3} \right)^{\frac{1}{11}} - 1$$

$$r_{combustibles} = 1,70$$

5.4.3 Tasa de crecimiento de registro de automotores

Provincia / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
BUENOS AIRES	3.557.460	3.582.347	3.597.010	3.616.018	3.632.907	3.649.477	3.667.458	3.686.357	3.704.817	3.726.217	3.744.232	3.762.225
CABA	1.094.202	1.106.044	1.113.739	1.123.774	1.132.885	1.142.124	1.152.177	1.162.110	1.172.083	1.183.037	1.192.963	1.203.331
CATAMARCA	51.305	51.877	52.150	52.493	52.809	53.074	53.418	53.741	54.075	54.434	54.749	54.974
CORDOBA	974.107	982.376	986.840	992.314	997.403	1.002.382	1.008.028	1.013.777	1.019.704	1.025.982	1.031.010	1.035.981
CORRIENTES	141.698	143.440	144.372	145.630	146.789	147.850	149.050	150.231	151.405	152.680	153.794	154.949
CHACO	127.352	128.980	129.745	130.620	131.267	131.936	132.644	133.408	134.292	135.242	135.989	136.681
CHUBUT	183.055	184.842	185.812	187.016	187.965	188.993	190.107	191.187	192.316	193.558	194.598	195.820
ENTRE RIOS	317.979	320.048	321.219	322.714	324.034	325.338	326.740	328.415	329.870	331.565	333.010	334.421
FORMOSA	45.933	46.727	47.113	47.682	48.161	48.588	49.056	49.539	50.080	50.611	51.053	51.449
JUJUY	91.697	92.735	93.307	94.072	94.720	95.407	96.067	96.722	97.359	98.126	98.721	99.363

Fig. 41. Estadística anual 2010 del parque activo en condiciones registrales para circular - Tipo de Vehículo: Automotor (Fuente: Dirección Nacional del Registro de la Propiedad del Automotor).

Provincia / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
BUENOS AIRES	6.429.455	6.438.524	6.449.126	6.458.917	6.469.522	6.480.465	6.492.865	0	0	0	0	0
CABA	1.572.588	1.574.558	1.576.077	1.577.755	1.579.960	1.581.422	1.583.540	0	0	0	0	0
CATAMARCA	123.857	123.903	124.051	124.168	124.324	124.517	124.723	0	0	0	0	0
CORDOBA	1.707.532	1.710.168	1.713.275	1.716.067	1.719.022	1.722.387	1.725.667	0	0	0	0	0
CORRIENTES	324.444	325.145	326.063	326.712	327.627	328.381	329.298	0	0	0	0	0
CHACO	278.965	279.513	280.072	280.580	281.126	281.820	282.625	0	0	0	0	0
CHUBUT	338.295	338.569	338.889	339.250	339.555	339.982	340.315	0	0	0	0	0
ENTRE RIOS	580.716	581.626	582.891	583.971	585.148	586.255	587.527	0	0	0	0	0
FORMOSA	114.752	114.897	115.072	115.295	115.522	115.724	115.990	0	0	0	0	0
JUJUY	200.017	200.269	200.571	200.923	201.261	201.580	201.996	0	0	0	0	0

Fig. 42. Estadística anual 2022 del parque activo en condiciones registrales para circular - Tipo de Vehículo: Automotor (Fuente: Dirección Nacional del Registro de la Propiedad del Automotor).

$$r_{p. automor} = \left(\frac{281.126 \text{ automoviles}}{131.267 \text{ automoviles}} \right)^{\frac{1}{13}} - 1$$

$$r_{p. automotor} = 6,03$$

5.4.4 Tasa de crecimiento del Tránsito medio diario anual “TMDA”

Ruta: 0016

Distrito: 18 - Chaco

Límites del Tramo	Inicio	Fin	TMDA
ACC.A BARRANQUERAS - ACC.A RESISTENCIA (I)	5,5	13,94	21556

Información adicional de la Estación Permanente

Serie Histórica

Año	2015	2016	2017	2018
TMDA	18844	20146	22325	21556

Fig. 43. Tránsito en la red nacional de caminos (Fuente: Dirección Nacional de Vialidad).

$$r_{TMDA} = \left(\frac{21.556 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}{18.844 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}} \right)^{\frac{1}{4}} - 1 = 3,42\%$$

5.4.5 Tasa de crecimiento del PBI Per C\u00e1pita

Para el mismo, se considera representativo considerar el periodo 2007 a 2021.

Tabla 14. Variaci\u00f3n de PBI Per C\u00e1pita
(Fuente: Datos Macro).

A\u00f1o	PBI Per C\u00e1pita (USD)
2021	10.729
2020	8.574
2019	10.054
2018	11.786
2017	14.618
2016	12.773
2015	14.895
2014	13.209
2013	14.489
2012	13.890
2011	12.788
2010	10.413
2009	8.338
2008	9.147
2007	7.316

5.4.6 Tasa de crecimiento ponderada

Tabla 15. Tasa de crecimiento de cada par\u00e1metro de dise\u00f1o vial
(Fuente: Elaboraci\u00f3n propia).

Par\u00e1metros	Tasa de crecimiento	Influencia
$r_{poblaci\u00f3n}$	0,67 %	15%
$r_{combustibles}$	1,70 %	15%
$r_{p. \text{ automotor}}$	6,03 %	15%
$r_{PBI \text{ Per Capita}}$	2,59 %	15%
r_{TMDA}	3,42%	40%

$$r_{ponderada} = (0,67 \% * 0,15) + (1,70 \% * 0,15) + (6,03 \% * 0,15) + (2,59\% * 0,15) + (3,42\% * 0,40)$$

$$r_{ponderada} = 2,98\% \rightarrow r_{ponderada \text{ adoptado}} = 3,00\%$$

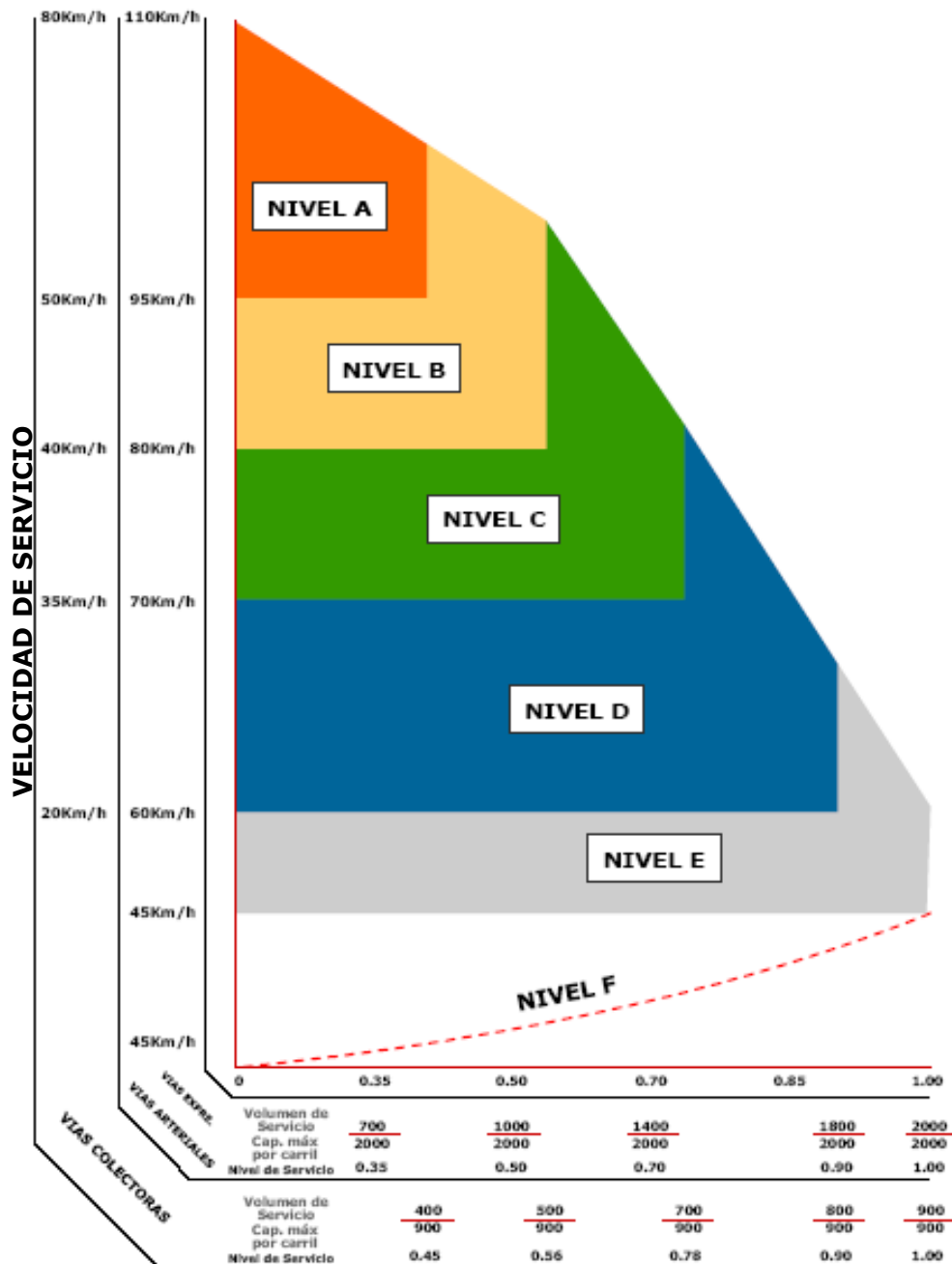
5.5 Nivel de servicio

El **nivel de servicio** es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito y su percepción por los conductores y/o pasajeros, relacionadas con la velocidad, el tiempo de viaje, maniobra, las interrupciones y el confort; es decir, nos da una idea del nivel de confort que experimenta un usuario cuando circula por una determinada vía.

Los niveles de servicio se clasifican según letras en:

- **Nivel de servicio “A”:** el usuario circula a la máxima velocidad reglamentaria, y se desarrolla un tráfico fluido y de baja intensidad.
- **Nivel de servicio “B”:** se da una circulación estable, la velocidad comienza a condicionarse por la presencia de otros vehículos por lo que comienza a verse de a poco el fenómeno de fricción al circular.
- **Nivel de servicio “C” o de Diseño:** en este nivel la circulación es estable, la velocidad y maniobrabilidad se encuentra condicionada por el resto del tráfico, se puede realizar sobrepaso y cambio de carril, pero con cierta dificultad.
- **Nivel de servicio “D”:** se producen situaciones inestables, con velocidades y maniobras muy restringidas con un elevado nivel de fricción al circular.
- **Nivel de servicio “E” o de Capacidad:** la intensidad de tráfico es próxima a la capacidad o máximo volumen de tránsito de la vía. Ocurren detenciones frecuentes y la circulación es inestable o forzada. Define el máximo volumen que puede pasar por una sección determinada de camino.
- **Nivel de servicio “F” o Congestión:** se da cuando la circulación por la vía es muy forzada a velocidades bajas y se encuentran colas frecuentes las cuales obligan a detenciones. Es decir, cuando la capacidad de circulación puede ser interrumpida y se corta el tránsito.

En la Fig. 44 se observa de forma más esquemática la relación entre velocidad y capacidad máxima por carril para cada tipo de nivel de servicio tanto para vías arteriales y colectoras



IDEA GENERAL DE LA RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE SERVICIO, LA VELOCIDAD DE SERVICIO Y EL ÍNDICE DE SERVICIO (Sin escala)

Fig. 44. Niveles de Servicio
(Fuente: Valdés Gonzales Roldan A. - 1982).

La estimación del nivel de servicio se efectúa mediante la aplicación de la metodología brindada por el Highway Capacity (manual 2010) para multicarriles debido a que se asemeja a las características que presentan las avenidas analizadas, aun sabiendo que no cumple con los requisitos indicados por el mismo, debido a que se busca establecer una estimación a nivel de anteproyecto de las condiciones actuales, una estimación precisa requerirá de un estudio exhaustivo del entorno.

Las condiciones que la metodología a aplicar no contempla son:

- El tramo se encuentra influenciado por semáforos.
- Las velocidades en flujo libre sean inferiores a 70 kilómetros por hora o mayores a 100 kilómetros por hora.

- Existencia de numerosos estacionamientos sobre el tramo.
- Existencia de paradas de ómnibus.

El efecto de cada una de estas circunstancias no aleja de una estimación que pudiera considerarse válida para el nivel de anteproyecto.

Para determinar el volumen horario direccional de diseño (VHDD) se considera por recomendaciones del manual de capacidad 10% (Fig. 45) del TMDA que pasa durante la hora pico (factor "K").

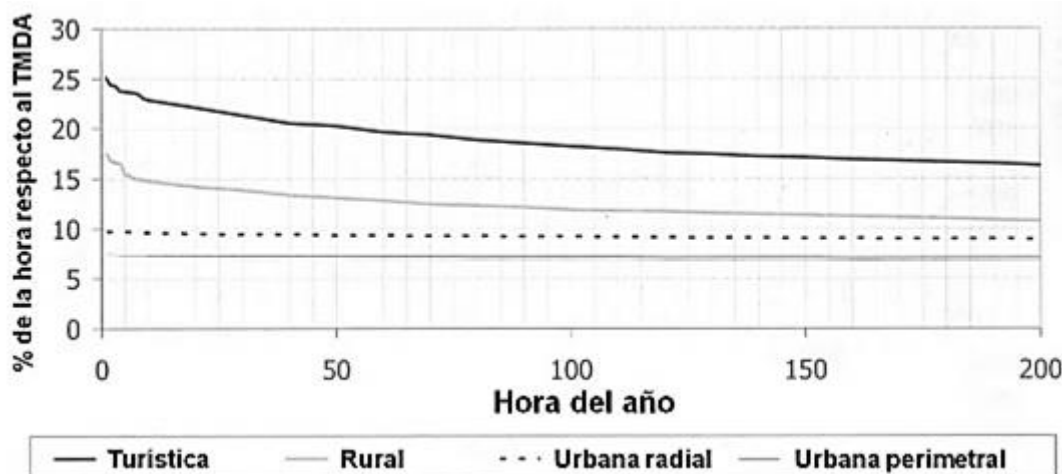


Fig. 45. Ordenamiento de los volúmenes horarios
(Fuente: Características básicas - Highway Capacity 2010).

Y 70% (Tabla 16) para la distribución direccional (factor "D"), tratándose de población urbana.

Tabla 16. Distribución Direccional
(Fuente: Características básicas - Highway Capacity 2010).

Tipo de Infraestructura	Factor "D"
Rural	0,59
Perimetral	0,52
Radial semiurbana	0,60
Radial urbana	0,70

Por lo que:

$$VHDD = K * D * TMDA = 10\% * 70\% * TMDA$$

En el **Anexo 1** se detalla el cálculo para la determinación de volumen horario direccional para ambas secciones censadas, así como también el nivel de servicio actual en cada una de ellas.

Para la estimación del nivel de servicio se considera prudente efectuarlo con la densidad obtenida mediante el volumen horario y la velocidad en flujo libre; dicha densidad se la compara con la densidad promedio obtenida con los límites recomendados por el manual para multicarriles de Highway Capacity (2010).

Empleando las mismas relaciones también se puede estimar para las características consideradas el máximo volumen en automóviles por hora por carril para cada nivel de servicio (Tabla 17).

Tabla 17. Densidad para la determinación del nivel de servicio
(Fuente: Elaboración propia).

Máximo Volumen en [aut/H/Carril]					
Velocidad en flujo libre [km/h]	Nivel de Servicio				
	A	B	C	D	E
96	660	1080	1550	1980	2200
88	600	990	1430	1850	2100
80	550	900	1300	1710	2000
72	290	810	1170	1550	1900
Densidad [aut/km/carril]					
96	6	11	16	20	22
88	6	11	16	21	23
80	6	11	16	21	25
72	4	11	16	21	26
Densidad promedio [aut/km/carril]	5	11	16	20	24
Máx. Vol. estimado	180	381	562	700	841
35 [km/h]					

Es posible estimar que los niveles de servicio actuales en función de la densidad son:

- La avenida 9 de Julio y Viuda de Ross posee actualmente una densidad de 23 automóviles por kilómetro por carril, por lo tanto, se encuentra en el nivel de servicio “**E**” (nivel de capacidad) en la hora pico en el carril más demandado, por lo cual, resulta necesario emplear medidas que permitan mejorar la circulación a través de esta. Empleando la tasa de crecimiento anteriormente obtenida, se estima en el **Anexo 1** que se llegará al límite superior de dicho nivel en el año 2026 correspondiente a un TMDA de 30.726 vehículos por día.
- La avenida San Martín y Avenida Pasteur posee actualmente una densidad de 12 automóviles por kilómetro por carril, por lo tanto, se encuentra en el nivel de servicio “**C**”. Análogamente a la sección anterior, se estima en el **Anexo 1** que la vía llegará al nivel de servicio “**D**” en el año 2034, correspondiente a un TMDA de 21.346 vehículos por día.

5.6 Tránsito de diseño

Al analizar la creación o mejora de un camino deben tenerse en cuenta 4 tipos de tránsito:

- Tránsito existente: el cual como su nombre lo indica, es aquel que ya se encuentra por la vía en cuestión y solo tiene sentido analizarlo cuando se trata de proyectos de rehabilitación.
- Tránsito derivado: es el que deja de utilizar otras alternativas de rutas para utilizar la ruta de proyecto. En obras nuevas: se determina por censos de origen y destino. En obras de rehabilitación: se estima como un porcentaje del tránsito existente, que puede llegar a ser del 100% cuando se trate de una obra en que se pavimente un camino de tierra.
- Tránsito inducido: es aquel que se produce por viajes motivado por la mejora, y que si no hubiera la mejora esos viajes no se realizarían; en obras de rehabilitación, se estima como un porcentaje del tránsito existente y en obras nuevas, como un porcentaje del tránsito derivado obtenido a través de censos de origen y destino.
- Tránsito generado: se genera como efecto de la mejora, al que produce asentamientos industriales, agroindustriales, agropecuarios, subdivisión de la tierra, etc. Se determina a través de políticas de desarrollo que tenga la región, provincia o nación.

Tránsito existente

Se adopta como tránsito existente, en la avenida Lonardi, el correspondiente a la avenida Pasteur, determinado mediante el censo de la intersección entre la avenida San Martín y la avenida Pasteur, el mismo resulta ser 16% del TMDA actual para la intersección, siendo:

$$TMDA_{existente\ 2022} = 14964 \frac{veh}{día} * 0,16 \approx 2394 \frac{veh}{día}$$

Tránsito derivado

Se considera que el tránsito derivado resulta ser aproximadamente 100% del tránsito existente debido a la pavimentación de la vía.

$$TMDA_{derivado\ 2022} = 2394 \frac{veh}{día}$$

Tránsito inducido

Consideramos 10% del tránsito existente.

$$TMDA_{inducido\ 2022} = 2394 \frac{veh}{día} * 0,1 = 239 \frac{veh}{día}$$

Tránsito generado

15% del tránsito existente.

$$TMDA_{generado\ 2022} = 2394 \frac{veh}{día} * 0,15 = 359 \frac{veh}{día}$$

Tránsito inicial, final y de diseño

Se considera que la obra se inaugurará en 2024, y que la vida útil será de 30 años. Entonces:

$$TMDA_{inicial\ 2022} = \sum TMDA_{2022} = 5386 \frac{veh}{día}$$

$$TMDA_{inicial\ 2024} = 5386 \frac{veh}{día} * (1 + 0,03)^2 = 5714 \frac{veh}{día}$$

$$TMDA_{final\ 2054} = 5386 \frac{veh}{día} * (1 + 0,03)^{32} = 13869 \frac{veh}{día}$$

$$TMDA_{diseño} = \frac{TMDA_{inicial\ 2024} + TMDA_{final\ 2054}}{2} \approx 9792 \frac{veh}{día}$$

El análisis concluye con un valor de TMDA de diseño igual a 9792 vehículos por día. Este valor será utilizado para el cálculo del paquete estructural de la calzada.

6. BASES DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

6.1 Introducción

La planificación es una de las etapas iniciales del ciclo de desarrollo de proyectos y obras, orientadas a mejorar la calidad de vida y la competitividad del territorio, se concibe como un proceso continuo y permanente que sirve de base a las decisiones del sector público, del sector privado y de la comunidad en general.

Se lleva a cabo en el contexto de la participación social, como un medio para tratar de garantizar las necesidades, los intereses y las demandas de la comunidad en su conjunto y “*así como la creación de conciencia en lo referente a la responsabilidad social en lo que respecta al desarrollo y la preservación del territorio*” crear conciencia de la responsabilidad social frente al desarrollo y la preservación del territorio.

Se concreta con una visión integradora, en concordancia con las estrategias de desarrollo que se definan tanto en lo referente a los aspectos económicos, sociales y ambientales, para lograr el desarrollo sustentable.

Se formula mediante un proceso amplio y participativo con la finalidad de convertirse en un acuerdo social concertado donde se establecen los pactos y compromisos de los diversos actores públicos y privados que intervienen en el desarrollo urbano.

El plazo u horizonte temporal de la planificación territorial corresponde al período de tiempo para el cual se formulan los objetivos, metas y propuestas, con el propósito de alcanzar la visión deseada (Tabla 18).

Tabla 18. *Objetivos de la planificación territorial*
(Fuente: *Elaboración Propia*).

Plazo	N° de años	Objetivos
Corto	1 a 2	Generar una base para la programación de acciones y proyectos a ser considerados en el plan de acción de los primeros años posteriores a la aprobación de la planificación territorial.
Mediano	5 a 10	Ejecución de proyectos estructurales a nivel local.
Largo	10 a 20	Previsión de cambios generacionales, coyunturales y tecnológicos importantes.

Las consideraciones básicas para la formulación de una planificación territorial son:

- Formularse en el contexto de la realidad y prever las tendencias y prioridades de los problemas urbanos, considerando los antecedentes históricos como factores determinantes en las tendencias y escenarios futuros.
- Atender de manera igualitaria las necesidades ciudadanas como un reconocimiento a los derechos equitativos de todos.
- Hacer prevalecer el principio de solidaridad como fin para lograr un equilibrio social, económico y territorial, por encima de intereses individuales o de grupos.
- Se privilegiarán las inversiones con mayores beneficios sociales, proponiendo proyectos y programas que desarrollen los recursos y potencialidades.

El ámbito territorial de la planificación territorial corresponde al área ocupada por un centro urbano y el entorno geográfico inmediato sobre el que se localizarán las futuras áreas de expansión urbana.

La finalidad de la planificación territorial es la siguiente:

- El ordenamiento territorial y la orientación del crecimiento de un centro urbano.
- El uso racional del suelo urbano para el desarrollo de las actividades urbanas, mediante el aprovechamiento de las ventajas comparativas de localización.

- La incorporación de la gestión de riesgos en el ordenamiento territorial, para la prevención y mitigación de los impactos que pudieran causar fenómenos naturales.
- La protección del medio ambiente urbano y la identificación de áreas de protección y conservación.

6.2 Planificación en América Latina

América Latina experimentó un período de rápida urbanización a lo largo de gran parte del siglo pasado, pero sobre todo en las últimas décadas. No obstante, este proceso se caracterizó, en muchos casos, por la conformación de ciudades con una baja densidad poblacional y por una falta de planificación y ordenamiento de los territorios urbanos.

Según Naciones Unidas, durante el período 1970-2000, la población urbana de la región aumentó en un 240%. Actualmente, más del 80% de la población de América Latina vive en ciudades y se espera que para el 2040 esta cifra aumente a casi un 85%; sin embargo, las diferencias dentro de la región son notorias, y aunque la mayoría de los países poseen tasas de urbanización muy por encima del 50%, algunos como Argentina y Uruguay, han llegado incluso a tasas de más del 90% (Naciones Unidas, 2014b).

Con respecto al actual proceso de urbanización (las tasas de crecimiento 2015-2020), se constata que, en América del Sur, se espera un crecimiento relativamente lento (1,16%) donde destacan Paraguay, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela como países de los que se espera un crecimiento urbano relativamente elevado a corto plazo.

El desarrollo económico-social y la urbanización son dos procesos estrechamente ligados. La urbanización, con sus aspectos e implicaciones económicas, sociales y ambientales envuelve una profunda transformación de los patrones de producción, distribución y consumo.

En América Latina, la urbanización es, y ha sido, un proceso de formación y reestructuración de las ciudades, el cual se ha dado en distintas fases y etapas; si bien la urbanización está considerada como un factor clave del desarrollo, bajo la condición de ser bien planificada, y a pesar de que las ciudades son polos de oportunidades y crecimiento, éstas también presentan una serie de desafíos.

La distribución de la población urbana por tamaño de las ciudades de América Latina, en comparación con otras regiones del mundo, está marcada por la destacada importancia de las megaciudades, urbanizaciones que superan más de 10 millones de habitantes y suman 14% de la población urbana de la región. Además, las grandes ciudades (1 a 5 millones de habitantes) aportan con más de un cuarto de habitantes a la población urbana, también superior al valor en cualquier otra región.

Esta realidad se refleja en altos índices de primacía, donde una ciudad predomina claramente en términos de habitantes al sistema urbano nacional.

En cuanto a las pautas de crecimiento para el 2030, vale destacar que para la región se espera que éstas se profundicen, con una creciente importancia de las megaciudades y las ciudades entre 1 y 5 millones, mientras que, los otros grupos, crecen a menor velocidad, solamente con una salvedad: un fuerte crecimiento urbano se proyecta para las ciudades de tamaño intermedio.

Las autoridades urbanas se enfrentan a una amplia gama de problemáticas: desde las condiciones de vida en los asentamientos precarios, marcados por la falta de servicios básicos y de vivienda adecuada, hasta la segregación socioeconómica y la exclusión de ciertos grupos de los beneficios que producen las ciudades.

Asimismo, desde la contaminación, y otras externalidades ambientales propias de las aglomeraciones urbanas, hasta las amenazas por eventos climáticos extremos y la necesidad de gestión frente a los riesgos naturales, en consecuencia, las ciudades son también lugares donde la desigualdad, las malas condiciones de vida y las vulnerabilidades sociales, ambientales y económicas, coinciden y ponen en peligro el bienestar de grandes segmentos de la población.

No obstante, las ciudades pueden ser nodos de transformación hacia un desarrollo inclusivo y sostenible centrado en las personas.

Las ciudades de América Latina suelen estar caracterizadas por su desigualdad socioeconómica, la presencia de asentamientos informales, altos grados de inseguridad de la tenencia, y, por poseer amplios segmentos de la población dependientes del sector económico informal. La masiva migración desde las zonas rurales a las zonas urbanas, y por contraparte, los nuevos fenómenos de migración de la población con mayores recursos, y de otros habitantes, desde el centro de la ciudad hacia barrios periféricos, entre ciudades, y en cierta medida, desde la ciudad hacia el campo, han provocado una recomposición social del espacio rural.

Aunque se ha logrado progresivamente ir reduciendo ciertas brechas, las desigualdades espaciales en la distribución de los ingresos, junto a la falta de acceso a servicios básicos, continúan siendo algunos de los principales desafíos de la urbanización en América Latina.

Ante esta realidad, los países de la región se han visto en la necesidad de dar con soluciones efectivas a los diferentes desafíos y externalidades negativas surgidas del proceso de urbanización.

6.3 Lineamientos para la planificación en Argentina

Argentina tiene particularidades sociales, geográficas y económicas que la distinguen de otros países, por una parte, se trata de una nación muy extensa, con múltiples ambientes y características culturales muy extensa, con múltiples ambientes y características culturales de su población, herencia de la confluencia de comunidades nativas con un amplio y diverso grupo de colectividades de inmigrantes que poblaron las distintas regiones del país.

Pero también Argentina afronta grandes disparidades sociales y territoriales, con regiones de gran prosperidad económica frente a zonas que concentran población muy vulnerable, áreas de gran fragilidad y creciente riesgo ambiental y explotación intensiva de recursos naturales. Dichos contrastes plantean enormes desafíos de desarraigo y pobreza, que demandan formas innovadoras de planificación y ordenamiento con criterios de sustentabilidad ambiental.

El desarrollo actual de las normativas de Ordenamiento Territorial en algunas provincias argentinas determinó en su conjunto el contenido temático general incorporado por la legislación que sobre esta temática existe hasta el momento.

En tal sentido y del contexto internacional, surgen otros temas, principios y objetivos como los adoptados por ONU Hábitat, que han sido utilizadas por varios países como marco de referencia en la elaboración de políticas y legislación sobre la materia, como La Nueva Agenda Urbana y las Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; incluidos los Objetivos de Desarrollo Sostenible en especial el Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

La Nueva Agenda Urbana presenta un cambio de paradigma basado en la ciencia de las ciudades; establece normas y principios para la planificación, construcción, desarrollo, gestión y mejora de las zonas urbanas en sus cinco pilares de aplicación principales: políticas urbanas nacionales, legislación y normativas urbanas, planificación y diseño urbano, economía local y finanzas municipales e implementación local. Es un recurso para que se realice ese ideal común desde todos los niveles de gobierno, de nacional a local...

(Naciones Unidas, Nueva Agenda Urbana, 2017, Hábitat III. A/RES/71/256)

Si bien, no todas las provincias tienen la misma técnica de regulación como consecuencia directa de nuestra organización federal y de la diversidad de autonomías municipales, hay temáticas de la Nueva Agenda Urbana (NAU) que pueden indicarse a ser incorporadas por todas las jurisdicciones, de modo tal, que cada una las regule en su autonomía, pero sin dejar de tratarlas.

De manera general, puede señalarse que las legislaciones sobre Ordenamiento Territorial deberían incluir las tres dimensiones integradas e indivisibles del desarrollo sostenible: el desarrollo

y la inclusión social, el crecimiento económico sostenido, y la protección y ordenación del medio ambiente.

Desde la puesta en marcha del Plan Estratégico Territorial (PET) en el año 2005 y a lo largo del proceso de producción y consolidación que expresan sus sucesivos avances, fueron madurando las iniciativas para instalar e institucionalizar la práctica de la planificación y el ordenamiento del territorio en la Argentina. La concepción de esta última como responsabilidad indelegable del Estado, con competencias complementarias entre sus distintos niveles -nacional, provincial y municipal-, y el profundo respeto por el sistema federal de gobierno del país fueron las nociones fundacionales del trabajo coordinado entre los representantes del Estado Nacional y los de los Gobiernos Provinciales.

En este contexto surge la creación del Consejo Federal de Planificación y Ordenamiento Territorial (COFEPLAN), como expresión tangible de la vocación de avanzar en la planificación concertada del territorio nacional que responde al objetivo de coordinar y consensuar tanto lineamientos como directrices para una gestión consensuada y coordinada entre los distintos niveles de gobierno del territorio nacional hacia la concreción de un país equilibrado, integrado, sustentable y socialmente justo.

El proceso de planificación y ordenamiento del territorio nacional demanda la interacción de múltiples escalas y enfoques de actuación.

Desde una mirada de la inserción de la Argentina en el mundo y en América Latina, hasta el desafío de influir en el sistema urbano nacional, interviniendo en la regulación de los distintos tamaños de ciudades y regiones dentro del territorio nacional, pasando por reconciliar la producción y la preservación de los recursos naturales, las estrategias de control de la expansión urbana, mejorar el funcionamiento metropolitano e intervenir en la cuestión del hábitat popular.

Para este propósito, la identificación de mecanismos de ordenamiento del territorio, de modo de estimular actividades económicas sustentables que promuevan el equilibrio poblacional, junto con infraestructuras claves para vincular distintas regiones del país históricamente desarticuladas, constituyen la búsqueda del desarrollo de una serie de lineamientos:

- **Consolidar el proceso de integración regional sudamericana.** Continuando con la planificación conjunta de infraestructuras estratégicas para la integración, tanto en el plano físico como en el económico, cultural y social.
- **Continuar con la planificación de la infraestructura, el equipamiento y los servicios para el desarrollo con equidad territorial.** Afianzando la construcción del modelo deseado concertado en el Plan Estratégico Territorial, mediante la identificación de las inversiones estratégicas para el desarrollo, con particular atención a las regiones históricamente postergadas, para corregir asimetrías y alcanzar una estructura socio territorial que otorgue oportunidades de progreso para toda la población.
- **Fortalecer la incorporación de la prevención y la reducción del riesgo de desastres en la planificación territorial.** Concientizando a los agentes públicos y privados sobre los riesgos potenciales resultantes de las actividades humanas y sus efectos en el cambio climático, así como sobre la necesidad de ejecutar obras de prevención, implementar normativas y establecer sistemas de alarma temprana que anticipen y mitiguen el impacto de desastres originados por eventos naturales y/o antrópicos, para construir territorios más seguros.
- **Propender el equilibrio de los procesos de desarrollo mediante la gestión adecuada de los recursos naturales y sociales del territorio.** Promoviendo en las distintas regiones del país modelos productivos que, aprovechando sus activos ambientales, gestionan el territorio de modo sustentable articulando la matriz productiva, mitigando el impacto de la expansión de nuevas actividades sobre las economías preexistentes, compatibilizando el uso de paquetes tecnológicos con la calidad ambiental de los asentamientos humanos.
- **Garantizar a la población el derecho tanto al arraigo como a la emigración en busca de nuevas oportunidades de progreso.** Implementando políticas convergentes de promoción de actividades económicas, inversión pública y tenencia segura de la tierra que,

traducidas en el acceso al empleo, vivienda, salud, educación y conectividad, viabilicen el arraigo de la población en su lugar de origen.

- **Intervenir en los procesos de urbanización que atentan contra la eficiencia y sostenibilidad de las ciudades.** Controlando la tendencia al crecimiento expansivo, disperso y de baja densidad, que conlleva la extensión sistemática de infraestructura, la ocupación de áreas productivas o ambientalmente frágiles y la persistencia de prácticas especulativas, resultando en ciudades caras, inaccesibles y conflictivas; guiando su transformación hacia modelos más compactos, eficientes y sustentables mediante el manejo de instrumentos de planificación e intervención pública adecuados.
- **Garantizar a todos los habitantes el derecho a la ciudad y a la vivienda adecuada.** Fortaleciendo las políticas de acceso a la tierra y a la vivienda de todos los sectores socioeconómicos mediante la regulación de los mercados de suelo con un enfoque de promoción social, así como la construcción de barrios integrados, con acceso a los servicios, equipamientos y espacios públicos de calidad.
- **Articular políticas interjurisdiccionales para el gobierno de las áreas metropolitanas.** Construyendo plataformas que permitan administrar de forma concertada los conflictos y oportunidades de las economías de aglomeración, atendiendo particularmente a la planificación de los sistemas y redes cuyo manejo supone responsabilidades compartidas entre distintos niveles de gobierno tales como cuencas hídricas, en transporte y la movilidad y el tratamiento y disposición final de residuos, entre otros.
- **Consolidar la planificación territorial en todos los niveles del Estado.** Fortaleciendo las capacidades político-técnicas de los agentes planificadores y ejecutores de políticas públicas, creando mecanismos administrativos que fomenten la articulación intersectorial e interjurisdiccional entre organismos de los distintos niveles de gobierno, fortaleciendo el andamiaje normativo relativo a sus responsabilidades concurrentes.
- **Evaluar y monitorear las políticas de planificación y ordenamiento territorial.** Elaborando indicadores que, sobre la base del manejo de las herramientas tecnológicas disponibles, pongan a disposición de los responsables de gobierno el conocimiento sistemático y actualizado de los procesos de producción del territorio, identificando tanto la evolución de sus conflictos y oportunidades como el impacto de las políticas públicas implementadas, aportando con ello información clave para ajustar o renovar las estrategias de intervención.

6.4 Planificación regional

En la planificación regional destaca la idea que su objeto de estudio es una estructura social y geográfica con características paramétricas, dado que, las regiones se definen sobre el marco de parámetros que marcan condiciones homogéneas de un territorio a otro.

La integración regional y global es una necesidad imperiosa para el desarrollo del país. Los procesos de integración son complejos y requieren planes que expliciten las ventajas de la integración, tanto para el Gobierno Nacional como para los provinciales y locales involucrados.

La identificación clara y precisa del perfil productivo competitivo de las micro regionales es fundamental para direccionar con coherencia las normas y planes de ordenamiento nacional y provincial, que sirvan de fundamento para establecer acuerdos de cooperación binacional con países limítrofes y de la región.

Las áreas de frontera son claves en los procesos de integración, ya que pueden asegurar que los beneficios de dicha integración signifiquen mejoras concretas en las economías regionales, proporcionando posibilidades de progreso e intercambio, y evitando situaciones de degradación socio-territorial y explotación abusiva de personas o recursos naturales.

Para implementar el lineamiento de planificación regional es necesario:

- **Coordinar las políticas de planificación territorial con otros países:** Armonizando políticas, marcos regulatorios y planes de ordenamiento territorial, promoviendo normas de

ordenamiento territorial complementarias en zonas fronterizas y aumentando el valor agregado de la producción.

- **Llevar adelante la planificación conjunta de infraestructuras estratégicas:** Desarrollando ejes de integración y desarrollo, asegurando sostenibilidad económica, social, ambiental y político-institucional del desarrollo regional y promoviendo nuevas formas de regionalismo abierto.
- **Optimizar el desempeño de las áreas de frontera:** Mejorando el funcionamiento y comodidad de los puestos fronterizos, aumentando la coordinación público-privado en áreas de frontera y atendiendo prioridades y potencialidades micro regionales en zonas de frontera.

La planificación regional tiene generalmente una competencia más directa en temas como: la definición de sistemas de asentamientos humanos, que considera roles y jerarquías de acuerdo a objetivos regionales; los procesos de metropolización y expansión urbana, asociados a la conurbación o desarrollo de áreas metropolitanas y sus respectivas articulaciones de objetivos de manera horizontal; planificación de cuencas y valles hidrográficos; los procesos de reequilibrio territorial, como reacción a la concentración o diversificación de la población y la actividad; y articulación de programas y políticas del nivel nacional y el nivel local.

7. PLANIFICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

7.1 Introducción

En el presente anteproyecto se desarrolla un plan integral de intervención urbana, el cual necesariamente debe estudiarse y efectuarse en etapas. Únicamente se desarrolla en profundidad la primer etapa debido a las necesidades actuales a socorrer, por lo que se agrupa en una segunda etapa, distintos aspectos y cuestiones que deberán desarrollarse y estudiarse con el fin de mitigar conflictos o mejorar la conectividad y calidad de vida de los habitantes.

7.2 Propuesta vial

Se proyectará la pavimentación y el cambio de categoría a determinadas arterias viales con el fin de mejorar y asegurar la transitabilidad y accesibilidad de los usuarios, por lo cual el anteproyecto se basará en la siguiente propuesta dividida en dos etapas.

La misma de detalla en el plano N°4.

7.2.1 Primer etapa

Analizando el recorrido de la Av. San Martín, con dirección noreste-suroeste, se utilizará como conexión la Avenida Pasteur y Alice Lesaige, las cuales actualmente son calles pavimentadas con una buena conservación del estado del pavimento.

A su vez, la Av. Pasteur intercepta a la Av. Farias, donde se propone la pavimentación del tramo comprendido entre la Av. Pasteur y la Av. Lonardi, formando una avenida con doble sentido de circulación, esto no sólo se justifica en base a la transitabilidad, sino que también, su margen se vincula a una gran superficie de espacios verdes y recreativos en comparación con el resto de la zona de estudio.

Dicho tramo tendrá tres puntos de acceso pavimentados de doble circulación (Av. Lonardi, la Av. Pasteur y la Av. Alice Lesaige), favoreciendo tanto a la accesibilidad como la descongestión del elevado tránsito que sea generado los fines de semanas por el uso recreativo desarrollado en los espacios verdes. Lo anterior puede observarse en la Fig. 46:



Fig. 46. Fragmento 1 - Plano N° 4: Propuesta Vial
(Fuente: Elaboración propia).

Juntamente con lo anterior, se planea pavimentar el tramo de la Av. Lonardi, entre la Av. Alice Lesaige y la calle Coronel Seelstrang Agrimensor (Fig. 47), puesto que existe la pavimentación del tramo restante hasta la calle Viuda de Ross, proporcionando un segundo acceso pavimentado al barrio Mujeres Argentinas.

Continuando por la av. Lonardi hasta llegar a la calle Viuda de Ross, esta última se encuentra pavimentada, en buen estado, pero posee un solo sentido de circulación (Suroeste – Noreste), siendo la única calle que conecta directamente al barrio Mujeres Argentinas desde la avenida 9 de Julio. Actualmente los usuarios emplean el tramo comprendido entre la av. Lonardi y la av. Paraguay como calle de doble sentido (por ser la única y de un único sentido), por lo que se propone establecerla de dicho modo solamente en ese tramo.

Por lo tanto, la calle Viuda de Ross, luego de su intersección con la avenida Paraguay, será de un solo sentido (Suroeste – Noreste), sirviendo así, la calle Viuda de Ross como salida del tramo en análisis y la calle Emilio Román como acceso de la zona en cuestión, de esta manera se busca evitar un embotellamiento en la unión con la avenida 9 de Julio y permitiría un fácil acceso al barrio sin afectar el flujo vehicular de dicha intersección.

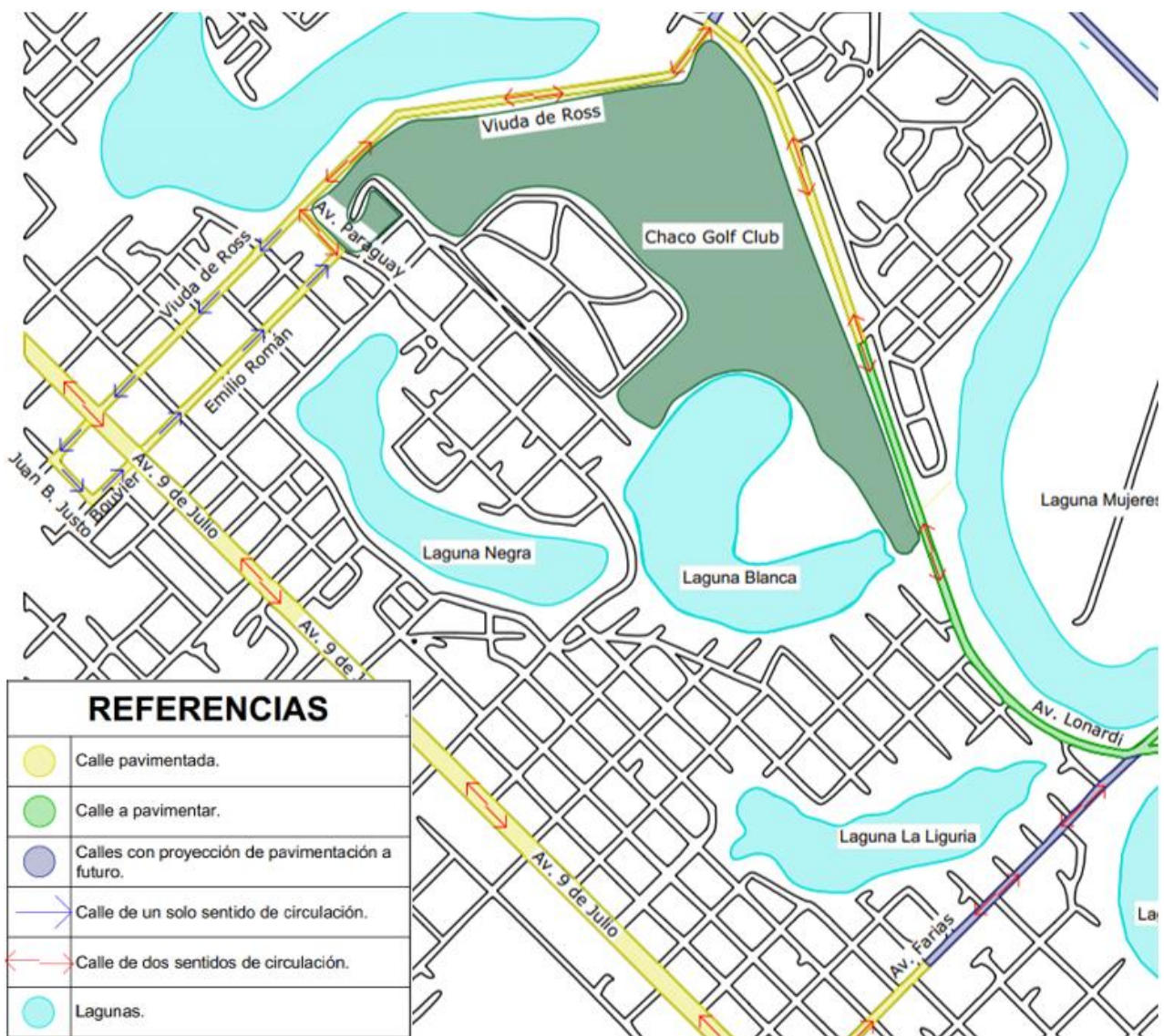


Fig. 47. Fragmento 2 - Plano N° 4: Propuesta Vial (Fuente: Elaboración propia).

