

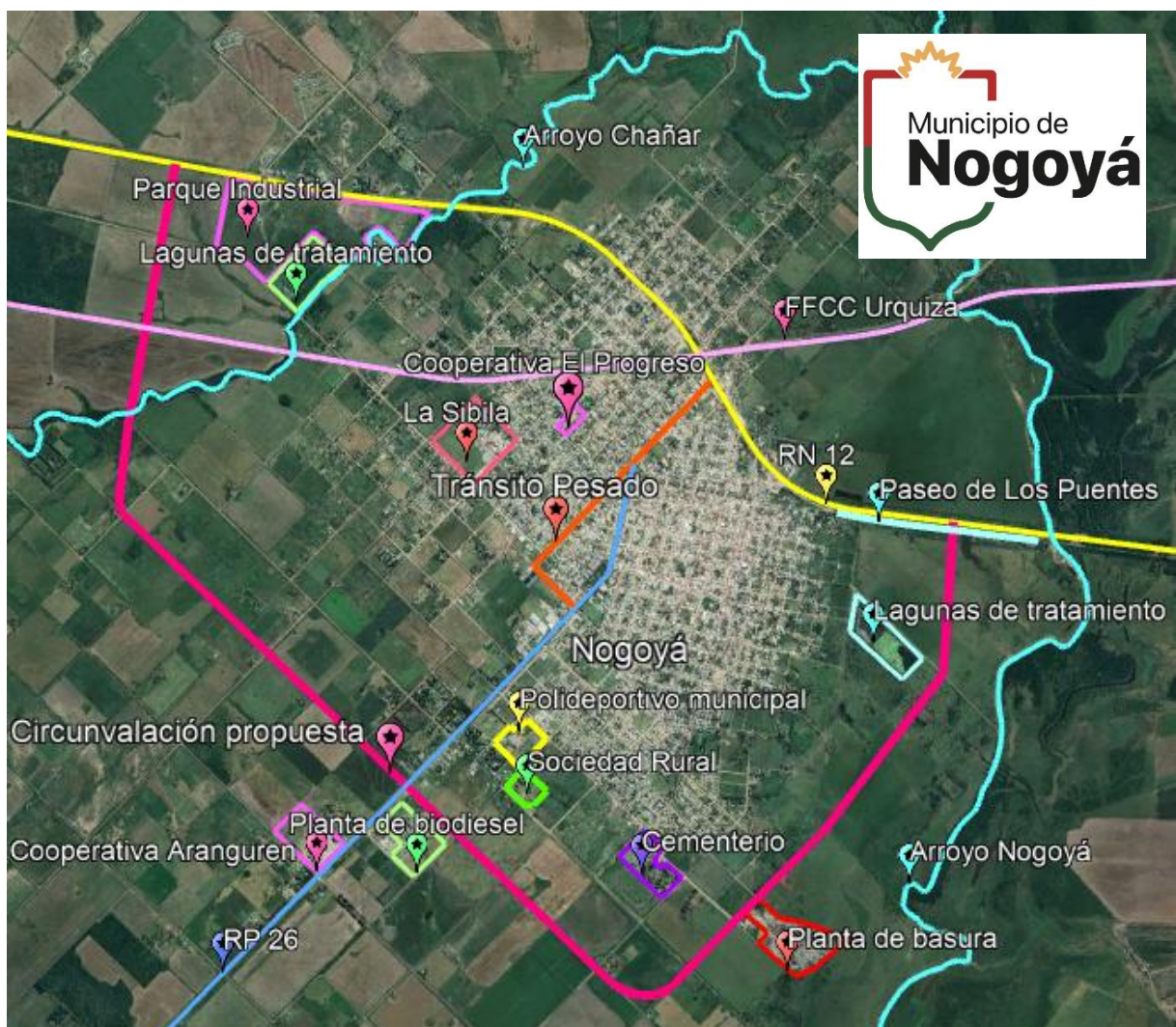


**CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES**



GOBIERNO DE
ENTRE RÍOS

Estudio de factibilidad del Proyecto de circunvalación a la ciudad de Nogoyá



Informe Final:



Diciembre de 2024

JUSTO DOME & ASOC.
CONSULTORA DE INGENIERÍA



ÍNDICE

1	Introducción y objetivos	4
1.1	Área de estudio	7
1.2	Objetivo	9
2	Recopilación de Antecedentes	10
2.1	Información de normativa municipal e interferencias	10
2.2	Información demográfica y de tránsito	10
2.3	Información de precipitaciones y antecedentes hídricos	10
2.4	Información de topografía y suelos	11
3	Planteo de alternativas	12
3.1	Descripción de las trazas	13
4	Análisis del entorno urbano y las tendencias de crecimiento	20
4.1	El entorno urbano	20
4.2	Crecimiento poblacional	20
4.3	Análisis del crecimiento del área urbana	22
5	Estudios topográficos	24
5.1	Equipamiento utilizado	24
5.2	Tareas de Campo	25
5.3	Procesamiento en gabinete	26
5.4	Sistema de Referencia	27
6	Estudios de suelos de la traza	28
6.1	Consideraciones Generales	28
6.2	Trabajos de campo	28
6.3	Ensayos de Laboratorio	31
6.4	Caracterización geológica del sitio	31
6.5	Descripción de suelos de las trazas	32
6.6	Planillas de ensayos de suelos	33
7	Estudios de tránsito	34
7.1	Recopilación de antecedentes	34
7.2	Censos de tránsito	37
7.3	Estimación del tránsito actual	40
7.4	Definición de tránsito futuro	46
8	Estudios hidrológicos e hidráulicos	48
8.1	Estudios hidrológicos de los arroyos Nogoyá y Chañar	48
8.2	Estudios hidráulicos de los arroyos Nogoyá y Chañar	77