Se prohibirá el giro a la izquierda desde la Av. 9 de Julio para ingresar al barrio Mujeres Argentinas, debiéndose tomar el desvío por calle Viuda de Ross, Juan B. Justo y cruzar transversalmente la avenida para ingresar por la calle Emilio Román.

La propuesta completa se encuentra en el plano N°. 4, en resumen, se propone:

- Viuda de Ross: se aprovechará la pavimentación existente entre la avenida Lonardi y la avenida 9 de Julio. Proyectando hacer doble sentido de circulación el tramo comprendido entre la avenida Lonardi y la avenida Paraguay, por lo que el tramo comprendido entre las avenidas 9 de Julio y la avenida Paraguay será de sentido único de circulación hacia la avenida 9 de Julio.
- Avenida Lonardi: se extenderá la pavimentación hasta la intersección con la calle Alice Lesaige.
- Calle Alice Lesaige: se proyectará como una avenida desde la avenida Farias hasta la avenida San Martín.
- Avenida Farias. se proyectará la pavimentación entre la avenida Pasteur y la avenida Lonardi.
- Avenida Pasteur: se proyectará como avenida desde su intersección con la avenida Farias hasta la avenida San Martín.
- Juan B. Justo: se utilizará como desvío para el ingreso al barrio Mujeres Argentinas.

7.2.2 Segunda etapa

Para lo que resta del anteproyecto, estudiamos el tránsito esperado para la Av. Lonardi, para poder conocer su crecimiento a futuro y proponer diferentes alternativas de antemano en el año en el cual posiblemente podría colapsar o verse sobrepasada la misma.

Por lo que, empleando la misma metodología utilizada para la estimación del nivel de servicio, se decide evaluar a la avenida Lonardi en base al TMDA inicial en año 2024 de inauguración de obra considerado y bajo las mismas condiciones establecidas en el estudio de la Av. San Martín. Se tendrá:

$$Va_{2024} = 311 \frac{aut}{h * c}$$

$$D = 9 \frac{aut}{km * c}$$

En la Fig. 48, se puede observar el crecimiento futuro del tránsito sobre la avenida.

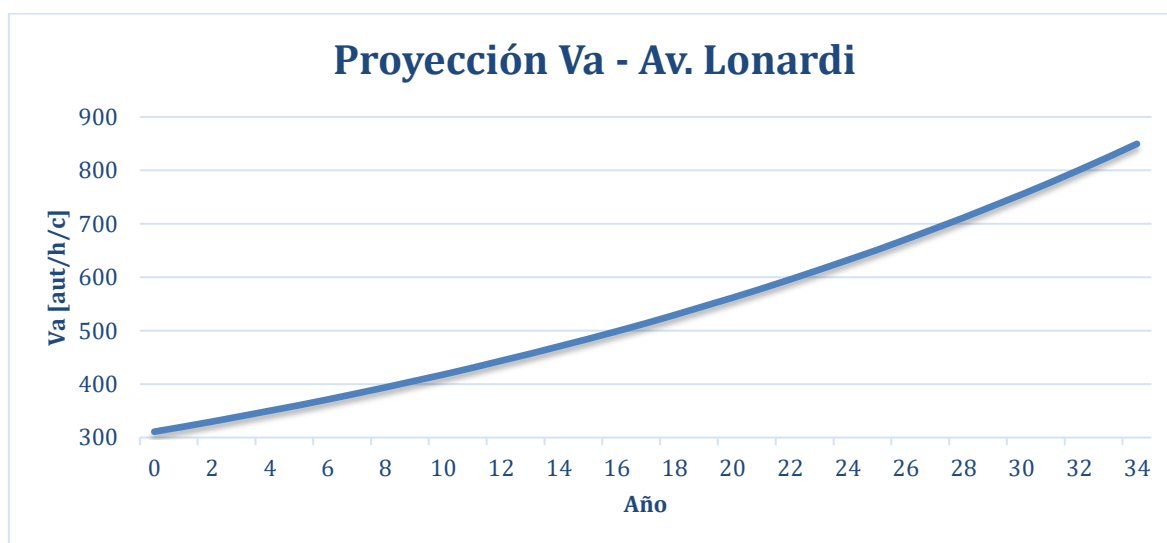


Fig. 48. Proyección futura del volumen de tránsito en Av. Lonardi
(Fuente: Elaboración Propia).

Dicha densidad inicial aproximada, permite estimar el año en el que la vía llega a capacidad mediante la comparación del valor límite de la tabla N°15 del máximo volumen en automóviles por carril, siendo este último:

$$V_{aut\ equivalente\ límite} = 841 \frac{aut}{h * c}$$

Por lo tanto, según el método empleado para la proyección, dicho volumen límite se dará en el año 2058.

Como conclusión de este análisis, se propone la futura pavimentación de la Av. Rissione desde la Av. Farias hasta su confluencia con la calle Viuda de Ross para dicho año, con el objetivo de evitar que la Av. Lonardi llegue a capacidad (nivel de servicio E); también se busca una conexión directa entre la Av. 9 de Julio y la Av. San Martín ya que la implementación de los espacios verdes disminuiría la velocidad de circulación sobre la Av. Lonardi.

Con la implementación de este pavimento se contempla una segunda alternativa para el tránsito incluiría la pavimentación y adecuación del tramo de la calle Viuda de Ross comprendido entre la Av. Lonardi y la Av. Rissione quedando así totalmente conectado el circuito.

También se considera a futuro la pavimentación de la Av. Farias desde la Av. Lonardi hasta la calle Jilguero (a partir de aquí ya se encuentra pavimentada en su totalidad hasta la Av. 9 de Julio) con el objetivo de brindar un acceso secundario de forma más directa a la zona recreativa, permitiendo que un mayor grupo de habitantes de la ciudad puedan aprovechar y disfrutar la propuesta.

A su vez, se brinda una mayor conectividad pavimentada entre las distintas zonas, pudiendo beneficiar la situación actual de siniestralidad de la Av. 9 de Julio (Fig. 12) por medio de la disposición de alternativas de circulación.

En resumen, se propone para un futuro realizar:

- Av. Rissione: pavimentación y readecuación de la misma como una vía alternativa de circulación con vistas al crecimiento del volumen del tránsito previsto al año 2058. Para la misma se propone implementar una avenida de dos carriles similar a la Av. Lonardi.
- Viuda de Ross: pavimentación en el sector que conecta la Av. Rissione y la Av. Lonardi para facilitar la circulación.
- Av. Farias: pavimentación y readecuación.

7.3 Propuesta de espacios verdes

El sistema lagunar del aglomerado de Resistencia cumple un importante rol como regulador del excedente de agua producido por crecidas o anegamientos, no obstante, las ocupaciones en las riberas de las lagunas y el relleno de estas para su urbanización suponen un riesgo para su función absorbente.

Estos procesos que disminuyen la capacidad del sistema como regulador, abarcan tanto sectores populares como de clase media y alta. En este sentido, a pesar del control que ejerce la Administración Provincial del Agua (APA) en lo referente a la protección de humedales, es importante implementar estrategias integrales que complementen la restricción a la ocupación privada.

El objetivo es la creación de espacio público de calidad y readecuación de los existentes, para que funcionen como áreas de sacrificio en caso de elevación del nivel del agua por inundaciones o anegamientos, recuperando su capacidad regulatoria.

A su vez se propone una integración de los barrios al tejido formal. Una alternativa podría ser a través de un diseño de infraestructura verde integral alrededor de la laguna Mujeres Argentinas a

través de vías verdes de movilidad sostenible combinando el tránsito automotor, ciclístico y peatonal con oferta verde.

Al hablar de infraestructura verde, se habla de una red planificada de espacios naturales, seminaturales y otros elementos ambientales diseñados para ofrecer servicios ecosistémicos. Este sistema incluye espacios verdes (o azules si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres.

En este sentido es importante contar con una planificación estratégica sobre el territorio, que dé prioridad a conservar y recuperar espacios verdes existentes o elementos urbanos. Además de sus propiedades en términos ambientales, la infraestructura verde es funcional en términos de integración y puesta en valor de zonas urbanas deprimidas suturando la fragmentación de la ciudad.

Una red de espacios verdes también equilibra el funcionamiento de los ecosistemas y contribuye en los procesos de mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático.

El espacio verde público es toda superficie de terreno de uso público cubierto por vegetación, abierto y accesible, con un valor ecológico y escénico, para desarrollar una interacción entre el ser humano y la naturaleza. Una mayor superficie de espacios públicos puede afectar en una mejor calidad de vida mientras que la falta de espacios públicos puede afectar la calidad de vida e impedir el desarrollo de actividades recreativas que mejorarían la salud de los habitantes y a su vez, juega un rol fundamental en la ciudad su importancia espacial facilita la accesibilidad y la integración social.

Como se detalló anteriormente, el espacio público es insuficiente según los valores definidos por la OMS, está mal distribuido y se encuentra en malas condiciones, asimismo, requiere ser revitalizado para el mejor aprovechamiento de sus funciones sociales de espaciamiento. En las Fig. 49 y 50 se detallan la distribución y localización de los espacios verdes tanto para Resistencia como para Barranqueras.

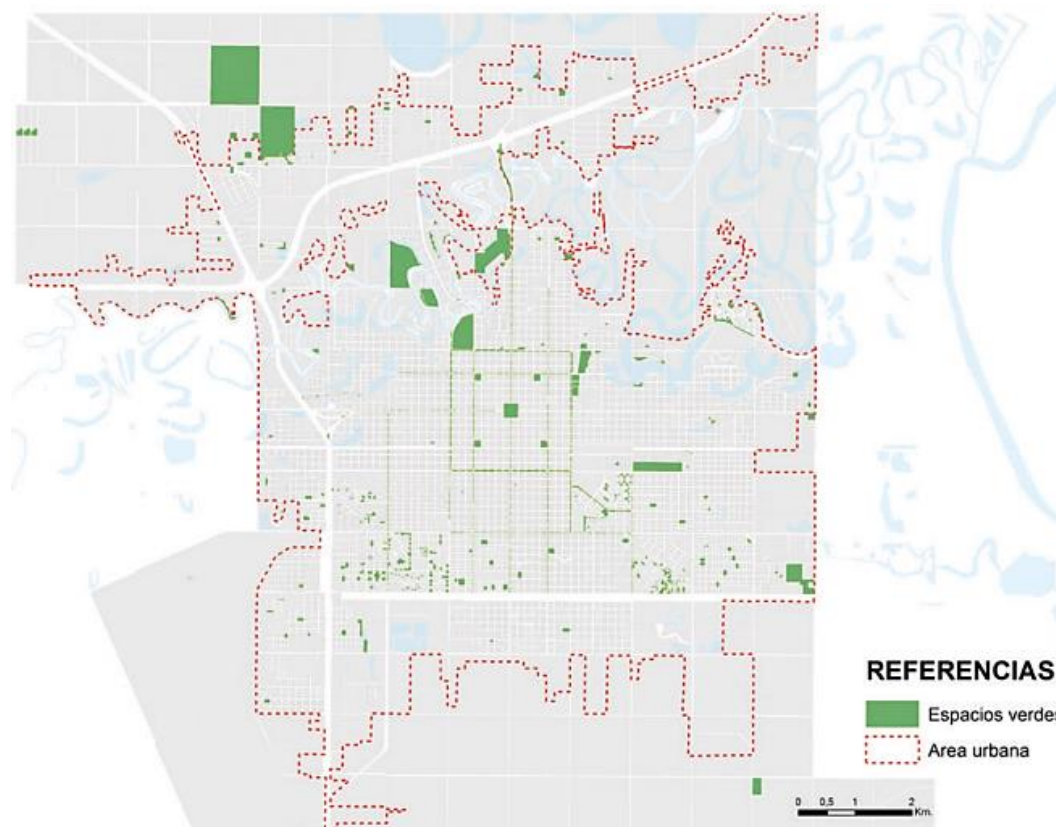


Fig. 49. Distribución de los espacios verdes en Resistencia
(Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

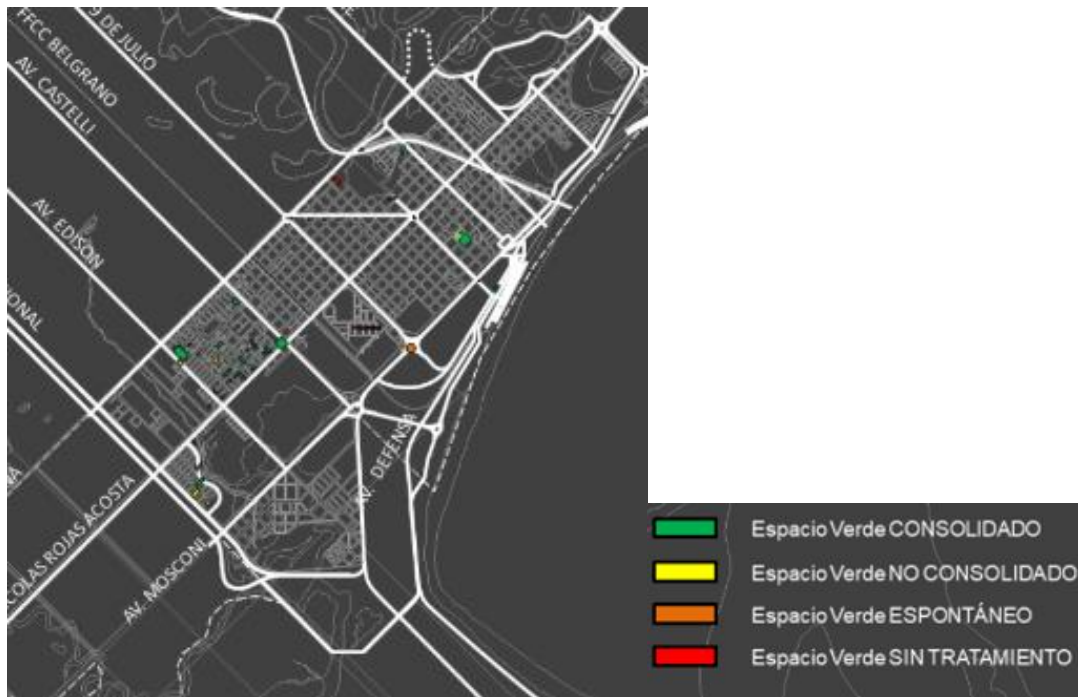


Fig. 50. Distribución de espacios verdes en Barranqueras
 (Fuente: Plan estratégico urbano territorial. Barranqueras. Provincia del Chaco).

Se observa que la distribución de espacio verde se encuentra con mayor densidad en el centro de la ciudad de Resistencia y en menor densidad hacia las periferias, esto quiere decir que si bien las zonas periféricas poseen zonas verdes las mismas no se encuentran en buenas condiciones y se encuentran distribuidas en pequeñas áreas fragmentadas en lugar de formar grandes superficies recreacionales la cuales permiten mayor accesibilidad a la población de una manera que puedan disfrutar sus beneficios con la obligación de consérvalos y cuidarlos (Fig 51).



Fig. 51. Planificación urbana de espacios verdes
 (Fuente: Plan estratégico urbano territorial. Barranqueras. Provincia del Chaco).

Los espacios verdes públicos deben contar con algunas premisas como ser:

- Ser el 12% de la superficie total a intervenir.
- Deberán contener infraestructura acorde para el uso recreativo.
- El 12% destinado a espacio público deberán estar en zona no anegable y exenta de circulación pública de manera que la superficie total neta para el ocio, recreación y uso público en general, independientemente de las circulaciones de vinculación.

En el Plan de Ordenamiento Territorial de Resistencia se realizó un estudio para analizar el estado actual de los equipamientos en los espacios verdes de donde se puede observar los siguientes resultados (Fig. 52 y 53).

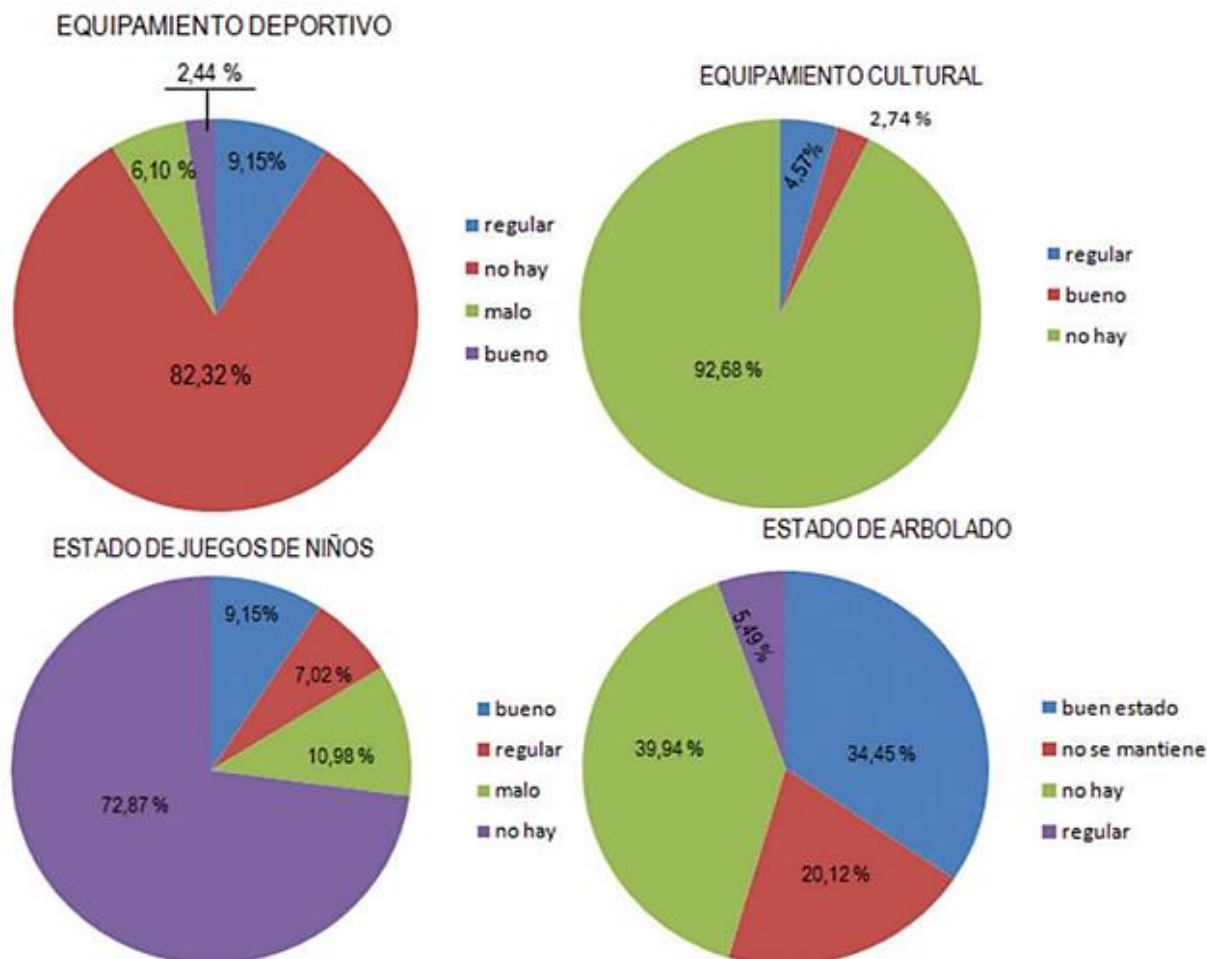


Fig. 52. Estado de espacios verdes
(Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

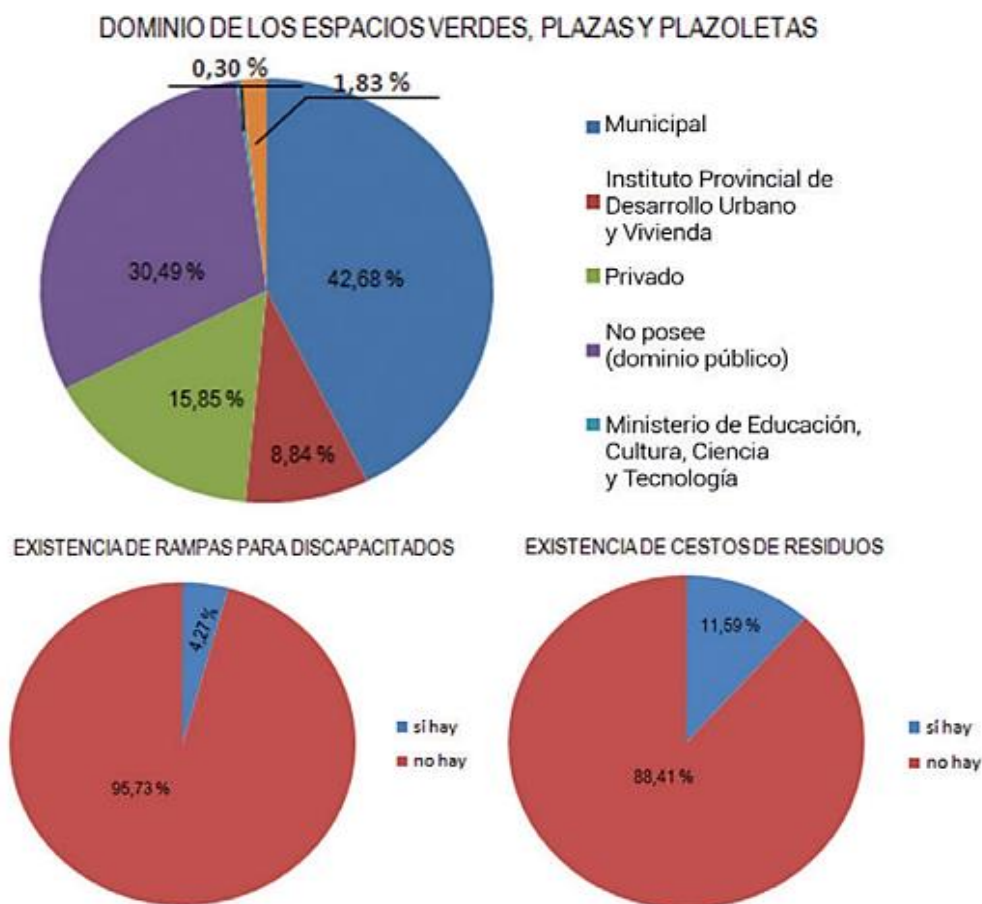


Fig. 53. Estado y dominio de los espacios verdes
(Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia).

Una referencia para tener en cuenta la brinda la agencia de gobierno británico Natural England, la cual recomienda a cualquier persona, donde quiera que viva, debería contar con un espacio verde accesible con un tamaño de al menos 2 hectáreas, ubicado a no más de 300 metros de distancia desde su vivienda, siendo aproximadamente una caminata de 5 minutos. En correspondencia con lo anterior, la agencia europea de medio ambiente o el instituto nacional italiano de estadística, consideran una caminata de 15 minutos para definir la accesibilidad del espacio verde, correspondiendo a una distancia de 500 metros.

Con lo anteriormente expuesto, podemos concluir que no existe un acuerdo claro sobre que distancia emplear para representar la accesibilidad a los espacios verdes, sin embargo, resulta de gran utilidad para estimar el alcance que posee.

Bajo estas recomendaciones se propone la creación y readecuación de espacios verdes ubicados en las zonas linderas alrededor de la laguna Mujeres Argentinas.

La readecuación y creación de los espacios verdes y recreativos abarcarán aproximadamente un área de 11,72 hectáreas (Plano 5). Si se considera un radio de influencia directo de 300 metros, se contarán con 82 hectáreas beneficiadas en forma directa.

Considerando una densidad poblacional de 90 Hab/ha dentro del área de estudio, en total se beneficiarían 7380 habitantes por la implementación dichos espacios verdes. correspondiéndose a una densidad de 15,88 m²/Hab, siendo mayor a los valores mínimos recomendados mencionados anteriormente.

7.3.1 División de espacios verdes

Para una fácil interpretación de nuestra propuesta dividiremos en tres partes la zona destinada a espacios verdes (Plano 6).

- 1) La primer parte estará conformada de un espacio principal ubicado en sobre la Av. Farias del lado al borde de la laguna Mujeres Argentinas comprendido entre la Av. Pasteur y la calle Alice Lesaige y contará con una superficie de 4,82 ha, donde se dispondrá de espacios para actividad física, con canchas para deportes y un sector de maquinarias de gimnasio, así como también espacios destinados a la recreación con paseo peatonal recreativo, bancos, juegos infantiles, puestos de comida, casilla policial, estacionamiento y con instalaciones sanitarias.
- 2) La segunda parte estará ubicada dentro del barrio Mujeres Argentinas con una superficie de 2,62 ha rodeando la calle Juan Moro desde la calle Agrimensor Seelstrang hasta la calle Zonda. En este sector por ser de menor superficie contara únicamente con sectores recreativos, juegos infantiles e instalaciones sanitarias.
- 3) Las dos partes anteriores estarán conectadas por un tercer sector destinado a un circuito con un área de 4,28 ha que bordeará la laguna con un paseo destinado a la actividad deportiva, el cual contará con una bicisenda y un sendero peatonal. Para dicha conexión resultará necesario elaborar un plan de reubicación y demolición de las construcciones aledañas a la laguna Mujeres Argentinas, debido a que las mismas son el resultado de la ausencia de una solución integradora en lo que concierne a los problemas habitacionales.

La recuperación de dichos espacios también se respalda en base a lo establecido en el propio Código de Planeamiento del Gran Resistencia, en el cual se especifican las normas necesarias a cumplir en los espacios contiguos a las lagunas permanentes, así como también el ancho de vía mínimo de 30m, las cuales no se cumplen o conllevan a lotes con dimensiones mínimas que permitan una adecuada vivienda.

Si se tratase de lotes preexistentes que por sus dimensiones resultaren inedificables en razón de los retiros establecidos en el inciso anterior, el municipio podrá, moderar dichos retiros en función de las dimensiones del lote, no pudiendo en ningún caso ser menor a 5 m. O proceder a la expropiación total de la parcela con el fin de garantizar la materialización de la franja de paso público.

(Código de Planeamiento Urbano del Gran Resistencia. Municipalidad de Resistencia. Ordenanza 523/79, cap.5, p. 47).

En el caso que el terreno en que se autorice la subdivisión bordee un curso fluvial permanente o laguna reservorio, sobre toda la extensión de dicho borde deberá cederse una franja de terreno de 35 m de ancho medidos a partir de la línea de máxima creciente con destino a espacio vial y peatonal circulatorios, admitiéndose compensaciones de superficie para efectuar las regulaciones de trazado que sean necesarias. El borde fluvial o lacustre que corresponda a tal vía será obligatoriamente forestado para su cesión, en la forma que en cada caso establezca el Municipio.

(Código de Planeamiento Urbano del Gran Resistencia. Municipalidad de Resistencia. Ordenanza 523/79, cap.6, p. 49).

8. DISEÑO ESTRUCTURAL VIAL

8.1 Introducción

Se procederá al diseño del paquete estructural para la calzada del anteproyecto.

Al ser un pavimento para tránsito urbano, consideramos que la mejor opción de paquete estructural será uno de hormigón, ya que conforma una estructura rígida, capaz de distribuir las cargas en una gran superficie, con bajas deflexiones, transmitiendo bajas tensiones a la subrasante.

En cambio, un pavimento flexible se comporta mejor con cargas dinámicas, y con respecto al tránsito urbano podría sufrir excesivas deformaciones en las zonas de estacionamiento o en zonas de detención obligada por presencia de semáforos.

Si bien una de las características del pavimento rígido es que la losa de hormigón absorbe gran parte de las tensiones, transmitiendo pocas tensiones al suelo que se encuentra por debajo. El ICPA (Instituto del Cemento Portland Argentino) explica que para evitar la erosión de la interfase losa-apoyo debe construirse una base que se encuentre entre la losa de hormigón y la subrasante, siendo de uso obligatorio en vías de tránsito pesado.

Otros beneficios de construir la base son:

- Mejora la distribución de las cargas.
- Contribuye al drenaje subsuperficial.
- Garantiza un soporte uniforme.
- Constituye una plataforma de trabajo.

Para la subrasante se va a utilizar el mismo suelo que se encuentra en la zona, el cual correspondía a un Tipo A-6 según lo visto en el Capítulo 2, por lo que el mismo debe ser estabilizado para modificar de manera favorable las propiedades del suelo, haciéndolo apto para su uso en el paquete estructural vial. Para la estabilización proponemos una estabilización del tipo físico – química con la adicción de un agente estabilizante como la cal.

El estabilizado de suelo – cal es una mezcla íntima de suelo, cal y agua, mezcla que compactada a alta densidad se transforma en un material fuerte y durable con buena resistencia a compresión y flexión, manteniéndose estas propiedades a través del tiempo; el mismo tiene un campo de aplicación en suelos limo-arcillosos de tipos A4, A5, A6 y A7 con una proporción de uso entre 2% y 4% del peso de suelo seco.

Para el dimensionamiento del paquete estructural se seguirá las indicaciones de la Guía para el Diseño Estructural de la AASHTO- Edición 1993 (American Association of State Highway and Transportation Officials), complementada con las normas de la Dirección Nacional de Vialidad, Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA) y el ACPA StreetPave (American Concrete Pavement Association).

8.2 Cálculo del paquete estructural

En el método AASHTO el diseño del paquete estructural se determina mediante la siguiente expresión:

$$\log(ESAL's) = Z_R S_o + 7,35 \log(e - 1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 * 10^7}{(e + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32p_t) \log\left(\frac{MR * C_d(e^{0,75} - 1,132)}{215,63 J * \left(e^{0,75} - \left(\frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0,25}}\right)}\right)}\right)$$

Siendo:

- ESAL's: Ejes equivalentes de 18.000 libras previstas.
- Pt: Serviabilidad final.
- Δ PSI: Pérdida de serviabilidad.
- Z_R : Desvío normal estándar.
- S_o : Desvío estándar global de la predicción del tránsito y desempeño.
- K: Módulo compuesto de reacción de la subrasante.
- E_c : Módulo de la elasticidad del hormigón.
- MR: Módulo de rotura del hormigón.
- J: Coeficiente de transferencia de cargas.
- e: espesor de la losa de hormigón.
- Cd: Coeficiente de drenaje.

8.2.1 Determinación de los ejes equivalentes (ESAL's)

Para el análisis de las sollicitaciones que genera el tránsito sobre la estructura se debe transformar el espectro de cargas heterogéneo a un espectro homogéneo, esto significa obtener la equivalencia del número de pasadas de un eje patrón que causa idéntica sollicitación o daño.

La guía AASHTO emplea como eje patrón al que corresponde a una carga de eje simple de 18.000 libras (18 kips) o 8,2 toneladas, determinado como ESAL (Equivalent Simple Axie Load – carga axial simple equivalente).

Para la homogeneización de cargas a ejes equivalentes, se deben emplear los factores de equivalencias de cargas, cuyo valor surge de la relación que existe entre la cantidad de repeticiones de cargas de 8,2 toneladas asociadas a una determinada pérdida de serviabilidad.

Pero en nuestro país de es 10,5t se debe aplicar un factor para pasar de toneladas a libras el cual es igual a 2,2. Entonces el número de ejes equivalentes ESAL's queda en función de la siguiente expresión:

$$ESAL's = 0,5 * TMDA_{diseño} * Fe * Fn * 365 * 2,2 * vida\ útil$$

Siendo:

- ESAL's: Número equivalente de ejes estándar.
- El factor 0,5 equivale a la distribución del tránsito en los carriles.
- $TMDA_{diseño}$: número de vehículos que se estima que transitará durante la vida útil.
- F_e (factor de equivalencia total): Efectúa la conversión al vehículo tipo de 2 ejes de 18000lbs.
- F_n : Factor por número de trochas.
- El valor de 2,2 es un factor de conversión de libras a toneladas.
- El período de análisis (vida útil) es igual a 30 años.

En la tabla 19 se puede observar los factores de equivalencia brindados por el manual AASHTO. En la misma se adopta el menor valor de factor de equivalencia brindado por la tabla del manual para homogeneizar la influencia de las motocicletas, es decir, para la menor carga estudiada, debido a que consideramos prudente y conservador analizarlo en el cálculo por la influencia que presenta por sobre el tránsito restante.

Tabla 19. Factores de equivalencia
(Fuente: Elaboración propia).

Tipo de vehículo	Distribución de ejes	N.º de ejes (1)	% de cada tipo de vehículos (2)	Factor "C" (3)
Automóviles y Camionetas	1.1	2	36,33	0,0100
Ómnibus	1.1	2	1,39	0,0700
Camiones sin acoplados	1.1	2	1,60	0,6000
Camiones con acoplados	1.1 - 1.2	5	0,28	0,3900
Motos	1.1	2	60,40	0,0002

Por lo tanto, el factor Fe será:

$$Fe = \sum \frac{(1) * (2) * (3)}{100} = 0,03409$$

El carril de diseño es aquella que recibe el mayor número de ESAL's.

Para un camino de dos carriles resulta indistinto, ya que el tránsito por dirección se canaliza en esa trocha; por lo tanto, el factor "Fn" (Tabla 20) adoptado resulta ser:

$$Fn = 1$$

Tabla 20. Factor por número de trochas
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Número de trochas en cada dirección	LD
1	1,00
2	0,80 – 1,00
3	0,60 – 0,80
4	0,50 – 0,75

Entonces el número de ejes equivalentes será:

$$ESAL's = 0,5 * 9.792 * 0,03409 * 1 * 2,2 * 365 * 30 = 4.020.733$$

8.2.2 Determinación de la pérdida de serviciabilidad

Las fallas, la condición estructural y la fricción superficial son importantes indicadores ingenieriles de las condiciones de un pavimento, sin embargo, los usuarios juzgan el estado de un pavimento en términos de calidad para circular sobre ellos.

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro y el procedimiento de diseño, la serviciabilidad está calificada en términos de Clasificación de Serviciabilidad Presente.

Para determinar la PSI de un grupo de individuos que circula sobre el pavimento y lo califica de 0 a 5 (Tabla 21).

Tabla 21. Condición por pérdida de serviciabilidad
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

PSR	Condición
0 – 1	Muy pobre
1 – 2	Pobre
2 – 3	Regular
3 – 5	Buena
4 – 5	Muy buena

La calidad de la superficie de rodamiento se mide a través del índice de serviciabilidad presente (PSI); dicho índice es un valor entre 0 y 5, siendo 5 una superficie de rodamiento en perfectas condiciones y 0 una calzada intransitable. Por lo tanto, adoptamos:

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

8.2.3 Determinación de la confiabilidad

Es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o periodo de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico.

El diseño del pavimento tiene que ser capaz de cumplir una función estructural y funcional, es decir la capacidad de soportar las cargas impuestas por el tránsito, y asimismo brindar seguridad y confort al usuario durante el periodo para el cual fue diseñado; por lo tanto, la confiabilidad está relacionada con la aparición de fallas en el pavimento.

La selección del nivel apropiado de confiabilidad para el diseño de un pavimento está dada por el uso esperado de ese pavimento. Un sub-dimensionado tiene consecuencias más graves para un pavimento en el cual se espera un gran volumen de tránsito, que un pavimento que experimentará un bajo volumen de tránsito. En el primer caso, el pavimento alcanzará los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto y será necesario realizar trabajos de reparaciones.

Un nivel de confiabilidad alto implica un pavimento más costoso y por lo tanto mayores costos iniciales, pero también pasará más tiempo hasta que ese pavimento necesite una reparación y por ende los costos de mantenimiento serán menores; por el contrario, un nivel de confiabilidad bajo da pavimentos más económicos, pero con un mayor costo de mantenimiento.

Se adopta en función del tipo de camino según la tabla 22:

Tabla 22.. Confiabilidad recomendada en función del tipo de camino
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias principales	80 – 99	75 – 99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Se adopta un coeficiente de confiabilidad de diseño por considerarla una arteria principal para zona urbana de 90%.

8.2.4 Determinación del desvío estándar

El desvío estándar es una medida de variabilidad de los datos y su desvío con respecto al valor medio, representa la dispersión entre el desempeño predicho y el desempeño real.

Como es muy difícil medir la variabilidad de cada uno de los parámetros, la AASHTO recomienda adoptar este factor en función de la varianza del tránsito en el futuro.

Según la tabla 23, se adopta un desvío estándar para pavimento rígido con error en la predicción del tránsito de 0,39.

$$S_o = 0,39\%$$

Tabla 23. Desvío estándar recomendados
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Condición de diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pavimentos rígidos)
	0,44 (pavimentos flexibles)
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0,39 (pavimentos rígidos)
	0,49 (pavimentos flexibles)

8.2.5 Determinación del módulo de la reacción de la subrasante

La resistencia de la subrasante se obtiene mediante el módulo de reacción del suelo (k), este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión.

La forma de obtener este parámetro es mediante una prueba de carga sobre placa, pero la misma requiere de tiempo y es costosa, con lo cual el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como el valor del CBR.

Según los ensayos de suelo realizados y analizados en el capítulo 2, se estima que el suelo de la subrasante será un A-6. En la figura 52 se indican los posibles valores de CBR que puede poseer el suelo.

Por la gran amplitud que se representa, adoptamos como valor soporte CBR medio dentro del espectro, por lo tanto:

$$CBR \approx 5\%$$

El manual de AASHTO ofrece correlaciones para estimar el módulo resiliente (M_R), para nuestro caso, al ser menor al 10%, se debe emplear la siguiente correlación:

$$M_R = 1500 * CBR = 1500 * 5 = 7500 \text{ psi.}$$

Dicho módulo es una indicación del comportamiento del material bajo cargas repetidas a medida que el material está sujeto a la acción de la carga, se deforma y recupera cuando se quita la carga, sin embargo, el material nunca se recupera a su forma original, por lo que alguna deformación permanente ocurre. Esta deformación se denomina plástica, mientras que la deformación recuperable es la deformación "resiliente". La magnitud relativa de las deformaciones plástica y resiliente influyen el comportamiento del material.

Es muy difícil asignar valores típicos de módulo resiliente para cada tipo de suelo; el valor no sólo está afectado por variables de construcción, sino también por tipo de suelo, granulometría y contenido de humedad, por lo que es recomendable que cada repartición vial debe investigar los suelos de su zona para encontrar correlaciones con el módulo resiliente que sirvan para futuros proyectos.

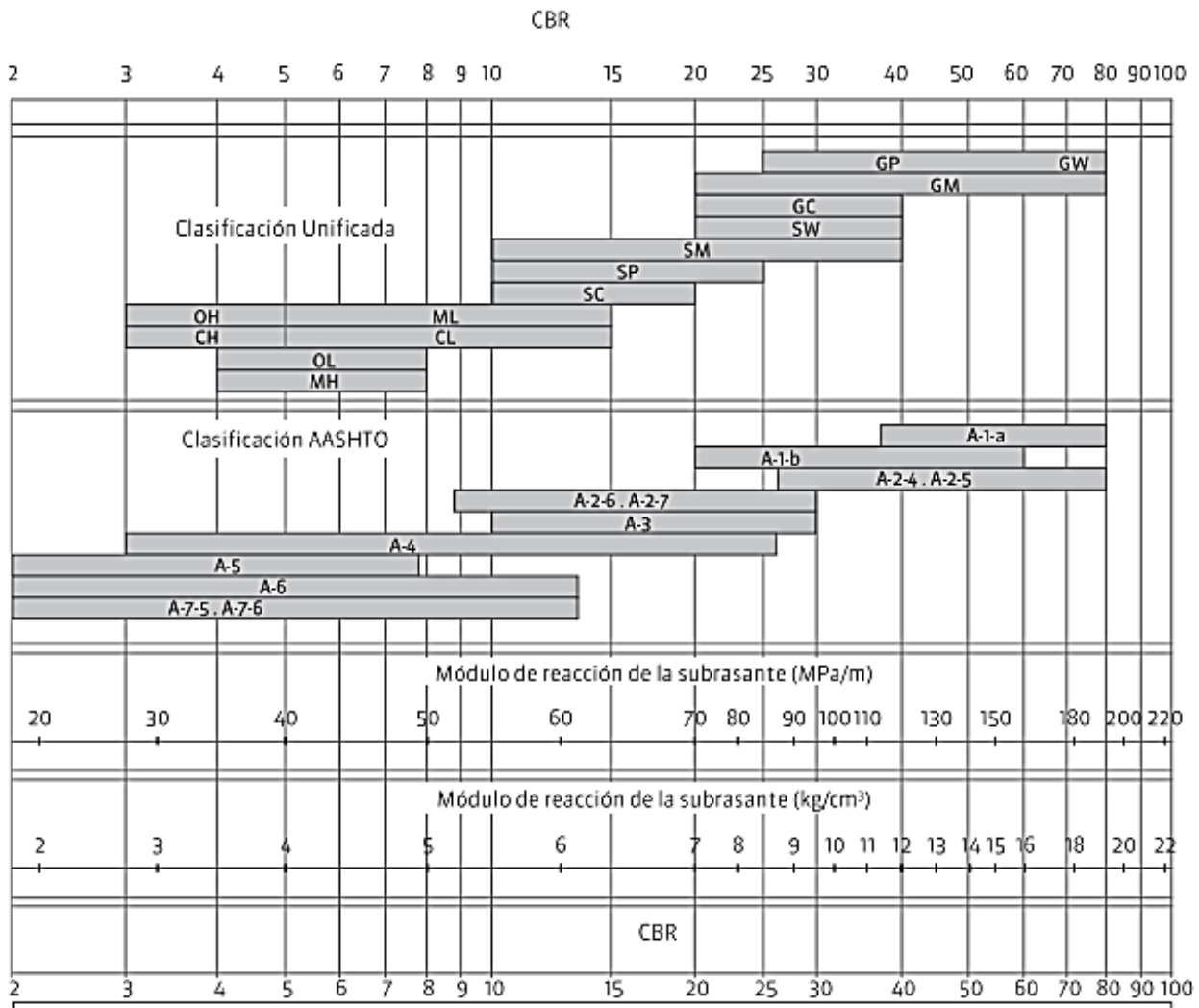


Fig. 54. Correlación entre CBR y clasificación de suelo
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

En la Guía de diseño AASHTO 1993, el módulo resiliente reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante, subbase y base.

En el método AASHTO deben emplearse valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio dado que las incertidumbres son tomadas en cuenta en la confiabilidad R.

8.2.6 Determinación del módulo de reacción compuesto de la subrasante

Debido a la baja capacidad soporte de la subrasante, será necesario interponer una base de calidad superior a esta, sobre la cual se construirá la capa de hormigón, permitiendo aumentar el módulo k, mediante el criterio denominado "Modulo de Reacción Combinado (kc)". Se propone una base de suelo-cal con un espesor de 20 cm (7,87 pulgadas).

Las ventajas de la presencia de cal en el suelo son:

- Disminuye la plasticidad del suelo: Produce la disminución de del índice de plasticidad en 2 o 3%, haciendo que la arcilla se comporte como un limo y el limo como una arena fina.

- Pierde la sensibilidad a los cambios volumétricos debido a variaciones de humedad.
- Impermeabilización del suelo, hasta cierto grado, por la acción de la cal.
- Aumenta la capacidad portante del suelo: Esto se debe a los cambios que ocurren en las partículas de arcilla, con cambios en la tensión superficial de las mismas que dan lugar al aumento de resistencia mencionado.