8.3 Estudio hidrológico de alcantarillas de las trazas	86
8.4 Estudios hidráulicos de alcantarillas de las trazas	104
9 Diseño estructural de pavimento	107
9.1 Objetivos	107
9.2 Metodología.....	107
9.3 Análisis de los suelos existentes.....	107
9.4 Carga de Tránsito	113
9.5 Materiales	115
9.6 Diseño de la estructura	117
10 Diseño geométrico y de obras complementarias	126
10.1 Diseño planialtimétrico de las trazas.....	126
10.2 Estación de bombeo en la defensa del arroyo Nogoyá	131
10.3 Puente sobre el arroyo Chañar	135
10.4 Obras complementarias.....	135
11 Cómputos métricos, análisis de precios y presupuesto	137
11.1 Cómputos métricos, especificaciones técnicas y planos	137
11.2 Presupuesto de obra	137
11.3 Estudio de afectación de inmuebles	140
11.4 Costo de afectación de propiedades.....	153
11.5 Costo total de inversión	155
12 Evaluación multicriterio	156
12.1 Objetivos y alcance de la evaluación	158
12.2 Caracterización del ambiente. Áreas de influencia Directa e Indirecta	158
12.3 Caracterización del medio Físico – Natural.....	164
12.4 Caracterización del medio biológico	171
12.5 Caracterización del medio socioeconómico y cultural	172
12.6 Evaluación socio ambiental	175
12.7 Evaluación técnica.....	179
12.8 Evaluación urbanística.....	180
12.9 Evaluación económica.....	182
12.10 Evaluación multicriterio de alternativas	182
12.11 Conclusiones del análisis multicriterio	185
Anexo 1 – Planillas de estudio geotécnico	187
Anexo 2 – Estudio de tránsito	188
Anexo 3 – Salidas de la modelación hidráulica	202
Anexo 4 – Cómputos métricos	203



Anexo 5 – Análisis de Precios.....	204
Anexo 6 – Presupuestos de obra	205
Anexo 7 – Planilla de Evaluación Socio-Ambiental	206
Anexo 8 – Planos.....	207

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La ciudad de Nogoyá es la ciudad capital del departamento Nogoyá, ubicado en la provincia de Entre Ríos. Cuenta con una población de unos 27.372 habitantes, según datos del censo del año 2022, y constituye un importante centro urbano dentro del centro sur de la provincia a la vez que nudo comunicacional de esta región.



Figura 1.1: Ubicación de la ciudad de Nogoyá

La Ruta Nacional N° 12 y su continuación con la Ruta Provincial N° 39 conectan de Este a Oeste la zona centro sur de la provincia, la de mayor producción agropecuaria. Este eje comunicacional se vincula a través de la Ruta Provincial N° 26 con la ciudad de Victoria y con el puente Rosario – Victoria. En la zona del gran Rosario se encuentra el complejo portuario agroexportador más importante del país, por lo que la gran parte de la producción de la zona

centro sur de la provincia que tiene como destino llegar a los puertos del gran Rosario tienen que cruzar por la ciudad de Nogoyá.

El tránsito pesado que proviene de la Ruta Nacional N° 12, tanto del este como del oeste cruza por el centro de la ciudad en dirección de la Ruta Provincial N° 26, así como el tráfico internacional que cruza por el puente Rosario-Victoria y se dirige a Brasil y el centro norte de Uruguay.