En la tabla 24 se puede observar que para estabilizados con cal el módulo de elasticidad varía entre 20.000 psi a 70.000 psi; adoptando un valor de 50.000 psi como módulo de elasticidad para la base e ingresando a la tabla 24, según el manual AASHTO, con el módulo resiliente de la subrasante, el espesor propuesto de la base y el módulo de elasticidad de la base propuesta, se estimar el módulo compuesto de reacción (kc).

Tabla 24. Recomendaciones de módulo de elasticidad y pérdida de soporte
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Tipo de material	Pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento E = 6,9 a 13,8 GPa (1×10^6 a 2×10^6 psi)	0,0 – 1,0
Mezclas de agregados con cemento E = 3,4 a 6,9 GPa (5×10^5 a 1×10^6 psi)	0,0 – 1,0
Base tratada con asfalto E = 2,4 a 6,9 GPa ($3,5 \times 10^5$ a 1×10^6 psi)	0,0 – 1,0
Mezclas bituminosas estabilizadas E = 276 a 2070 MPa (4×10^4 a 3×10^5 psi)	0,0 – 1,0
Estabilizado con cal E = 138 a 483 MPa (2×10^4 a 7×10^4 psi)	1,0 – 3,0
Base granular no tratada E = 103 a 310 MPa ($1,5 \times 10^4$ a $4,5 \times 10^4$ psi)	1,0 – 3,0
Materiales naturales de subrasante E = 21 a 276 MPa (3×10^3 a 4×10^4 psi)	2,0 – 3,0

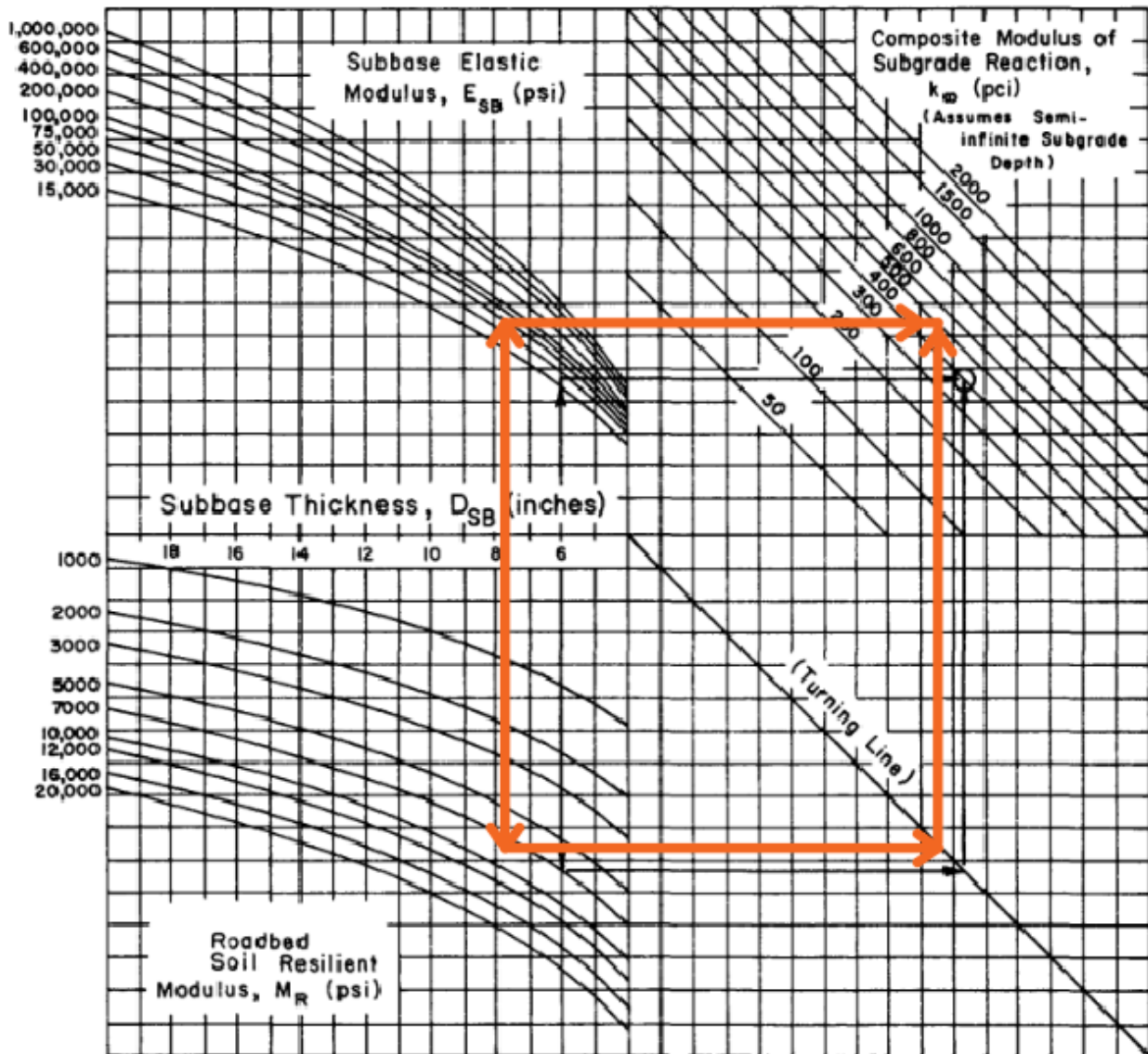


Fig. 55. Módulo compuesto de la subrasante
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Se adopta:

$$k_c = 500 \text{ psi} = 136 \text{ KPa/mm}$$

8.2.7 Determinación del módulo efectivo de la subrasante

El módulo de reacción efectivo tiene en cuenta el aporte de las diferentes capas y la pérdida de soporte que puede ocurrir debido a la erosión de la base.

Ingresando a la Fig. 56 con el módulo de reacción compuesto de 500 psi y una pérdida de soporte de 2, se estima el valor efectivo del módulo de reacción k efectivo de la subrasante.

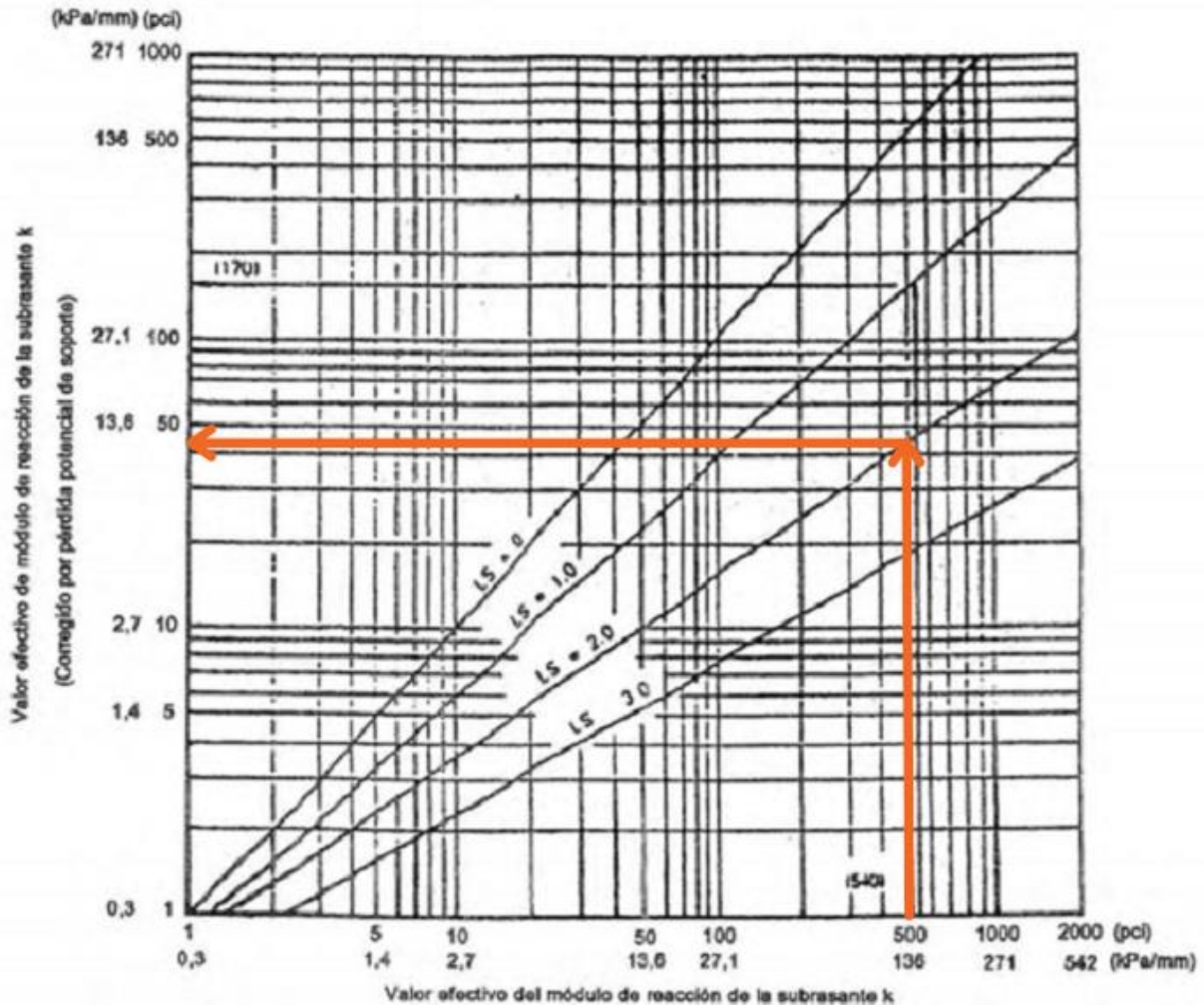


Fig. 56. Módulo efectivo de la subrasante
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Se obtiene:

$$k_{\text{efectivo}} \approx 42 \text{ pci} \approx 11,42 \text{ kPa/mm}$$

8.2.8 Determinación del módulo elástico medio del hormigón

Por el tipo de vía y considerando que pasaran por las mismas cargas pesadas el tipo de hormigón adoptado será un H-30.

Para el cálculo del módulo elástico aplicamos la fórmula recomendada por el Manual AASHTO.

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'c} = 4700 * \sqrt{30 \text{ MPa}} = 25742,96 \text{ Mpa} = 3.733.707,46 \text{ psi}$$

Donde:

- E_c : módulo elástico del hormigón en psi.
- $f'c$: resistencia a la compresión simple en psi.

Según el reglamento CIRSOC 201-2005 la resistencia a compresión $f'c$ de un hormigón H-30 es de 30MPa.

8.2.9 Determinación del módulo de rotura medio del hormigón

Es un parámetro muy importante para el diseño de pavimentos rígidos, ya que es el encargado de controlar las fisuras por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. El manual AASHTO brinda correlaciones entre el módulo de elasticidad del hormigón con el módulo de rotura. Lo efectúa mediante la siguiente expresión:

$$f_r = 43,5 * \frac{E_c}{10^6} + 488,5$$

Siendo:

- E_c : Módulo de elasticidad (psi).
- f_r : Módulo de rotura (psi).

Por lo tanto, el módulo de rotura a emplear será:

$$f_r = 43,5 * \frac{3.733.707,46 \text{ psi}}{10^6} + 488,5 \text{ psi} \approx 651 \text{ psi} = 4,488 \text{ MPa}$$

8.2.10 Determinación de coeficiente de transferencia de cargas “J”

Este coeficiente es un factor que representa la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes, generadas por las cargas de tránsito, a las losas adyacentes a efectos de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento; mientras mejor sea la transferencia de cargas mejor será el comportamiento de las losas.

Las cargas de tránsito son transmitidas de una losa a otra mediante las juntas con el objetivo de reducir las deflexiones en las mismas (Fig. 57), por lo que este factor depende básicamente de si cuenta con pasadores o no, en sus juntas transversales, y si cuentan con algún soporte de rigidización en el borde de calzada.

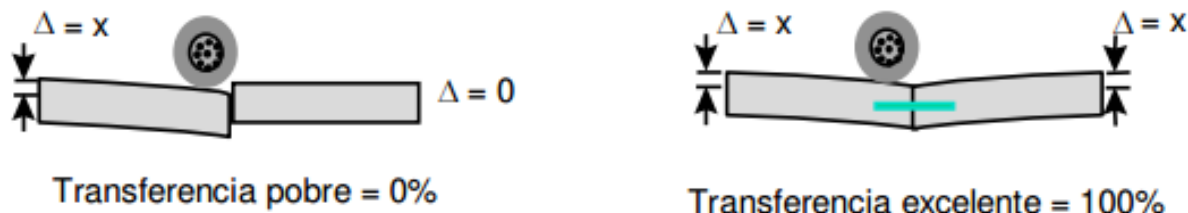


Fig. 57. Esquema de transferencia de carga longitudinal
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

El desempeño de un pavimento mejora con la adición de barras pasa juntas y sobrecargas, factores que se toman en cuenta en el diseño a través del “coeficiente de transferencia de carga (J)” que permite considerar el apoyo lateral provisto en las esquinas de la losa, los dispositivos de transferencia de cargas, la interacción de agregados, y la presencia de bermas de hormigón vinculadas. Coeficientes de transferencia de carga más altos corresponden a menor soporte.

(Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón, ICPA, 2014, pp. 104).

La guía AASHTO recomienda los valores indicados en la tabla 25 en función de las condiciones de diseño.

Tabla 25. Coeficiente de transferencia de cargas "J"
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Tipo de pavimento	Berma de asfalto		Berma de hormigón vinculada	
	Dispositivo de transferencia		Dispositivo de transferencia	
	Si	No	Si	No
Junta sencilla y Junta reforzada	3,2	3,8 – 4,4	2,5 – 3,1	3,6 – 4,2
Continuamente reforzada	2,9 – 3,2	N/D	2,3 – 2,9	N/D

Los valores anteriores no tienen en cuenta el número de ESAL's para la adopción de este factor, sin embargo, dado a que para bajos niveles de tránsito pesado, la transferencia de carga por trabazón entre agregados suele ser suficiente, el ICPA sugiere tener en consideración el nivel de tránsito para la determinación de este factor.

De la tabla 26 se obtiene que, para pavimentos con juntas y pasadores, teniendo en cuenta que el cordón actuará como un soporte de borde y que el número de ESAL's se encuentra entre 3 y 10 millones, por lo tanto, el valor de "J" sugerido es de 2,7.

Tabla 26. Valores sugeridos para factor de transferencia de carga "J"
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

ESAL's (Millones)	Pavimento de hormigón simple y reforzado con juntas (c/pasadores)		Pavimento de hormigón simple (s/pasadores)	
	No	Si	No	Si
<0,3	3,2	2,7	3,2	2,8
0,3-1	3,2	2,7	3,4	3
1-3	3,2	2,7	3,6	3,1
3-10	3,2	2,7	3,8	3,2
10-30	3,2	2,7	4,1	3,4
>30	3,2	2,7	4,3	3,6

8.2.11 Determinación del coeficiente de drenaje "Cd"

El drenaje es un factor importante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil, su principal objetivo es reducir la máxima cantidad de agua que llega a la vía para evitar el deterioro del pavimento y reducir los accidentes de los usuarios.

El exceso de agua en los suelos o en la estructura de una vía afecta sus propiedades geotécnicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, presiones hidrostáticas e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Por tal motivo es una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial.

El manual AASHTO específicamente indica que el agua presente en el pavimento puede generar los siguientes daños:

- Migración de partículas de suelo, creando problemas de erosión.
- Fallas producidas por un escurrimiento incontrolado que llevan a la saturación, exceso de subpresión o exceso de fuerzas de filtración.

- Ablandamiento de la subrasante cuando ésta se satura y permanece saturada durante un prolongado período.
- Degradación de la calidad del material del pavimento por acción de la humedad, por ejemplo: descascaramiento o peladuras en pavimentos asfálticos y fisuras de durabilidad en pavimentos de hormigón.

El método AASHTO tiene en cuenta este efecto mediante un coeficiente de drenaje C_d que depende fundamentalmente del tiempo que tarda la estructura en expulsar el agua infiltrada, calificando el drenaje de excelente a muy pobre.

En función de las características del suelo de subbase (A-6), se cree apropiado definir la capacidad de drenaje como “Pobre” por ser un suelo arcilloso el cual cuenta con un alto grado de impermeabilidad.

Considerando un rango entre el 5% y el 25% del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y considerando una calidad de drenaje “pobre”, adoptamos de la tabla 27 el coeficiente de drenaje “ C_d ” a emplear en el cálculo.

$$C_d = 0,90$$

Tabla 27. Valores recomendados para el coeficiente de drenaje “ C_d ”
(Fuente: Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Excelente	1,25 – 1,20	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10
Bueno	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00
Regular	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80
Muy pobre	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80 – 0,70	0,70

8.2.12 Cálculo del espesor de la losa de hormigón

Con todas las variables obtenidas (Tabla 28), se procede a la resolución de la ecuación propuesta por la AASHTO mediante iteraciones desarrolladas con la ayuda del software Excel de Microsoft.

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \log \left[\frac{S_C' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left(D^{0.75} - 18.42 \left(\frac{k}{E_c} \right)^{0.25} \right)} \right]$$

Tabla 28. Variables intervinientes en la expresión de AASHTO
(Fuente: Elaboración propia).

Variables	Valores
Zr	-1,282
So	0,39
PSI inicial	4,5
PSI final	2
K (pci)	42
Ec (psi)	3.733.707
Sc (psi)	651
J	2,7
Cd	0,9
W18	4.020.733
D (pulg)	8,1

En base a las iteraciones realizadas, se satisface la expresión empleando un espesor para el hormigón de 8,1 pulgadas (20,57 cm). Por lo que, por cuestiones constructivas y simplificativas, se adopta un espesor de 21cm.

8.3 Verificación

Luego de realizar el dimensionado del paquete estructural por el método de la AASHTO, y adoptar un espesor de la losa de hormigón H-30 de 21cm, se verifica el mismo por el método proporcionado por el Instituto del Cemento Portland Argentino para pavimentos urbanos de cemento portland, que consiste en verificar que el espesor de la losa de pavimento no experimente fallas por fatiga ni erosión a lo largo de su vida útil.

Como la capacidad estructural del pavimento está medida por el número de cargas por eje que puede soportar sin fallas, la capacidad consumida para cualquier edad considerada es la suma de la fatiga consumida por cada grupo de cargas por eje.

En función del tránsito pesado que solicitará la losa, se calcula el número de repeticiones por tipo de eje a lo largo de la vida útil. Este valor se compara con las repeticiones permitidas que se obtienen en las Figuras 58 y 59, teniendo en cuenta la relación entre la tensión de cálculo y la tensión de rotura.

Procesando los datos necesarios para realizar la verificación, se obtiene el porcentaje de consumo de fatiga y erosión:

- Hormigón H-30 con un espesor de 21 cm.
- Tensión de rotura del hormigón: $MR = 45,76 \text{ kg/cm}^2 = 4,488 \text{ Mpa}$. (calculado en 8.2).
- Base de suelo-cal:
 - Espesor = 20 cm.
 - $K_{efectivo} = 500 \text{ psi} = 136 \text{ Mpa/m}$
- Vida útil: 30 años.
- F.S.= 1,1.
- Tránsito: En función del tránsito de diseño igual a 9792 vehículos por día y del porcentaje de vehículos pesados obtenidos en el censo de tránsito, se realiza la verificación a la fatiga para las siguientes cargas a lo largo de su vida útil:
 - Colectivos (1,39%) = 136 vpd, se considera como vehículos con 6 toneladas por eje.
 - Camión liviano (1,60%) = 157 vpd, se considera como vehículos con 10,5 toneladas por eje.

- Camión tándem de dos ejes (0,28%) = 27 vpd, se considera como vehículos con 18 toneladas por eje.

El análisis de datos puede verse resumido en las tablas 29 y 31. El mismo fue resultado empleando la metodología gráfica (Fig. 58 y 59, Tablas 30 y 31) propuesta por el ICPA.

Tabla 29. Análisis por fatiga de pavimento rígido
(Fuente: Elaboración propia).

						Análisis por fatiga	
Cargas		Repeticiones esperadas		Tensión equivalente [MPa]	Relación de tensiones	Repeticiones permitidas	Consumo de fatiga [%]
Peso * F.S. [tn]	Peso * F.S. [Kn]	Diarias	30 años				
Simple							
6,6	65	136	1489200	1,13	0,25	Ilimitadas	0%
11,55	113	157	1719150	1,13	0,25	Ilimitadas	0%
Tándem							
19,8	194	27	295650	0,94	0,21	2000000	14,8%

Tabla 30. Tensión equivalente para pavimento con banquina o cordón de hormigón
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

Tabla 2-24: Tensión equivalente - Con banquina de hormigón. (Eje simple /doble /triple).

Espesor de la losa (mm)	k subrasante-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	4,18/3,48/2,87	3,65/3,10/2,67	3,37/2,94/2,60	3,19/2,85/2,57	2,85/2,74/2,56	2,72/2,72/2,57
110	3,68/3,07/2,50	3,23/2,71/2,29	2,99/2,56/2,22	2,83/2,47/2,18	2,55/2,35/2,16	2,43/2,32/2,16
120	3,28/2,75/2,20	2,88/2,41/2,00	2,67/2,26/1,93	2,54/2,17/1,89	2,29/2,05/1,85	2,19/2,02/1,85
130	2,95/2,49/1,97	2,60/2,17/1,78	2,41/2,02/1,70	2,29/1,94/1,66	2,07/1,82/1,61	1,99/1,78/1,61
140	2,68/2,27/1,78	2,36/1,97/1,59	2,19/1,83/1,52	2,08/1,75/1,48	1,89/1,63/1,43	1,81/1,59/1,42
150	2,44/2,08/1,62	2,15/1,80/1,44	2,00/1,67/1,37	1,90/1,59/1,33	1,73/1,48/1,24	1,66/1,44/1,26
160	2,24/1,93/1,49	1,97/1,66/1,32	1,84/1,53/1,24	1,75/1,46/1,20	1,59/1,35/1,15	1,53/1,31/1,13
170	2,06/1,79/1,38	1,82/1,54/1,21	1,70/1,42/1,14	1,62/1,35/1,10	1,48/1,24/1,04	1,42/1,20/1,03
180	1,91/1,67/1,28	1,69/1,43/1,12	1,57/1,32/1,05	1,50/1,25/1,01	1,37/1,15/0,96	1,32/1,11/0,94
190	1,77/1,57/1,19	1,57/1,34/1,04	1,46/1,23/0,98	1,40/1,17/0,94	1,28/1,07/0,88	1,23/1,03/0,86
200	1,65/1,48/1,12	1,46/1,26/0,98	1,37/1,16/0,91	1,30/1,10/0,87	1,19/1,00/0,82	1,15/0,96/0,80
210	1,55/1,40/1,05	1,37/1,19/0,92	1,28/1,09/0,85	1,22/1,03/0,81	1,12/0,93/0,76	1,08/0,90/0,74

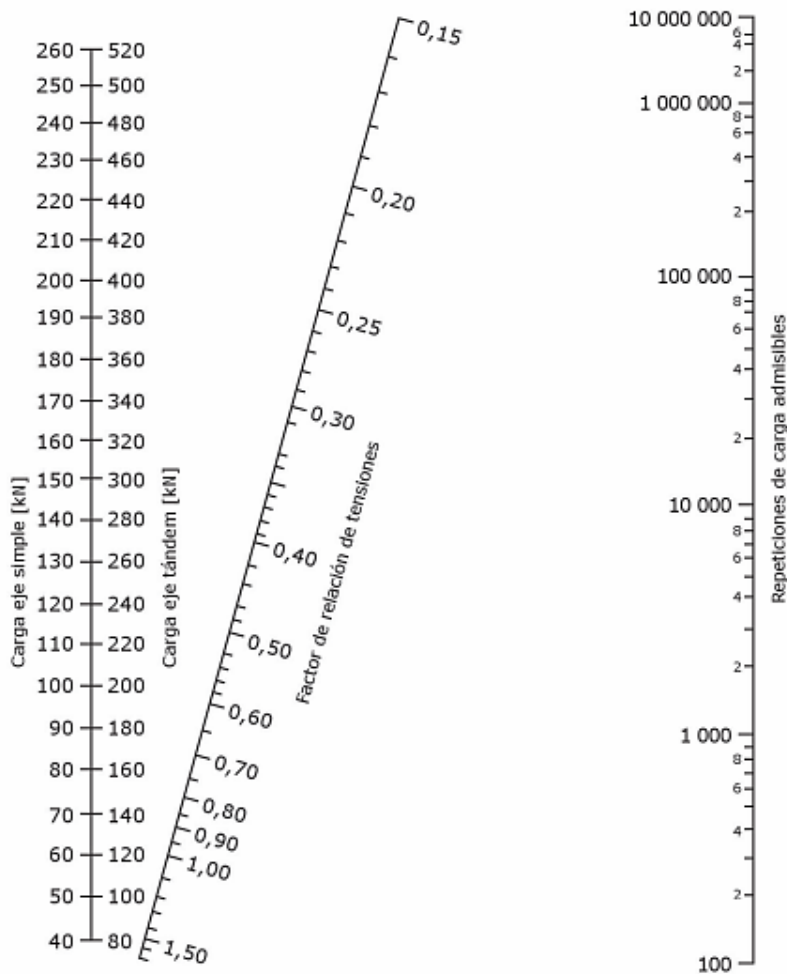


Fig. 58. Repeticiones de carga admisibles para pavimentos de hormigón (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICOPA).

Tabla 31. Análisis por erosión de pavimento rígido (Fuente: Elaboración propia).

				Análisis por erosión			
Cargas	Repeticiones esperadas		Tensión equivalente [MPa]	Relación de tensiones	Factor de erosión	Repeticiones permitidas	Consumo de erosión [%]
	Diarias	30 años					
Simple							
65	136	1489200	1,13	0,25	2,26	Ilimitadas	0%
113	157	1719150	1,13	0,25	2,26	Ilimitadas	0%
Tándem							
194	27	295650	0,94	0,21	2,27	1900000	15,6%

Tabla 32. Factores de erosión para pavimento con banquina o cordón de hormigón
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

Tabla 2-27: Factores de erosión - Con pasadores. Con banquina de hormigón. (Eje simple /doble /triple).						
Espesor de la losa (mm)	k subrasante-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3,27/3,25/3,27	3,24/3,17/3,17	3,22/3,14/3,13	3,21/3,12/3,12	3,17/3,11/3,07	3,15/3,11/3,03
110	3,16/3,16/3,19	3,12/3,07/3,07	3,10/3,03/3,02	3,09/3,00/3,00	3,05/2,98/2,95	3,03/2,97/2,92
120	3,05/3,08/3,12	3,01/2,98/2,99	2,99/2,93/2,93	2,98/2,90/2,90	2,94/2,86/2,85	2,92/2,84/2,82
130	2,95/3,01/3,06	2,92/2,9/2,92	2,89/2,85/2,85	2,88/2,81/2,81	2,84/2,76/2,76	2,82/2,74/2,73
140	2,87/2,94/3,00	2,82/2,83/2,86	2,80/2,77/2,78	2,78/2,74/2,74	2,75/2,67/2,67	2,73/2,65/2,64
150	2,79/2,88/2,95	2,74/2,77/2,80	2,72/2,71/2,73	2,70/2,67/2,67	2,67/2,60/2,59	2,65/2,57/2,56
160	2,71/2,82/2,91	2,66/2,71/2,76	2,64/2,65/2,67	2,62/2,60/2,62	2,59/2,53/2,52	2,57/2,50/2,49
170	2,64/2,77/2,86	2,59/2,65/2,71	2,57/2,59/2,62	2,55/2,55/2,57	2,51/2,46/2,47	2,49/2,43/2,43
180	2,57/2,72/2,82	2,52/2,60/2,67	2,50/2,54/2,58	2,48/2,49/2,52	2,44/2,41/2,41	2,42/2,37/2,37
190	2,51/2,67/2,79	2,46/2,56/2,63	2,43/2,49/2,54	2,41/2,44/2,48	2,38/2,35/2,37	2,36/2,32/2,32
200	2,45/2,63/2,75	2,40/2,51/2,59	2,37/2,44/2,50	2,35/2,40/2,44	2,31/2,31/2,32	2,30/2,27/2,28
210	2,39/2,58/2,72	2,34/2,47/2,56	2,31/2,40/2,47	2,29/2,35/2,40	2,26/2,26/2,28	2,24/2,22/2,23

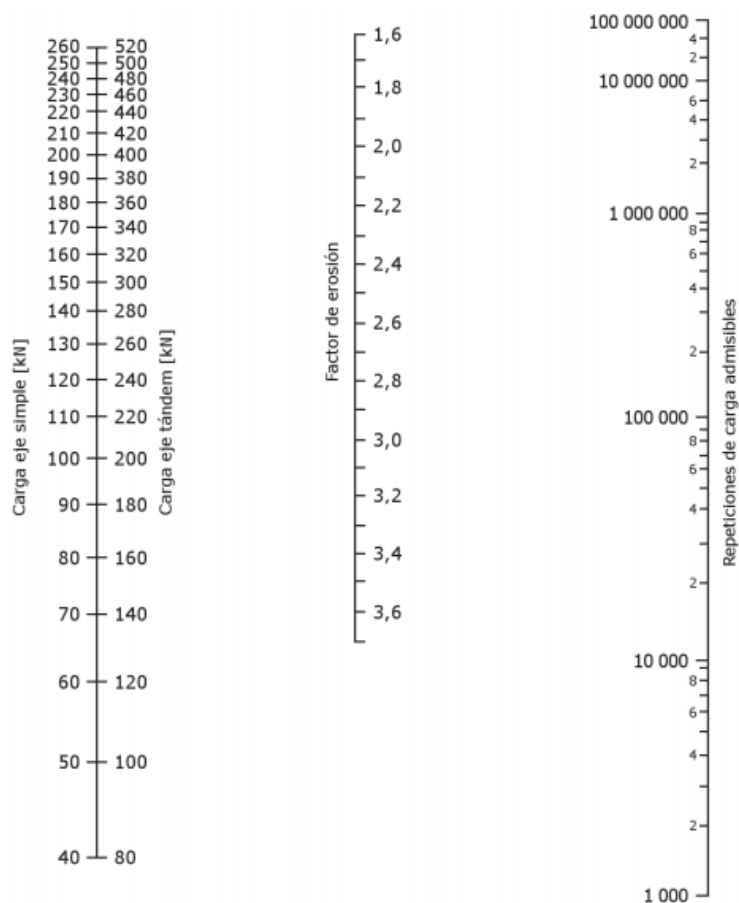


Fig. 59. Repeticiones de carga admisibles para pavimentos de hormigón
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

Como se observa en las tablas 31 y 32, en este caso el consumo de fatiga y erosión del pavimento hormigón verifica a través de la metodología propuesta.

8.4 Diseño de juntas

Las juntas se diseñan para controlar y mantener la calidad y capacidad estructural de un pavimento con bajos costos de mantenimiento, por lo que el correcto desempeño de los pavimentos rígidos depende del correcto funcionamiento de sus juntas.

Según el ICPA, los objetivos principales son:

- Controlar la fisuración longitudinal y transversal debida a la contracción restringida (por la fricción con la capa inferior), a los efectos combinados de las tensiones de alabeo (por diferencia de temperatura y humedad) y las producidas por las cargas de tránsito.
- Permitir dividir al pavimento en elementos prácticos para su ejecución (pavimentación en fajas o por carriles).
- Permitir el libre movimiento de las losas.
- Proveer transferencia de carga entre losas por trabazón de agregados y/o pasadores.
- Proveer un reservorio para colocar el material de sello.

Para el diseño se utilizarán las recomendaciones del Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA). Por lo que se tendrá, en lo que respecta a las separaciones y relación largo-ancho, las siguientes limitantes:

- La separación máxima entre juntas aconsejada es:

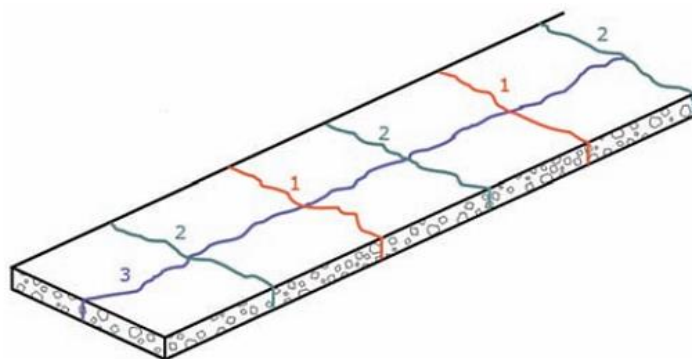
$$Sep. Máxima = K * e$$

Siendo:

- K: Constante, igual a 21 para bases tratadas o 24 para bases no tratadas.
 - e: Espesor de calzada.
- La relación larga/ancho debe ser menor a 1,25.

Siendo en nuestro caso:

$$Sep. Máxima = 21 * 0,21m = 4,41m$$



1. Fisuras transversales a intervalos regulares.

2. Fisuras transversales intermedias.

3. Fisuras longitudinales en la zona central de la calzada.

Fig. 60. Fisuración natural del pavimento
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

8.4.1 Juntas transversales de contracción

Se materializan en el sentido transversal de la calzada de hormigón (Fig. 60) con el fin de controlar la formación de fisuras intermedias en las losas. Se realizan mediante el aserrado de la sección con una profundidad mínima recomendada de aserrado de un tercio del espesor de la losa para bases tratadas.

$$prof. \text{ m\u00ednima aserrado} = \frac{1}{3} * 21 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

Se adopta un valor de profundidad de aserrado de 7cm.

Se adopta una separaci\u00f3n entre juntas transversales de 4m < separaci\u00f3n m\u00e1xima= 4,41m

8.4.2 Pasadores

Son barras de acero lisas colocadas en la junta transversal para transferir cargas (Fig. 61 y 62). Las mismas colaboran en la disminuci\u00f3n de tensiones y deflexiones en el hormig\u00f3n y reducen el potencial de escalonamiento, bombeo y rotura de esquina en las losas.

Deben utilizarse con tr\u00e1nsito pesado en losas de 18 cm de espesor o superiores, donde la trabaz\u00f3n entre agregados no es suficiente para la transferencia de cargas. Deben permitir el movimiento horizontal de las losas.

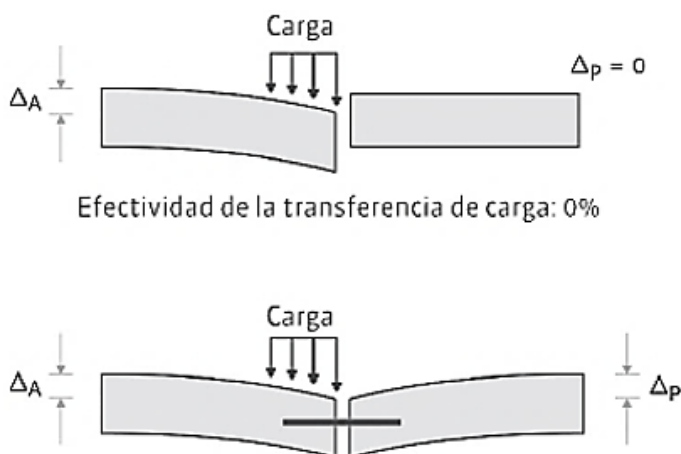


Fig. 61. Esquema de transferencia de cargas
(Fuente: Manual de dise\u00f1o y construcci\u00f3n de pavimentos de hormig\u00f3n. ICPA).

El di\u00e1metro del pasador m\u00e1s conveniente depende principalmente del nivel de tr\u00e1nsito pesado, pero en la pr\u00e1ctica se adopta el mismo en funci\u00f3n del espesor de dise\u00f1o. El manual de dise\u00f1o provee la tabla 33 con las caracter\u00edsticas y exigencias que deben poseer los mismos.

En nuestro caso, por poseer una losa de 21 cm de espesor, se deben emplear pasadores de 32 mm de di\u00e1metro, con un largo de 45 cm, separadas 30 cm entre ellas y 15 cm del borde.

Tabla 33. Caracter\u00edstica de los pasadores
(Fuente: ICPA).

Tipo de hierro	Barra redonda lisa. Tipo I. AL-220.
Superficie	Lisa, libre de \u00f3xido y con tratamiento que impida la adherencia al hormig\u00f3n.
Largo	45 cm.
Di\u00e1metro	25 mm. para $e \leq 20$ cm. 32 mm. para $20 \text{ cm.} < e \leq 25$ cm. 38 mm. para $e > 25$ cm.
Separaci\u00f3n	30 cm. de centro a centro. 15 cm. de centro a borde.
Ubicaci\u00f3n	Paralelo a la superficie del pavimento y al eje de la calzada. Mitad del espesor de la losa. Mitad a cada lado de la junta transversal.

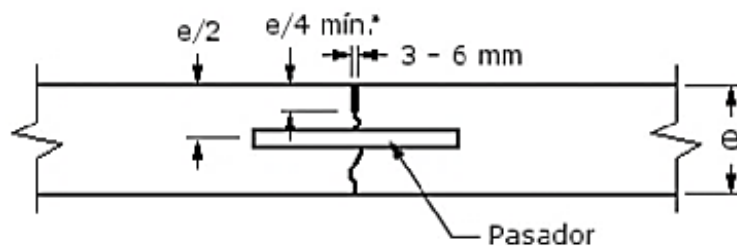


Fig. 62. Esquema de junta transversal con pasador
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

8.4.3 Juntas longitudinales de contracción o articulación

Son similares a las de contracción, solo que se ejecutan en el sentido longitudinal de la calzada. Se ejecutan para controlar la fisuración cuando dos o más carriles se ejecutan simultáneamente.

Deben ser aserradas y selladas para impedir el ingreso de agua a la estructura del pavimento. La transferencia de carga se materializa por trabazón de agregados, en tanto que se emplean barras de unión para mantener anclada la junta, garantizando una adecuada eficiencia en la transferencia de carga a largo plazo.

Según el perfil propuesto, se tendrá una calzada con un ancho de 8m. Adoptándose una separación entre juntas longitudinales de 4m, por lo que la separación será menor a la máxima.

Las barras de unión son de acero conformado superficialmente y su dimensionado se realiza por la metodología propuesta en el manual de diseño y construcción de hormigón del ICPA. El mismo dependerá del espesor de las losas, la distancia al borde libre más cercano y la fricción en el plano de contacto. Debiendo estimarse la sección mínima de acero de las barras de unión por cada losa de pavimento mediante la siguiente expresión:

$$A_{BU} = \frac{\gamma * E * L * \mu * S}{f_a}$$

Siendo:

- A_{BU} : Sección mínima de acero de las barras de unión por cada losa de pavimento.
- γ : peso unitario del hormigón.
- E : Espesor de la losa.
- L : La distancia al borde libre más cercano.
- μ : Coeficiente de fricción entre la losa y el apoyo (Tabla 34).
- f_a : Tensión admisible del acero.
- S : Separación entre juntas transversales.

Tabla 34. Coeficientes de fricción recomendados para juntas
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

Tabla 3-2: Coeficientes de fricción recomendados. [AASHTO. 1993]	
Tipo de material en el apoyo de la calzada	Coeficiente de Fricción, μ
Tratamiento superficial	2,2
Estabilizado con cal/cemento/asfalto	1,8
Material granular	1,5
Subrasante Natural	0,9

Por lo tanto, empleando los siguientes valores y adopciones:

- $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$.
- $E = 0,21\text{m}$.
- $L = 4\text{m}$.
- $\mu = 1,8$.
- $f_a = 4282 \text{ kg/cm}^2$ (ADN 420).
- $S = 4\text{m}$.

Tendremos:

$$A_{BU} = \frac{2400 * 0,21 * 4 * 4 * 1,8}{4282} = 3,39 \text{ cm}^2$$

Para la adopción del diámetro, se debe tener en cuenta que las barras deben encontrarse alejadas como mínimo 40 cm de las juntas transversales con el fin de no interferir con el movimiento de los pasadores. Por lo que la longitud real en la cual se debe disponer la armadura será menor.

$$L_{efectiva} = 4 \text{ m} - 0,8 \text{ m} * 2 = 2,4 \text{ m}$$

Adoptando barras de 10 mm, se deben colocar:

$$N^{\circ}barras = \frac{3,39 \text{ cm}^2}{0,79 \text{ cm}^2} = 4,29 \text{ barras}$$

Adoptando 5 barras, las mismas deberán estar separadas:

$$Sep. Barras = \frac{2,4\text{m}}{5 - 1} = 0,6 \text{ m}$$

Cumple con la unión mínima de la Tabla 35.

Tabla 35. Longitud mínima de barras de unión para juntas
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

Tabla 3-3: Largo mínimo de las barras de unión.			
Diámetro de la barra [mm]	Sección [cm ²]	Perímetro [cm]	Largo mínimo de la barra de unión [cm]
10	0,79	3,14	60
12	1,13	3,77	72
16	2,01	5,02	96
20	3,14	6,28	120

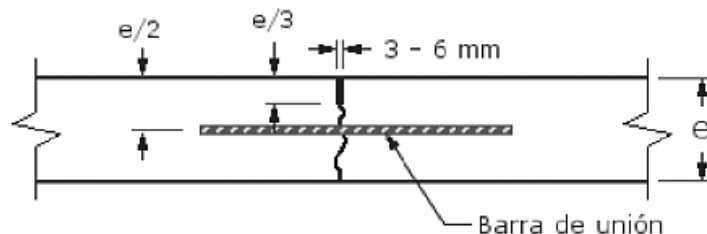


Fig. 63. Esquema de junta longitudinal de contracción con barras de unión
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

8.4.4 Juntas longitudinales de construcción

Las mismas se ejecutarán cuando la calzada se construya en distintas etapas o en el caso de ejecutarse por fajas.

Por tratarse de estructuras moldeadas, las mismas no cuentan con el mecanismo de transferencia por trabazón entre los agregados. Es por ello que se ejecuta un encastre Fig. 64. (trapezoidal o semicircular) con el objetivo de proveer dicha transferencia de carga.

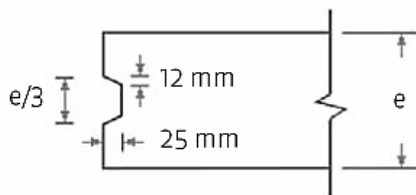


Fig. 64. Esquema de encastre trapezoidal a media profundidad
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA)

Para mantener la transferencia de carga se emplearán las mismas barras calculadas y adoptadas para las juntas longitudinales de contracción o articulación, ejecutándose según el esquema de la Fig. 65.

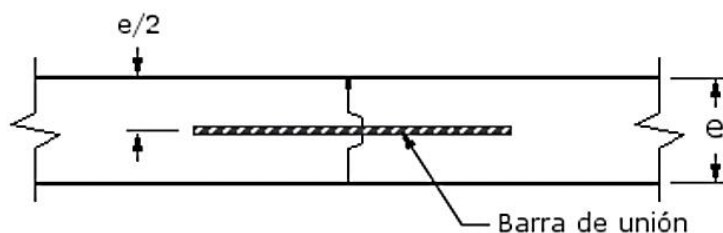


Fig. 65. Esquema de junta longitudinal de construcción con barra de unión
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

8.4.5 Juntas transversales de dilatación

El objetivo de las juntas de dilatación (Fig. 66) es proveer espacio para el movimiento de las losas sin el ingreso de materiales incompresibles dentro de las mismas. Permiten movimientos diferenciales entre dos zonas pavimentadas o contra una estructura fija.

Antiguamente se ubicaban estas juntas a intervalos regulares con el fin de evitar levantamientos localizados de losas, pero estudios han demostrado que el hormigón de calzada experimenta una contracción inicial por secado que provoca una apertura excesiva de las juntas lo cual dañaba el sellado de las mismas.

Actualmente esta práctica se ha dejado de lado, debido a que se ha demostrado experimentalmente que la contracción inicial por secado provoca una apertura de las juntas de pavimentos, la cual permite el libre movimiento de las losas frente al cambio de humedad y temperatura, siendo necesario considerarlas, a intervalos regulares, solamente cuando existan antecedentes de levantamientos localizados, o se considere que dicha apertura inicial no resulte suficiente, pudiendo ocasionarse bajo alguna de las siguientes condiciones:

- Si la temperatura del ambiente es inferior a 4°C durante la construcción.
- Si el coeficiente de expansión térmica del agregado es elevado.
- Si el clima se caracteriza por poseer una elevada amplitud térmica entre el invierno y el verano.