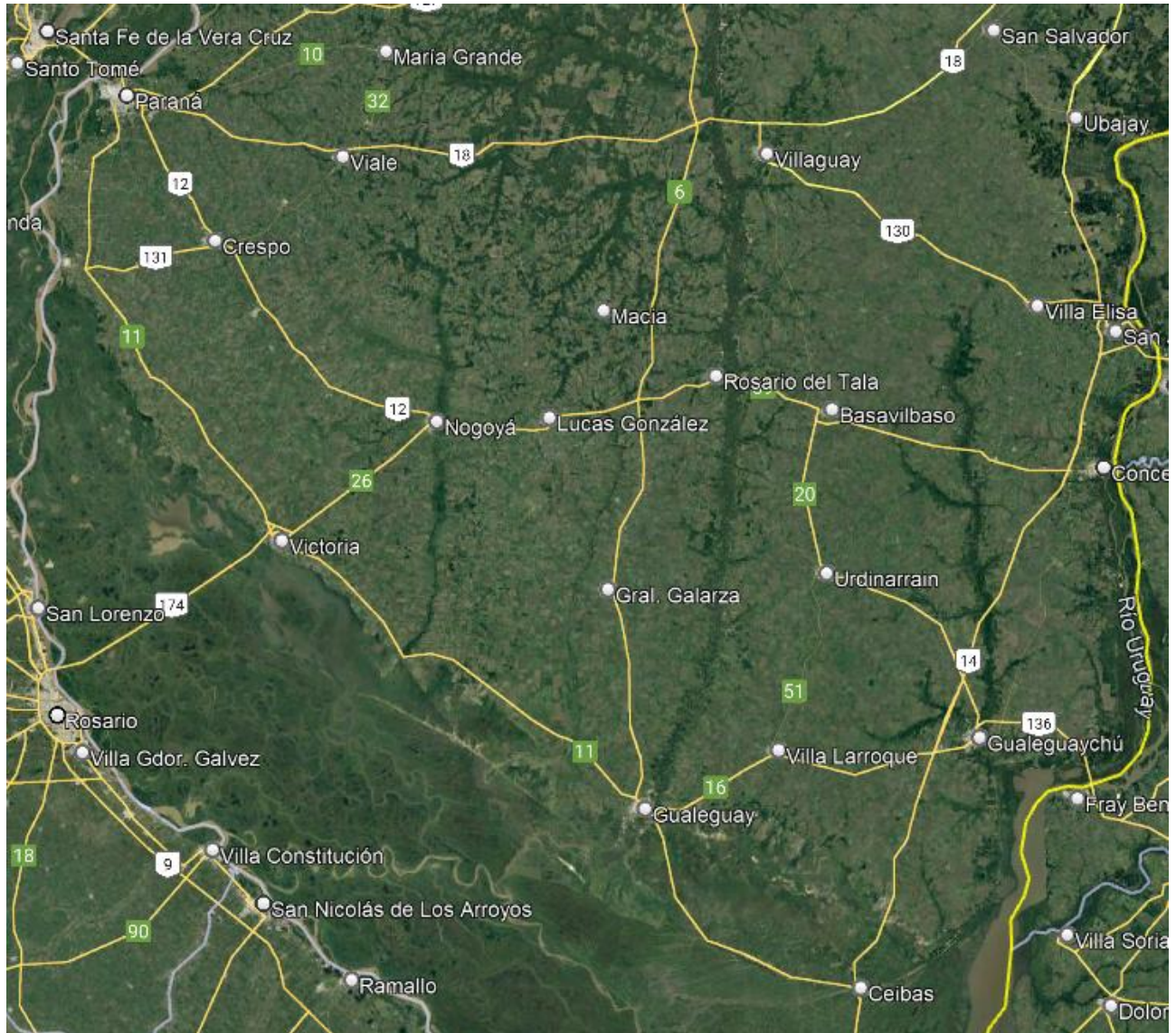


Figura 1.2: Rutas principales cercanas a Nogoyá

Esta situación trae serios inconvenientes a la población local y al gobierno municipal que tiene que mantener el pavimento urbano por donde transita un flujo importante de camiones. De allí la municipalidad ha tenido como uno de sus anhelos la construcción de una circunvalación que desvíe el tránsito pesado. Uno de los inconvenientes que ha tenido es que las rutas mencionadas pertenecen a distintas jurisdicciones, la nacional y la provincial, y no ha sido prioridad de las reparticiones de Vialidad Nacional y Vialidad Provincial resolver este problema, ya que las mismas solo se han ocupado en realizar reparaciones y refuerzos de la estructura de los pavimentos en los tramos que les corresponden.



Figura 1.3: Tránsito pesado en la esquina de Av. Ejército Argentino y el inicio de la RP 26



Figura 1.4: Estado del pavimento rígido en Av. Avellaneda por donde circula el tránsito pesado



Figura 1.5: Pavimento deteriorado en Av. Avellaneda y Ejército Argentino

Es por ello que el gobierno municipal solicita a la provincia realizar un estudio para resolver esta problemática.

1.1 Área de estudio

El área en estudio donde se plantearon las alternativas de circunvalación comprende la zona dentro del ejido de la ciudad de Nogoyá, desde cerca del Parque Industrial hacia el Oeste, la zona suburbana al sur de la ciudad y el Arroyo Nogoyá hacia el Este, junto con los tramos de ruta de la RN 12 y la RP 26 y el área suburbana y rural aledaña a la localidad. En este entorno se plantearon distintas alternativas de la circunvalación, algunas más cercanas al sector urbano y otras más alejadas, tomando como base la traza propuesta por la municipalidad de Nogoyá.



Figura 1.6: Área de estudio dentro de la traza propuesta por la municipalidad de Nogoyá

La ciudad se encuentra entre dos cursos de agua importantes que cuando desbordan por las crecidas producen inundaciones que llegan a afectar sectores más bajos del casco urbano. Lo cual sucede con el arroyo Chañar por el Noroeste donde las crecidas pueden llegar hasta la zona de calle Mitre, a unos 800 m al Este del arroyo, como con el arroyo Nogoyá por el Este el cual produce anegamientos importantes en este sector de la ciudad.



Figura 1.7: Inundación del sector este de la ciudad en abril de 2021



Figura 1.8: Crecida del arroyo Nogoyá en la RN 12 en el año 2021

En el tramo paralelo al arroyo Nogoyá esta circunvalación puede servir de terraplén de defensas de las inundaciones del arroyo, o puede plantearse a un nivel más bajo de una defensa externa más alta para minimizar los volúmenes del movimiento de suelos. En ambos casos deberá contemplarse la ejecución de reservorios para acumulación del agua de lluvia, estaciones de bombeo, y alcantarillas de salidas a gravedad con compuertas que se cierren la entrada de agua del arroyo en caso de crecidas.

En este entorno se plantearon distintas alternativas de la circunvalación, algunas más cercanas al sector urbano y otras más alejadas, tomando como base la traza propuesta por la municipalidad de Nogoyá.



1.2 Objetivo

El objetivo de este estudio de factibilidad es el de evaluar la alternativa más conveniente para el proyecto de circunvalación en base a los estudios básicos y los diseños de ingeniería a un nivel de anteproyecto preliminar que permita determinar cantidades de obra y resolución de los elementos principales del proyecto de distintas alternativas, llegando a determinar el presupuesto aproximado de la obra y la ponderación de afectaciones a los fines de realizar una evaluación técnico-económica y ambiental de las alternativas de circunvalación a la localidad de Nogoyá.

El objetivo a mediano plazo del proyecto es poder realizar una semi-circunvalación que desvíe el tránsito pasante y el tránsito pesado de la zona urbana de la ciudad de Nogoyá.

2 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Una de las primeras tareas realizadas fue realizar una recopilación de la información relevante de la zona en estudio, para el desarrollo adecuado del estudio teniendo en cuenta dicha información.

Para obtener esta información de base se realizó un trabajo de recopilación de antecedentes que se desarrollará en este capítulo.

2.1 Información de normativa municipal e interferencias

Como primera medida se realizó una visita a la localidad de Nogoyá para reunirse con las autoridades municipales donde se intercambiaron apreciaciones sobre el entorno de emplazamiento de las posibles trazas, posibles inconvenientes, presencia de interferencias y planes de desarrollo de la municipalidad y normativa de uso del suelo.

Luego de esta reunión la municipalidad brindó distinta información de interés:

- Plan estratégico territorial de la ciudad de Nogoyá.
- Sistema de Información Geográfica (GIS) con las capas del parcelario catastral de la ciudad.
- Mediciones de alturas en el cauce del Arroyo Nogoyá.