El manual del ICPA indica que resulta necesario emplearlas en los siguientes casos:

- Intersecciones de pavimentos de hormigón.
- Curvas de pequeño radio (principio y fin de curva).
- Zonas de cambio abrupto en la pendiente.
- Contra estructuras fijas.
- En transiciones con otros pavimentos.

El ancho de estas juntas se ubica entre 19 a 25mm. El espacio de dilatación se rellena con un material compresible y elástico que no permita el ingreso de materiales incompresibles. Así mismo, se debe incorporar un capuchón de 80 mm de largo, el cual permite un movimiento libre de 30 mm.

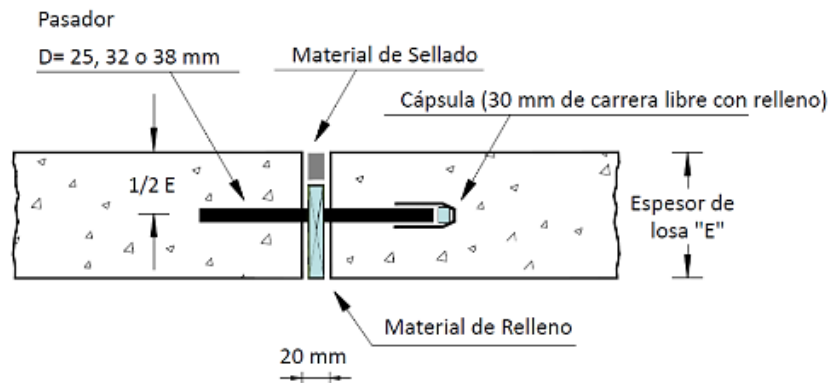


Fig. 66. Esquema de junta de dilatación
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

8.4.6 Juntas transversales de construcción

Son las juntas que se ejecutan al final de una jornada de trabajo o bien por paradas imprevistas en el hormigonado (Fig. 67). Siempre que sea posible, estas juntas se sitúan en correspondencia con la posición de las juntas transversales previstas en el proyecto.

Se ejecutan a tope y por ende no disponen de trabazón intergranular, por lo que siempre demandan la colocación de los mismos pasadores que en las juntas de contracción.

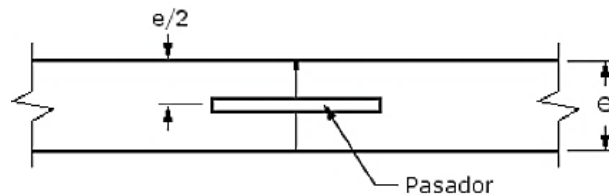


Fig. 67. Esquema de juntas transversales de construcción
(Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA).

8.5 Paquete estructural propuesto

En la Fig. 68 se puede observar el paquete estructural estimado y adoptado para el anteproyecto, que se obtuvo luego del dimensionado de la losa, verificación y diseño de juntas.

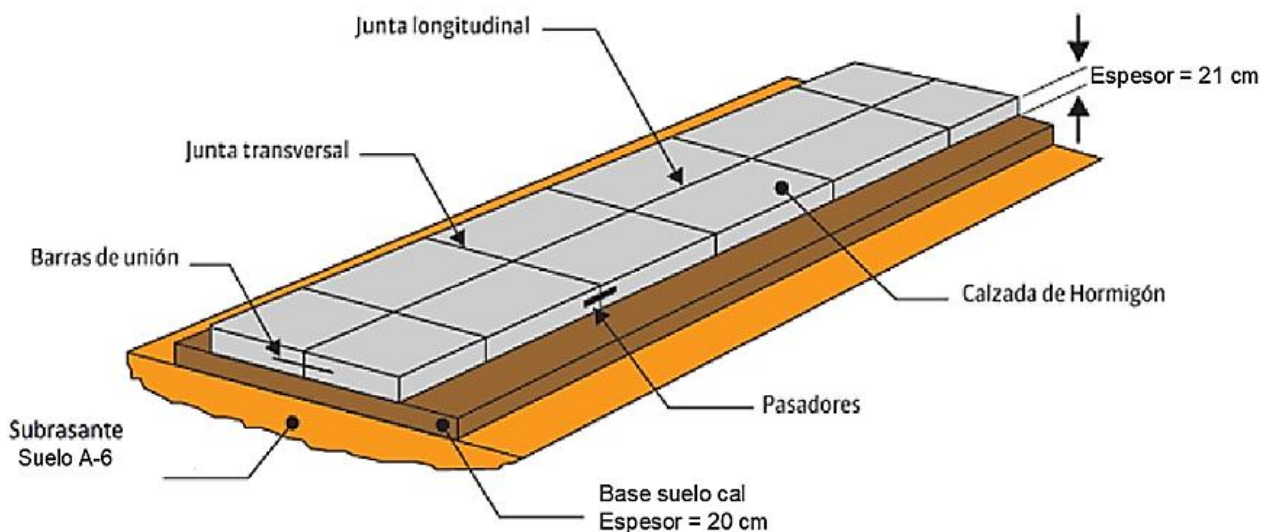


Fig. 68. Esquema de paquete estructural adoptado
(Fuente: Elaboración propia).

9. DESAGÜES PLUVIALES

Los sistemas de desagüe pluvial, tradicionalmente se dividen en 2 partes, a saber:

- Sistema primario: es aquel que conduce el agua de exceso pluvial por medio del escurrimiento laminar o encausado mediante las aceras, hasta alcanzar el sistema de recepción o puntos de captación.
- Sistema secundario: es aquella parte del sistema que conduce el agua interceptada desde el sistema primario hasta los sitios de recepción y/o disposición final, mediante sumideros, imbornales o alcantarillas y se conducen mediante conductos.

9.1 Escurrimiento por cordones cunetas

Como parte del sistema primario, por sobre la superficie de las calzadas se conduce el agua en exceso y una vez superado el caudal admisible (o el nivel admisible) sobre la misma, se capta mediante un imbornal o sumidero, mediante el cual se incorpora el líquido al conjunto de conductos que llevan el mismo hasta el punto de descarga.

Generalmente se utiliza un perfil tipo “a dos aguas” que almacena agua en movimiento hacia los laterales externos de la vía (Fig. 69), inundando el espacio ocupado por un carril lateral y por medio de la energía disponible por la pendiente longitudinal se conduce hacia los imbornales.

La única condición para que las cunetas actúen como canal, es que el tirante máximo permitido en las calles sea compatible con la protección que se pretende dar y la importancia de la vía de comunicación, por lo que se define al tirante máximo de la misma altura del cordón 15cm.

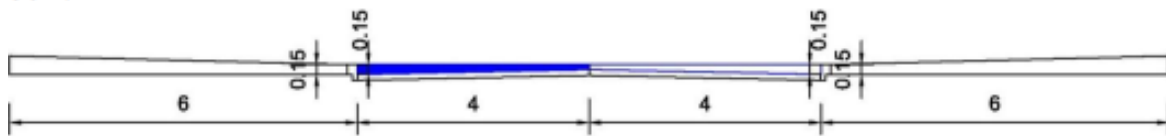


Fig. 69. Detalle transversal para captación de agua
(Fuente: Elaboración Propia).

Los cordones y cunetas poseen capacidad de transporte de agua y son los primeros elementos en recibir el exceso de los frentistas y la calzada misma.

Utilizando la fórmula de Manning, como el de flujo uniforme en la sección y aceptando que el ancho superior del canal es igual al perímetro mojado, condición próxima a la de los canales anchos de poca profundidad, podemos transformar la ecuación:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \left(\frac{1}{n} \right) * A * Rh^{2/3} * \sqrt{S_0}$$

En donde:

- n = Coeficiente de rugosidad de Manning (para H°).
- A = Área mojada de la sección de paso.
- Rh = Radio hidráulico.
- So = Pendiente longitudinal del canal (calzada).

Y como:

$$Rh = \frac{A}{P} ; A = \frac{z * d^2}{2} ; P = z * d$$

Izzard desarrollo un modelo aproximado sobre experiencias en campo y llego a la siguiente expresión, donde en lugar de multiplicar por 0,3117 lo reemplaza por 0,377:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = 0,377 * \left(\frac{z}{n} \right) * d^{8/3} * \sqrt{S_0}$$

Siendo:

- n = Coeficiente de rugosidad de Manning (para H°).
- z = Recíproco de la pendiente transversal de la calle.
- d = Profundidad del flujo en la cuneta, en metros.
- So = Pendiente longitudinal del canal (calzada).

Todos los parámetros de la fórmula anterior menos la pendiente longitudinal de la acera So, por lo que podemos definir un coeficiente k en función de los mismos.

$$k = 0,377 * \left(\frac{z}{n}\right) * d^{8/3}$$

El valor n que representa el coeficiente de rugosidad de Manning en función del material sale de la tabla 36, adoptando el valor de 0,016 para cordón cuneta de pavimentos de hormigón.

Tabla 36. Valores típicos adoptados para coeficiente de Manning
(Fuente: Catedra de Hidrología - Facultad de Ingeniería - UNNE).

CARACTERÍSTICAS	n
CANALES	
Rectilíneos con pastos de 15cm de altura	0,300 – 0,400
Rectilíneos con pastos y ramas de 30cm de altura	0,300 – 0,060
de hormigón premoldeados con buena terminación	0,011 – 0,014
de H° moldeados en el lugar con formas metálicas simples	0,012 – 0,014
de H° moldeados con encofrado de madera	0,015 – 0,020
CORDÓN CUNETA	
de asfalto suave	0,013
de asfalto rugoso	0,016
de concreto suave con pavimento de asfalto	0,014
de concreto rugoso con pavimento de asfalto	0,015
de pavimento de hormigón	0,014 – 0,016
de piedras	0,016

Permitiendo acumular agua hasta la altura del cordón (15 cm) y siendo la pendiente transversal 2,5%:

$$k = 0,377 * \left(\frac{40}{0,016}\right) * (0,15m)^{8/3} = 5,99$$

$$Q \left(\frac{m^3}{s}\right) = 5,99 * \sqrt{S_0}$$

En función de la pendiente longitudinal para los diferentes tramos estudiados se puede calcular el caudal admisible de transportar por los cordones cunetas (Tabla 37).

Tabla 37. Caudales admisibles de transportar por cordón cuneta para los tramos en estudio
(Fuente: Elaboración propia).

Microcuencas	k	So (m/m)	Q _{adm} (m ³ /s)	Q _{adm} (l/s)
1	5,99	0,0017	0,247	247
2	5,99	0,0026	0,310	310
3	5,99	0,0034	0,350	350
4	5,99	0,0020	0,270	270

Se analiza el área de contribución de cada microcuenca, por tramo y por frente, ya que cada calle transporta el caudal en cada uno de sus frentes, definiendo como frente izquierdo y frente derecho siguiendo su sentido de escurrimiento (Tabla 38).

Tabla 38. Cálculo de caudal por metro de longitud que transportan las calles
(Fuente: Elaboración propia)

Microcuenca de Aporte	Tramo	Área (km ²)	Long. (m)	Q (m ³ /s)	q (m ³ /s*m)	q (l/s*m)
1	-	0,181		1,332	-	-
	I izquierda	0,0585	703,30	0,431	0,001	0,612
	I derecha	0,0193	703,30	0,142	0,000	0,202
	II izquierda	0,0041	337,77	0,030	0,000	0,089
	II derecha	0,0548	337,77	0,403	0,001	1,194
	III izquierda	0,0208	436,49	0,153	0,000	0,351
	III derecha	0,0235	436,49	0,173	0,000	0,396
2	-	0,167		1,326	-	-
	I izquierda	0,0323	646,39	0,256	0,000	0,397
	I derecha	0,0494	646,39	0,392	0,001	0,607
	II izquierda	0,0317	337,77	0,252	0,001	0,745
	II derecha	0,0159	337,77	0,126	0,000	0,374
	III izquierda	0,0268	436,49	0,213	0,000	0,487
	III derecha	0,0109	436,49	0,087	0,000	0,198
3	-	0,0282		0,388	-	-
	I izquierda	0,0096	248,98	0,132	0,001	0,531
	I derecha	0,0022	248,98	0,030	0,000	0,122
	II izquierda	0,0027	230,69	0,037	0,000	0,161
	II derecha	0,0137	230,69	0,189	0,001	0,817
4	-	0,234		1,587	-	-
	I izquierda	0,0262	945,63	0,178	0,000	0,188
	I derecha	0,0440	945,63	0,298	0,000	0,316
	II izquierda	0,0393	623,98	0,267	0,000	0,427
	II derecha	0,0462	623,98	0,313	0,001	0,502
	III izquierda	0,0092	183,05	0,062	0,000	0,341
	III derecha	0,0691	643,12	0,469	0,001	0,729

Dividiendo el caudal unitario por el caudal que puede transportar las calles en cada frente determinamos cuantos imbornales se debe colocar en el tramo de estudio y su separación (Tabla 39).

Tabla 39. Determinación del número de imbornales por tramos de cada microcuenca
(Fuente: Elaboración propia).

Microcuenca de aporte	Tramo	q caudal por longitud (l/s*m)	Long. (m)	Sep. (m)	N° sumideros mín.	N° sumideros adoptados	Sep. adoptada (m)
1	I izquierda	0,612	703,3	403,42	1,74	2	351,65
	I derecha	0,202	703,3	1222,79	0,58	1	703,30
	II izquierda	0,089	337,77	2764,43	0,12	1	337,77
	II derecha	1,194	337,77	206,83	1,63	2	168,89
	III izquierda	0,351	436,49	704,17	0,62	1	436,49
	III derecha	0,396	436,49	623,27	0,70	1	436,49
2	I izquierda	0,397	646,39	781,50	0,83	1	646,39
	I derecha	0,607	646,39	510,98	1,26	2	323,20
	II izquierda	0,745	337,77	416,10	0,81	1	337,77
	II derecha	0,374	337,77	829,58	0,41	1	337,77
	III izquierda	0,487	436,49	636,03	0,69	1	436,49
	III derecha	0,198	436,49	1563,81	0,28	1	436,49
3	I izquierda	0,531	248,98	659,71	0,38	1	248,98
	I derecha	0,122	248,98	2878,73	0,09	1	248,98
	II izquierda	0,161	230,69	2173,32	0,11	1	230,69
	II derecha	0,817	230,69	428,32	0,54	1	230,69
4	I izquierda	0,188	945,63	1436,54	0,66	1	945,63
	I derecha	0,316	945,63	855,39	1,11	2	472,82
	II izquierda	0,427	623,98	631,94	0,99	1	623,98
	II derecha	0,502	623,98	537,56	1,16	2	311,99
	III izquierda	0,341	183,05	791,92	0,23	1	183,05
	III derecha	0,729	643,12	370,43	1,74	2	321,56

En el plano N° 3, se definen las ubicaciones de los sumideros.

9.2 Diseño y cálculo de sumideros

Los sumideros son los elementos encargados de captar el agua que escurre por sobre la superficie de calzada y volcarlos al sistema secundario de conducción, dejando nuevamente habilitada esta para seguir recibiendo excesos.

En función del caudal que puede transportar los distintos tramos, se procede a la ubicación de los distintos sumideros según se considere necesario descargar hacia los conductos secundarios.

Las dimensiones de los sumideros se determinan en función de los caudales que concurren a los mismos, existen muchas formas de materializar los imbornales los cuales se observan en la Fig. 70.

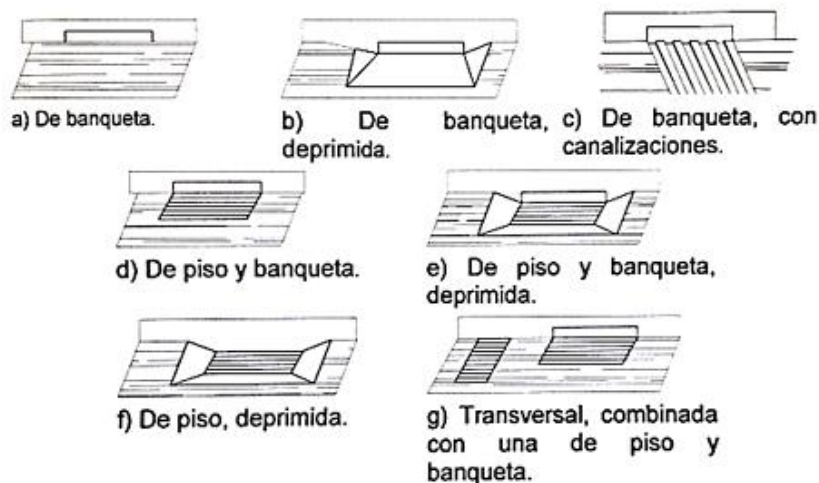


Fig. 70. Formas de imbornales
(Fuente: Lineamientos técnicos para alcantarillado pluvial - SIAPA).

Para la elección del tipo de sumidero a implementar, se utilizó el documento de lineamientos técnicos para factibilidad del Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), el cual define:

- Los sumideros de banqueta o de cordón, se instalan cuando la pendiente de la acera es menor del 2%
- Cuando se tienen pendiente entre 2 y 5% se instalan los sumideros de piso y de banqueta.
- Para pendientes mayores del 5% se instalan únicamente sumideros de piso.
- Las coladeras de tipo longitudinal de banqueta y transversal se instalan cuando las pendientes son mayores del 5% y los caudales por captar son grandes.

Teniendo en cuenta que nuestra pendiente es de 2,5%, se implementaran sumideros de piso y banqueta.

Un sumidero de piso es aquel que tiene barras lo suficientemente largas para que el agua pueda caer en la abertura sin chocar con el borde del emparillado de aguas abajo.

Las barras que conforman la reja deben ser bien redondeadas con un ancho total inferior al 50% del ancho de entrada.

El caudal que puede entrar por un imbornal de piso es de:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = 1,7 * P * y^{3/2}$$

- P = Perímetro de la reja en m.
- y = Profundidad de la lámina de hasta 15cm.

En un imbornal de cordón la entrada se encuentra ubicada sobre el cordón lateral de la calle. El caudal que puede ingresar a través de el mismo es de:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = 1,7 * L * y^{3/2}$$

- L = Longitud de la reja vertical en m.
- y = Profundidad de la lámina de hasta 15cm.

Para determinar el tamaño de los imbornales, adoptamos un ancho de los de reja, igual a los de calzada y limitamos el ancho de los imbornales de calzada a 0,40m para que no moleste a la circulación vehicular; con las ecuaciones anteriores definimos el caudal admisible para cada imbornal y verificamos comparando con el caudal que puede transportar las calles (Tabla 40).

Tabla 40. Verificación del caudal de ingreso en los imbornales
(Fuente: Elaboración propia).

Microcuenca de Aporte	Q admisible calzada (m3/s)	Q adm imbornal cordon (m3/s)	Q adm imbornal de piso (m3/s)	Q admisible por imbornal (m3/s)
1	0,247	0,127	0,155	0,283
2	0,310	0,159	0,191	0,350
3	0,350	0,159	0,191	0,350
4	0,270	0,127	0,155	0,283

Por lo tanto, tenemos imbornales de 1,8m de largo para las microcuencas 1 y 4 e imbornales de 2,3m de largo para las microcuencas 2 y 3.

9.3 Diseño y cálculo de conductos secundarios

En la microcuenca 1 tenemos la particularidad de que sobre la avenida Lonardi se encuentra un canal de mampostería de 0,50m x 0,60m (Fig. 71). Se propone cubrir con una losa de hormigón el canal de modo de facilitar el acceso a las viviendas que se encuentran alrededor de la Lonardi.



Fig. 71. Canal de mampostería al costado de Lonardi
(Fuente: Elaboración propia).

Por lo que se verificara si la misma cumple con la sección necesaria para transportar el caudal y se implementara la misma para la zona restante de la Lonardi a pavimentar (Tabla 41).

Para poder determinar el caudal que puede transportar utilizamos la ecuación de Manning, con $n = 0,016$:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \left(\frac{1}{n} \right) * A * R h^{2/3} * \sqrt{S_0}$$

$$Q_{canal} = \left(\frac{1}{0,016} \right) * 0,30m^2 * (1,7m)^{2/3} * \sqrt{0,0017m/m} = 1,101 m^3/s$$

Teniendo en cuenta que en su tramo más cargado la Lonardi tendrá 2 imbornales diseñados para el mayor caudal capaz de transportar por la cuneta, al canal ingresará:

$$Q = 2 * 0,247 \text{ m}^3/\text{s} = 0,494 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo que el canal de mampostería tiene las dimensiones suficientes para transportar el caudal.

En las demás microcuencas y también en un sector de la Lonardi también tendremos conductos circulares de hormigón premoldeado.

Reemplazando en la ecuación de Manning y despejando el D, obtenemos la fórmula para determinar el diámetro necesario de conducto en función del caudal transportado.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \text{ y } Rh = \frac{A}{Pm} = \frac{\frac{\pi * D^2}{4}}{\pi * D} = \frac{D}{4}$$

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = \left(\frac{0,312}{n} \right) * D^{8/3} * \sqrt{S_0}$$

$$D = \left(\frac{3,12 * n * Q}{\sqrt{S_0}} \right)^{3/8}$$

En la tabla 41, se calcula los diámetros mínimos necesarios para el caudal que debe transportar el conducto y se debe adoptar el próximo diámetro comercial.

Tabla 41. Cálculo de diámetros para los conductos secundarios de hormigón premoldeado
(Fuente: Elaboración propia).

Microcuenca de aporte	Frentes que descargan	Q caudal a transportar (m ³ /s)	So (m/m)	Diámetro necesario (m)	Diámetro comercial adoptado (m)
1	2	0,494	0,002	0,74	0,80
2	3	0,930	0,003	0,86	0,90
3	1	0,390	0,003	0,59	0,60
4	3	0,810	0,002	0,86	0,90

Se tuvo en cuenta la pendiente general de cada microcuenca y el conducto que mayor caudal debía transportar para poder determinar su diámetro. Para el caso de la microcuenca 3, si bien las calles pueden transportar un caudal mayor, el caudal máximo sobre la microcuenca es de 0,39m³/s.

En la visita a campo se observó que las descargas de las microcuencas a las lagunas, en la mayoría de sus casos, se realizaban por medio de canales abiertos sin revestimiento, que no se encontraban en buenas condiciones por la presencia de pastos largos o ramas que además cruzaban por el medio de los espacios verdes, siendo los mismos peligrosos para las personas que concurren a estos espacios (Fig. 72).



Fig. 72. Canal sin revestimiento para descarga sobre laguna Mujeres Argentinas
(Fuente: Elaboración propia)

Se propone para el trabajo reemplazar estos canales por conductos secundarios de hormigón premoldeados de manera que se permita la salida del caudal fuera de la microcuenca.

De la misma manera que se determinó los conductos secundarios circulares se realizan los cálculos de los conductos para descargar en las lagunas (Tabla 42).

Tabla 42. Determinación de diámetros para conductos que descargan en las lagunas
(Fuente: Elaboración propia).

Microcuenca de aporte	Q (m ³ /s)	So (m/m)	D necesario (m)	D adoptado (m)
1	1,332	0,002	1,07	1,20
2	1,326	0,003	0,99	1,00
3	0,388	0,003	0,59	0,60
4	1,587	0,002	1,11	1,20

10. SEÑALÉTICA

La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, avenidas o rutas. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen.

En ese sentido, el lenguaje vial guía tanto a peatones como a conductores por el camino de la seguridad y la prevención de cualquier tragedia.

La señalización vial se divide en:

- Señalización vertical.
- Señalización horizontal.
- Señales luminosas.

El tipo de señalización, su construcción y ubicación está de acuerdo a lo establecido por las normas vigentes, tanto municipales, provinciales o nacionales.

10.1 Señalización Vertical

Se define como señalización vertical a cualquier dispositivo de control de tráfico que es utilizado para comunicar de manera específica a los usuarios de la vía a través de una palabra o leyenda con símbolo. Son colocadas al costado del camino, elevadas sobre la calzada, mediante pórticos o ménsulas aéreas.

Las señales deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, y deben ser retrorreflectivas. Su ubicación debe considerar la distancia entre la señal y la calzada y la altura de la señal.

10.1.1 Clasificación

De acuerdo a su función estas se clasifican en:

➤ Señales reglamentarias:

Son aquellas que transmiten órdenes específicas, de cumplimiento obligatorio en el lugar para el cual están destinadas creando excepción a las reglas generales de circulación; reglas de velocidad; y reglas de transporte. La falta de cumplimiento de estas señales constituye una infracción.

Las señales por emplear en el anteproyecto serán:

- **Pare:** Indica la obligación de detener totalmente la marcha antes de la encrucijada, sin invadir la senda peatonal, para luego avanzar en el caso de que no lo haga otro vehículo o peatón por la vía transversal. La detención es obligatoria, aunque nadie circule por la vía transversal (Fig. 73).

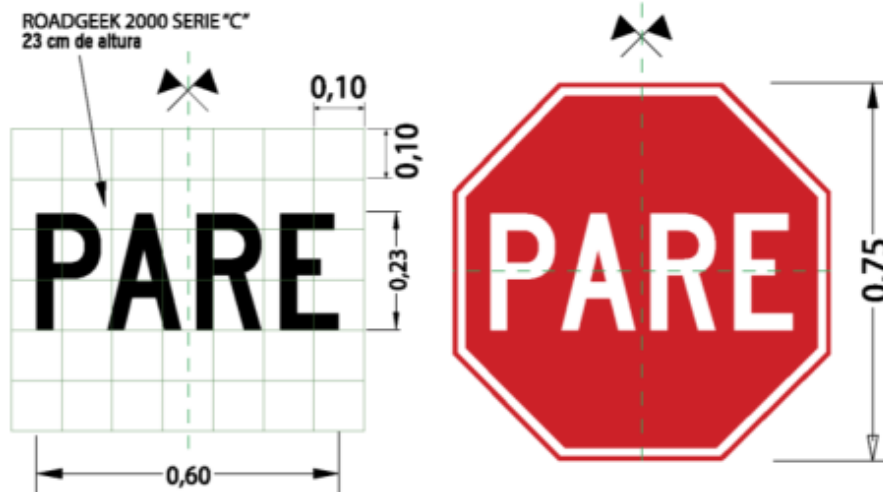


Fig. 73. Pare "R-27"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **Contramano:** Indica que la vía ante la cual se encuentra tiene sentido de circulación opuesto y por lo tanto no se puede ingresar (Fig. 74).

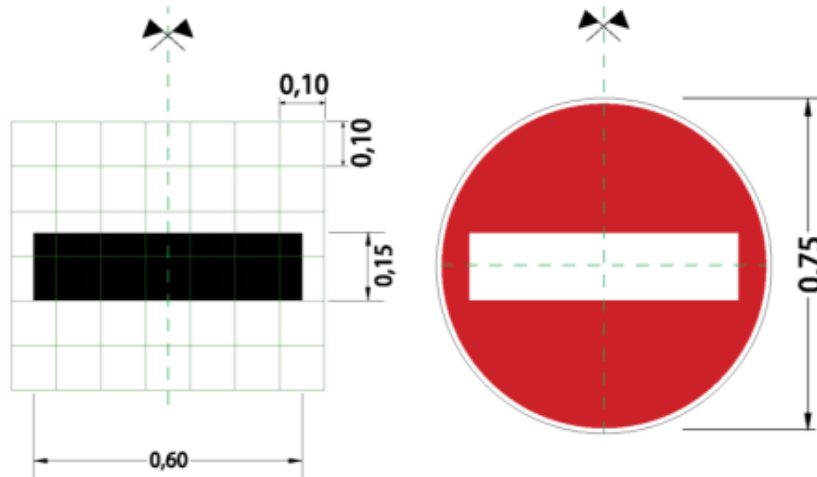


Fig. 74. Contramano "R-2"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **Cruce de peatones:** Indica la prioridad de un cruce peatonal (Fig. 75).

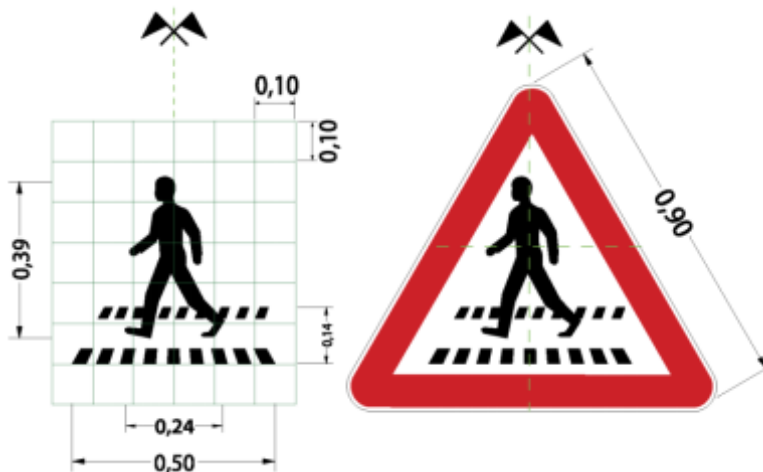


Fig. 75. Cruce de peatones "P-5"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **No estacionar:** Prohíbe el estacionamiento de automotores en forma parcial o total, conforme lo determinen las normas particulares en cada caso, donde por regla general está permitido, en el costado y por toda la extensión de la cuadra en la que está la señal cuando es un tramo reducido (Fig. 76).

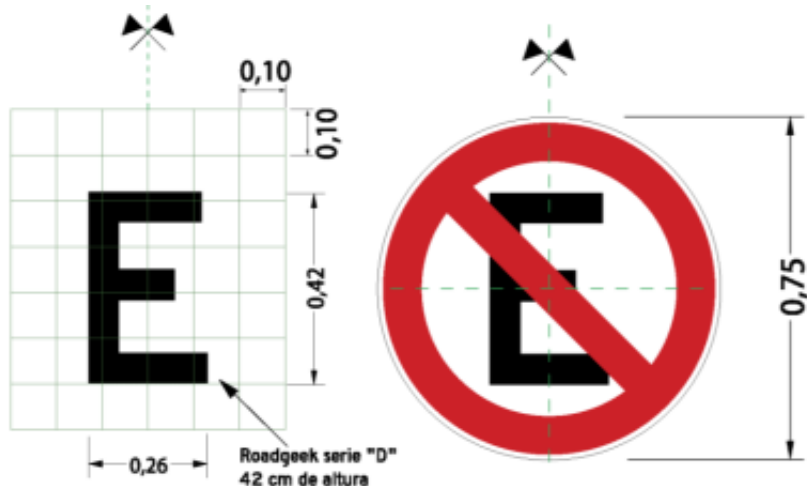


Fig. 76. No estacionar "R-8"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **Límite de velocidad máxima:** Es la máxima velocidad a que se puede circular en el tramo señalizado (Fig. 77).

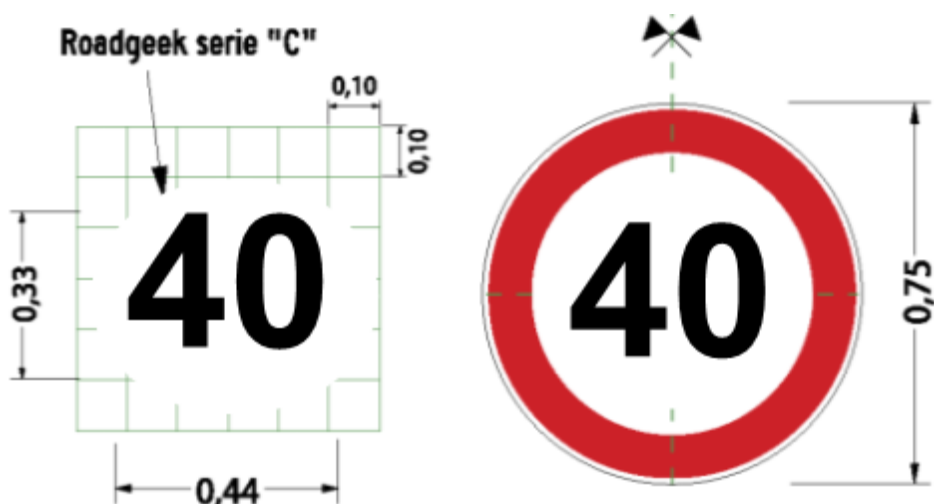


Fig. 77. Límite de velocidad máxima
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **Giro obligatorio a la derecha:** se debe seguir en el sentido de la flecha obligatoriamente (Fig. 78).

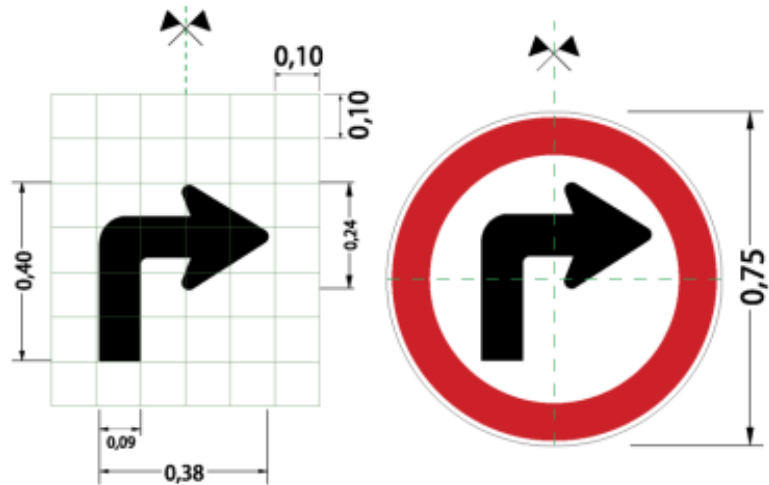


Fig. 78. Giro obligatorio a la derecha "R-20 (a)"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **No girar a la derecha:** Prohibido girar a la derecha (Fig. 79).

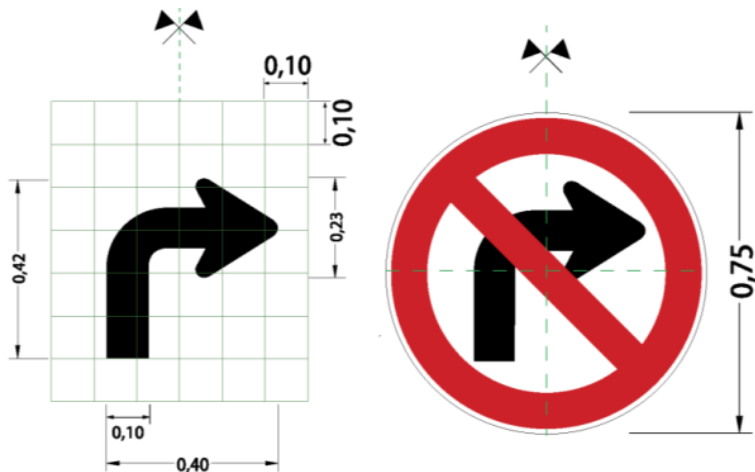


Fig. 79. No girar a la derecha "R-4 (b)"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **Ceda el paso:** Se pierde la prioridad de paso que se tenía por regla general, no siendo necesario detener la marcha siempre que se asegure el paso prioritario del que cruza por la vía transversal (Fig. 80).

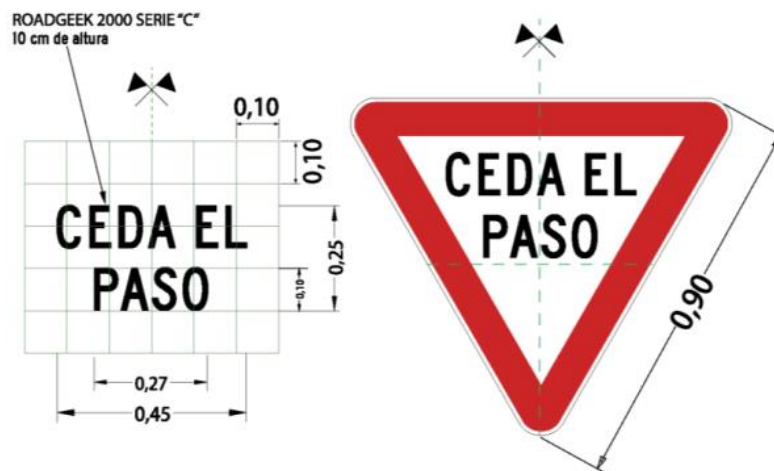


Fig. 80. Ceda el paso "R-28"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

➤ **Señales preventivas:**

Tienen como propósito advertir a los usuarios de las vías de riesgos y/o situaciones imprevistas de carácter permanente o temporal e indicarles su naturaleza.

Estas señales requieren que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su seguridad, la del resto de los vehículos y las de los peatones.

- **Escolares:** indica que en la zona pueden aparecer imprevistamente escolares o niños, por la existencia de escuelas, campos de juegos, etc. (Fig. 81).

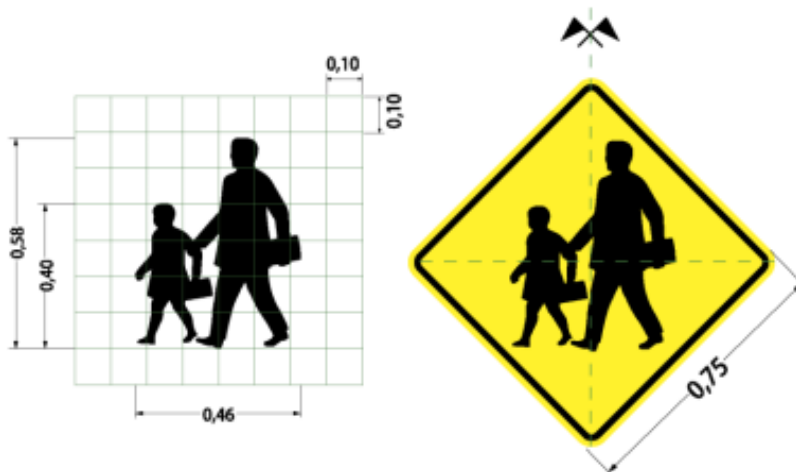


Fig. 81. Escolares "P-25 (a)"
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

➤ **Señales informativas**

Sirven para indicar y orientar a los conductores sobre cuestiones relacionadas al camino, destino, o los servicios. Las señales de camino o destino son rectangulares con fondo verde y las de servicio poseen fondo azul.

- **Señal de recorrido:** Suministra información sobre la navegación, de tal forma que el usuario pueda realizar el viaje en forma segura (Fig. 82).



Fig. 82. Señal de recorrido
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

- **Nomenclador urbano:** Señal que tiene como destino informar a los usuarios sobre el nombre que recibe la arteria que circula, el sentido de circulación y la numeración catastral que tiene el sector por el que se transita (Fig. 83).



Fig. 83. Nomenclador Urbano (Fuente: Wikipedia).

10.1.2 Especificaciones técnicas

Todas las señales y sus soportes deberán ser construidas con materiales nuevos en perfecto estado de conservación, de alta calidad, que cuenten con sello de aprobación del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM).

La forma, tamaño, tipo y color de las vistas de las placas de señalización se ejecutarán de acuerdo a lo establecido por Vialidad Nacional.

Las placas base deberán ser de chapa de aluminio de 3 mm de espesor, con tratamiento de superficie que asegure la perfecta adherencia de las pinturas y termo adhesivos.

La cara posterior muda de las placas de señales restrictivas deberá pintarse en todos los casos de color gris o azul mates, según diseño, con una franja retro reflectiva de 0,05 x 0,40 m

El soporte de las señales viales será construido con caño negro sin costura de 2 ½" de diámetro; el extremo superior del tubo deberá ser obturado convenientemente a efectos de evitar el ingreso de humedad una vez instalado. Se deberá proveer a los soportes de una protección adecuada a efectos de preservar la integridad de la pintura durante su traslado e instalación.

Los soportes de señales reglamentarias prescriptivas y preventivas conservarán íntegramente su color blanco de fondo. Los soportes de señales informativas serán pintados con franjas alternadas de color azul de 0,50 m de ancho, con pintura de igual característica que la especificada para el blanco de fondo.

Todos los soportes serán instalados a plomo con un empotramiento no menor a 0,25 m de su longitud libre. Se construirá para ello un dado de hormigón simple de profundidad 0,20 m mayor que la longitud de empotramiento de la base y de lado igual a 4 veces el diámetro del soporte. El dado de hormigón se terminará a nivel del terreno.

Las placas de señales se fijarán al soporte en todos los casos con grampas y bulones de Hierro Galvanizado. Las grampas podrán construirse de planchuela de hierro de sección rectangular o chapa de acero estampado con nervadura longitudinal o doble ala de rigidez, de un ancho no menor a 0,05 m en ambos casos, y una longitud igual a 80% de la longitud de la placa de señalización medida en la misma dirección en que se ubicará la grampa. Esta grampa deberá abrazar el soporte de la señal y se apoyará en un contrafuerte plano construida del mismo material y dimensiones que la grampa misma, que servirá de refuerzo a la placa de señal.

El conjunto se hará solidario a través de bulones de acero galvanizado de diámetro no menor a 9 mm, con su arandela plana y de seguridad, distribuidos en la longitud de la grampa, a una distancia no mayor a 0,20 m entre ellos y en una cantidad mínima de 2 (dos) por cada lado de la grampa. Se deberá instalar una grampa por cada 0,40 m de longitud vertical de la placa de señal. El ajuste se deberá efectuar en todos los casos de tal manera que aseguren una total inmovilización de las placas de señal.

10.1.3 Posición

Las señales verticales se pueden clasificar a su vez según su posición relativa a la calzada, en señales laterales (al costado del camino) y en señales aéreas (elevadas sobre la calzada). En nuestro caso se dispondrán solamente de señales laterales, las cuales deben ubicarse a una distancia entre el borde de la calzada o el filo del cordón, y el filo de la señal igual o mayor a 30 cm por tratarse de zonas urbanas (Fig. 84).

A su vez, la altura entre el filo inferior de la señal vertical y el cordón o rasante de la calzada deberá encontrarse entre 2,20 y 2,30 m. Dicho criterio se debe a que dicha señal se encuentre mínimamente por encima de la altura de un vehículo y lo suficientemente alto para tener en cuenta la no influencia con el tránsito peatonal.



Fig. 84. Ubicación de señales verticales
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

En lo que respecta a la distancia de anticipación se adoptará como mínima:

- 25 m para señales preventivas (Tabla 43).
- 100 m para señales informativas (Tabla 44).

Tabla 43. Distancia de anticipación mínima absoluta para señales preventivas
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

	ZONA DE PREVENCIÓN ADELANTADA		
	Básica	Extendida	Ampliada
VELOCIDAD (Km/h)	2s	4s	12s
60	25	25	100
80	100	100	200
110	150	180	360
130	250	300	500

Tabla 44. Distancia de anticipación mínima absoluta para señales informativas
(Fuente: Manual de señalamiento vertical - Vialidad Nacional).

VELOCIDAD (Km/h)	DISTANCIA DE ANTICIPACIÓN
60	100
80	150
110	250
130	300

10.2 Señalización Horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Se deben ubicar al inicio o fin de una restricción o autorización, deben advertir o informar sobre maniobras o acciones que se van a realizar más adelante.

El señalamiento horizontal debe brindar información clara, precisa e inequívoca, estando destinado a transmitir al usuario de la vía pública ordenes, advertencias, indicaciones u orientaciones, mediante códigos comunes en todo el país y coherente con los utilizados en la región.

Las características principales de este tipo de señales es que debe ser visible para el usuario, ya sea de día o de noche, así también deberán ser visibles ante situaciones climáticas adversas.

Todas las demarcaciones horizontales en uso en la red de caminos deben ser reflectivas y transmiten su mensaje al usuario a través de líneas de diferentes tipos y jerarquías, símbolos y leyendas aplicados sobre la superficie de la vía.

10.2.1 Clasificación

De acuerdo a su función estas se clasifican en:

➤ **Líneas longitudinales:**

Son aquellas que se ubican en forma paralela al eje de la carretera (Fig. 85).

Suministran una guía “positiva” al delinear al usuario de la carretera, los límites de las áreas de la calzada donde es seguro circular. Asimismo, suministra una guía “negativa”; esto es, indica áreas donde no es seguro viajar o directamente donde está prohibido circular.