2.2 Información demográfica y de tránsito

Se recopilaron datos de censos de población del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) para el estudio de crecimiento poblacional del municipio.

Se obtuvieron datos de tránsito de la Ruta Nacional N°12 provistos por la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) en la página: <http://transito.vialidad.gob.ar>. Además, se obtuvieron datos del tránsito de la Ruta Provincial N°26 proporcionados por la Dirección Provincial de Vialidad (DPV).

Para completar la información del tránsito se realizaron censos en el lugar, estableciendo 3 puestos de conteo diferentes durante 4 horas consecutivas, repitiendo la tarea dos días.

2.3 Información de precipitaciones y antecedentes hídricos

Se recopilaron dos estudios de precipitaciones que fueron utilizados de base para el estudio hidrológico e hidráulico de obras de arte mayores (puentes) y menores (alcantarillas y cunetas).

- “Estudio de tormentas de diseño en cuencas extensas de la provincia de Entre Ríos” desarrollado por docentes y alumnos de la UTN Facultad Regional Paraná.
- “Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos” de la UTN Facultad Regional Concordia, del año 2009.

Se realizó una recopilación y análisis de estudios antecedentes ejecutados sobre el Arroyo Chañar en la Dirección de Hidráulica (DH) de la Provincia de Entre Ríos.

Se obtuvo información de los niveles del Arroyo Nogoyá en el puente de la Ruta Nacional N°12 que cuenta con una escala hidrométrica (serie 2009-2023), y de la medición de caudales en el puente de la Ruta Provincial N°11 (serie 1989-2021) para realizar un análisis de frecuencia de cada uno.

2.4 Información de topografía y suelos

Se obtuvieron cartas topográficas de la zona en estudio en escala 1:50.000 y un modelo digital de elevación (MDE) de 30 m provistos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Se recabó información del INTA del tipo suelo presente en el lugar.

3 PLANTEO DE ALTERNATIVAS

Con el apoyo de imágenes satelitales se plantearon tres alternativas de trazado. Una de estas coincide con la propuesta por la municipalidad (la Alternativa 2), otra está más cercana a este centro urbano (la Alternativa 1) y otra más alejada del centro urbano (la Alternativa 3). El inicio de las tres alternativas en la intersección con la RN 12 Este es coincidente para las tres trazas y el final de las alternativas 2 y 3 son coincidentes, diferenciándose solo en el trazado del lado Sudoeste.

Luego se realizó un recorrido para identificación de hechos existentes de cada alternativa y se procedió al ajuste de las trazas considerando que se previó una zona pública del camino de 70 m previendo una duplicación de calzada de la traza en un futuro y también la posibilidad de construir calles colectoras. En general se definió que el borde del camino coincida con uno de los alambrados existentes, previendo el ensanche de la zona pública hacia un solo lado de las calles actuales.

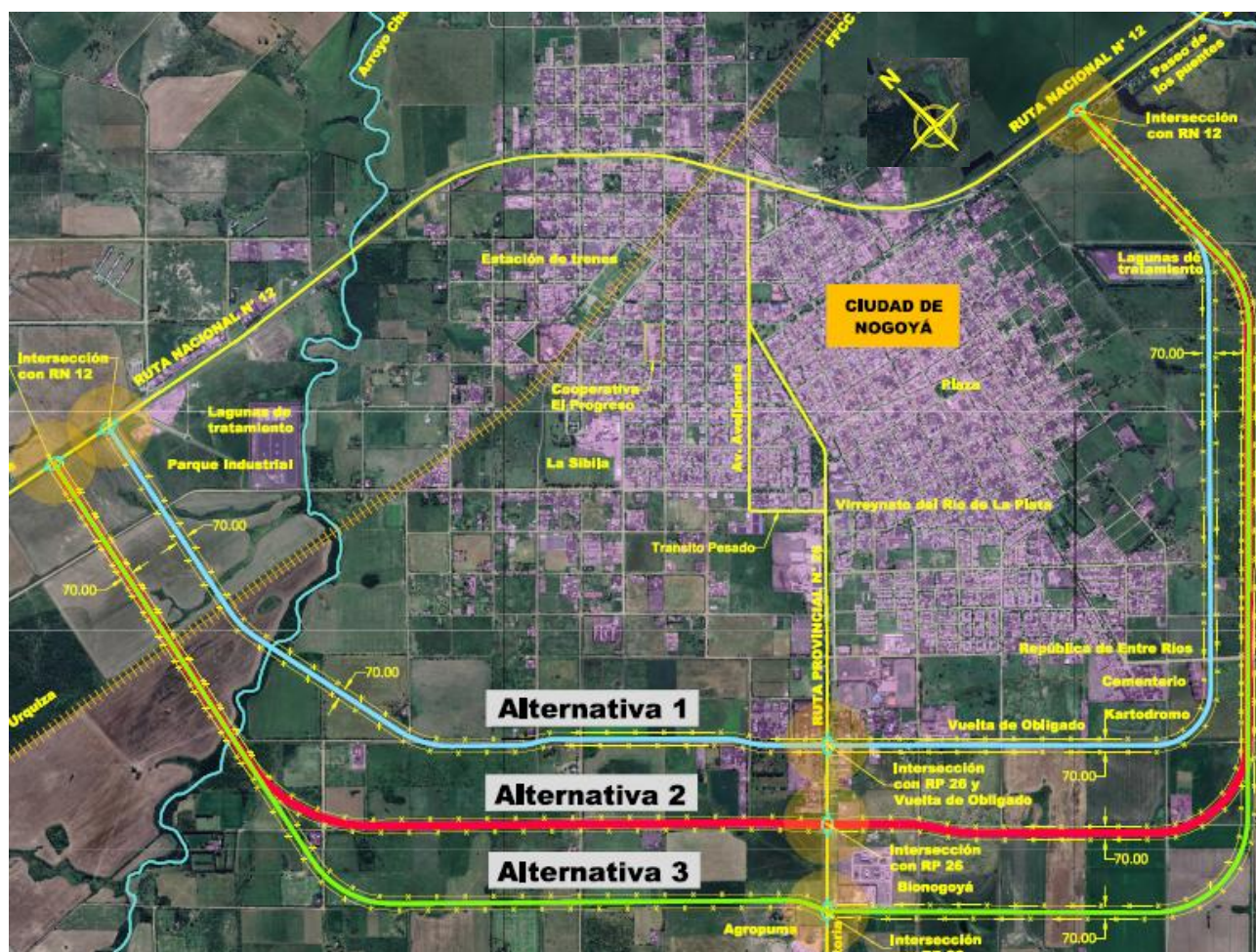


Figura 3.1: Alternativas planteadas

La Alternativa 1 tiene una longitud de 10.020 m, la Alternativa 2 de 11.168 m y la Alternativa 3 de 11.844 m. Para las tres se consideró el inicio en la intersección con la RN 12 Este y su finalización en la intersección con la RN 12 Oeste.

Se realizó una planialtimetría de cada una de las alternativas teniendo en cuenta los límites de la zona pública y la afectación de terrenos privados en cada una de ellas. En estas se detallaron los hechos existentes como alambrados, los cruces de cursos de agua, las líneas eléctricas, los gasoductos y las intersecciones con caminos públicas, rutas nacionales y provinciales y líneas de FFCC.

3.1 Descripción de las trazas

Las tres trazas comienzan en la intersección con la RN 12 del lado Este, a unos 200 m de distancia el puente aliviador de la ruta sobre el arroyo Nogoyá. En este sector hay terraplenes de unos 5 m de altura sobre el valle de inundación del arroyo.



Figura 3.2: Inicio de las trazas en la RN 12

En forma paralela a la ruta se encuentra la ruta vieja, a unos 50 m de distancia, que tiene terraplenes de unos 3,50 m de altura. Este camino es usado principalmente los fines de semana como área de recreación y paseo, constituyendo el denominado Paseo de los Puentes.



Figura 3.3: Cruce la vieja ruta, actual Paseo de los Puentes

Las trazas se dirigen hacia el sur hasta bordear la laguna de tratamiento de líquidos cloacales, en forma paralela a la dirección de escurrimiento del arroyo.



Figura 3.4: Cruce cercano a las lagunas de tratamiento

La traza 1 pasa más cerca de estas lagunas y luego de pasar las mismas tiene un pequeño cambio de dirección y se ubica en forma paralela a la RP 26 pero a unos 2.000 m de esta, transcurriendo por una zona extremadamente plana que forma parte del valle de inundación del arroyo y sin edificaciones, salvo una serie de viviendas precarias en las cercanías del basural.



Figura 3.5: Viviendas precarias a un lado de la traza 1

Luego en la progresiva km 3,3 dobla y se ubica en coincidencia con calle Vuelta de Obligado, por la que transcorre por unos 4 km. En esta calle se encuentra un sector parcialmente urbanizado antes de llegar a la RP 26, de unos 750 m de longitud que se encuentran pavimentados y luego de cruzar la misma en unos 550 m. Luego sigue por una zona descampada, aunque se encuentran algunas viviendas aisladas.



Figura 3.6: Paso por calle Vuelta de Obligado de la traza 1 antes del cruce de la RP 26



Figura 3.7: Cruce la RP 26 por la traza 1



Figura 3.8: Zona parcialmente urbanizada luego del cruce la RP 26 por la traza 1



Figura 3.9: Zona con algunas viviendas aisladas en la traza 1 antes del arroyo Chañar

En progresiva km 7,5, dobla y cruza el arroyo el arroyo Chañar en progresiva km 8,55, para luego volver a doblar nuevamente y ponerse perpendicular a la RN 12, a la que llega lindando con el lado oeste del Parque Industrial de Nogoyá. Este último tramo se encuentra sin edificaciones en una zona de campo.



Figura 3.10: Finalización de la traza 1 cerca del límite del predio del Parque Industrial

Las trazas 2 y 3, luego de pasar las lagunas de tratamiento se separan de la traza 1 y doblan poniéndose paralelas a la RP 26 pero a unos 200 m más alejadas que la traza 1. Cerca del final de este tramo que se ubica en el valle de inundación del arroyo Nogoyá pasan por el frente de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.



Figura 3.11: Cruce de las trazas 2 y 3 por el valle de inundación del arroyo Nogoyá



Figura 3.12: Paso por el frente de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos

Luego la traza 2 dobla con dirección paralela a calle Vuelta de Obligado pero a unos 400 m más alejada de la ciudad que la traza 1. Transcurre con esta dirección por unos 4,5 km por una zona de campo, pasando por el límite de la Planta de Biodiesel más cercano a la ciudad, aunque cruzando la RP 26 se encuentra una vivienda en construcción.



Figura 3.13: Cruce la traza 2 de la RP 26 por el límite sur de la Planta de Biodiesel

Finalmente dobla y se pone perpendicular a la RN 12, transcurriendo por una zona de campos por unos 2 km, cruzando el arroyo Chañar en progresiva km 9,45, llegando a la RN 12 a unos 400 m de distancia del predio del Parque Industrial.