Por su ubicación en la calzada se clasifican en:

- **Líneas centrales o “Eje”:** Indican la separación de corrientes de tránsito o de sentidos opuestos e incluye zonas con y sin prohibición de adelantamiento.
- **Líneas de borde:** Indican a los conductores, donde se encuentra el borde de la calzada, que permite posicionarse correctamente en la vía.
- **Líneas de carril:** Indican la separación de corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido.

Por su forma clasifican:

- **Por su trazo:** Líneas continuas, discontinuos o mixtas.
- **Por el número de líneas:** Líneas simples o líneas dobles.
- **Por su dimensión:** Líneas normales o líneas anchas.

Por su textura clasifican en:

- **Líneas planas.**
- **Líneas conformadas.**

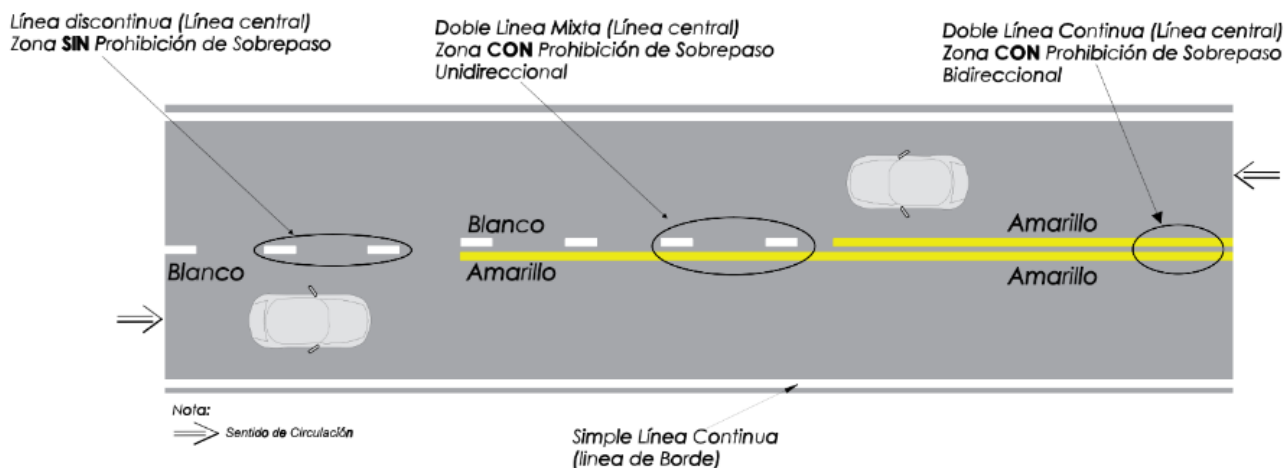


Fig. 85. Patrones básicos para líneas longitudinales
(Fuente: Manual de señalamiento horizontal - Vialidad Nacional).

Las dimensiones de las mismas estarán en función del ancho de calzada, el tipo de carretera y la clase de línea longitudinal (Tabla 45). Por lo que se tendrá un ancho de 0,15 m tanto para las líneas longitudinales de borde y el eje. Dicho ancho corresponde a líneas simples, por lo que, para una línea doble para la división central, cada línea deberá poseer el ancho indicado y estar separadas 0,10 m.

Tabla 45. Ancho de las líneas longitudinales.
(Fuente: Manual de señalamiento horizontal - Vialidad Nacional).

ANCHO DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
En carreteras de dos carriles indivisos		
< 4,80 m	No se marcan ^[7]	No se marca
≥ 4,80 m Y < 6,00 m	No se marcan	0,15 m ^[8]
≥ 6,00 m Y < 6,30 m	0,10 m	0,15 m ^[8]
≥ 6,30 m Y < 6,70 m	0,10 m	0,10 m ^[9]
≥ 6,70 m Y < 7,30 m	0,15 m	0,10 m ^[9]
≥ 7,30 m	0,15 m	0,15 m ^[10]

En cuanto al trazo discontinuo, su diseño depende de la zona en cuestión. Como nuestro caso corresponde a una zona urbana, la misma dependerá de la velocidad límite.

- Velocidades entre 40 - 60 km/h: Con trazos discontinuos de 3,00 m de largo y 0,10 m de ancho, color blanco, alternando con 5,00 m sin pintura.
- Velocidades entre 40 km/h o menores: Con trazos discontinuos de 1,00 m de largo y 0,10 m de ancho, color blanco, alternados con 1,66 m sin pintar.

➤ **Líneas transversales:**

Son las que se ubican en forma perpendicular al eje de la carretera (Fig. 86).

Se emplean para indicar sectores de reducción de velocidad ante un punto de riesgo (curva peligrosa, cruce, empalme) y para indicar la existencia de líneas límites, entendiéndose por tales, las líneas que no pueden ser sobrepasadas efectuar una acción en relación al derecho de paso.

Se incluyen en esta clase, las siguientes líneas:

- Líneas auxiliares para reducción de velocidad.
- Línea de detención.

- Senda peatonal.
- Senda para ciclistas.

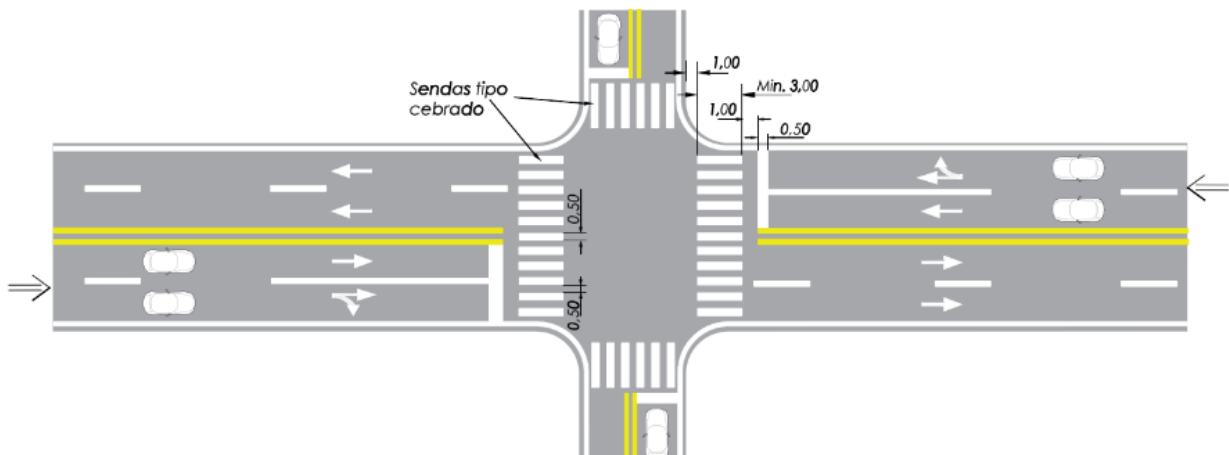


Fig. 86. Parámetros básicos para líneas transversales
(Fuente: Manual de señalamiento horizontal - Vialidad Nacional).

➤ **Símbolos y leyendas:**

Poseen una singular conformación física y se ubican en sentido perpendicular a la carretera.

Se incluyen dentro de esta clase:

- Flechas.
- Cruce.
- Rombo.
- Lomada.
- Baden.
- Pictogramas: Incluye figuras tales como óvalos de velocidad, triángulos de ceda el paso y bicicleta.
- Leyendas de "PARE" (Fig. 87).
- Letras: Incluyen letras tales como "P" (parada para transportes) o "E" (Estacionamiento).

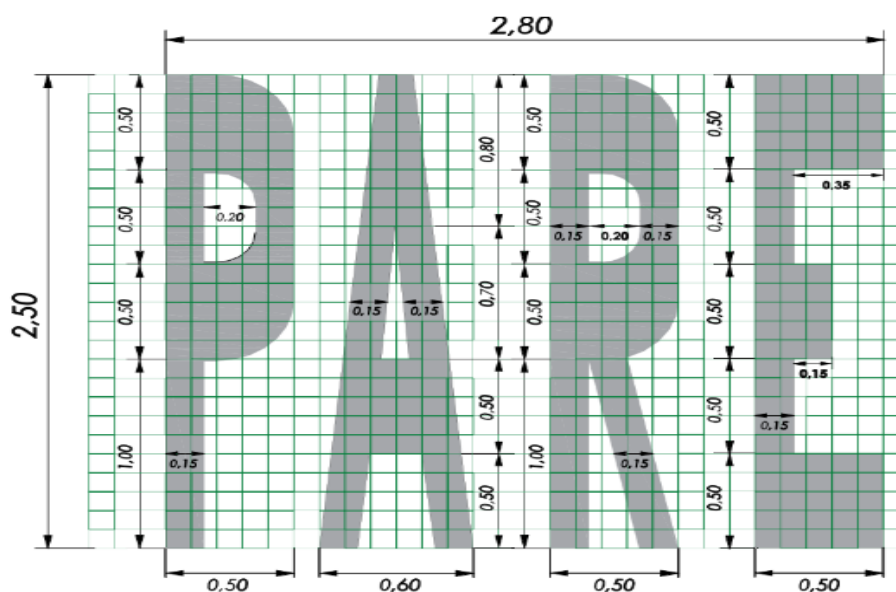


Fig. 87. Parámetros para leyenda de PARE
(Fuente: Manual de señalamiento horizontal - Vialidad Nacional).

10.2.2 Colores

Las marcas que se utilizan generalmente son de color blancas o amarillas.

El color blanco se utiliza en el caso de marcas longitudinales para separar generalmente corrientes de tránsito en el mismo sentido, para marcas transversales y para marcas especiales en caso de que corresponda.

El color amarillo se utiliza en marcas longitudinales para separar exclusivamente corrientes de tránsito en sentido opuesto y para marcas especiales en caso que corresponda.

El uso de otros colores se circunscribe a aplicaciones en ámbitos urbanos, usándose el color rojo en cordones con prohibición de estacionamiento y detención vehicular, fondo verde destinado a ciclovías y azul destinado para la delimitación de áreas de carga y descarga.

10.2.3 Especificaciones técnicas

- Materiales:

- Reflectantes: Material de aplicación en frío de color blanco o amarillo cromo, con adición de esferas de vidrio transparentes.

- Esferas de vidrio: Serán de vidrio transparentes con un porcentaje mínimo del 70% de esferas perfectas en su forma y transparencia.

- Aplicación:

La superficie sobre la cual se efectuará el pintado deberá limpiarse prolijamente a los efectos de eliminar toda materia extraña que pueda impedir la liga perfecta.

La limpieza se realizará mediante raspado si fuera necesario y posteriormente cepillado.

El ancho de las franjas no representará variaciones superiores al $\pm 5\%$ si las hubiere dentro del porcentaje indicado, estas no se manifestarán en forma de escalones que sean apreciables a simple vista.

Cuando se pinten franjas dobles en el eje de la calzada, las mismas mantendrán el paralelismo, admitiéndose desplazamientos que no excedan los 0,01 metros,

La variación del paralelismo dentro de los límites indicados no será brusca con el fin de que no se noten a simple vista.

El espesor de las franjas será de 0,60 milímetros medidos en condición de pintura húmeda.

11. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

El siguiente capítulo tiene por objetivo determinar un presupuesto aproximado de obra, siendo la estimación del precio con anterioridad a la ejecución del trabajo, es decir, el cálculo anticipado del costo de la obra o de una de sus partes.

Es un método fundamental para la toma de decisiones y para el posterior control, porque sin presupuesto la función de control se ve sumamente limitada en su campo de acción.

Existen diferentes metodologías para realizar un presupuesto dependiendo de su finalidad, es decir, cuando se requiera un presupuesto de compromiso, como es el caso de una licitación o la cotización de una obra, se emplearán métodos detallados y elaborados, en cambio, cuando se necesite conocer las posibilidades de un proyecto podrán utilizarse métodos más simples y expeditivos.

Existen las siguientes formas de presupuestar:

- a) **Presupuesto por comparación:** Se obtiene un precio aproximado conociendo el nivel de calidad de la obra y los precios vigentes en el medio, la unidad que se usa para la comparación es el precio del m² de edificación, aunque puede usarse otros parámetros. Este método debe aplicarse con cuidado, pues la comparación será válida si existen similitudes en el destino, la calidad, la ubicación.
- b) **Presupuesto por suma de partidas globales:** Por lo general, un empresario de la construcción es un coordinador de subcontratos, es decir, subcontrata a otras empresas a las que solicita sendos presupuestos, con los cuales confecciona el presupuesto final, sumándole gastos generales y beneficios.
- c) **Presupuesto por análisis de precios unitarios:** Es el que mayor detalle ofrece, tiene una presentación ordenada y desglosada por basarse en el cómputo métrico. Es el que se utiliza para los presupuestos de compromiso.

11.1 Cómputo métrico

El objetivo del cómputo es medir cada uno de los trabajos de ser realizados en una obra para:

- Establecer el costo de la misma o de una de sus partes.
- Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.

Para realizar el cómputo métrico, se deben considerar cada una de las partes físicas elementales en que se puede subdividir una obra de construcción.

En síntesis, se reduce a un trabajo de apreciación, que involucran operaciones matemáticas o geométricas y/o excepcionalmente trigonométricas, que nos permite efectuar la determinación de longitudes, superficies y volúmenes.

Existen diferentes formas de computar según su destino, por lo que el cómputo se puede realizar:

- a) **Sobre planos:** Con la finalidad de presupuestar, es decir, estimar el valor.
- b) **Sobre una obra en construcción:** Con la finalidad de habilitar el pago a cuenta del total, es decir, para la certificación de obra.
- c) **Sobre una obra terminada:** Con la finalidad de una tasación, o para la fijación de una renta o para la certificación final.

En cuanto a la exactitud del cómputo, el efectuado sobre obra terminada sería el que ofrece menores riesgos por tener mayores elementos de juicio, además de los planos de la obra se puede medir directamente sobre la misma en muchos casos y por ello su exactitud debería ser la mejor.

En cuanto al cómputo sobre una obra en construcción, su exactitud debería ser muy buena, porque además de contar con los planos respectivos, muchas veces hemos controlado la ejecución

de los mismos, los que resultan ser parciales, pudiéndose ajustarse los posibles errores cometidos en la medición final o definitiva.

Para el caso de obras computadas sobre planos, se cuenta solamente con estos, siendo invaluable la experiencia en obra del computista, ya que hay que valorizar el trabajo que no figura en los planos o no se detallan en forma clara, por lo tanto, es el que mayores riesgos ofrece.

Para determinar el cómputo métrico del anteproyecto se realizó un análisis de las partes más representativas de la obra, estas son las definidas en la Tabla 46.

Tabla 46. Rubros e ítems por analizar para determinación del presupuesto
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESIGNACIÓN DE TRABAJOS	Unidad
01	Trabajos preliminares	
01.01	Replanteo, nivelación y limpieza.	gl
01.02	Obrador.	gl
01.03	Documentación de obra y proyecto.	gl
01.04	Cartel de obra.	un
01.05	Estudios de suelo y cateos.	gl
02	Traslado y plantado de árboles	
02.01	Extracción de árboles.	un
02.02	Traslado de árboles.	un
02.03	Provisión y plantado de árboles.	un
03	Movimiento de suelos	
03.01	Saneamiento, desbarre y compactado.	m3
03.02	Excavación común.	m3
03.03	Relleno y compactación.	m3
04	Paquete estructural	
04.01	Base de suelo cal, e= 20 cm.	m3
04.02	Polipropileno 200 micrones.	m2
04.03	Pavimento de H° H-30, e = 21 cm.	m3
05	Desagüe pluvial	
05.01	Provisión e instalación de caños de H°.	m
05.02	Ejecución de cámara de inspección.	un
05.03	Ejecución de sumideros.	un
06	Veredas	
06.01	Contrapiso de hormigón.	m2
06.02	Cordón simple (17x15 cm).	m
06.03	Rampa de vereda.	un
06.04	Provisión y colocación de baldosas.	m2
06.05	Instalación de solados podo-táctiles.	m2
07	Parquización	
07.01	Demolición de construcciones existentes	m2
07.02	Provisión y colocación de suelo vegetal.	m2
07.03	Provisión e instalación de bancos de H° y cestos de basura.	gl
07.04	Provisión e instalación de juegos para niños.	m2
07.05	Ejecución de bicisenda de H°.	m2
07.06	Ejecución de paseo peatonal de cemento alisado.	m2
07.07	Ejecución de camino peatonal de adoquines permeables.	m2
07.08	Baranda perimetral paseo costanera.	m

08 Equipamiento Urbano		
08.01	Baños públicos.	m2
08.02	Garita policial.	m2
08.03	Ejecución de cancha de fútbol 5.	un
08.04	Ejecución de cancha de básquet.	un
08.05	Ejecución de pista de skate	m2
08.06	Gimnasio.	m2
08.07	Patio de comida.	un
08.08	Estacionamiento vehicular.	m2
08.09	Alumbrado público.	un
09 Señalización vial		
09.01	Señalización vertical.	m2
09.02	Señalización horizontal. Ancho = 15 cm.	m2

11.2 Costo unitario

El costo unitario o también conocido como “costo – costo” comprende la suma del costo de los materiales más el costo de la mano de obra.

Para obtener el costo – costo de cada ítem se debe tener en cuenta los materiales empleados, la mano de obra y los equipos.

- a) **Costo de los materiales:** Cuando se analiza el costo de los materiales debemos considerarlos puestos “al pie de obra” y para ello se debe tener en cuenta distintos factores, como el precio en origen, la distancia del lugar de origen hasta la obra, el medio de transporte utilizado, los gastos de carga y descarga, etc.
El precio en origen puede obtenerse por medio de revistas especializadas, o por consultas a los proveedores, debiéndose tener en cuenta la distancia de los mismos para elegir los más cercanos a efectos de disminuir el impacto de los fletes en el costo del material.
- b) **Costo de la mano de obra:** Depende de dos factores, del rendimiento y de la valorización del rendimiento (salario). Para la valorización del rendimiento debemos tener en consideración los precios de mano de obra impuestos por la Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina (UOCRA) para los jornales de salario básicos, según el convenio colectivo de trabajo 76/75 vigentes a partir de septiembre del 2022.
A este jornal básico se le debe adicionar las cargas sociales que son aquellos aportes, contribuciones, etc., establecidas por las leyes, que deben efectuar los patrones por el solo hecho de tener obreros a su cargo (Tabla 47).
- c) **Equipos:** Se denomina equipos, al conjunto de maquinarias o herramientas o medios auxiliares, que permiten realizar los trabajos con mayor. En obras de ingeniería resulta fundamental la intervención de los equipos, donde la mano de obra es mínima.

Tabla 47. Determinación del costo de mano de obra
(Fuente: Elaboración propia).

SALARIO ZONA "A"						
CONCEPTO	[%]	OF. ESP.	OFICIAL	MEDIO OF.	AYUDANTE	SERENO
Salario básico s/ UOCRA [\$/h]	100	\$699,00	\$595,00	\$549,00	\$504,00	\$91.410,00
Asistencia perfecta	18	\$125,82	\$107,10	\$98,82	\$90,72	\$16.453,80
Salarios pagados por tiempos no trabajados, incluida indemnización por causas climáticas	17,05	\$119,18	\$101,45	\$93,60	\$85,93	\$15.585,41
Asignación por vestimenta (2 jornales básicos de oficial cada 6 meses)	3,64	\$25,44	\$25,44	\$25,44	\$25,44	\$25,44
Sueldo anual complementario	11,49	\$80,32	\$68,37	\$63,08	\$57,91	\$10.503,01
Fondo de cese laboral e indemnización por fallecimiento	16,93	\$118,34	\$100,73	\$92,95	\$85,33	\$15.475,71
Subtotal liquidado	167,11	\$1.168,10	\$998,09	\$922,89	\$849,33	\$149.453,37
Contribuciones patronales y seguro de vida	39,48	\$275,97	\$234,91	\$216,75	\$198,98	\$36.088,67
ART	8,77	\$61,30	\$52,18	\$48,15	\$44,20	\$8.016,66
Subtotal sin plus	215,36	\$1.050,37	\$1.285,18	\$1.187,79	\$1.092,51	\$193.558,70
Costo total hora [\$/h]		\$1.050,37	\$1.285,18	\$1.187,79	\$1.092,51	
Costo total mes [\$/mes]						\$193.558,70

11.3 Precio de obra

El costo – costo debe llevarse a precio de oferta final de la obra, para ello se deben contemplar los siguientes factores:

- Gastos generales:** Son las inversiones que debe efectuar la empresa para materializar una obra y que no forman parte del costo – costo.
- Beneficios:** Es la pretensión que tiene el constructor, en carácter de retribución por la ejecución de la obra y por la responsabilidad que asume. El beneficio, debe asegurar un margen de rentabilidad, pero es un provecho potencial, no seguro, porque para que el beneficio resulte una ganancia real y concreta, habrá que trabajar durante todo el plazo de obra dentro de las previsiones estimadas en el presupuesto y con los criterios de eficiencia necesarios para obtener los resultados esperados.
- Impuestos:** Dentro de este ítem se deben tener en cuenta los impuestos al valor agregado (IVA) y el impuesto a ingresos brutos.

El precio de la oferta determinado en esta etapa de anteproyecto es el expresado en la Tabla 48.

Tabla 48. Estructura precio de oferta
(Fuente: Elaboración propia).

COSTO - COSTO		\$1.225.356.138,36
GASTOS GENERALES	20%	\$245.071.227,67
BENEFICIOS	10%	\$147.042.736,60
SUB TOTAL		\$1.617.470.102,64
IMPUESTO IVA	21%	\$339.668.721,55
IMPUESTO INGRESO BRUTO	3,85%	\$62.272.598,95
PRECIO FINAL		\$2.019.411.423,14

En la tabla 49 al final del capítulo tiene detallado los ítems con sus correspondientes cálculos y costos unitarios analizados para esta etapa del anteproyecto.

Tabla 49. Cómputo y Presupuesto
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESIGNACIÓN DE TRABAJOS	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Precio Total del Item [\$]	Precio Total del Rubro [\$]	Incidencia [%]
01	Trabajos preliminares					\$3.247.530,19	0,27%
01.01	Replanteo, nivelación y limpieza.	gl	1,00	\$830.210,75	\$830.210,75		0,07%
01.02	Obrador.	gl	1,00	\$921.488,74	\$921.488,74		0,08%
01.03	Documentación de obra y proyecto.	gl	1,00	\$356.352,43	\$356.352,43		0,03%
01.04	Cartel de obra.	un	2,00	\$303.727,68	\$607.455,36		0,05%
01.05	Estudios de suelo y cateos.	gl	1,00	\$532.022,91	\$532.022,91		0,04%
02	Traslado y plantado de árboles					\$6.142.470,94	0,50%
02.01	Extracción de árboles.	un	56,00	\$51.960,48	\$2.909.786,88		0,24%
02.02	Traslado de árboles.	un	56,00	\$8.252,71	\$462.151,90		0,04%
02.03	Provisión y plantado de árboles.	un	352,00	\$7.870,83	\$2.770.532,16		0,23%
03	Movimiento de suelos					\$38.419.407,65	3,14%
03.01	Sanearmiento, desbarre y compactado.	m3	13.566,40	\$1.706,00	\$23.144.278,40		1,89%
03.02	Excavación común.	m3	7.662,00	\$1.106,27	\$8.476.240,74		0,69%
03.03	Relleno y compactación.	m3	5.805,66	\$1.171,08	\$6.798.888,51		0,55%
04	Paquete estructural					\$254.691.487,22	20,79%
04.01	Base de suelo cal, e= 20 cm.	m3	4.860,27	\$8.327,55	\$40.474.174,75		3,30%
04.02	Pollipropileno 200 micrones.	m2	24.297,20	\$221,72	\$5.387.175,18		0,44%
04.03	Pavimento de H° H-30, e = 21 cm.	m3	5.009,84	\$41.684,01	\$208.830.137,29		17,04%
05	Desagüe pluvial					\$109.730.481,26	8,95%
05.01	Provisión e instalación de caños de H°.	m	2.026,38	\$49.963,86	\$101.245.761,76		8,26%
05.02	Ejecución de cámara de inspección.	un	21,00	\$183.711,86	\$3.857.949,06		0,31%
05.03	Ejecución de sumideros.	un	19,00	\$243.514,23	\$4.626.770,43		0,38%
06	Veredas					\$136.378.234,90	11,13%
06.01	Contrapiso de hormigón.	m2	10.572,00	\$2.090,18	\$56.502.794,04		4,61%
06.02	Cordón simple (17x15 cm).	m	5.560,00	\$3.073,85	\$17.090.606,00		1,39%
06.03	Rampa de vereda.	un	34,00	\$95.498,57	\$3.246.951,38		0,26%
06.04	Provisión y colocación de baldosas.	m2	8.348,00	\$5.480,37	\$45.750.128,76		3,73%
06.05	Instalación de solados podo-táctiles.	m2	2.224,00	\$6.199,53	\$13.787.754,72		1,13%
07	Parquización					\$297.930.207,93	24,31%
07.01	Demolición de construcciones existentes	m2	10.251,81	\$8.740,35	\$89.604.407,53		7,31%
07.02	Provisión y colocación de suelo vegetal.	m2	38.432,29	\$1.416,21	\$54.428.189,48		4,44%
07.03	Provisión e instalación de bancos de H° y cestos de basura.	gl	1,00	\$4.841.277,54	\$4.841.277,54		0,40%
07.04	Provisión e instalación de juegos para niños.	m2	2.050,00	\$18.120,00	\$37.146.000,00		3,03%
07.05	Ejecución de bicisenda de H°.	m2	7.960,00	\$2.090,18	\$16.637.832,80		1,36%
07.06	Ejecución de paseo peatonal de cemento alisado.	m2	12.914,00	\$1.826,29	\$23.584.709,06		1,92%
07.07	Ejecución de camino peatonal de adoquines permeables.	m2	1.430,00	\$5.344,57	\$7.642.735,10		0,62%
07.08	Baranda perimetral paseo costanera.	m	2.454,00	\$26.098,23	\$64.045.056,42		5,23%

ITEM	DESIGNACIÓN DE TRABAJOS	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Precio Total del Item [\$]	Precio Total del Rubro [\$]	Incidencia [%]
08	Equipamiento Urbano					\$372.535.949,90	30,40%
08.01	Baños públicos.	m2	1.000,00	\$162.060,00	\$162.060.000,00		13,23%
08.02	Garita policial.	m2	375,00	\$162.060,00	\$60.772.500,00		4,96%
08.03	Ejecución de cancha de fútbol 5.	un	3,00	\$79.750,00	\$239.250,00		0,02%
08.04	Ejecución de cancha de básquet.	un	1,00	\$3.141.916,00	\$3.141.916,00		0,26%
08.05	Ejecución de pista de skate	m2	525,00	\$57.000,00	\$29.925.000,00		2,44%
08.06	Gimnasio.	m2	1.895,00	\$3.078,00	\$5.832.810,00		0,48%
08.07	Patio de comida.	un	1,00	\$3.305.056,50	\$3.305.056,50		0,27%
08.08	Estacionamiento vehicular.	m2	2.700,00	\$1.465,12	\$3.955.824,00		0,32%
08.09	Alumbrado público.	un	245,00	\$421.647,32	\$103.303.593,40		8,43%
09	Señalización vial					\$6.280.368,38	0,51%
09.01	Señalización vertical.	m2	34,88	\$62.770,00	\$2.189.103,75		0,18%
09.02	Señalización horizontal. Ancho = 15 cm.	m2	722,50	\$5.662,65	\$4.091.264,63		0,33%
					COSTO - COSTO	\$1.225.356.138,36	100,00%

11.4 Criterios adoptados

Para llevar a cabo el cómputo y presupuesto se tuvo en cuenta ciertos criterios, y se realizaron estimaciones y/o adopciones teniendo en cuenta que se está trabajando a nivel de anteproyecto, por lo que, aún quedan determinados aspectos de detalle a definir y estudios por realizar a medida que se avance a la ejecución del proyecto final.

A continuación, se detallarán los criterios adoptados:

11.4.1 Ítem 02.01: Extracción de árboles

A fin de efectuar el cómputo se ha considerado la existencia de árboles que podrían ser susceptibles de colapso, siendo una amenaza sobre la integridad física de las personas o sus bienes, así como también aquellos que precisen ser intervenidos, ya que por su ubicación se dificulta la ejecución de la obra. Se deberá tener en cuenta que para la extracción se debe solicitar el permiso necesario a la subsecretaría de Sistema Lacustre y Pulmones Verdes de la ciudad de Resistencia.

Para la estimación de la cantidad computada se consideró que en la actualidad se cuentan con 8 árboles por frente de manzana de los cuales por cuestiones sanitarias o malas condiciones se deben extraer aproximadamente entre 2 y 3 árboles por cada frente.

11.4.2 Ítem 02.03: Provisión y plantado de árboles

Se implementó lo especificado por el "Plan Resistencia Arbolada 2040", el cual recomienda que una calle urbana deberá contar con 24 árboles, siendo 12 árboles por vereda; en base a esto, consideramos que serán necesarios 48 árboles por manzana, es decir, una hectárea.

Sin embargo, el espacio verde propuesto por el anteproyecto tiene una superficie de 11,71 hectáreas, de las cuales se decidió descontar las superficies destinadas a otras finalidades como, por ejemplo, canchas de básquet o de fútbol 5. Por lo tanto, serán 7,69 hectáreas, las cuales deberán contar con 369 árboles.

De igual manera, la recomendación se debe cumplir en las veredas de las calles nuevas proyectadas con una longitud total de 2780 m, con lo que debería existir un total de 335 árboles.

Como la zona en estudio cuenta con presencia de árboles y que algunos de ellos se van a extraer, consideramos que el 50% del total necesario se encuentran ubicados en buenas condiciones dentro de la zona. Por lo tanto, serán 352 árboles en total.

Para la selección de árboles se recomienda la utilización de especies nativas y exóticas de gran follaje correspondientes a nuestra zona, como ser: Falsa caoba, Vivaró, Jacarandá, Lapacho, Tipas.

11.4.3 Ítem 07.04: Provisión e instalación de bancos de H° y cestos de basura

Se consideró la provisión y colocación de bancos de hormigón y cestos de basura a lo largo de perímetro de la laguna con una separación de 15 metros entre bancos. Los bancos por su peso se apoyan directamente sobre el terreno y están libre de anclaje. El objetivo de los mismos será brindar un espacio agradable de descanso y convivencia social. La utilización de este tipo de mobiliario permite que se disminuyan los costos de mantenimiento de los mismos a lo largo de los años.

11.4.4 Ítem 07.04: Provisión e instalación de juegos para niños

Se propone la construcción de un espacio recreativo para niños el cual contará con suelo continuo de caucho ideal para la protección contra impactos y reducir el riesgo de heridas graves. Este tipo de superficie también hace los parques infantiles más accesibles para niños y adultos con discapacidad.

Como el costo de los mismos resulta variado por el posible diseño y equipamiento, para la estimación del cómputo se consideró un precio por m² considerando la instalación del suelo continuo de caucho con una subbase de piedra de 20 cm de espesor, así como el costo de diferentes juegos básicos (columpios inclusivos, paneles interactivos, torres, mesas multijuegos inclusivas, sube y baja, bancos, basureros).



*Fig. 88. Propuesta de espacio de juegos para niños
(Fuente: Elaboración propia).*

11.4.5 Ítem 07.07: Ejecución de camino peatonal de adoquines permeables

Para evitar la impermeabilización total de la zona de caminos destinados al uso peatonal se implementa el uso de losetas cribadas premoldeadas de hormigón las cuales representan un porcentaje de impermeabilización menor que las sendas peatonales convencionales.



*Fig. 89. Suelo de losetas cribadas permeable a implementarse para senderos
(Fuente: recuperado de <https://pavitec.com.ar/barrios-privados>).*

11.4.6 Ítem 08.01: Baños públicos

Se considera una superficie de 20m x 25m para la ejecución de baños públicos tanto para hombre y para mujeres. Para la determinación de su precio se tuvo en cuenta el precio por m² de un baño público general con sus artefactos sanitarios e instalaciones incluidas.

11.4.7 Ítem 08.02: Garita policial

Para brindar una mayor seguridad dentro del espacio verde se coloca una garita de uso para personal de la policía del Chaco; para la misma se tuvo en cuenta una superficie de 15m x 25m y para la determinación de su precio se tuvo presente el precio por m² de una edificación convencional con sus artefactos e instalaciones incluidas.

11.4.8 Ítem 08.03: Ejecución de cancha de fútbol 5

Se consideran 3 canchas de futbol 5 de 25m x 42m las cuales estarán implantada sobre suelo natural sin necesidad de considerar la colocación algún tipo de piso especial. También se considera la provisión y colocación de la estructura de los 2 arcos.

11.4.9 Ítem 08.04: Ejecución de cancha de básquet

Se propone una cancha de básquet de 15m x 28m, la cual estará implantada sobre un contrapiso de hormigón con un espesor de 10 cm, sobre el cual se realizará la demarcación correspondiente. También se considera la provisión y colocación de la estructura de los 2 tableros.

11.4.10 Ítem 08.05: Pista de skate

Las dimensiones y el diseño pueden ser variado en función de las características de sus componentes, es por ello por lo que el costo del mismo precisa de un proyecto y análisis detallado. Es por ello que consideramos un precio estimado por m² para efectuar el cómputo del mismo. En el anteproyecto se considera una superficie de 15m x 35m.

El valor de referencia del m² se adoptó como el promedio de los valores publicados por la empresa TECHRAMPS.



*Fig. 90. Propuesta de pista de skate
(Fuente: Elaboración propia).*

11.4.11 Ítem 08.06: Gimnasio

Dicho sector contará con diversos de equipamientos antivandálicos, dentro de los cuales se encontrarán maquinarias de gimnasio convencional público, así como también elementos de calistenia con el objetivo de fomentar dicha disciplina, creando un punto de reunión para los aficionados de dicha disciplina. Estos equipamientos se caracterizan por un sencillo y económico mantenimiento.

El costo de los mismos varía en función de la calidad, cantidad y modelos a elegir, por lo que se consideró un costo estimado global para su instalación.



Fig. 91. Propuesta de gimnasio
(Fuente: Elaboración propia).

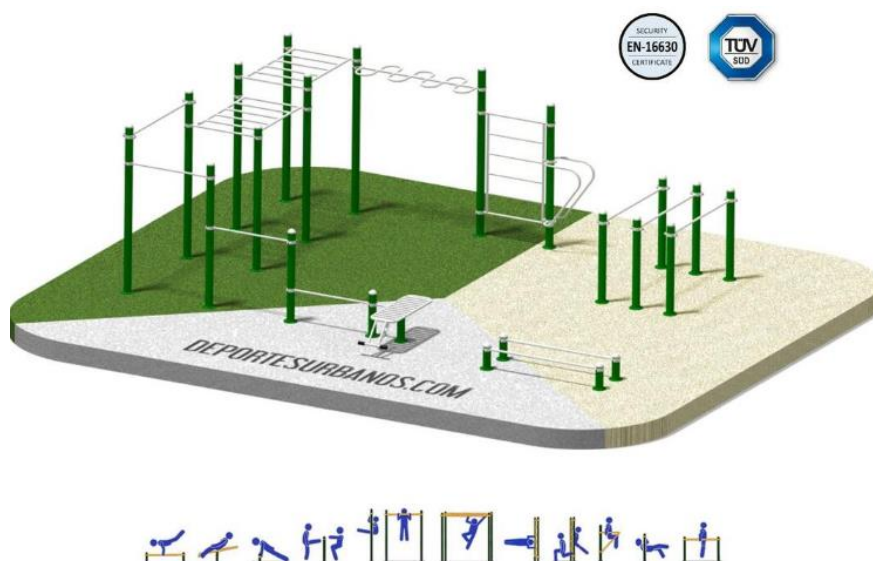


Fig. 92. Ejemplo de aparatos de calistenia.
(Fuente: recuperado de <https://deportesurbanos.com>)

11.4.12 Ítem 08.07: Patio de comida

Se ideó un espacio destinado a la colocación de un patio de comidas el cual estará compuesto por un espacio abierto provisto con mesas y bancos de hormigón; estos estarán disponible para los habitantes que concurran a diario y a su vez, dicho espacio podrá ser aprovechado por eventos de ferias gastronómicas y de emprendedores realizados por vendedores locales.



Fig. 93. Patio de comida
(Fuente: Elaboración propia).

11.4.13 Ítem 08.08: Estacionamiento vehicular

Se considera una superficie de 50m x 54m destinado para estacionamiento tanto vehicular, bicicletas y motocicletas, y su disposición se determinó teniendo en cuenta habrá una mayor concurrencia de motocicletas debido a la alta tasa de usuarios que utilizan este medio de transporte en Resistencia.

Siguiendo la idea de impermeabilizar lo menos posible se propuso la implementación de un suelo de ripio.

11.4.14 Ítem 08.09: Alumbrado público

La iluminación es un elemento esencial para mantener un buen nivel de seguridad permitiendo una visibilidad clara para la identificación de personas y objetos que se presenten en la vía durante las horas nocturnas. Una correcta iluminación influye de forma directa en factores determinantes desde el punto de vista del tráfico, como ser la velocidad, la capacidad de la vía o la seguridad de la misma.

El diseño de una instalación luminaria se basa en seleccionar las luminarias y disponerlas adecuadamente a efectos de satisfacer las necesidades visuales, de seguridad a un costo razonable.

Existen múltiples tipos de lámparas a implementar, en este caso se propone la utilización de lámparas LED. Hay diversos factores económicos, técnicos y sociales que condicionan la elección del sistema de alumbrado, donde los más importantes son la determinación del nivel de iluminación necesario, la separación y ubicación de las luminarias, y las formas y alturas de los báculos.

En función del nivel de detalle dentro del cual estamos trabajando se consideró la siguiente distribución de las luminarias: para las calles a pavimentar se propone una distribución bilateral cada 25 metros, alternada la cual genera una iluminación razonable en ambos lados de la calzada y es relativamente económica pero la uniformidad es antiestética; para los lugares sociales y recreativos se estimó 3 luminarias por sector, en cuanto a los paseos tanto del camino permeable como el recorrido el perímetro de la laguna la separación de las luminarias se adoptó de 35 metros.

Es necesario aclarar que estas adopciones son estimativas, por lo que en la realización del proyecto final debería realizarse el cálculo de la potencia, distribución y separación de las mismas basándose en el reglamento del alumbrado público de la superintendencia de electricidad y combustibles, obteniendo así un correcto diseño y funcionamiento del sistema de iluminación, así como también el análisis de la correspondiente factibilidad energética otorgada por Servicios Energéticos Del Chaco Empresa Del Estado Provincial (S.E.CH.E.E.P).

BIBLIOGRAFÍA

- Administración Provincial del Agua. Plano de puntos topográficos de la ciudad de Resistencia.
- Administración Provincial del Agua. (1998). Resolución N° 1111/98. Resistencia.
- Administración Provincial del Agua. (2014). Resolución N° 0121/14. Resistencia.
- Administración Provincial del Agua. (2017). Resolución N° 0303/17. Resistencia.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993*.
- Barreto M.A. y Codutti R.O. (2018). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Municipio de Resistencia*. Resistencia. Editorial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Basterra N.I., Valiente M.A. y Glibota G. (s.f.). *Evaluación del riesgo ambiental por inundación con SIG del valle fluvial del río Paraná próximo a los núcleos urbanos de Resistencia y Corrientes*. Resistencia. CEGAE UNNE.
- Chandias Mario E. (2006). *Cómputos y presupuestos*. 21ª edición. Buenos Aires, Argentina.
- Cifras. Recuperado de <https://www.cifrasonline.com.ar/costos/>
- Datos Macro. Evolución de PBI Per Cápita de Argentina. Recuperado de <https://datosmacro.expansion.com/pib/argentina>
- Depettris C. A., Rohrmann H.R., Martínez L.H., Padin M.T., Tymkiw P.T., Pilar J.G., Ruberto A.R. (1993). *Estudio para determinación de la línea de ribera del río negro*. Resistencia.
- Depettris C. A., Clemente M.T., Martínez L.H., Pilar J.G., Ruberto A.R., Valiente M.A., Noguera L.E.R., Schaller J.O. (2001). *Línea de ribera de lagunas ubicadas en el sistema hídrico del río Negro*. Resistencia. Contrato A.P.A. – A.F.I.N.
- Dirección Nacional de Vialidad. Tránsito en la red nacional de caminos. Recuperado de http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SeICE_WEB/tmda.html
- Dirección Nacional del Registro de la Propiedad del Automotor. (2010). *Estadística anual del parque activo en condiciones registrales para circular. Tipo de vehículo: Automotor*.
- Dirección Nacional del Registro de la Propiedad del Automotor. (2022). *Estadística anual del parque activo en condiciones registrales para circular. Tipo de vehículo: Automotor*.
- Dr. Ruiz C. (1996). *Publicación N°4*. Resistencia. Comité permanente de D.P.V.
- García Bangher, M.V. y Villalba, C.A. (2016). *Trabajo Final N° 114: "Análisis de alternativas en el diseño de fundaciones para edificios en la ciudad de Resistencia"*. Resistencia. UNNE
- Google Earth. <https://earth.google.com/>
- Highway Capacity. (2010). *Características básicas*.
- Highway Capacity. (2010). *Multicarriles*.
- ICPA. Calo, Souza y Marcolini. (2014). *Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón*.
- INDEC. (2001). *Censo Nacional*.
- INDEC. (2010). *Censo Nacional*.
- Juárez Badillo. (1973). *Mecánica de Suelos*. México. Tomo 1 (2da ed.). Editorial Limusa.
- Lanfranchi, G., Nacke, M., Simone, V., Barreda, P., Duggan, L., Cordara, C., Basualdo, J., Munari, S., Herrero, A., Castiella, L., Duarte, J., Giménez Hutton, T., Vanderhaeghen, J., Yañez, F. y Wilner, A. (diciembre de 2019). *Estrategias de desarrollo integral para el área metropolitana de Resistencia*. Buenos Aires. CIPPEC.
- *Lineamientos para la planificación territorial. República Argentina*. (2015). Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública. Editorial Estudio Pulpografía.
- Linsley JR. R.K, Kohler M.A., Paulus J.L.H. (2022). *Hidrología para ingenieros*. 2da Edición. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.
- Mapoteca. educar. Ministerios de Educación. Presidencia de la Nación. Recuperado de <http://mapoteca.educ.ar/files/index.html.1.3.html>

- Naciones Unidas. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Hábitat III. A/RES/71/256.
- *Plan Estratégico Urbano Territorial. Barranqueras*. (2009). Provincia del Chaco. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Presidencia de la Nación.
- *Plan Estratégico Territorial de la Provincia del Chaco*. (2013). Ministerio de Planificación Federal.
- *Plan de abordaje integral de los humedales urbanos de la ciudad de Resistencia*. Subsecretaría de Ambiente. Dirección General de Gestión Ambiental.
- *Plan de desarrollo territorial de la provincia del Chaco*. (2013). Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública.
- *Plan Resistencia Arbolada 2040*. Subsecretaría de Ambiente. Dirección General de Gestión Ambiental.
- Politikon Chaco. (2022). *Ventas de combustibles al público en Chaco. Totales en metros cúbicos en Base a Secretaría de Energía*.
- Prof. Dr. Mignone A.M. (2015). Caracterización socio-geográfica de los asentamientos informales en el aglomerado gran resistencia. *Revista geográfica digital*. Recuperado de <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/2162/1887>
- TECNEA S.A. (s.f.). *Estudio de suelos*.
- TECHRAMPS. Recuperado de <https://www.techramps.com/es/proceso-de-construccion-de-un-skatepark,i>
- Valdés Gonzales Roldan A. (1982). *Niveles de Servicio*.
- (s.f.). *Coeficientes de Estacionalidad de Puente General Belgrano*. UNNE. Vialidad Especial.
- Ven Te Chow, Maidment D.R., Mays L.W. (2000). *Hidrología Aplicada*. Editorial Nomos S.A.