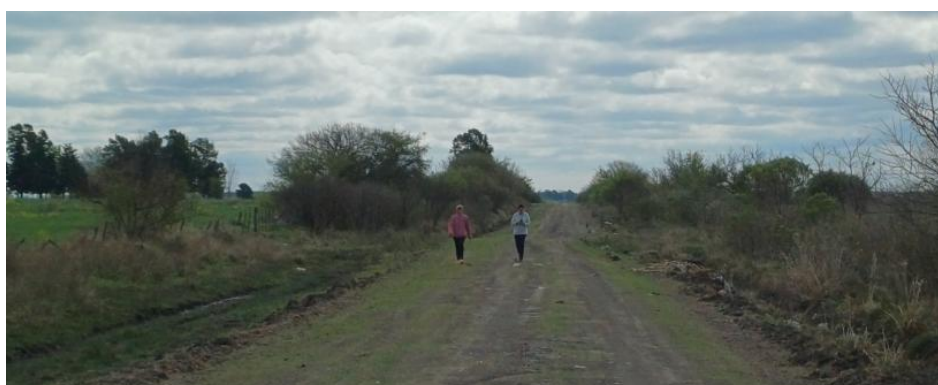


Figura 3.14: Continuación de la traza 2 por una zona rural

La traza 3 es coincidente con la traza 2 en el inicio y en el final solo se diferencia en el tramo paralelo a calle Vuelta de Obligado, ya que se ubica unos 800 m más alejada de la ciudad, pasando por el frente de una hormigonera y un corralón de materiales antes de cruzar la RP 26, luego de lo cual tiene un pequeño desvío para evitar afectar al edificio de un establecimiento agropecuario.



Figura 3.15: Cruce de la traza 3 de la RP 23



Figura 3.16: Vista del cauce del arroyo Chañar



Figura 3.17: Finalización de las trazas 2 y 3 en la RN 12 al oeste del Parque Industrial

4 ANÁLISIS DEL ENTORNO URBANO Y LAS TENDENCIAS DE CRECIMIENTO

4.1 El entorno urbano

La ciudad de Nogoyá es la cabecera del departamento Nogoyá, ubicado en el centro sur de la provincia de Entre Ríos. Hacia el año 1760 se asentó población en forma espontánea junto al arroyo Nogoyá, que en la lengua indígena (chaná) local significa aguas bravas. La ciudad se desarrolló alrededor de la capilla construida por el Presbítero Andrés Quiroga y Taboada, bajo la advocación de la Virgen del Carmen, en julio de 1782.

La planta urbana diagramada en la época colonial dentro de su casco céntrico cuenta con una cuadrícula irregular, de unas 125 ha de superficie, con algunas calles oblicuas y anchos de calle reducidos a 11 m. En el año 1887 el ferrocarril llegó a la ciudad construyéndose la estación hacia el noroeste de la ciudad. Alrededor de la misma se genera una ampliación de la planta urbana, reforzada luego por el cruce de la Ruta Nac. N° 12 que la vincula a Paraná y a Concepción del Uruguay.

En el año 2003 se inaugura el viaducto Rosario-Victoria, con lo cual la zona central de la provincia de Entre Ríos comienza a llevar una gran parte de la producción agrícola a los puertos del gran Rosario pasando por la ciudad de Nogoyá que se vincula a la ciudad de Victoria a través de la Ruta Prov. N° 26.

La ciudad cuenta con varios establecimientos industriales vinculados a la actividad agropecuaria, como una empresa láctea, acopios de granos y una planta de biodiesel. Sin embargo, las fuentes de trabajo no son suficientes para la población y se ha visto en las últimas décadas que el departamento ha sido un fuerte emisor de población hacia centros urbanos más importantes. En el año 2018 se inaugura el Parque Industrial de Nogoyá junto a la Ruta Nac. N° 12, al noreste de la planta urbana, lo cual trae nuevas perspectivas de desarrollo.

El ejido municipal tiene una superficie aproximada de unos 110 km² (11.000 ha), de los cuales el área urbana ocupa unas 1.100 ha, cerca del 10%. Los límites se extienden hasta el arroyo Nogoyá por el este y desde este tiene unos 10 km hacia el Oeste y desde el centro hacia el Norte llega a unos 6 km y hacia al sur a unos 5 km.

4.2 Crecimiento poblacional

Según los datos del censo de población y vivienda del año 2022 la ciudad de Nogoyá tenía una población de 27.372 habitantes y 10.262 viviendas, lo que da una cantidad de 2,7 hab. por vivienda.

El análisis del crecimiento poblacional de una ciudad es fundamental para comprender su dinámica y proyectar su futuro desarrollo. Este parámetro resulta de gran importancia, ya que se encuentra estrechamente vinculado al proceso de urbanización que experimenta la ciudad y, por ende, influye en la planificación urbana, la infraestructura vial y la gestión del territorio.

Para llevar a cabo este análisis, se utilizaron los datos censales publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) correspondientes a los años 1991, 2001, 2010 y

2022. Estos datos permitieron realizar un seguimiento de la evolución de la población de Nogoyá en el tiempo y proyectar su crecimiento.

Tabla 4.1: Tasa de crecimiento poblacional

Año	Población [hab]	Tasa crec. % anual	Tasa crec. [hab/año]	Variación del crecim.
1991	18.831		-	-
2001	21.339	1,26%	250,80	
2010	23.702	1,17%	262,56	104,7%
2022	27.372	1,21%	305,83	116,5%

Del análisis de la información surge que la población de la ciudad presenta un crecimiento casi aritmético (una variación lineal) más que un crecimiento geométrico (variación exponencial), aunque con una cierta disminución del gradiente anual de incremento.

Para realizar la proyección de la población futura se utilizó el método aritmético, pero disminuyendo el gradiente de incremento en un 95% cada 10 años, de acuerdo a las tendencias que muestra la región y al agotamiento de la población rural que emigra a las ciudades. Según este análisis, se llegaría a una población de unos 41.000 habitantes para el año 2074, en caso de seguir esta tendencia, lo que representa un incremento de 50% de la población en 50 años.

Tabla 4.2: Proyección de la población a 50 años

Año	Población [hab]	Tasa crec. % anual	Tasa crec. [hab/año]	Variación del crecim.
2022	27.372		-	-
2034	30.859	1,00%	290,54	95,0%
2044	33.619	0,86%	276,01	95,0%
2054	36.241	0,75%	262,21	95,0%
2064	38.732	0,67%	249,10	95,0%
2074	41.098	0,59%	236,65	95,0%

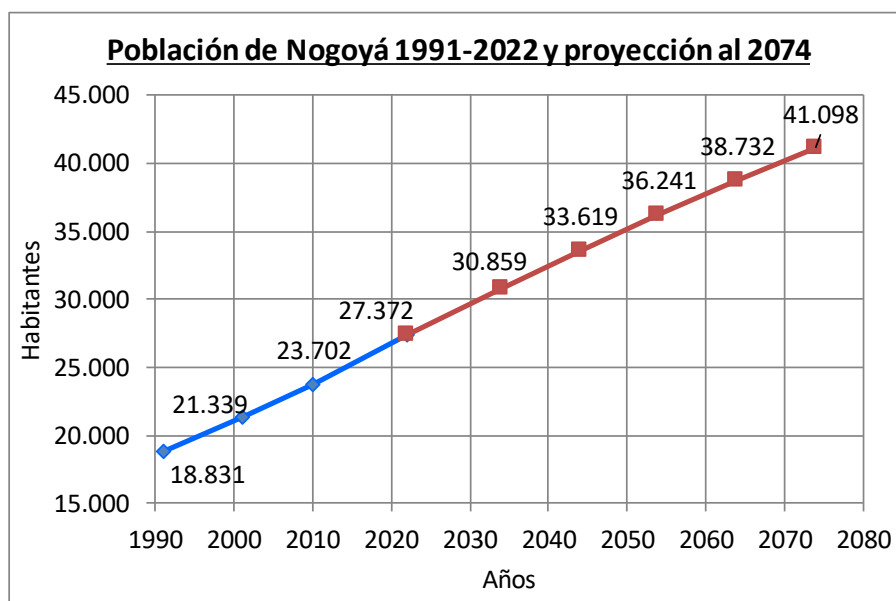


Figura 4.1: Proyección de la población de Nogoyá

4.3 Análisis del crecimiento del área urbana

Con el objetivo de evaluar las diferentes trazas en relación con el desarrollo urbano futuro, se realizó un estudio de crecimiento de la ciudad de Nogoyá en el sector de proyecto. De esta manera, se analizaron las áreas urbanizadas, públicas y de posible expansión que se encuentran entre las tres trazas alternativas y la RN 12. Por su parte, el crecimiento se determinó a través de la comparación de imágenes históricas de los años 2007, 2016 y 2024, de las cuales se elaboraron mosaicos para poder trabajar sobre ellos.

Para analizar el crecimiento de las áreas urbanizadas y las direcciones hacia donde se desarrolla se digitalizaron las áreas urbanas de las imágenes satelitales de la ciudad. Se tuvo como criterio considerar las manzanas completas si estas se encuentran ocupadas en más de un 50% y en caso de no ser así, se contempló solamente la construcción individualmente. En cuanto al área pública, correspondiente a los espacios de calles, plazas o parques, ésta se determinó como un porcentaje del área privada urbanizada, el cual se calculó como la relación entre ambas áreas para una porción completamente urbanizada que se observó constante a través de los años de análisis y se llegó a un 18% de área pública en el sector analizado.