ANEXOS

Anexo 1: Estimación de nivel de servicio

1.1 Resultados del censo

Tabla 50. Datos del censo en intersección Av. 9 de Julio y Viuda de Ross
(Fuente: Elaboración propia).

Intersección Av. 9 de Julio y Viuda de Ross	Tránsito por 9 de Julio	Tránsito por Viuda de Ross
Autos	762	72
Pick Ups + Utilitarios	266	26
Colectivos	64	1
Camiones 1+1	11	1
Camiones 1+2	1	-
Camiones 1+1+1+2	2	-
Motos	1208	131
Total [vehículos/h]	2314	231

Tabla 51. Datos del censo en intersección Av. San Martín y Av. Pasteur
(Fuente: Elaboración propia).

Intersección Av. San Martín y Av. Pasteur	Tránsito por Av. San Martín	Tránsito por Av. Pasteur
Autos	305	59
Pick Ups + Utilitarios	135	23
Colectivos	20	0
Camiones 1+1	21	2
Camiones 1+2	-	-
Camiones 1+1+1+2	2	2
Motos	729	139
Total [vehículos/h]	1212	225

1.2 Intersección calle Viuda de Ross y avenida 9 de Julio

Se tiene de información los siguientes datos de la vía:

- Ancho de carril: $a = 3,65$ m.
- Tipo de terreno: Llano.
- Tipo de camino: Dividido.
- Obstrucciones laterales totales: $Olt = 0,00$ m.
- Números de acceso por kilómetros: $Np = 25$.

En base al TMDA estimado, se considera, por los coeficientes adoptados, que el volumen de tránsito horario direccional es:

$$VHDD = TMDA * D * K = 27294 \frac{Veh}{día} * 0,7 * 0,1 = 1911 \frac{Veh}{h}$$

A dicho volumen horario de demanda direccional (VHDD) se lo debe corregir por el factor de hora pico (FHP) para obtener un valor aproximado del volumen horario de servicio. Se emplea 0,92 como valor del factor de hora pico (FHP) por ser el recomendado para tránsito urbano.

Además, se emplea un factor de equivalencias de vehículos con el objetivo de unificar el vehículo para el análisis, a través de la metodología desarrollada para vehículos pesados en tramos generales de llanura, con la aclaración de que se considera que la influencia de dos motocicletas es similar a un automóvil.

Por lo tanto, para la intersección analizada se tiene que:

- Porcentaje de camiones y ómnibus: $P_c = 3,15\%$.
- Porcentaje de motocicletas: $P_m = 56,62\%$.
- Factor equivalente de camiones y ómnibus: $E_c = 1,5$.
- Factor equivalente de motocicletas: $E_m = 0,5$.

El factor de ajuste de vehículos (f_v) será:

$$f_v = \frac{1}{1 + P_c * (E_c - 1) + P_m * (E_m - 1)} = 1,329$$

En base a lo anterior, volumen corregido de servicio (V_a) a emplear resulta ser:

$$V_a = \frac{VHDD}{N * FHP} = \frac{1911 \frac{veh}{h}}{2 \text{ carriles} * 0,92 * 1,329 \frac{veh}{aut}} = 781 \frac{aut}{h * c}$$

Para el análisis se estima que la velocidad en flujo libre es 60 kilómetros por hora, por ser la máxima permitida por las restricciones de circulación.

$$V_{fli} = 60 \frac{km}{h}$$

Dicha velocidad resulta ideal, debiéndose ajustar en base a las características geométricas que posee la vía. La corrección de la velocidad de flujo libre real se efectúa al considerar reducciones de esta por las características del entorno en el cual se desarrolla, diferentes de las ideales.

$$V_{fl} = V_{fli} - F_m - F_{ac} - F_{ol} - F_p$$

Siendo:

- V_{fl} : Velocidad en flujo libre real.
- V_{fli} : Velocidad en flujo libre estimada para condiciones ideales.
- F_m : Ajuste por tipo de separador central.
- F_{ac} : Ajuste por ancho de calzada.
- F_{ol} : Ajuste por obstrucción lateral.
- F_p : Ajuste por puntos de acceso.

Los valores de los factores de ajuste se obtienen de las siguientes tablas desarrolladas por el manual:

Tabla 52. Ajuste por ancho de carril
(Fuente: Highway Capacity. (2010) Multicarriles).

Ancho de carril (m)	Reducción de la v_{fl} ; f_{ac} (km/h)
$\geq 3,60$	0,0
$\geq 3,30 - 3,60$	3,0
$\geq 3,00 - 3,30$	10,6

Tabla 53. Ajuste por obstrucciones laterales
(Fuente: Highway Capacity. (2010) Multicarriles).

Camino de cuatro carriles		Camino de seis carriles	
Distancia total sin obstrucción lateral (m) (*)	Reducción de la velocidad en flujo libre (km/h)	Distancia total sin obstrucción lateral (m) (*)	Reducción de la velocidad en flujo libre (km/h)
3,6	0,0	3,6	0,0
3,0	0,6	3,0	0,6
2,4	1,5	2,4	1,5
1,8	2,1	1,8	2,1
1,2	3,0	1,2	2,7
0,6	5,8	0,6	4,5
0,0	8,7	0,0	6,3

Se recomienda interpolar

Tabla 54. Ajuste por tipo de mediana
(Fuente: Highway Capacity. (2010) Multicarriles).

Tipo de mediana	Reducción de la v_{fl} ; f_m (km/h)
Sin dividir	2,6
CGIDS	0,0
Dividido	0,0

Tabla 55. Ajuste por puntos de acceso
(Fuente: Highway Capacity. (2010) Multicarriles).

Puntos de acceso por km	Reducción de la velocidad en flujo libre (km/h)
0	0
6	4
12	8
19	12
25 ó más	16

Se recomienda interpolar

Por lo tanto, se tiene que:

- $F_m = 0$ km/h.
- $F_{ac} = 0$ km/h.
- $F_{ol} = 8,7$ km/h.
- $F_p = 16$ km/h.

$$V_{fl} = 60 \frac{km}{h} - 8,7 \frac{km}{h} - 16,1 \frac{km}{h} \approx 35 \frac{km}{h}$$

En base a la velocidad del flujo libre y el volumen horario de demanda real se calcula la densidad aproximada que presentaría el carril más demandado de la sección. Dicha densidad sirve para estimar las condiciones. Para una determinación exacta de la situación actual de la trama urbana se debe efectuar un análisis de los tiempos de demora del tránsito en las intersecciones, resultando ser una metodología que precisa de mayores datos y análisis, pero consideramos que el análisis empleado sirve al nivel de anteproyecto.

$$D = \frac{Va}{Vfl} = \frac{781 \frac{aut}{h * c}}{35 \frac{km}{h}} \approx 23 \frac{aut}{km * c}$$

Si bien la metodología específica que se debe adoptar la curva de velocidad de flujo libre más próxima a las recomendadas, consideramos que resulta prudente estimar los valores de volúmenes máximos de referencia en base a la densidad promedio establecidas para los demás niveles de servicio y velocidades de flujo libre para una mejor aproximación.

Tabla 56. Densidad para la determinación del nivel de servicio
(Fuente: Elaboración propia).

Máximo Volumen en Aut/H/Carril					
Velocidad en flujo libre	Nivel de Servicio				
	A	B	C	D	E
96	660	1080	1550	1980	2200
88	600	990	1430	1850	2100
80	550	900	1300	1710	2000
72	290	810	1170	1550	1900
Densidad					
96	6	11	16	20	22
88	6	11	16	21	23
80	6	11	16	21	25
72	4	11	16	21	26
Densidad promedio	5	11	16	20	24
Máx. Vol. estimado	180	381	562	700	841
35					

En base a los resultados estimados, se considera que actualmente se encuentra en un nivel de servicio E.

En base a la estimación anterior, se puede proyectar los años que pueden transcurrir hasta superar dicho nivel de servicio para una tasa de crecimiento del 3% anual. Para ello se tiene:

- Máximo volumen en aut/h/c Va:

$$Va = 860 \frac{aut}{h * c}$$

- Máximo volumen horario de demanda VHD máx.:

$$VHD \text{ máx} = Va * N * FHP * fv = 860 \frac{aut}{h * c} * 2 * c * 0,92 * 1,329 \frac{veh}{aut} = 2103 \frac{veh}{h}$$

- Incremento admitido ΔVHD :

$$\Delta VHD = VHD \text{ máx} - VHD = 2103 \frac{veh}{h} - 1911 \frac{veh}{h} = 192 \frac{veh}{h}$$

- Evolución del tránsito:

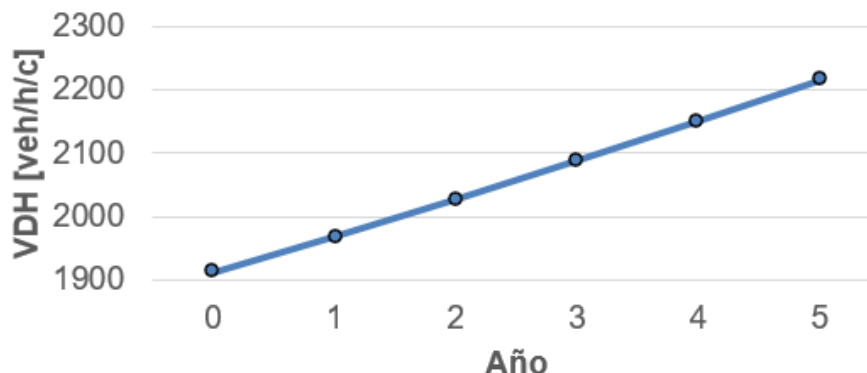


Fig. 94. Proyección del volumen horario de diseño de la avenida 9 de Julio (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 57. Proyección del fin del nivel de servicio (Fuente: Elaboración propia).

Año	VHD
2022	1911
2023	1968
2024	2027
2025	2088
2026	2151
2027	2215

Dicho volumen se lo puede correlacionar al TMDA:

$$TMDA = VHD_{2026} * \frac{1}{K * D} = 2151 \frac{veh}{h} * \frac{1}{0,7 * 0,1 * \frac{día}{h}} = 30726 \frac{veh}{día}$$

1.3 Intersección entre avenida San Martín y avenida Pasteur

Se emplea la misma metodología que para la intersección anterior.

Se tiene de información los siguientes datos de la vía:

- Ancho de carril: $a = 3,65$ m.
- Tipo de terreno: Llano.
- Tipo de camino: Dividido.
- Obstrucciones laterales totales: $Olt = 0,00$ m.
- Números de acceso por kilómetros: $Np = 25$.

En base al TMDA estimado, se considera, por los coeficientes adoptados, que el volumen de tránsito horario direccional es:

$$VHDD = TMDA * D * K = 14964 \frac{veh}{día} * 0,7 * 0,1 = 1048 \frac{veh}{h}$$

Análogamente a la estimación anterior, se tendrá para la intersección:

- Porcentaje de camiones y ómnibus: $P_c = 3,28\%$.
- Porcentaje de motocicletas: $P_m = 60,41\%$.
- Factor equivalente de camiones y ómnibus: $E_c = 1,5$.
- Factor equivalente de motocicletas: $E_m = 0,5$.

El factor de ajuste de vehículos (f_v) será:

$$f_v = \frac{1}{1 + P_c * (E_c - 1) + P_m * (E_m - 1)} = 1,4 \frac{veh}{aut}$$

En base a lo anterior, volumen corregido de servicio (V_a) a emplear resulta ser:

$$V_a = \frac{VHD}{N * FHP * f_v} = \frac{1048 \frac{veh}{h}}{2 carriles * 0,92 * 1,4 \frac{veh}{aut}} = 407 \frac{aut}{h * c}$$

Teniendo las mismas características geométricas y limitaciones, se tendrá la misma velocidad en flujo libre real estimada que la intersección anterior.

$$V_{fl} = 60 \frac{km}{h} - 8,7 \frac{km}{h} - 16,1 \frac{km}{h} \approx 35 \frac{km}{h}$$

La densidad será:

$$D = \frac{V_a}{V_{fl}} = \frac{407 \frac{aut}{h * c}}{35 \frac{km}{h}} \approx 12 \frac{aut}{km * c}$$

Por lo tanto, se encuentra en un nivel de servicio C.

Proyectando los siguientes años con una tasa de crecimiento del 3% anual, se estima los años que pasarán hasta llegar al fin de dicho nivel de servicio. Para ello se tiene:

- Máximo volumen en aut/h/c V_a :

$$V_a = 570 \frac{aut}{h * c}$$

- Máximo volumen horario de demanda VHD máx.:

$$VHD \text{ máx} = V_a * N * FHP * f_v = 570 \frac{aut}{h * c} * 2 c * 0,92 * 1,4 \frac{veh}{aut} = 1468 \frac{veh}{h}$$

- Incremento admitido ΔVHD :

$$\Delta VHD = VHD \text{ máx} - VHD = 1468 \frac{veh}{h} - 1048 \frac{veh}{h} = 420 \frac{veh}{h}$$

- Evolución del tránsito:

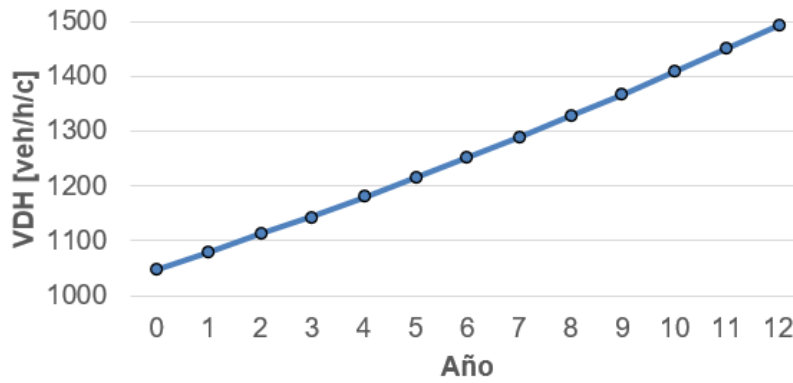


Fig. 95. Proyección del volumen horario de diseño de la avenida San Martín
(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 58. Proyección del fin del nivel de servicio
(Fuente: Elaboración propia).

Año	VHD
2022	1048
2023	1079
2024	1112
2025	1145
2026	1180
2027	1215
2028	1251
2029	1289
2030	1328
2031	1367
2032	1408
2033	1451
2034	1494

Dicho volumen se lo puede correlacionar al TMDA:

$$TMDA = VHD_{2034} * \frac{1}{K * D} = 1494 \frac{veh}{h} * \frac{1}{0,7 * 0,1 \frac{día}{h}} = 15256 \frac{veh}{día}$$

Anexo 2: Planos

PLANO 1: *Localización de la zona de estudio.*

PLANO 2: *Delimitación de cuencas urbanas.*

PLANO 3: *Determinación de microcuencas y recorrido para el tiempo de concentración.*

PLANO 4: *Propuesta vial.*

PLANO 5: *Propuesta de readecuación de espacios verdes y radio de influencia*

PLANO 6: *Propuesta en espacio verde – General.*

PLANO 7: *Propuesta en espacio verde – Sector 1.*

PLANO 8: *Propuesta en espacio verde – Sector 2.*

PLANO 9: *Perfil transversal tipo de calzada.*

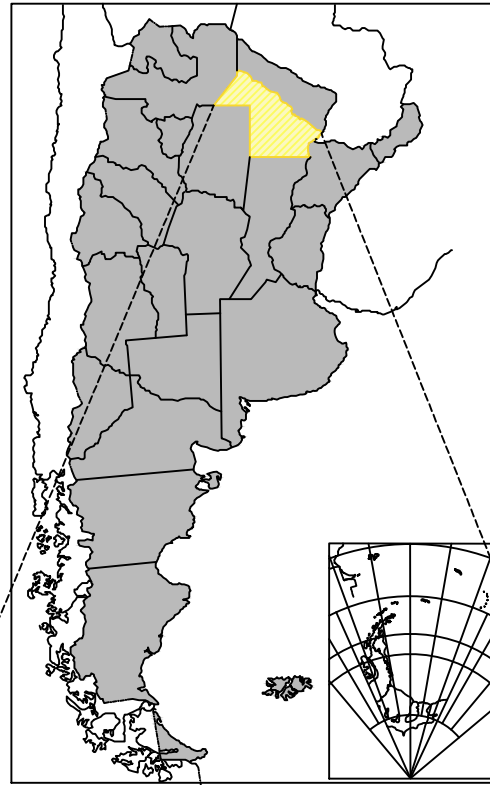
PLANO 10: *Detalle de juntas transversales y longitudinales.*

PLANO 11: *Detalle de juntas y cordón.*

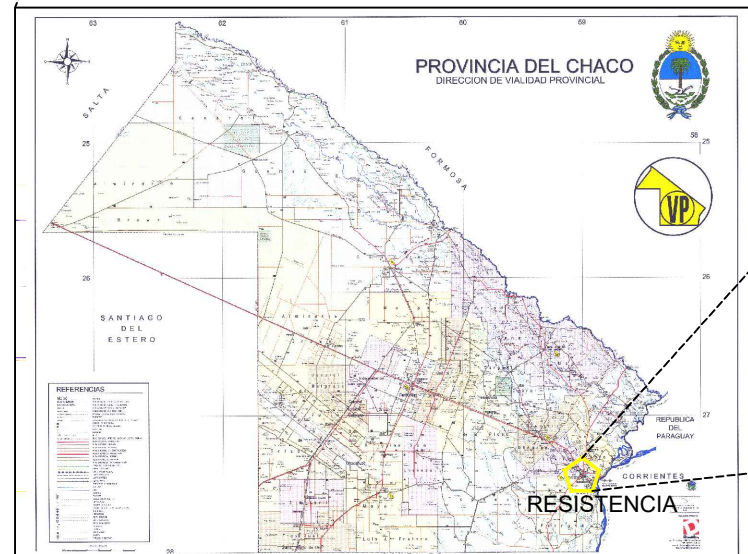
PLANO 12: *Señalización vial – Parte 1.*

PLANO 13: *Señalización vial – Parte 2.*

REPÚBLICA ARGENTINA



ZONA DE ESTUDIO



PROVINCIA DEL CHACO



ÁREA METROPOLITANA DEL GRAN RESISTENCIA

REFERENCIAS



Zona de estudio

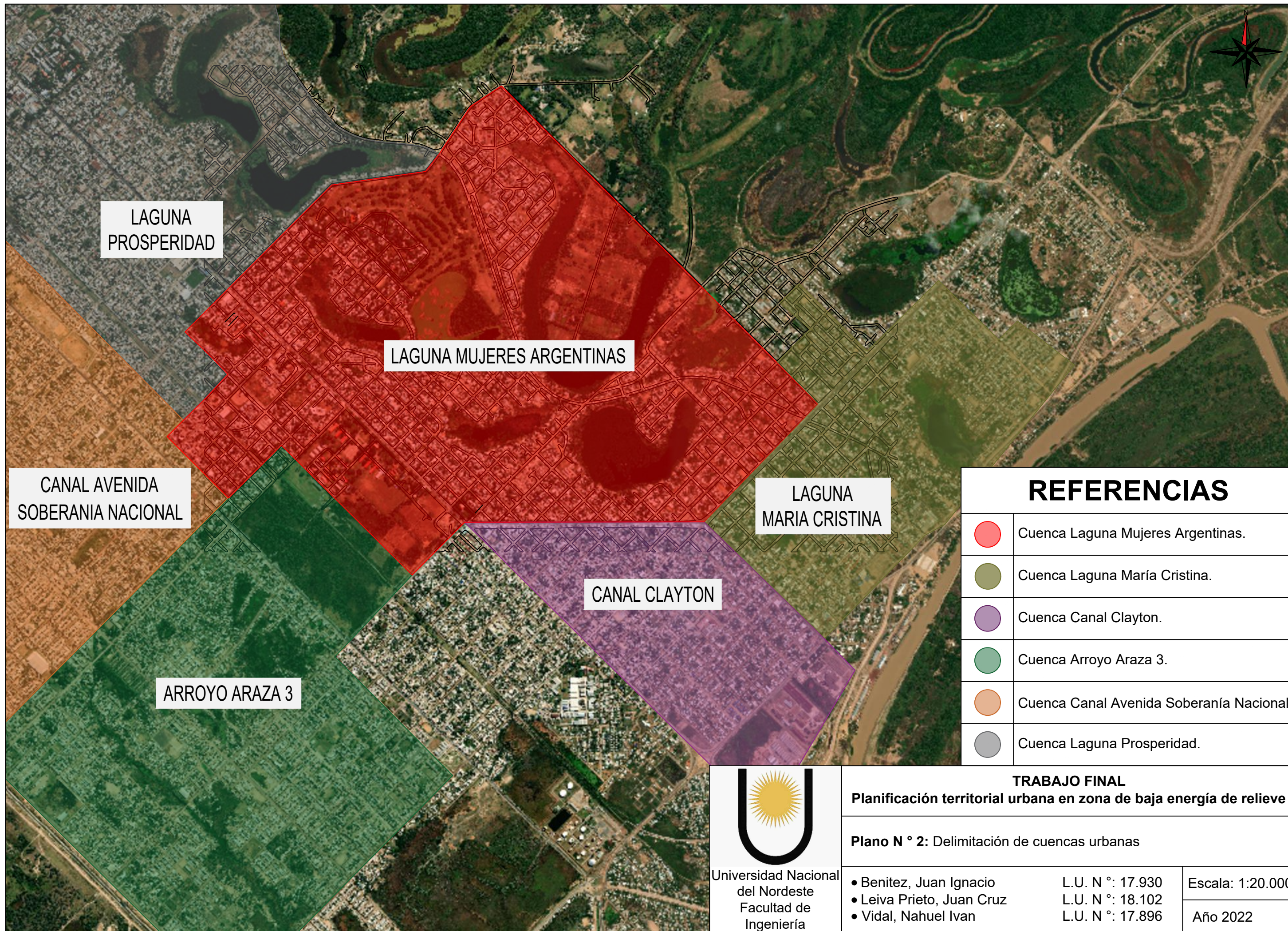


Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería

TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N° 1: Localización de la zona de estudio.

• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N°: 17.930	Escala: S / E
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N°: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N°: 17.896	Año 2022



LAGUNA PROSPERIDAD

LAGUNA MUJERES ARGENTINAS

CANAL AVENIDA SOBERANIA NACIONAL

LAGUNA MARIA CRISTINA

CANAL CLAYTON

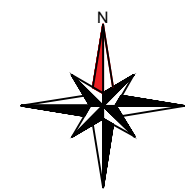
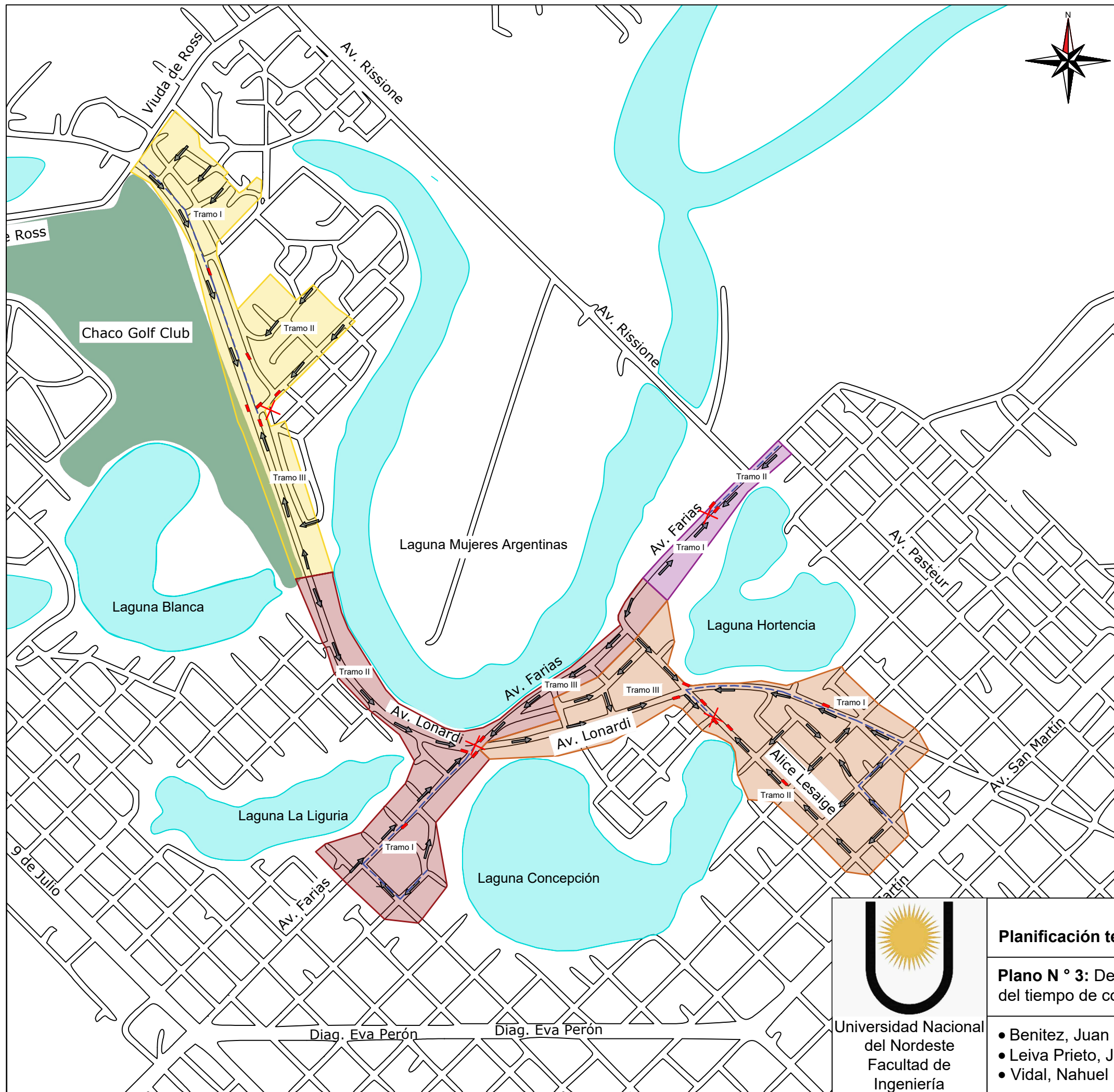
ARROYO ARAZA 3

REFERENCIAS	
	Cuenca Laguna Mujeres Argentinas.
	Cuenca Laguna María Cristina.
	Cuenca Canal Clayton.
	Cuenca Arroyo Araza 3.
	Cuenca Canal Avenida Soberanía Nacional.
	Cuenca Laguna Prosperidad.



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería

TRABAJO FINAL		
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve		
Plano N ° 2: Delimitación de cuencas urbanas		
• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N °: 17.930	Escala: 1:20.000
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N °: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N °: 17.896	Año 2022



REFERENCIAS

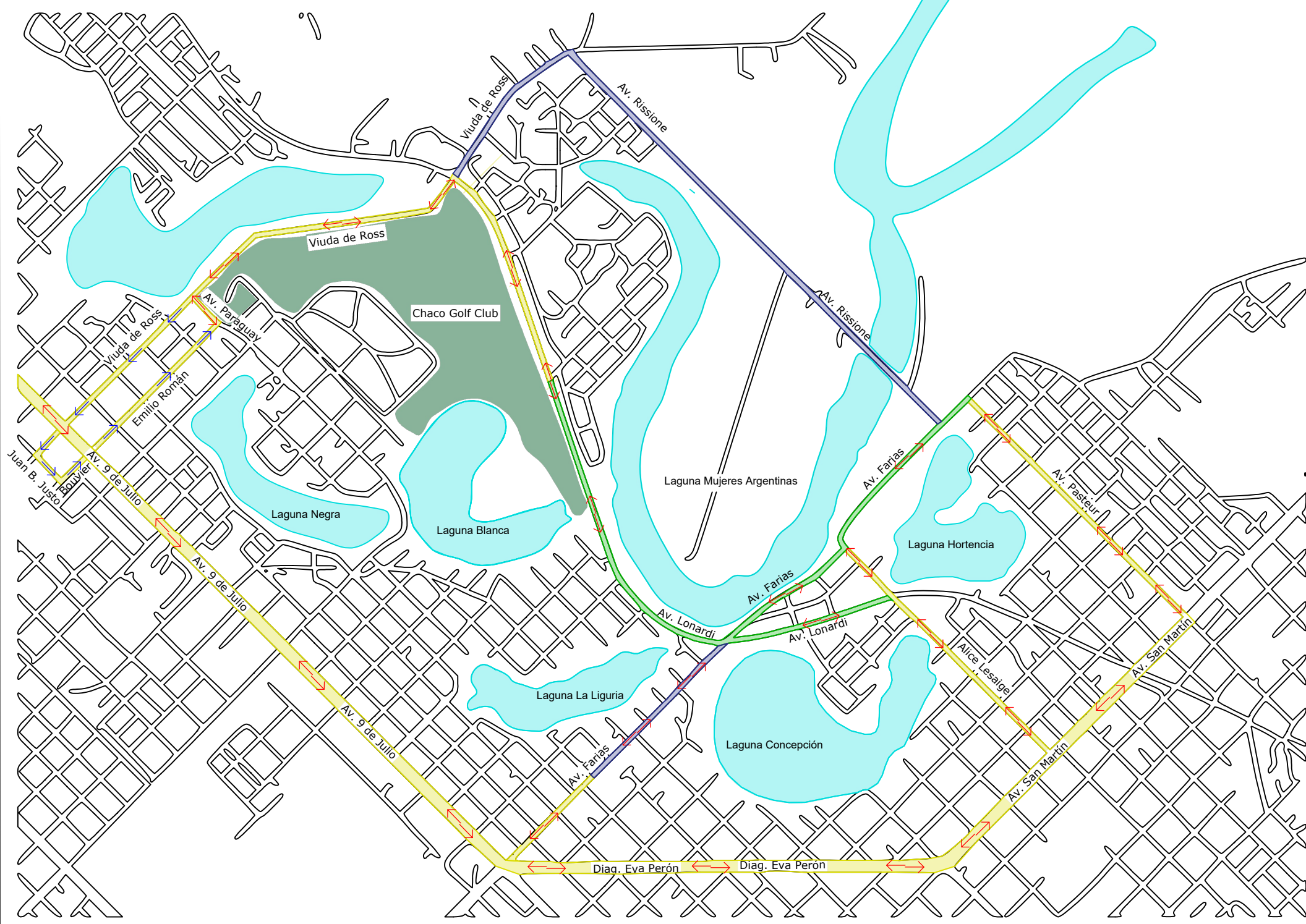
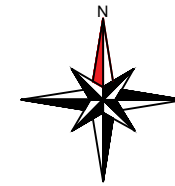
	Lagunas
	Recorrido considerado para el "tiempo de concentración".
	Sentido de escurrimiento.
	Microcuenca de aporte 1
	Microcuenca de aporte 2
	Microcuenca de aporte 3
	Microcuenca de aporte 4
	Descargas de las microcuencas
	Sumideros



TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N° 3: Determinación de microcuencas y recorrido para cálculo del tiempo de concentración.

• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N°: 17.930	Escala: 1:10.000
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N°: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N°: 17.896	Año 2022



REFERENCIAS

	Calle pavimentada.
	Calle a pavimentar.
	Calles con proyección de pavimentación a futuro.
	Calle de un solo sentido de circulación.
	Calle de dos sentidos de circulación.
	Lagunas.

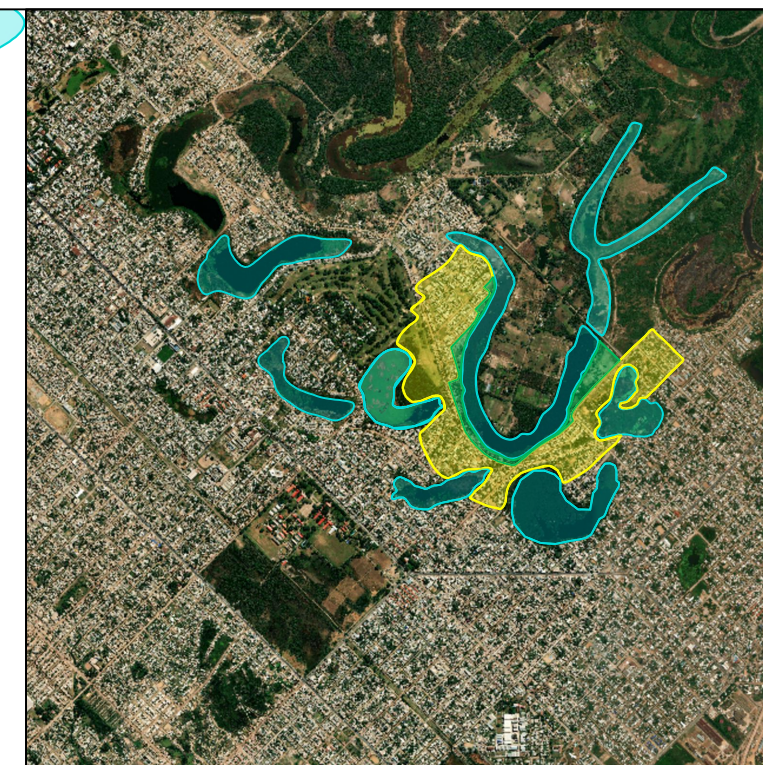
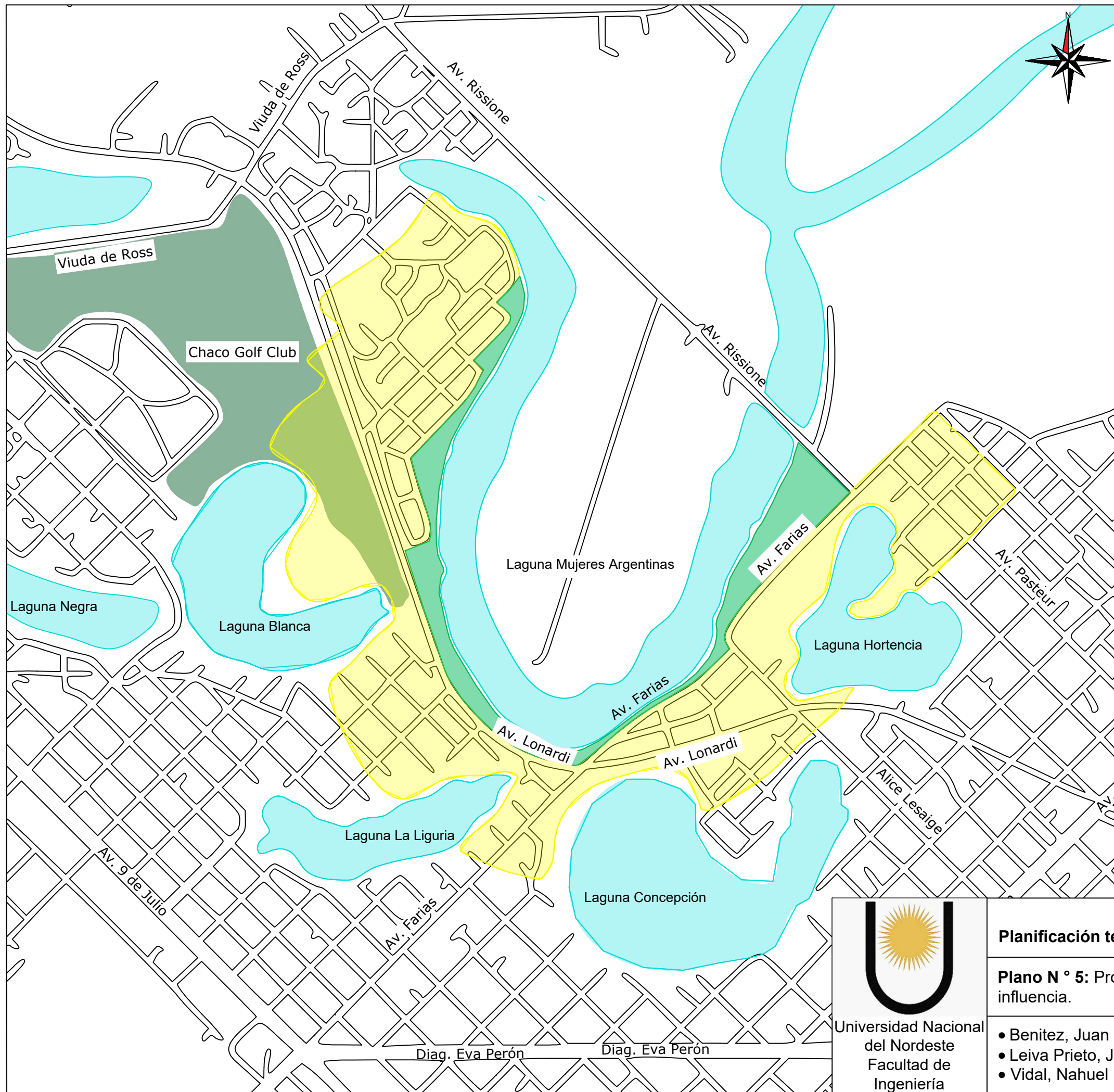


Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería




TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N ° 4: Propuesta Vial.

• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N °: 17.930	Escala: 1:15.000
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N °: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N °: 17.896	Año 2022



REFERENCIAS

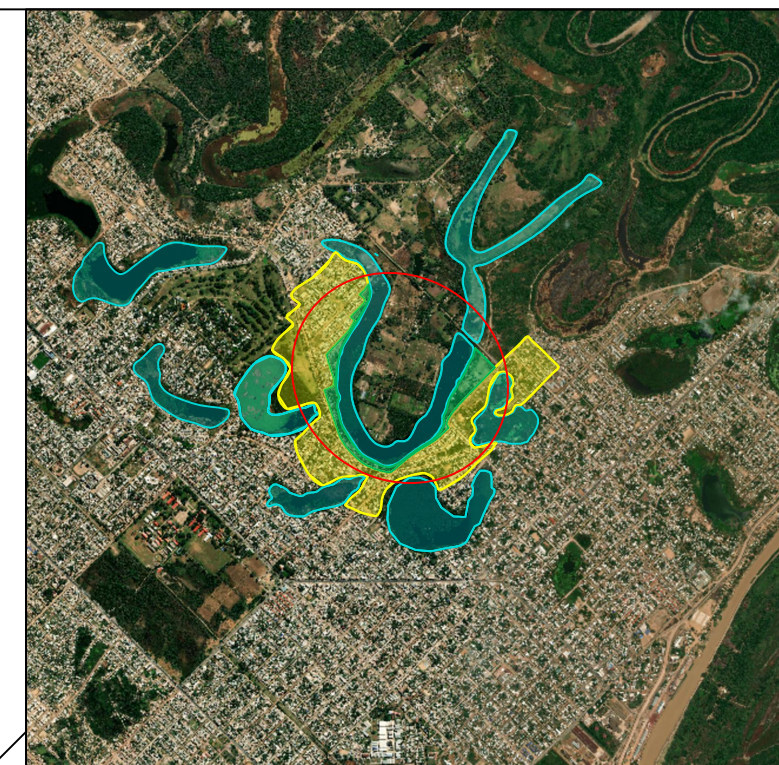
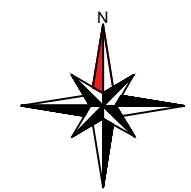
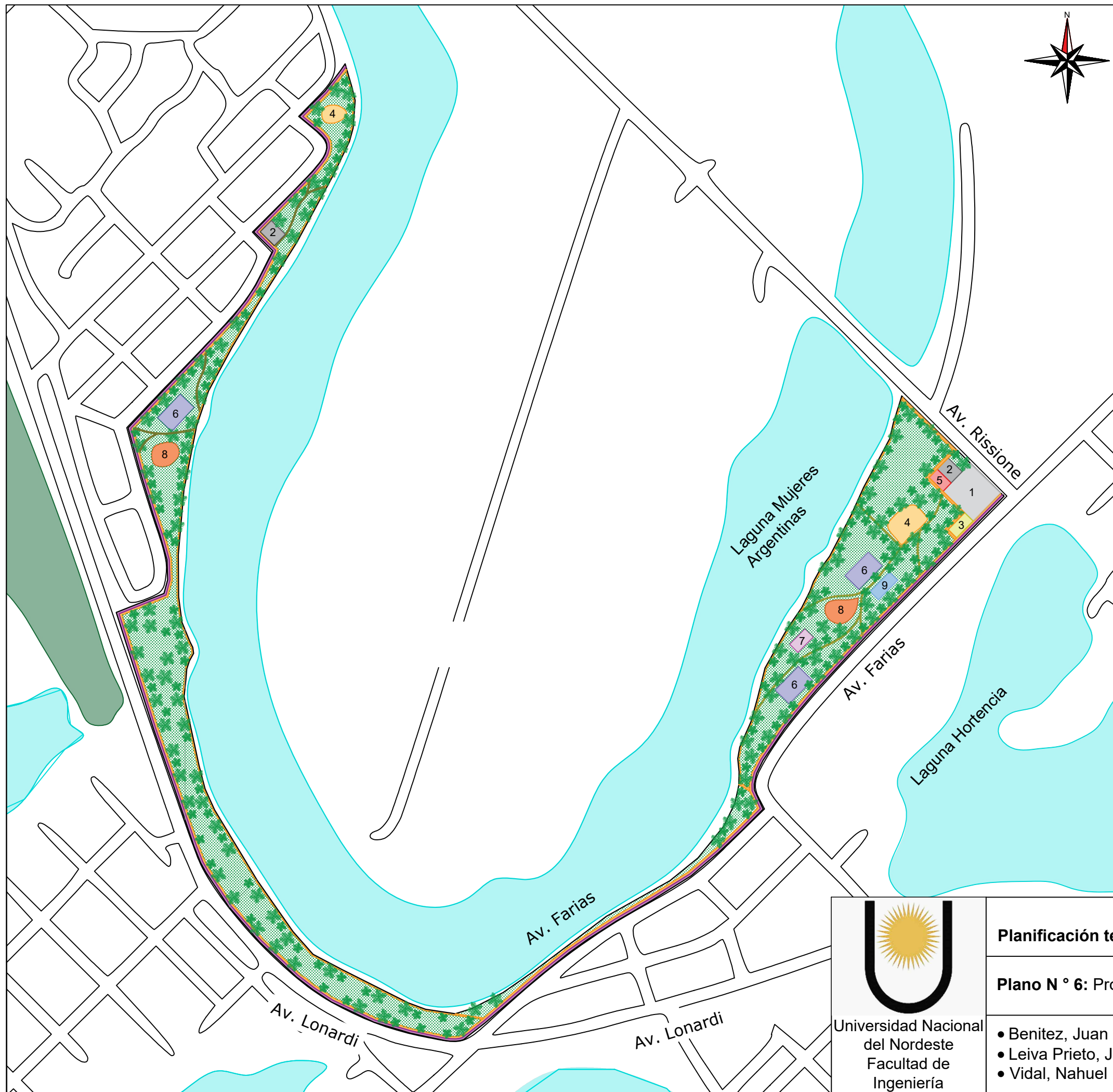
	Proyecto de espacios verdes.
	Área de influencia de los espacios verdes.
	Lagunas.



TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve


Plano N° 5: Propuesta de readecuación de espacios verdes y radio de influencia.

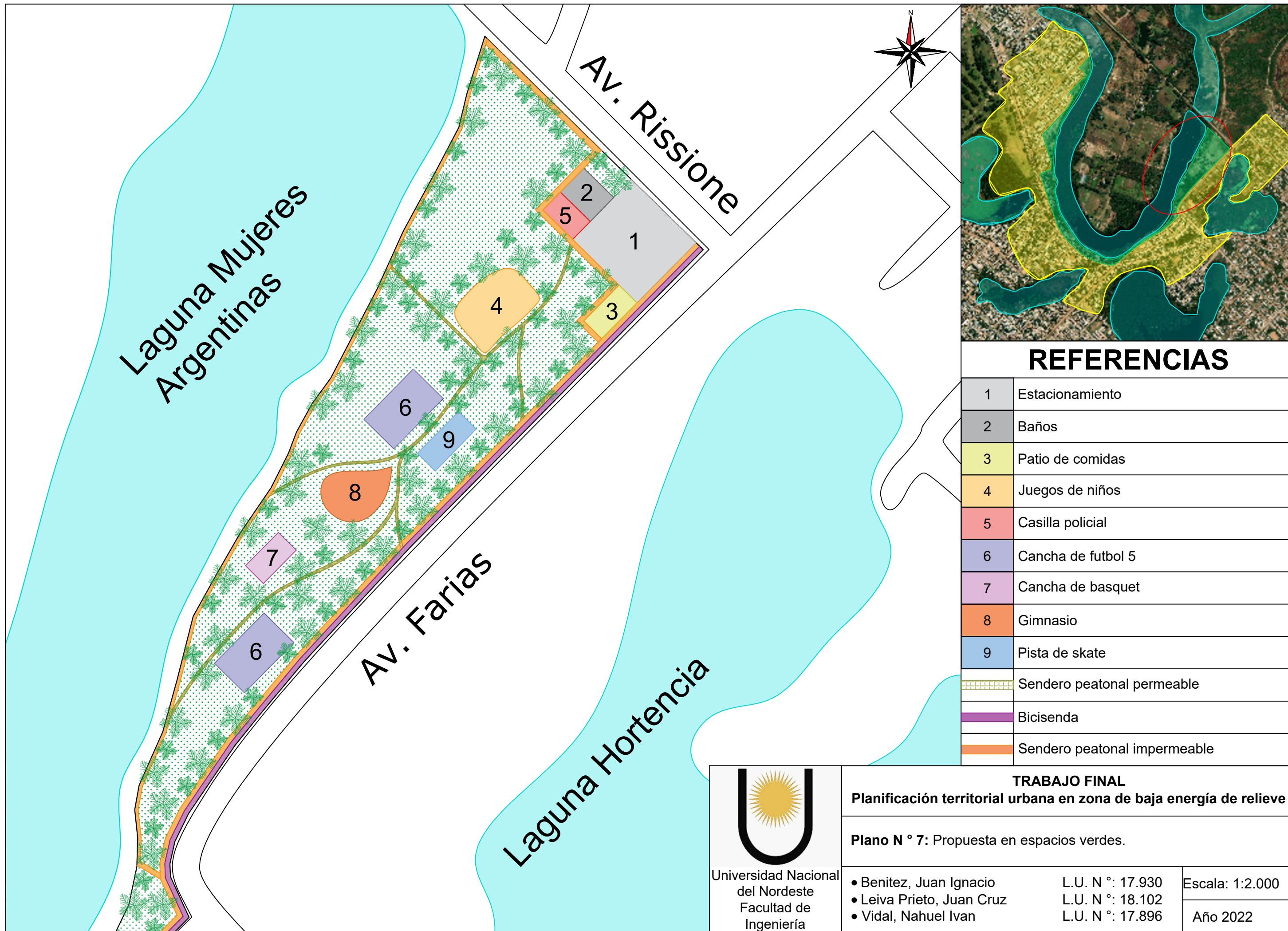
• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N°: 17.930	Escala: 1:10.000 Año 2022
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N°: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N°: 17.896	



REFERENCIAS

1	Estacionamiento
2	Baños
3	Patio de comidas
4	Juegos de niños
5	Casilla policial
6	Cancha de futbol 5
7	Cancha de basquet
8	Gimnasio
9	Pista de skate
	Sendero peatonal permeable
	Bicisenda
	Sendero peatonal impermeable

 Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ingeniería	TRABAJO FINAL	
	Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve	
	Plano N ° 6: Propuesta en espacios verdes.	
<ul style="list-style-type: none"> • Benitez, Juan Ignacio • Leiva Prieto, Juan Cruz • Vidal, Nahuel Ivan 	L.U. N °: 17.930 L.U. N °: 18.102 L.U. N °: 17.896	Escala: 1:2.000 Año 2022



Laguna Mujeres Argentinas

Av. Rissione

Av. Farias

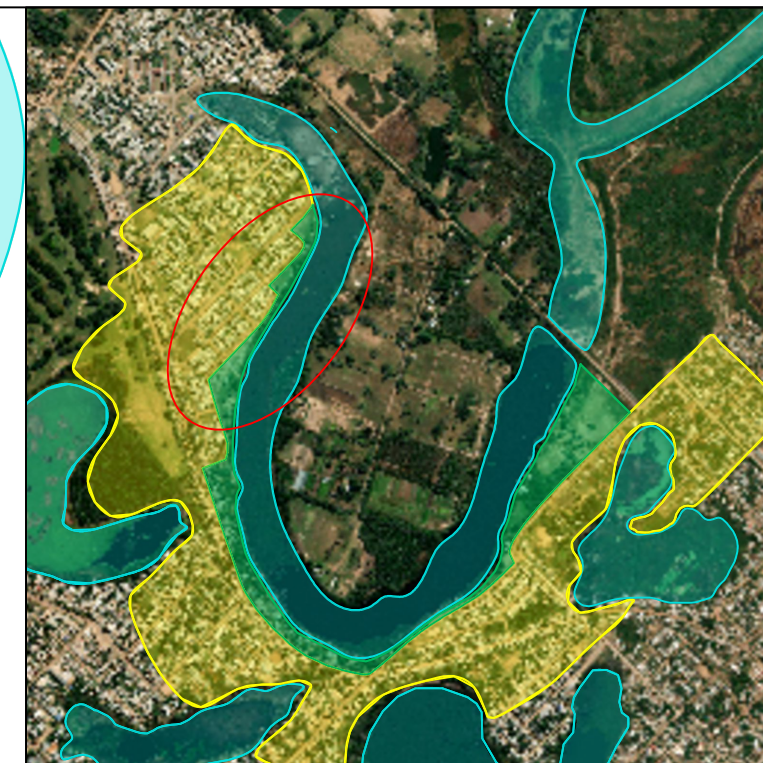
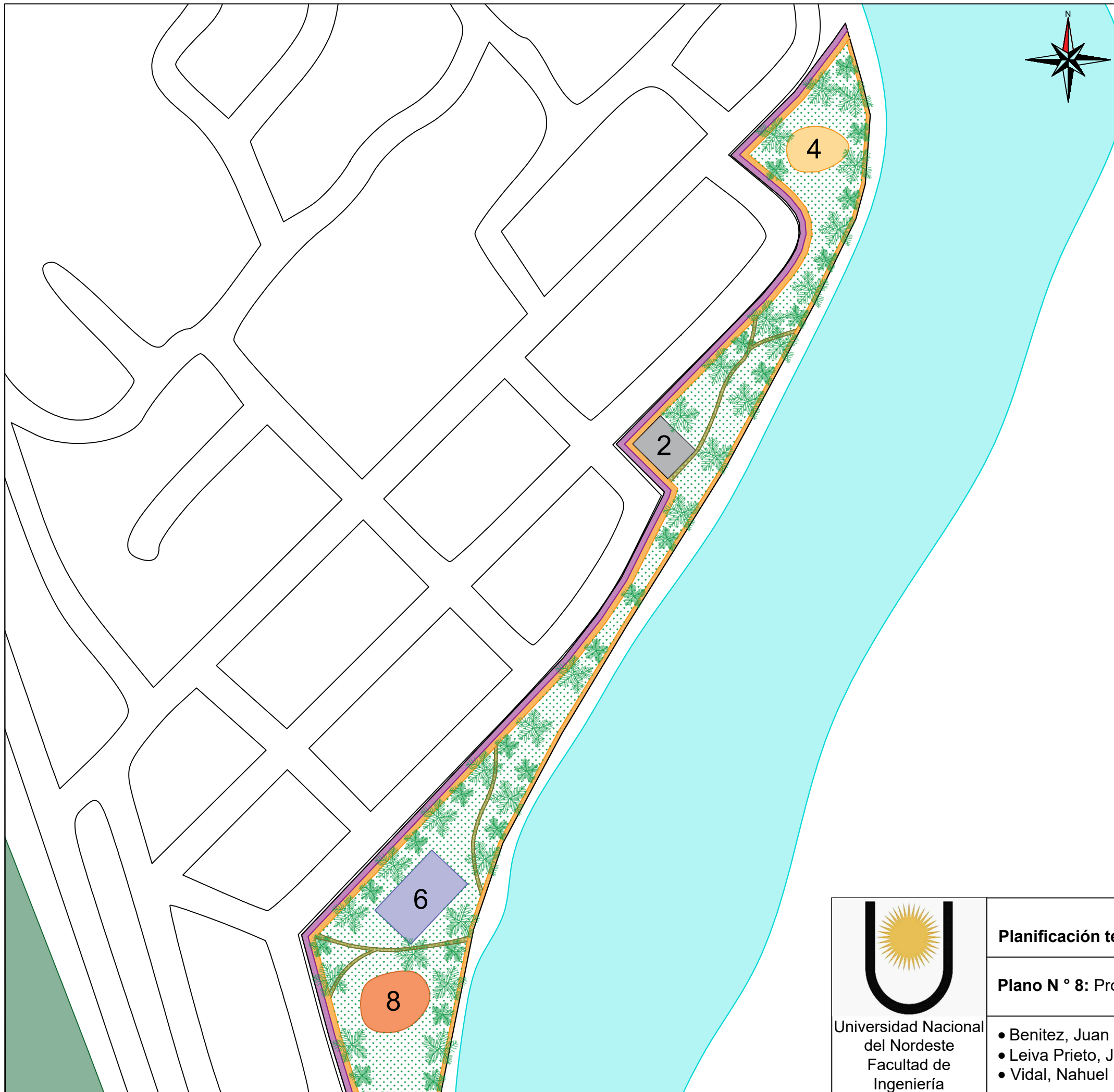
Laguna Hortencia



REFERENCIAS

1	Estacionamiento
2	Baños
3	Patio de comidas
4	Juegos de niños
5	Casilla policial
6	Cancha de futbol 5
7	Cancha de basquet
8	Gimnasio
9	Pista de skate
	Sendero peatonal permeable
	Bicisenda
	Sendero peatonal impermeable

<p>Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ingeniería</p>	TRABAJO FINAL	
	Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve	
	Plano N ° 7: Propuesta en espacios verdes.	
<ul style="list-style-type: none"> • Benitez, Juan Ignacio • Leiva Prieto, Juan Cruz • Vidal, Nahuel Ivan 	<p>L.U. N °: 17.930</p> <p>L.U. N °: 18.102</p> <p>L.U. N °: 17.896</p>	<p>Escala: 1:2.000</p> <p>Año 2022</p>



REFERENCIAS

2	Baños
4	Juegos de niños
6	Cancha de futbol 5
8	Gimnasio
	Sendero peatonal permeable
	Bicisenda
	Sendero peatonal impermeable



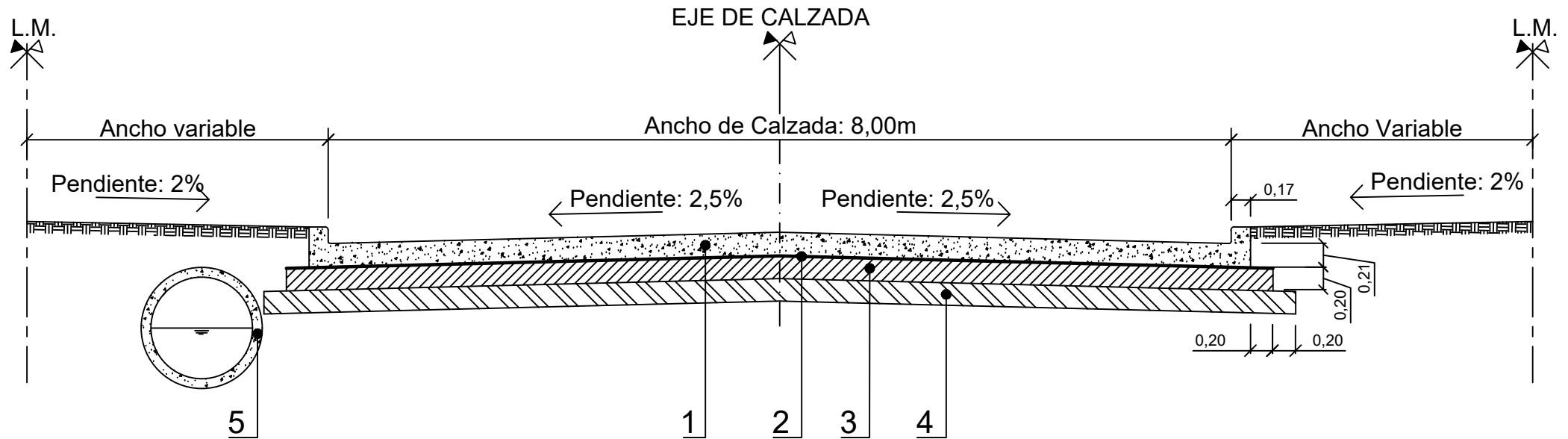
Universidad Nacional
del Nordeste
Facultad de
Ingeniería

TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N ° 8: Propuesta en espacios verde.

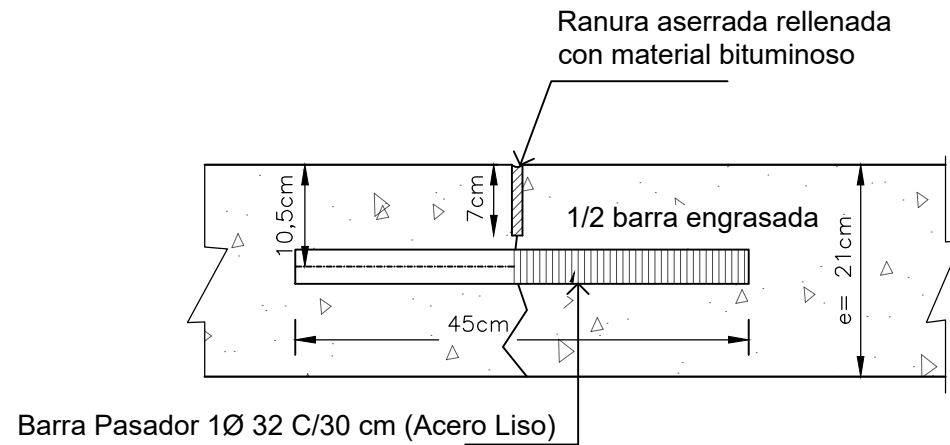
• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N °: 17.930	Escala: 1:4.000
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N °: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N °: 17.896	
		Año 2022

PERFIL TRANSVERSAL TIPO DE OBRA

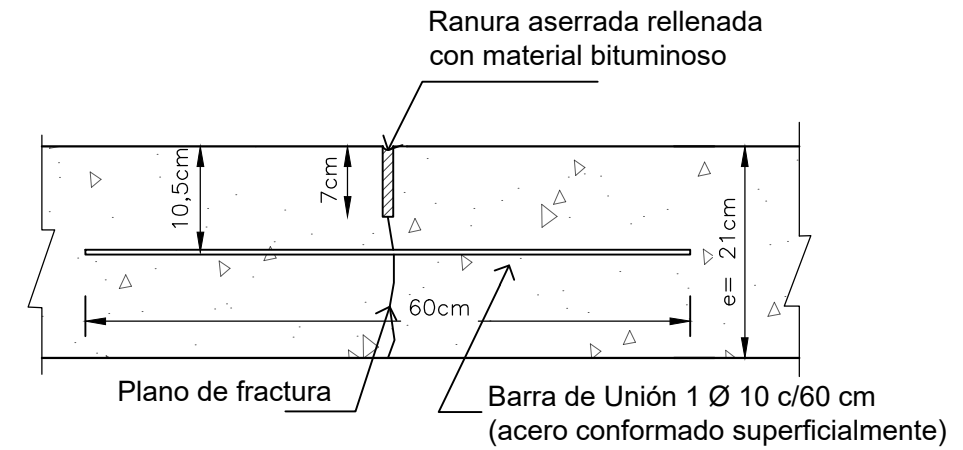


REFERENCIAS		 Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ingeniería	TRABAJO FINAL		
1	Pavimento de hormigón con cordón integrado. e = 0,21m.		Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve		
2	Polipropileno de 200 micrones.	Plano N ° 9: Perfil transversal tipo de calzada.			
3	Base tratada de suelo cal. e = 0,20m.	• Benitez, Juan Ignacio • Leiva Prieto, Juan Cruz • Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N °: 17.930	Año 2022	
4	Subrasante de suelo natural A-6 compactado. e = 0,20m.		L.U. N °: 18.102		
5	Desagüe pluvial. Ø =Variable.		L.U. N °: 17.896		

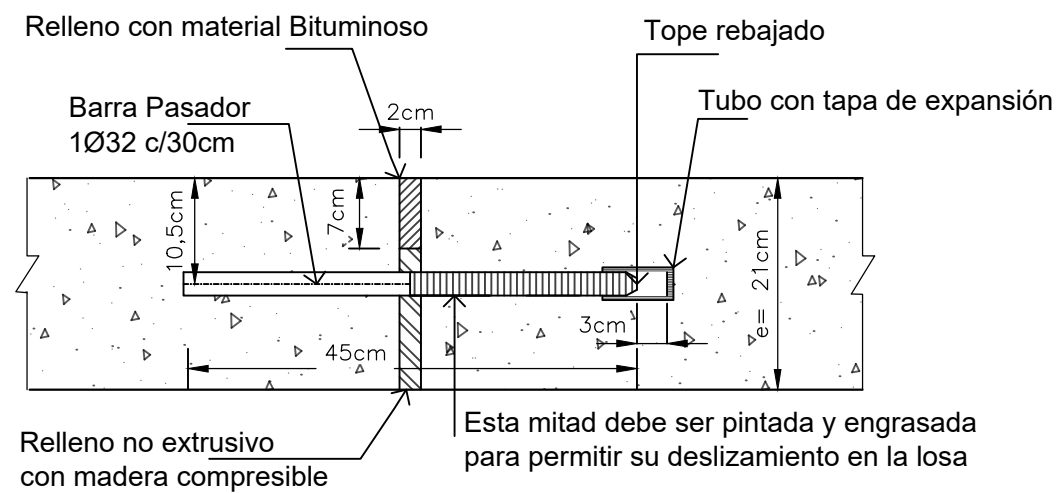
JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN TIPO ASERRADA A PLANO DE DEBILITAMIENTO



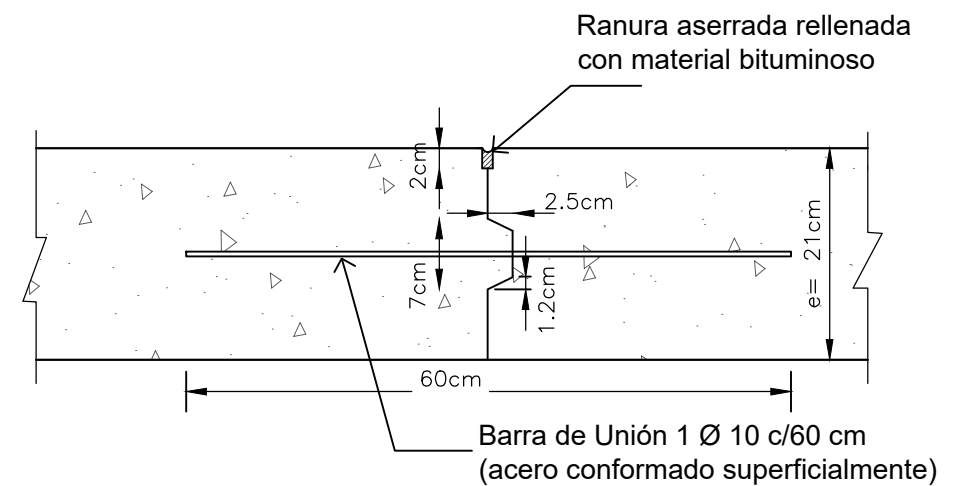
JUNTA LONGITUDINAL TIPO ASERRADA EN PLANO DE DEBILITAMIENTO




JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACION Y DE CONSTRUCCION

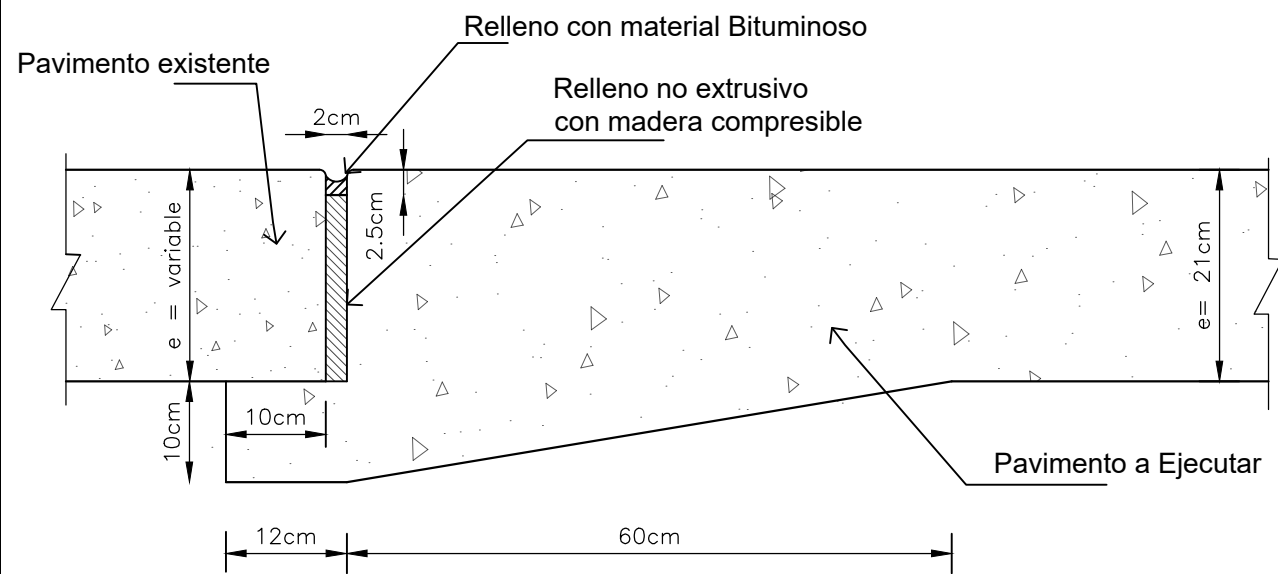


JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN TIPO EMSAMBLADA

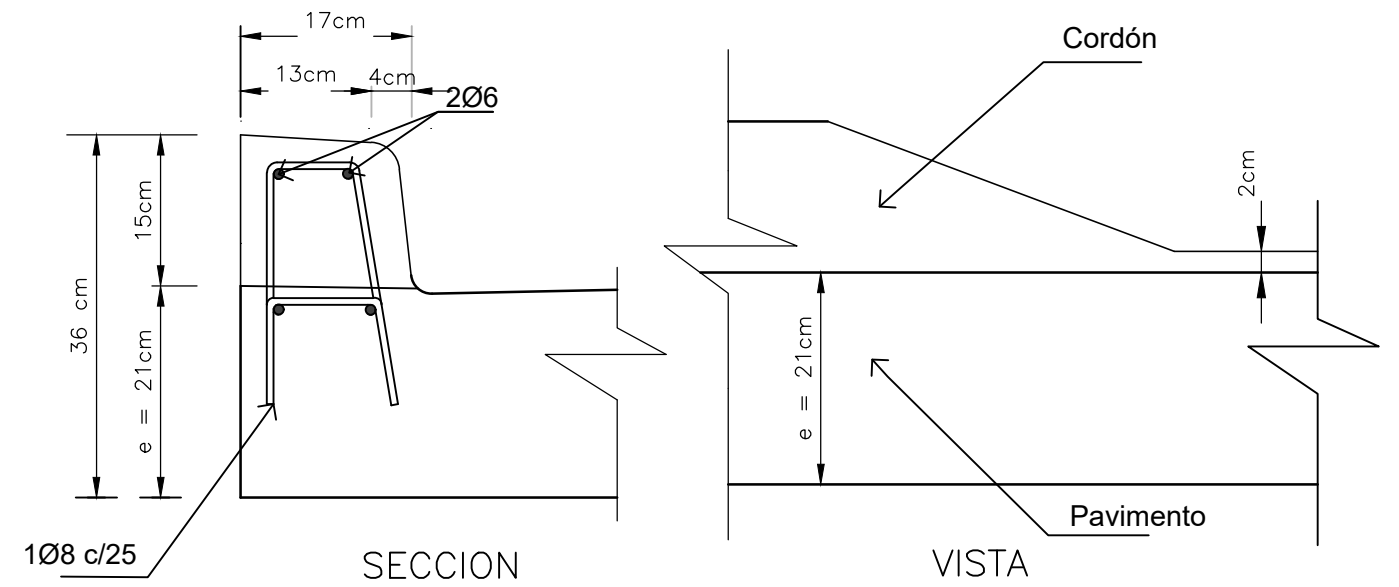


 Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ingeniería	TRABAJO FINAL		
	Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve		
	Plano N ° 10: Detalle de juntas transversales y longitudinales.		
	<ul style="list-style-type: none"> • Benitez, Juan Ignacio • Leiva Prieto, Juan Cruz • Vidal, Nahuel Ivan 	L.U. N °: 17.930 L.U. N °: 18.102 L.U. N °: 17.896	Escala: 1:7,5 Año 2022

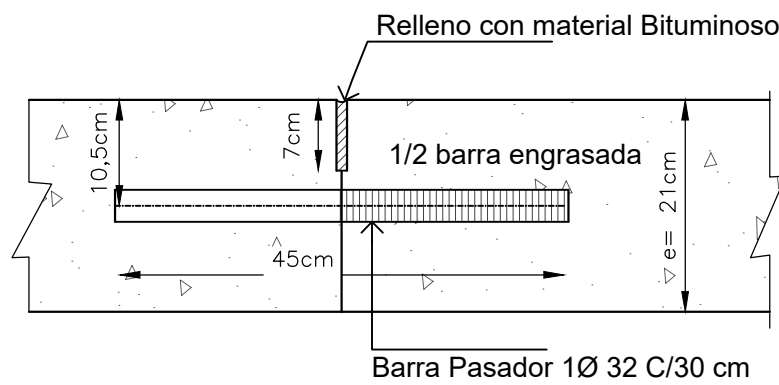
JUNTA DE DILATACIÓN CONTRA EDIFICIOS O OTRAS ESTRUCTURAS EXISTENTES



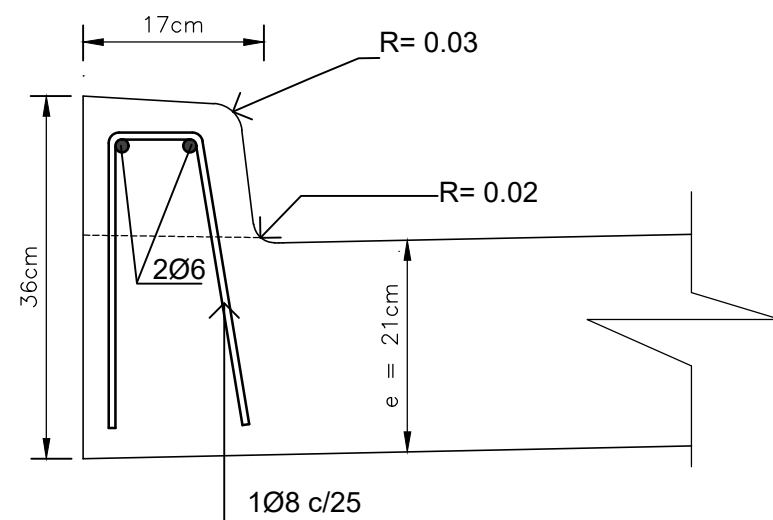
REBAJE DE CORDÓN PARA ENTRADA DE VEHÍCULOS



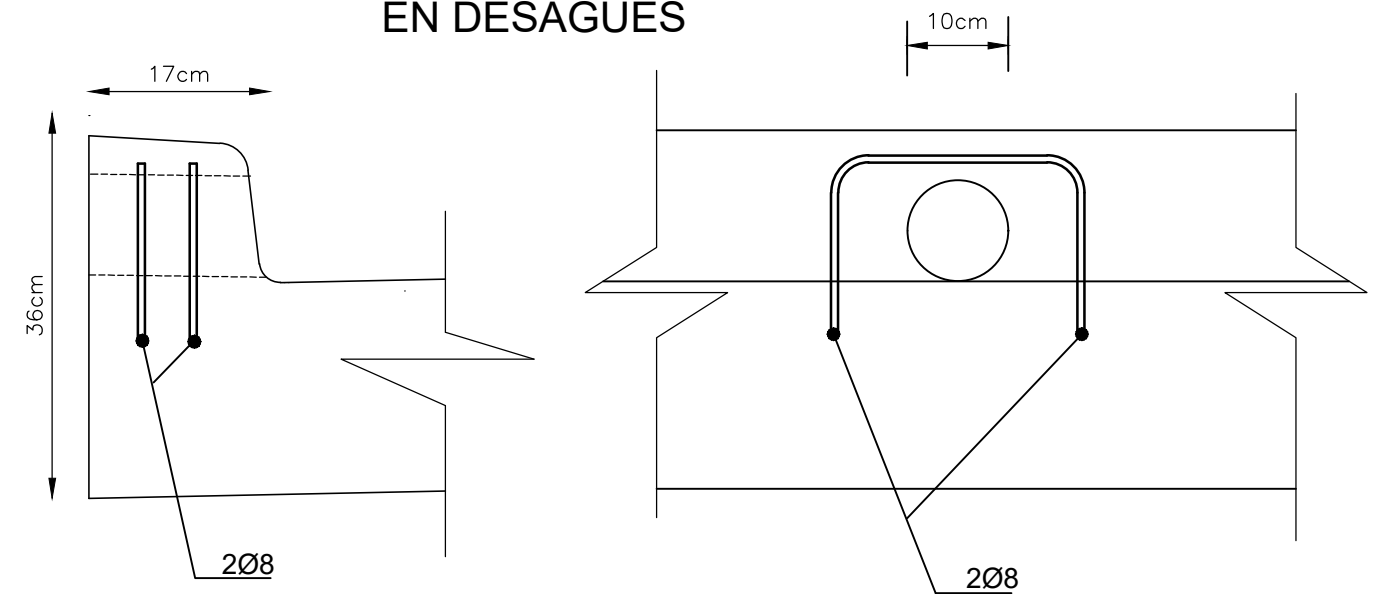
JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN



SECCION CORDON TIPO



REFUERZO DE CORDONES EN DESAGÜES



TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N ° 11: Detalle de juntas y cordón.

- Benitez, Juan Ignacio
- Leiva Prieto, Juan Cruz
- Vidal, Nahuel Ivan

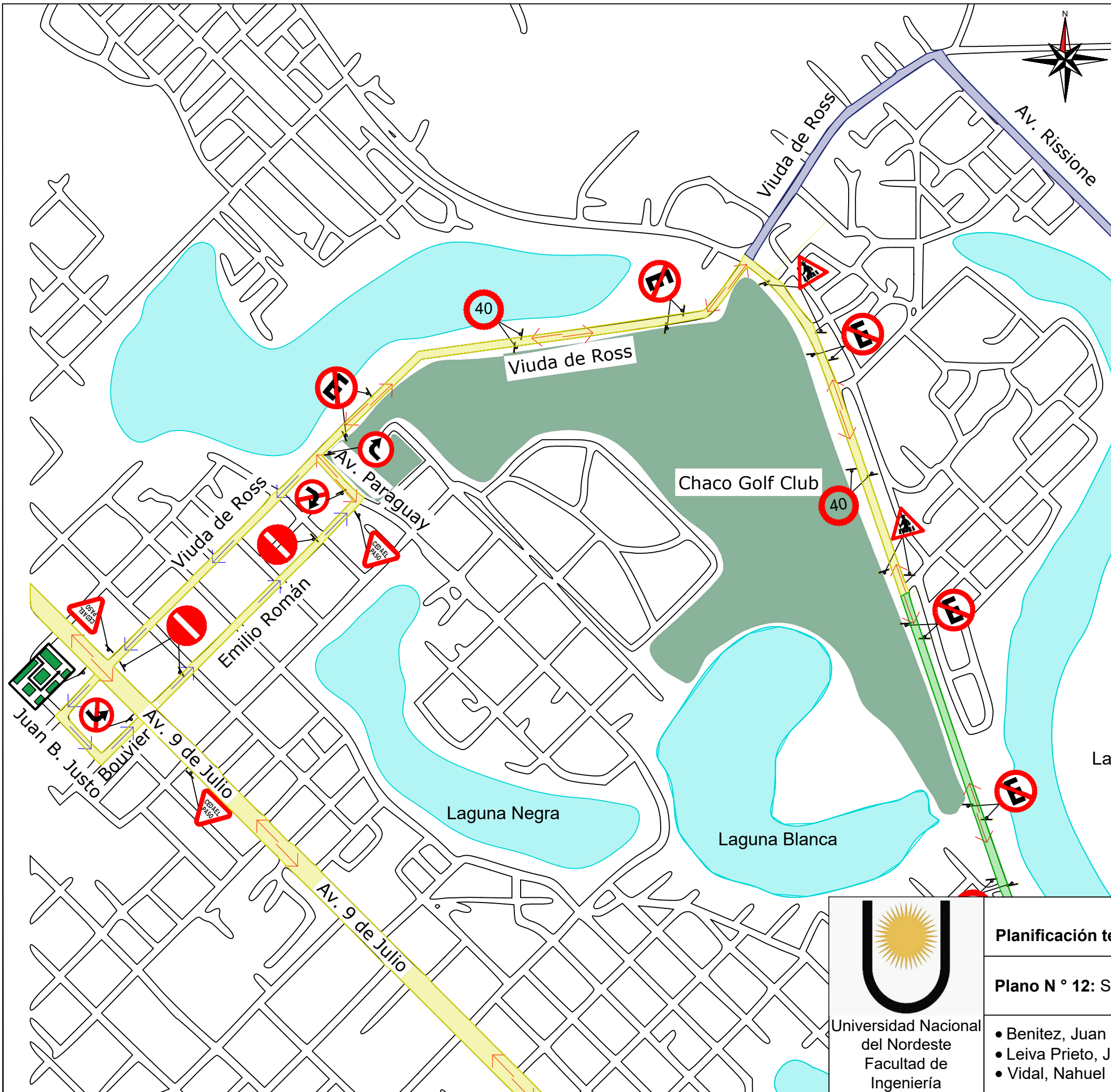
L.U. N °: 17.930

L.U. N °: 18.102

L.U. N °: 17.896

Escala: 1:7,5

Año 2022



REFERENCIAS

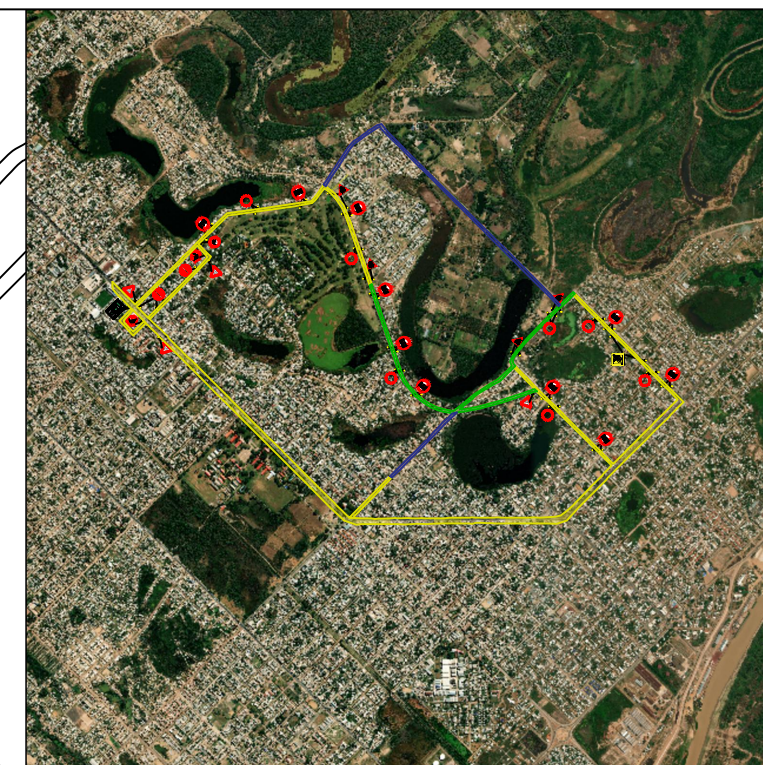
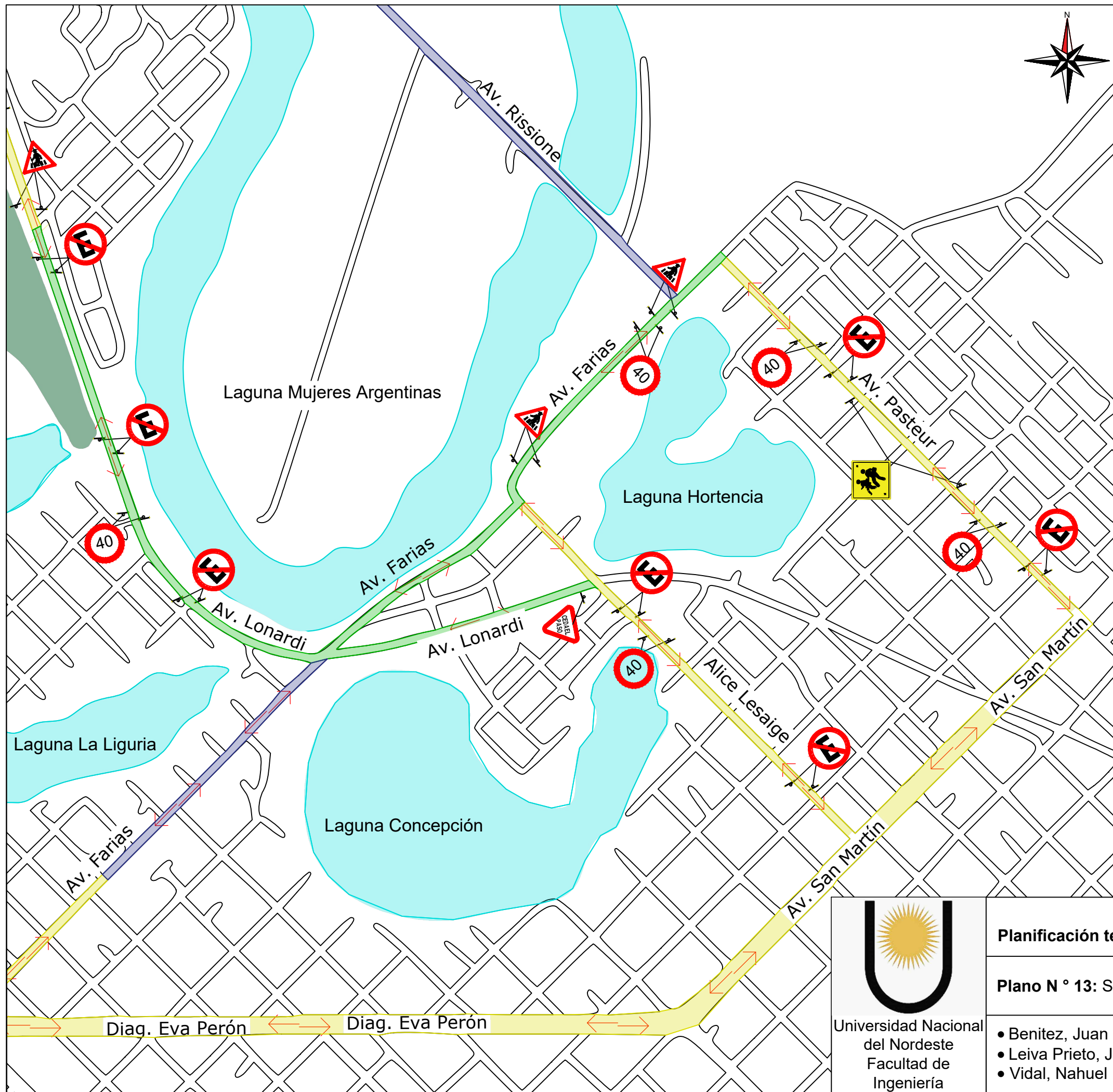
	Cruce de peatones.
	Ceda el paso.
	No estacionar.
	Límite de velocidad máxima.
	No girar a la izquierda.
	No girar a la derecha.
	Contramano.
	Giro obligatorio a la derecha.
	Señal de recorrido.



TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N ° 12: Señalización vial.

• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N °: 17.930	Escala: 1:7.500
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N °: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N °: 17.896	
		Año 2022



REFERENCIAS

	Calle pavimentada.
	Calle a pavimentar.
	Calles con proyección de pavimentación a futuro.
	Cruce de peatones.
	Ceda el paso.
	No estacionar.
	Límite de velocidad máxima.
	Escolares.



TRABAJO FINAL
Planificación territorial urbana en zona de baja energía de relieve

Plano N° 13: Señalización vial.

• Benitez, Juan Ignacio	L.U. N°: 17.930	Escala: 1:7.500 Año 2022
• Leiva Prieto, Juan Cruz	L.U. N°: 18.102	
• Vidal, Nahuel Ivan	L.U. N°: 17.896	

ANALISIS DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
AVENIDA SAN MARTÍN Y AVEN

ANALISIS OPERACIONAL DE TRAMO GENERAL - Vfi ESTIMADA

En base a la ausencia de mediciones en campaña, se estima la velocidad de flujo libre de la se presentes.

Características Geométr	
Ancho de carril :	a = 3.65 n
Obstrucciones Laterales	Distancia desde el borde derecho
	Distancia desde el borde izquierdo
	Distancia total a la obstrucció
Número de puntos de acceso por km :	

TMDA	14964	Veh/día
K	0.1	
D	0.7	
VHDD	1048	Veh/día

Características del T
Volumen horario direccional de diseño :
Factor de hora pico :
Porcentaje de camiones y ómnibus :
Porcentaje de motocicletas :

Determinación de la velocidad en flujo libre real " Vfl "

$$Vfl = Vfli - Fm - Fac - Fol - Fp$$

Vfl : velocidad en flujo libre real (Vfli corregida por condiciones reales)

Vfli : velocidad en flujo libre estimada para condiciones ideales.

Fm : ajuste por tipo de separador central, de " **Tabla 7.2** ".

Fac : ajuste por ancho de carril, de " **Tabla 7.3** ".

Fol : ajuste por obstrucción lateral, de " **Tabla 7.4** ".

Fp : ajuste por puntos de acceso, de " **Tabla 7.5** ".

Ajuste por tipo de separad	
Tipo de camino	Tabla 7.2

Dividido	---->
Ajuste por ancho de carril	
Ancho de carril	Tabla 7.3
a = 3.65 m	---->

Como el ajuste por obstrucción lateral, es función del número total de carriles, se debe el número de carriles por sentido :

Número de carriles por sentido: N = 2

Ajuste por obstrucción	
Nº total de carriles	
Nt = 4	
Tabla 7.4	---->

Ajuste por densidad de puntos de acceso	
Puntos de acceso / km :	Tabla 7.5
Np = 25	---->

Reemplazando valores :

$$V_{fl} = (60 - 0 - 0 - 8,7 - 16,1) \text{ km / h } =$$

Características Geométricas	
Ancho de carril :	a = 3.65 m
Velocidad en flujo libre medida en campaña :	V _{flc} =
Para un volumen medido en campaña :	V _c =

Características del Tráfico	
Volumen horario de demanda :	
Factor de hora pico :	
Porcentaje de camiones y ómnibus :	
Porcentaje de vehículos recreacionales :	

De la ESTIMACIÓN PREVIAMENTE		
Con ---->	V _c = 524 aphpc	---->
	V _{flc} = 35 km / h	
V _{flc} : velocidad en flujo libre medida en campaña		
V _c : volumen de automóviles por hora y por carril medido en campaña.		

Cálculo del volumen horario " Va " en automóviles por hora y por carril.

a - Automóviles equivalentes " Ec " y " Er ".

Los factores " Ec " y " Er " , por presencia de vehículos pesados en la corriente de trá para tramos generales, se obtienen de la " Tabla 7.7 " en función del tipo de terreno.

Tabla 7.7		
Automóviles equivalentes para tr		
Tipo de vehículo	Factor	Lla
Camiones y ómnibus	Ec	1.
Casillas rodantes	Er	1.

Equivalentes en automóviles " I		
Tabla 7.7	Tipo de terreno	----->
	Llano	

b - Factor de ajuste " fvp " por presencia de vehículos pesados.

Se utiliza la siguiente ecuación :

$$fvp = \frac{1}{[1 + Pc * (Ec - 1) + Pr * (Er - 1)]}$$

- fvp : factor de ajuste por presencia de vehículos pesados en la corriente de tránsito..
- Pc : proporción de camiones y ómnibus en la corriente de tránsito, como valor decimal
- Pr : proporción de casillas rodantes en la corriente de tránsito, como valor decimal.

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,0328 * (1,5 - 1) + 0,6041 * (0,5 - 1)]}$$

c - Cálculo del volumen horario " Va ".

$$Va = \frac{VHD}{N * FHP * fvp} = \frac{1048}{2 * 0,92 * 1,0}$$

- Va : volumen corregido de servicio, en automóviles por hora y por carril (aphpc)
- VHD : volumen horario de demanda (N° de vehículos que pasan por un punto en una hora pico)
- FHP : factor de hora pico para el tramo en estudio.
- fvp : factor de ajuste por vehículos pesados.

3 - Cálculo de la velocidad promedio de marcha " Vp ".

En la " Figura 7.1 " se ingresa en el eje de abscisas con el valor de " Va " , se intercep

curva correspondiente a la velocidad en flujo libre "Vfl" obtenida en el punto 1 y se ob el eje de ordenadas la velocidad promedio de marcha "Vp".

Para valores de "Va <= 1400 aphpc" ---> "Vp = Vfl" (corresponde a valores de V entre bajos y moderados, para los cuales la velocidad es insensible a la variación del volumen)

Volumen :	Va =	407 aphpc
Vel. en flujo libre :	Vfl =	35 km / h
	Densidad : D =	Va / Vp
	Nivel de Servicio --->	Estimación de densidad

4 - Cálculo de la densidad " D ".

La densidad se puede obtener utilizando la "Tabla 7.1" ; la "Figura 7.2" , o con más precisión con la siguiente fórmula :

$$D = \frac{\text{Volumen de servicio [aphpc]}}{\text{Velocidad promedio de marcha}}$$

$$D = \frac{407}{35} = 12 \text{ automóviles / (km * h)}$$

En la tabla anterior, la densidad se calcula con la aplicación de esta fórmula.

5 - Determinación del nivel de servicio " NS ".

El nivel de servicio se determina con la "Tabla 7.1" o con las "Figuras 7.1 o 7.3"

De la Figura 7.1 ---> nivel de servicio : NS =

O de la Tabla 7.1 , para densidad : D = 12

En la "Tabla 7.1" , se debe interpolar si la velocidad en flujo libre no coincide exactarr con la de la tabla (96 ; 88 ; 80 o 72 km / h)

6 - Máximo volumen horario de demanda " VHD máx " admitido.

Para el nivel de servicio obtenido, el "VHD máx" se puede obtener con la fórmula :

$$\text{VHD máx [vph]} = \text{Va max} * N * \text{FHP} * \text{fvp}$$

Va máx : es el volumen de servicio máximo (VSM en tabla 7.1) correspondiente al

Va máx =

a - Determinación del "Va máx", en [aphpc].

Con :	Vfl = 35 km / h	---->	Máximo Volu
	NS = c		Vel. prom. c
<u>Densidad :</u>		$D = \frac{Va}{Vp} = \frac{570}{35}$	

El punto de intersección de la curva de velocidad en flujo libre "Vfl", con la línea límite nivel de servicio obtenido, nos da en el eje de abscisas el valor de "Va máx".
 En el eje de ordenadas, se obtiene el valor de "Vp" correspondiente a "Va máx".
 Aplicando la fórmula, se calcula la densidad.

b - Cálculo del máximo volumen horario de demanda "VHD max".

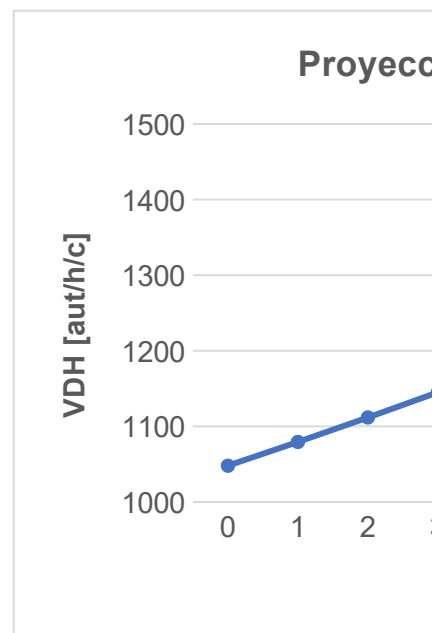
$$VHD \text{ máx} = VSM * N * FHP * fvp = 570 * 2 * 0,$$

7 - Incremento del volumen horario de demanda "ΔVHD" admitido.

$$\Delta VHD = VHD \text{ máx} - VHD = 146$$

8 - Número de años que pasaran para una tasade i = 3 %

	AÑO	VHD		TMDA
	2022	1048	0	14971
	2023	1079	1	15421
	2024	1112	2	15883
FIN DE OBRA	2025	1145	3	16360
	2026	1180	4	16850
	2027	1215	5	17356
	2028	1251	6	17877
	2029	1289	7	18413
	2030	1328	8	18965
	2031	1367	9	19534
	2032	1408	10	20120
	2033	1451	11	20724
	2034	1494	12	21346
	2035	1539	13	21986
	2036	1585	14	22646



MODALIDAD Y NIVEL DE SERVICIO
MODALIDAD PASTEUR

condición. Para ello es necesario conocer y analizar las características

Características		
n	Tipo de Terreno :	Llano
	Tipo de Camino :	Dividido
de la calzada :	O _{ld} =	0.00 m
o de la calzada :	O _{li} =	0.00 m
ón lateral :	O _{lt} =	0.00 m
	N _p =	25

Veloc. en flujo libre estimada :	V _{fli} =
----------------------------------	--------------------

Parámetros	
VHDD =	1048 vph
FHP =	0.92
P _c =	3.28 %
P _m =	60.41 %

Factor central " Fm ".	
Reducción de velocidad.	

Fm = 0 km / h

Carril " Fac ".	
Reducción de velocidad.	
Fac =	0 km / h

Se adopta

Obstrucción lateral " Fol ".	
Distancia total sin obstrucción lateral	
Olt =	0.00 m
Reducción de velocidad.	
Fol =	8.7 km / h

Carril de acceso " Fp ".	
Reducción de velocidad.	
Fp =	16.1 km / h

35.2 km / h

Características	
Número de Carriles por sentido :	N = 2
35 km / h	Tipo de Terreno : Llano
524 aphpc	

Tránsito	
VHD =	1048 aut por hora
FHP =	0.92
Pc =	3.28 %
Pr =	60.41 %

IA	
Velocidad en flujo libre	
Vfl =	35 km / h

insito,

ramos generales.		
Tipo de terreno		
ino	Ondulado	Montañoso
.5	3	6
.2	2	4

Ec " y " Er "		
Camiones y ómnibus :	Ec =	1.5
Motocicletas :	Em =	0.5

$$\frac{\text{Pr} * (Er - 1)]}{\text{al.}}$$

al.

$$\frac{\text{Pr} * (Er - 1)]}{\text{al.}} = 1.4$$

$$\frac{\text{Pr} * (Er - 1)]}{4} = 407 \text{ aphpc}$$

hora).

ta la

tiene en

a
).

---	Velocidad promedio de marcha	
---	Vp =	35 km / h
---	D =	12
---	NS =	C

$$= \frac{Va \text{ [aphpc]}}{Vp \text{ [km / h]}}$$

carril)

C

aut / (km * carril)

---> NS = C

ente

nivel de servicio analizado, en [aphpc].

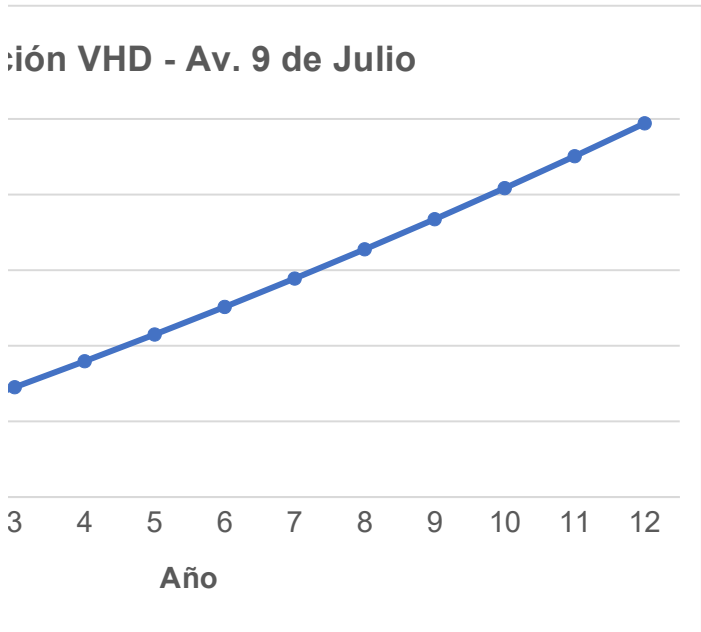
: VSM

imen / carril :	Va =	570 aphpc
de marcha :	Vp =	35 km / h
=		16.3 aut / km / carr.

te del

,92 * 1,4 = 1468 vph

is - 1048 = 420 vph



2539.7946

TMDA	10695 Aut/día
K	0.1
D	0.6
VHDD	642 Aut/día

60

km / h

Salida viuda de ross	Total	%
	462	2545 0.18153242
Entrada y salida de pasteur	Total	
	225	1407 0.15991471

Máximo Volumen en Aut/H/Carril				
Velocidad en flujo libre	Nivel de Servicio			
	A	B	C	D
96	660	1080	1550	1980
88	600	990	1430	1850
80	550	900	1300	1710
72	290	810	1170	1550
Densidad				
96	6	11	16	20
88	6	11	16	21
80	6	11	16	21
72	4	11	16	21
Densidad promedio	5	11	16	20
Máx. Vol. estimado	180	381	562	700
35				

E
2200
2100
2000
1900
22
23
25
26
24
841

ANALISIS DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
AVENIDA 9 DE JULIO Y VIUC

ANALISIS OPERACIONAL DE TRAMO GENERAL - Vfi ESTIMADA

En base a la ausencia de mediciones en campaña, se estima la velocidad de flujo libre de la sección presentes.

Características Geométricas	
Ancho de carril :	a = 3.65 m
Obstrucciones Laterales	Distancia desde el borde derecho
	Distancia desde el borde izquierdo
	Distancia total a la obstrucción
Número de puntos de acceso por km :	

TMDA	27294	Veh/día
K	0.1	
D	0.7	
VHDD	1911	Veh/día

Características del Tráfico
Volumen horario direccional de diseño :
Factor de hora pico :
Porcentaje de camiones y ómnibus :
Porcentaje de motocicletas :

Determinación de la velocidad en flujo libre real " Vfl "

$$Vfl = Vfli - Fm - Fac - Fol - Fp$$

Vfl : velocidad en flujo libre real (Vfli corregida por condiciones reales)

Vfli : velocidad en flujo libre estimada para condiciones ideales.

Fm : ajuste por tipo de separador central, de " Tabla 7.2 ".

Fac : ajuste por ancho de carril, de " Tabla 7.3 ".

Fol : ajuste por obstrucción lateral, de " Tabla 7.4 ".

Fp : ajuste por puntos de acceso, de " Tabla 7.5 ".

Ajuste por tipo de separación	
Tipo de camino	Tabla 7.2

Dividido	---->
Ajuste por ancho de carril	
Ancho de carril	Tabla 7.3
a = 3.65 m	---->

Como el ajuste por obstrucción lateral, es función del número total de carriles, se debe el número de carriles por sentido :

Número de carriles por sentido: N = 2

Ajuste por obstrucción	
Nº total de carriles	
Nt = 4	
Tabla 7.4	---->

Ajuste por densidad de puntos	
Puntos de acceso / km :	Tabla 7.5
Np = 25	---->

Reemplazando valores :

$$V_{fl} = (60 - 0 - 0 - 8,7 - 16,1) \text{ km / h } =$$

Características Geométricas	
Ancho de carril :	a = 3.65 m
Velocidad en flujo libre medida en campaña :	V _{flc} =
Para un volumen medido en campaña :	V _c =

Características del Tráfico	
Volumen horario de demanda :	
Factor de hora pico :	
Porcentaje de camiones y ómnibus :	
Porcentaje de vehículos recreacionales :	

De la ESTIMACIÓN PREVIA		
Con ---->	V _c = 955.5 aphpc	---->
	V _{flc} = 35 km / h	
V _{flc} : velocidad en flujo libre medida en campaña		
V _c : volumen de automóviles por hora y por carril medido en campaña.		

Cálculo del volumen horario " Va " en automóviles por hora y por carril.

a - Automóviles equivalentes " Ec " y " Er ".

Los factores " Ec " y " Er " , por presencia de vehículos pesados en la corriente de trá para tramos generales, se obtienen de la " **Tabla 7.7** " en función del tipo de terreno.

Tabla 7.7		
Automóviles equivalentes para tr		
Tipo de vehículo	Factor	Lla
Camiones y ómnibus	Ec	1.
Casillas rodantes	Er	1.

Equivalentes en automóviles " I		
Tabla 7.7	Tipo de terreno	----->
	Llano	

b - Factor de ajuste " fvp " por presencia de vehículos pesados.

Se utiliza la siguiente ecuación :

$$fvp = \frac{1}{[1 + Pc * (Ec - 1) +$$

fvp : factor de ajuste por presencia de vehículos pesados en la corriente de tránsito..

Pc : proporción de camiones y ómnibus en la corriente de tránsito, como valor decima

Pr : proporción de casillas rodantes en la corriente de tránsito, como valor decimal.

$$fvp = \frac{1}{[1 + 0,0315 * (1,5 - 1) + 0,5262 * (0,5 -$$

c - Cálculo del volumen horario " Va ".

$$Va = \frac{VHD}{N * FHP * fvp} = \frac{1911}{2 * 0,92 * 1,3}$$

Va : volumen corregido de servicio, en automóviles por hora y por carril (aphpc)

VHD : volumen horario de demanda (N° de vehículos que pasan por un punto en una l

FHP : factor de hora pico para el tramo en estudio.

fvp : factor de ajuste por vehículos pesados.

3 - Cálculo de la velocidad promedio de marcha " Vp ".

En la " **Figura 7.1** " se ingresa en el eje de abscisas con el valor de " **Va** " , se intercep

curva correspondiente a la velocidad en flujo libre "Vfl" obtenida en el punto 1 y se ob el eje de ordenadas la velocidad promedio de marcha "Vp".

Para valores de "Va < / = 1400 aphpc" ---> "Vp = Vfl" (corresponde a valores de Va entre bajos y moderados, para los cuales la velocidad es insensible a la variación del volumen)

Volumen :	Va =	781 aphpc
Vel. en flujo libre :	Vfl =	35 km / h
	Densidad : D =	Va / Vp
	Nivel de Servicio --->	Estimación de densidad

4 - Cálculo de la densidad " D ".

La densidad se puede obtener utilizando la "Tabla 7.1" ; la "Figura 7.2" , o con más precisión con la siguiente fórmula :

$$D = \frac{\text{Volumen de servicio [aphpc]}}{\text{Velocidad promedio de marcha}}$$

$$D = \frac{781}{35} = 22.3 \text{ automóviles / (km * h)}$$

En la tabla anterior, la densidad se calcula con la aplicación de esta fórmula.

5 - Determinación del nivel de servicio " NS ".

El nivel de servicio se determina con la "Tabla 7.1" o con las "Figuras 7.1 o 7.3"

De la Figura 7.1 ---> nivel de servicio : NS =

O de la Tabla 7.1 , para densidad : D = 22.3

En la "Tabla 7.1" , se debe interpolar si la velocidad en flujo libre no coincide exactam con la de la tabla (96 ; 88 ; 80 o 72 km / h)

6 - Máximo volumen horario de demanda " VHD máx " admitido.

Para el nivel de servicio obtenido, el "VHD máx" se puede obtener con la fórmula :

$$\text{VHD máx [vph]} = \text{Va máx} * N * \text{FHP} * \text{fvp}$$

Va máx : es el volumen de servicio máximo (VSM en tabla 7.1) correspondiente al

Va máx =

a - Determinación del " Va máx ", en [aphpc].

Con :	Vfl = 35 km / h	---->	Máximo Volu
	NS = E		Vel. prom. c
<u>Densidad :</u> D = $\frac{Va}{Vp}$ = $\frac{860}{35}$			

El punto de intersección de la curva de velocidad en flujo libre " Vfl ", con la línea límite nivel de servicio obtenido , nos da en el eje de abscisas el valor de " Va máx ".
 En el eje de ordenadas, se obtiene el valor de " Vp " correspondiente a " Va máx ".
 Aplicando la fórmula, se calcula la densidad.

b - Cálculo del máximo volumen horario de demanda " VHD max ".

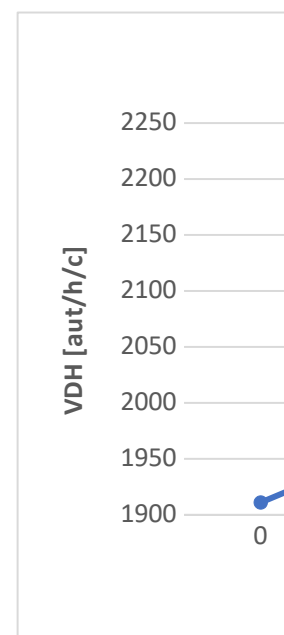
$$VHD \text{ máx} = VSM * N * FHP * fvp = 860 * 2 * 0,9$$

7 - Incremento del volumen horario de demanda " ΔVHD " admitido.

$$\Delta VHD = VHD \text{ máx} - VHD = 210$$

8 - Número de años que pasaran para una tasade i = 3 %

	AÑO	VHD		TMDA
	2022	1911	0	27300
	2023	1968	1	28119
	2024	2027	2	28963
FIN DE OBRA	2025	2088	3	29831
	2026	2151	4	30726
	2027	2215	5	31648
	2028	2282	6	32598
	2029	2350	7	33576
	2030	2421	8	34583
	2031	2493	9	35620
	2032	2568	10	36689



COEFICIENTE DE SERVICIO
MÉTODO DE ROSS

selección. Para ello es necesario conocer y analizar las características

Características		
n	Tipo de Terreno :	Llano
	Tipo de Camino :	Dividido
de la calzada :	O _{ld} =	0.00 m
o de la calzada :	O _{li} =	0.00 m
ón lateral :	O _{lt} =	0.00 m
	N _p =	25

Veloc. en flujo libre estimada :	V _{fli} =
----------------------------------	--------------------

Parámetros		
	VHDD =	1911 vph
	FHP =	0.92
	P _c =	3.15 %
	P _m =	52.62 %

Valor central " F _m ".
Reducción de velocidad.

Fm = 0 km / h

Carril " Fac ".	
Reducción de velocidad.	
Fac =	0 km / h

adoptar

lateral " Fol ".	
Distancia total sin obstrucción lateral	
Olt =	0.00 m
Reducción de velocidad.	
Fol =	8.7 km / h

os de acceso " Fp ".	
Reducción de velocidad.	
Fp =	16.1 km / h

35.2 km / h

icas	
Número de Carriles por sentido :	N = 2
35 km / h	Tipo de Terreno :
955.5 aphpc	

ransito	
VHD =	1911 aut por hora
FHP =	0.92
Pc =	3.15 %
Pr =	52.62 %

IA	
Velocidad en flujo libre	
Vfl =	35 km / h

nsito,

ramos generales.		
Tipo de terreno		
ino	Ondulado	Montañoso
.5	3	6
.2	2	4

Ec " y " Er "		
Camiones y ómnibus :	Ec =	1.5
Motocicletas :	Em =	0.5

$$\frac{\text{Pr} * (Er - 1)]}{\text{...}}$$

il.

$$\frac{\text{...}}{\text{...}} = 1.329$$

$$\frac{\text{...}}{\text{...}} = 781 \text{ aphpc}$$

hora).

ta la

tiene en

a

---	Velocidad promedio de marcha
---	Vp = 35 km / h
---	D = 22.3
---	NS = E

$$= \frac{Va \text{ [aphpc]}}{Vp \text{ [km / h]}}$$

carril)

E

aut / (km * carril)

---> NS = E

iente

nivel de servicio analizado, en [aphpc].

: VSM

imen / carril :	Va =	860 aphpc
de marcha :	Vp =	35 km / h
=		24.6 aut / km / carr.

te del

$12 * 1,329 = 2103 \text{ vph}$

$13 - 1911 = 192 \text{ vph}$



TMDA	10695 Aut/día
K	0.1
D	0.6
VHDD	642 Aut/día

60

km / h

Máximo Volumen en Aut/H/Carril					
Velocidad en flujo libre	Nivel de Servicio				
	A	B	C	D	E
96	660	1080	1550	1980	2200
88	600	990	1430	1850	2100
80	550	900	1300	1710	2000
72	290	810	1170	1550	1900
Densidad					
96	6.88	11.25	16.15	20.63	22.92
88	6.82	11.25	16.25	21.02	23.86
80	6.88	11.25	16.25	21.38	25.00
72	4.03	11.25	16.25	21.53	26.39
Densidad promedio	6.15	11.25	16.22	21.14	24.54
Máx. Vol. estimado	220	390	570	740	860
35					

MR	4.488	MPA
Espesor	21	cm
k comb	136	Mpa/m
F.S.	1.1	

Por eje [tn]	Peso * F.S. [tn]	Cargas	Repeticiones esperadas	
		Peso * F.S. [Kn]	diarias	30 años
6	6.6	65	136	1489200
10.5	11.55	113	157	1719150
18	19.8	194	27	295650

Tabla 2-24: Tensión equivalente - Con banquina de hormigón. (Eje simple / doble / triple).

Espesor de la losa (mm)	k subrasante-subbase (Mpa/m)				
	20	40	60	80	140
100	4,18 / 3,48 / 2,87	3,65 / 3,10 / 2,67	3,37 / 2,94 / 2,60	3,19 / 2,85 / 2,57	2,85 / 2,74 / 2,56
110	3,68 / 3,07 / 2,50	3,23 / 2,71 / 2,29	2,99 / 2,56 / 2,22	2,83 / 2,47 / 2,18	2,55 / 2,35 / 2,16
120	3,28 / 2,75 / 2,20	2,88 / 2,41 / 2,00	2,67 / 2,26 / 1,93	2,54 / 2,17 / 1,89	2,29 / 2,05 / 1,85
130	2,95 / 2,49 / 1,97	2,60 / 2,17 / 1,78	2,41 / 2,02 / 1,70	2,29 / 1,94 / 1,66	2,07 / 1,82 / 1,61
140	2,68 / 2,27 / 1,78	2,36 / 1,97 / 1,59	2,19 / 1,83 / 1,52	2,08 / 1,75 / 1,48	1,89 / 1,63 / 1,43
150	2,44 / 2,08 / 1,62	2,15 / 1,80 / 1,44	2,00 / 1,67 / 1,37	1,90 / 1,59 / 1,33	1,73 / 1,48 / 1,24
160	2,24 / 1,93 / 1,49	1,97 / 1,66 / 1,32	1,84 / 1,53 / 1,24	1,75 / 1,46 / 1,20	1,59 / 1,35 / 1,15
170	2,06 / 1,79 / 1,38	1,82 / 1,54 / 1,21	1,70 / 1,42 / 1,14	1,62 / 1,35 / 1,10	1,48 / 1,24 / 1,04
180	1,91 / 1,67 / 1,28	1,69 / 1,43 / 1,12	1,57 / 1,32 / 1,05	1,50 / 1,25 / 1,01	1,37 / 1,15 / 0,96
190	1,77 / 1,57 / 1,19	1,57 / 1,34 / 1,04	1,46 / 1,23 / 0,98	1,40 / 1,17 / 0,94	1,28 / 1,07 / 0,88
200	1,65 / 1,48 / 1,12	1,46 / 1,26 / 0,98	1,37 / 1,16 / 0,91	1,30 / 1,10 / 0,87	1,19 / 1,00 / 0,82

210	1,55/1,40/1,05	1,37/1,19/0,92	1,28/1,09/0,85	1,22/1,03/0,81	1,12/0,93/0,76
-----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

45

psi

lb/pulg2

Tabla 2-27: Factores de erosión - Con pasadores. Con banquina de hormigón. (Eje simple / doble / tri)

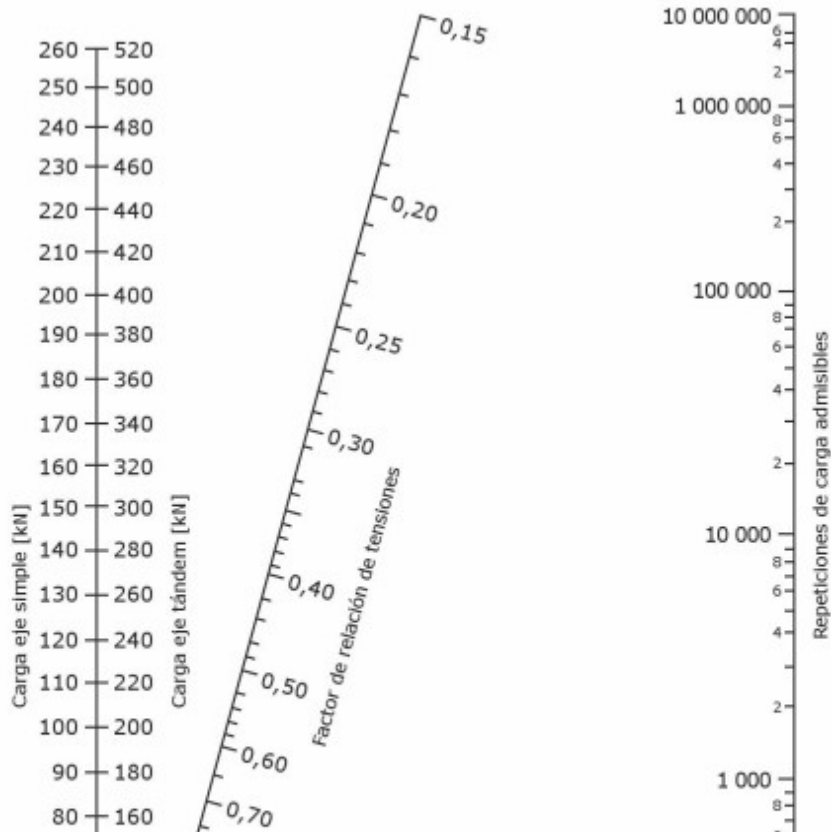
Espesor de la losa (mm)	k subrasante-subbase (Mpa/m)				
	20	40	60	80	
100	3,27/3,25/3,27	3,24/3,17/3,17	3,22/3,14/3,13	3,21/3,12/3,12	3,17/3,17/3,17
110	3,16/3,16/3,19	3,12/3,07/3,07	3,10/3,03/3,02	3,09/3,00/3,00	3,05/3,05/3,05

120	3,05/3,08/3,12	3,01/2,98/2,99	2,99/2,93/2,93	2,98/2,90/2,90	2,94/:
130	2,96/3,01/3,06	2,92/2,9/2,92	2,89/2,85/2,85	2,88/2,81/2,81	2,84/:
140	2,87/2,94/3,00	2,82/2,83/2,86	2,80/2,77/2,78	2,78/2,74/2,74	2,75/:
150	2,79/2,88/2,95	2,74/2,77/2,80	2,72/2,71/2,73	2,70/2,67/2,67	2,67/:
160	2,71/2,82/2,91	2,66/2,71/2,76	2,64/2,65/2,67	2,62/2,60/2,62	2,59/:
170	2,64/2,77/2,86	2,59/2,65/2,71	2,57/2,59/2,62	2,55/2,55/2,57	2,51/:
180	2,57/2,72/2,82	2,52/2,60/2,67	2,50/2,54/2,58	2,48/2,49/2,52	2,44/:
190	2,51/2,67/2,79	2,46/2,56/2,63	2,43/2,49/2,54	2,41/2,44/2,48	2,38/:
200	2,45/2,63/2,75	2,40/2,51/2,59	2,37/2,44/2,50	2,35/2,40/2,44	2,31/:
210	2,39/2,58/2,72	2,34/2,47/2,56	2,31/2,40/2,47	2,29/2,35/2,40	2,26/:

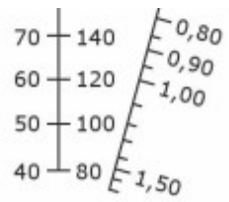
Juntas con pasadores	Si
Banquina de Hormigón	Si
Periodo de diseño (años)	30

Análisis por erosión				
Tensión equivalente [MPa]	Relación de tensiones	Factor de erosión	Repeticiones permitidas	Consumo de erosión [%]
Simple				
1.13	0.25	2.26	Ilimitadas	0%
1.13	0.25	2.26	Ilimitadas	0%
Tándem				
0.94	0.21	2.27	1900000	15.6%

180
2,72 / 2,72 / 2,57
2,43 / 2,32 / 2,16
2,19 / 2,02 / 1,85
1,99 / 1,78 / 1,61
1,81 / 1,59 / 1,42
1,66 / 1,44 / 1,26
1,53 / 1,31 / 1,13
1,42 / 1,20 / 1,03
1,32 / 1,11 / 0,94
1,23 / 1,03 / 0,86
1,15 / 0,96 / 0,80

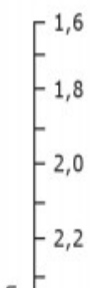
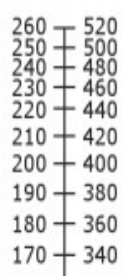


1,08 / 0,90 / 0,74



ple).

140	180
3,11 / 3,07	3,15 / 3,11 / 3,03
2,98 / 2,95	3,03 / 2,97 / 2,92

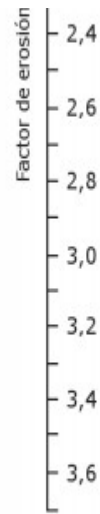
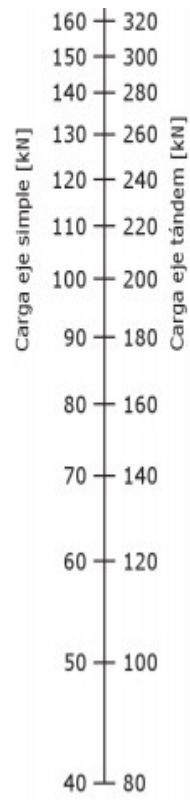


100 (

10 (

1 (

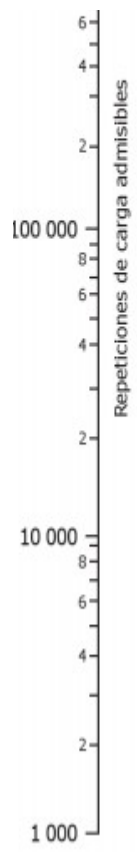
2,86 / 2,85	2,92 / 2,84 / 2,82
2,76 / 2,76	2,82 / 2,74 / 2,73
2,67 / 2,67	2,73 / 2,65 / 2,64
2,60 / 2,59	2,65 / 2,57 / 2,56
2,53 / 2,52	2,57 / 2,50 / 2,49
2,46 / 2,47	2,49 / 2,43 / 2,43
2,41 / 2,41	2,42 / 2,37 / 2,37
2,35 / 2,37	2,36 / 2,32 / 2,32
2,31 / 2,32	2,30 / 2,27 / 2,28
2,26 / 2,28	2,24 / 2,22 / 2,23



Espesor estimado:	25 cm	Junta:
kcomb:	130 MPa/m	Banque:
MR:	4,8 MPa	Período:
F.S.C.:	1,2	

1	2	3	4	5
Carga por eje (tn)	Carga mayorada	Rep. esperadas	Análisis por fatiga	
			Rep. admisibles	% fa
Ejes simples			8. Tension equiv.	1,07
			9. F.R.T.	0,22
16	19.2	677	640000	0.1
15	18	6698	3800000	0.2
14	16.8	46758	ilimitado	0.0
13	15.6	230971	ilimitado	0.0
12	14.4	815154	ilimitado	0.0
11	13.2	2084974	ilimitado	0.0
10	12	3945759	ilimitado	0.0
9	10.8	5676478	ilimitado	0.0
			Suma parcial	0,0

100 000
4
2
100 000
6
4
2
100 000
8



s con pasadores SI/NO SI
 Jina de hormigón SI/NO NO
 lo de diseño (años): 25

	6	7
Análisis por erosión		
Repetición	Rep. admisibles	% daño
10. F. de erosión		2,50
%	1000000	0.1 %
%	1400000	0.5 %
%	2050000	2.3 %
%	3200000	7.2 %
%	5500000	14.8 %
%	10500000	19.9 %
%	21000000	18.8 %
%	61000000	0.9 %
%		64,4 %

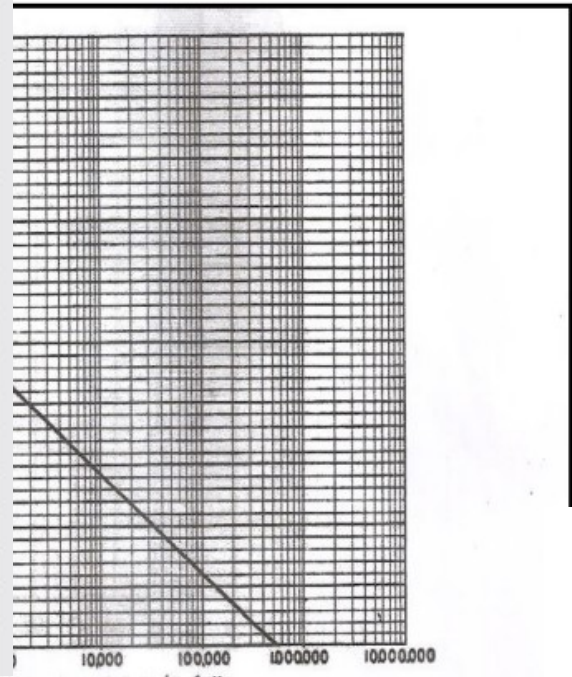
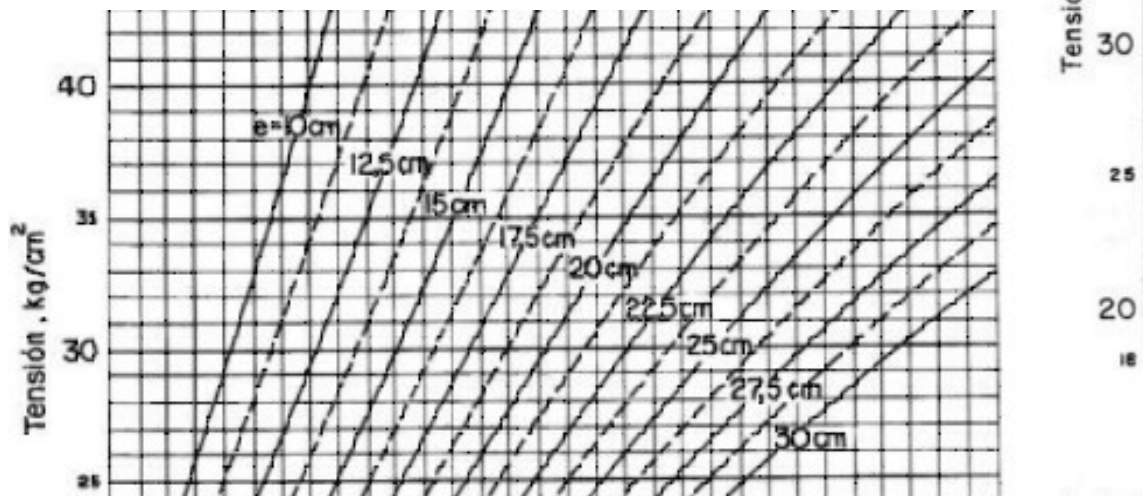
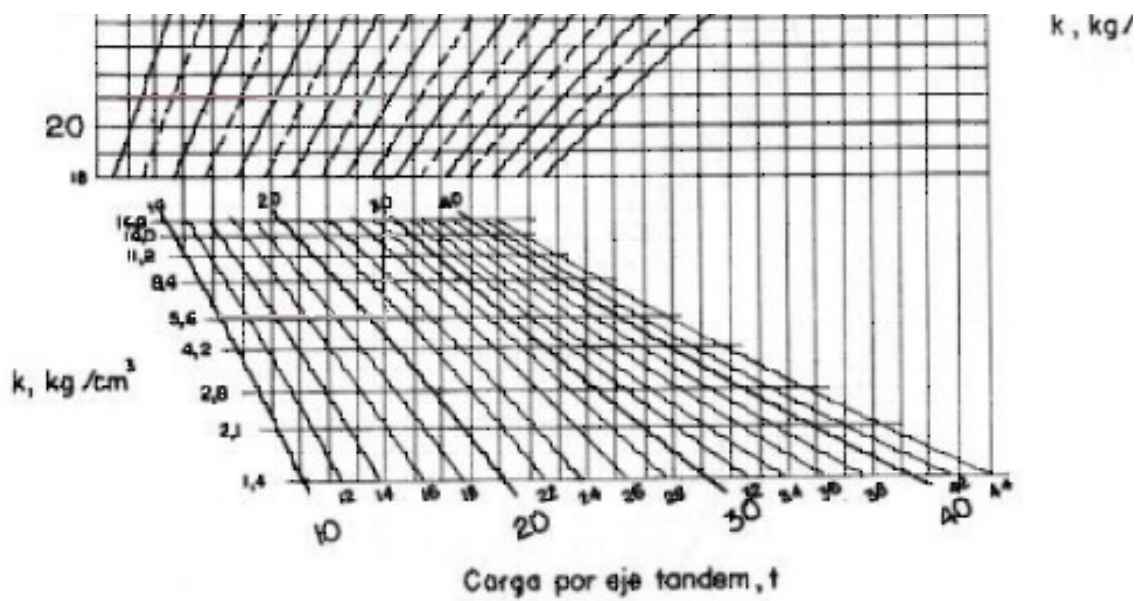
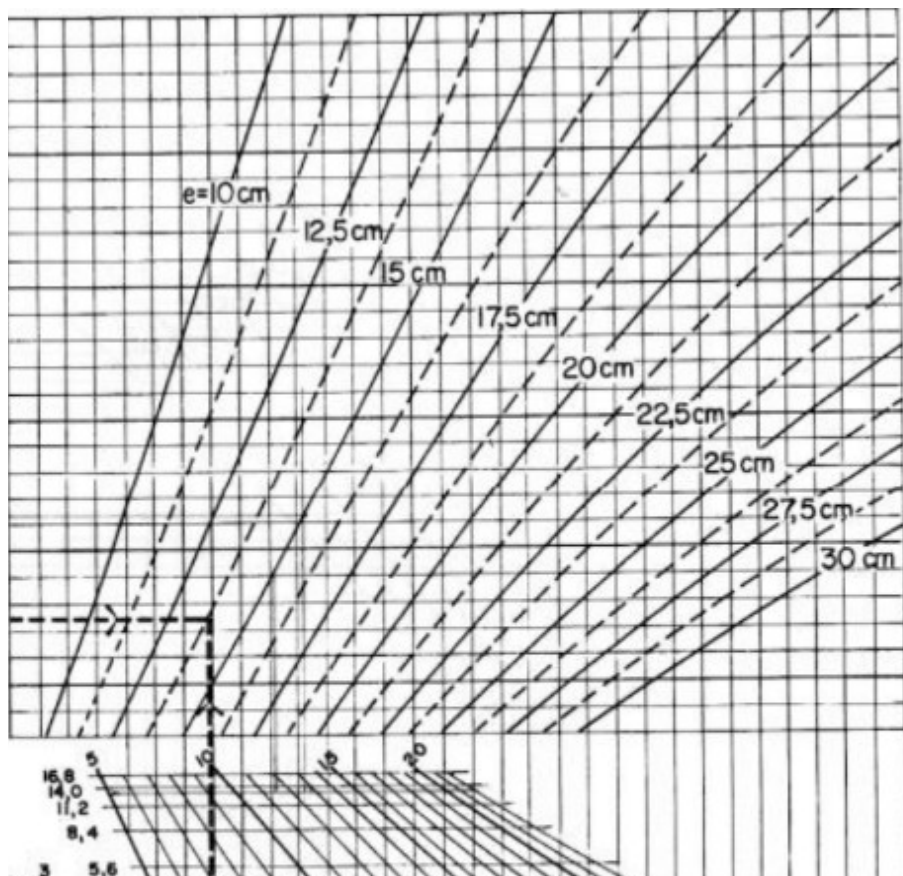


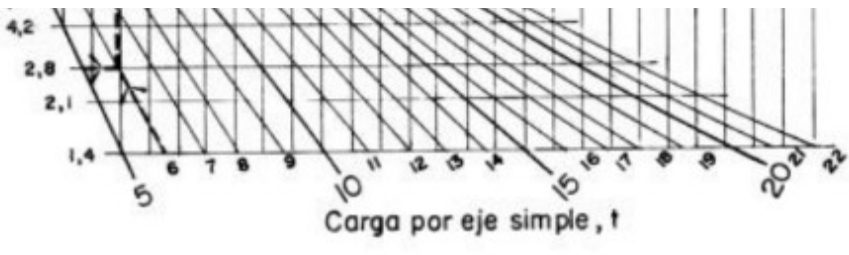
Figura IV.7: Curva de fatiga del hormigón a flexión (fuente: ICPA).







'cm



Zr	-1.282
So	0.39
PSI inicial	4.5
PSI final	2
k	270
Ec	3733707
Sc	651
J	2.7
Cd	0.9
W18	4020733
D estimado	7.25

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \log \left[\frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left(D^{0.75} - 18.42 \left(\frac{k}{E_c} \right)^{0.25} \right)} \right]$$

N° pasadas **log w18** **6.604**
pulg **18.42** **cm**

$$(4.22 - 0.32 p_t) \log \left[\frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left(D^{0.75} - 18.42 \left(\frac{k}{E_c} \right)^{0.25} \right)} \right] \quad \begin{matrix} 3.580 \\ 1.216 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 0.3041 \\ \end{matrix}$$

$$\frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} \quad 0.1326$$

$$Z_R S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 \quad 6.1760$$

ESAL's (millones)	Soporte de Borde			
	Pavimento de hormigón simple y reforzado con juntas (c/pasadores)		Pavimento de hormigón simple (s/pasadores)	
	NO	SI	NO	SI
<0,3	3,2	2,7	3,2	2,8
0,3-1	3,2	2,7	3,4	3
1-3	3,2	2,7	3,6	3,1
3-10	3,2	2,7	3,8	3,2
10-30	3,2	2,7	4,1	3,4
>30	3,2	2,7	4,3	3,6

ESAL's (Millones)	Pavimento de hormigón simple y reforzado con juntas (c/pasadores)		Pavimento de hormigón simple (s/pasadores)	
	No	Si	No	Si
<0,3	3.2	2.7	3.2	2.8
0,3-1	3.2	2.7	3.4	3
1-3	3.2	2.7	3.6	3.1

3-10	3.2	2.7	3.8	3.2
10-30	3.2	2.7	4.1	3.4
>30	3.2	2.7	4.3	3.6

$$2 - 0.32p_1) \log \left[\frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left(D^{0.75} - 18.42 \left(\frac{k}{E_c} \right)^{0.25} \right)} \right]$$

Sumatoria Dif con log
W18

6.6127

0.008

Concepto	Valor Final	Valor inicial	Años
Venta de combustible	32661	27603	11
Población	290723	274490	10
TMDA	1	1	1
Parque automotor	132384	130585	1

Resumen			
Concepto	r (%)	Ponderación (%)	r * Ponderación
Combustible	1.54%	20%	0.31%
Población	0.58%	20%	0.12%
TMDA	0.00%	40%	0.00%
Parque automotor	1.38%	20%	0.28%
Tasa de crecimiento ponderado r (%)			0.70%

Tasa
1.54%
0.58%
0.00%
1.38%