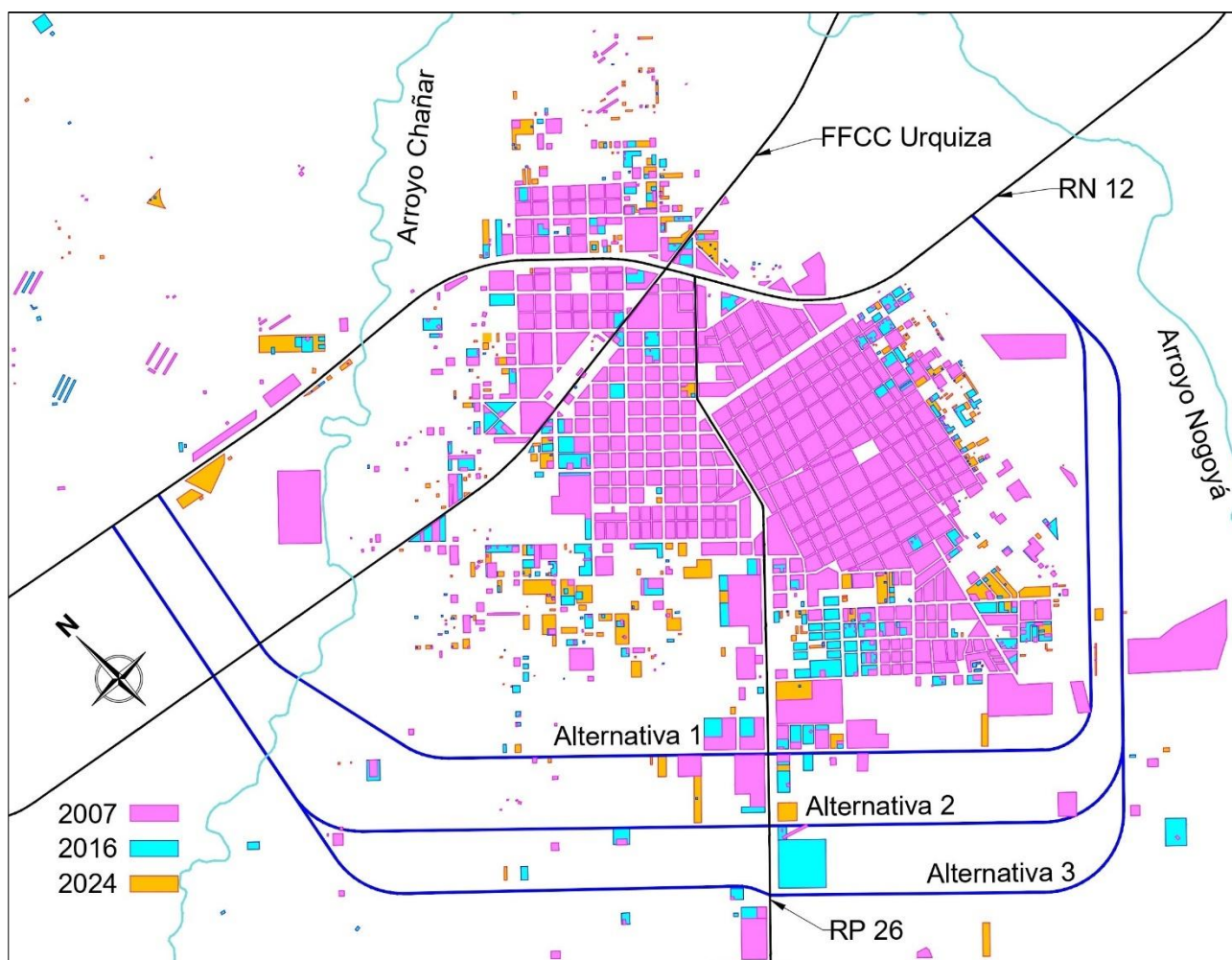


Figura 4.2: Urbanización ciudad de Nogoyá (2007-2016-2024)

Como resultado de este análisis puede verse un crecimiento en varias direcciones, principalmente hacia el sur de la ciudad y las distintas trazas dejan amplias zonas de expansión

para el desarrollo futuro del área urbana, pero dentro de estas se encuentran zonas cercanas al arroyo Chañar que son inundables y zonas bajas del lado este cercanas al arroyo Nogoyá.

Finalmente se obtuvo el área de expansión como la diferencia entre el área total entre las trazas y la RN 12, el área urbanizada y el área pública.

De acuerdo a lo que muestran los mosaicos digitalizados de los diferentes años se puede notar que el crecimiento de la urbanización se ha estado desarrollando principalmente al sur, este y suroeste de la ciudad.

Tabla 4.3: Análisis de áreas de expansión de cada alternativa

Alternativa 1							
Año	Area total [has]	Area urbanizada		Area pública urbanizada		Area expansión	
		[has]	[%]	[has]	[%]	[has]	[%]
2007	1503,16	400,10	26,6%	72,86	4,8%	1030,20	68,5%
2016	1503,16	448,86	29,9%	81,74	5,4%	972,56	64,7%
2024	1503,16	489,89	32,6%	89,22	5,9%	924,05	61,5%

Alternativa 2							
Año	Area total [has]	Area urbanizada		Area pública urbanizada		Area expansión	
		[has]	[%]	[has]	[%]	[has]	[%]
2007	1864,35	410,81	22,0%	74,81	4,0%	1378,73	74,0%
2016	1864,35	461,52	24,8%	84,05	4,5%	1318,78	70,7%
2024	1864,35	507,22	27,2%	92,37	5,0%	1264,76	67,8%

Alternativa 3							
Año	Area total [has]	Area urbanizada		Area pública urbanizada		Area expansión	
		[has]	[%]	[has]	[%]	[has]	[%]
2007	2063,43	412,03	20,0%	75,04	3,6%	1576,37	76,4%
2016	2063,43	472,91	22,9%	86,12	4,2%	1504,40	72,9%
2024	2063,43	518,75	25,1%	94,47	4,6%	1450,21	70,3%

En la tabla se observa que desde 2007 a 2024, en un período de 14 años, se dio una disminución del 7% del área total en la zona de expansión para la alternativa 1 y del 6 % para la alternativa 2 y 3. Considerando un avance similar de la urbanización en los próximos 50 años se tendría una reducción de 25% del área total en la zona de expansión para la alternativa 1 y de un 22% del total para las trazas 2 y 3, con lo cual aún quedaría 36% de superficie de expansión para la alternativa 1 y un 48% del total para las alternativas 2 y 3.

En consecuencia, las tres alternativas dejan posibilidades de crecimiento de la planta urbana dentro de los límites que configuran junto con la RN 12 a este sector, siendo mucho mayores que las áreas urbanas actuales, pero dentro de estas en la alternativa 1 queda una menor superficie de expansión, cobrando más importancia dentro de estas las áreas bajas que en el caso de las alternativas 2 y 3. Cabe destacar que estas áreas de expansión se reducirán para la división en predios privados debido a la necesidad de abrir calles, incluir plazas y sectores públicos, en alrededor de un 20 % de estas superficies.

5 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Se ejecutó un relevamiento topográfico de cada una de las trazas, comenzando con la implantación de una red básica de Puntos Fijos materializados con mojones de hormigón, separados a menos de 5 km entre sí. Los mismos se midieron con GPS geodésico en modo estático, de manera de obtener una red de puntos con precisión.

Tabla 5.1: Puntos fijos en coordenadas Gauss Kruger Faja 5 – POSGAR 200

	NORTE	ESTE	COTA IGN
PF1	6418268.657	5516533.332	48.708
PF2	6415516.537	5516976.530	50.423
PF3	6415530.284	5516966.210	49.955
PF4	6415789.448	5517221.403	48.044
PF5	6413709.780	5519477.719	47.137
PF6	6415472.849	5521423.758	36.351

A partir de esta red se realizaron los relevamientos topográficos del terreno, de modo de obtener una nube de puntos de tal forma que permita referenciar los puntos singulares del área, incluyen perfiles transversales y el levantamiento de hechos existentes en la traza. Se relevaron perfiles transversales cada 500 m en caso de encontrarse un relieve homogéneo, reduciéndose la equidistancia a 200 m en el caso de encontrarse con diferencias importantes de nivel o en cercanía de cruces de rutas y vías férreas.

Además, se tomaron puntos a lo largo de los caminos en coincidencia con las trazas cada 100 m, esquineros de alambrados lindantes a las trazas, líneas eléctricas, alcantarillas, postes, mojones de gasoductos y fibras ópticas, bordes de pavimento de rutas y calles, accesos a propiedades y todo hecho singular a relevar.

Toda esta información se procesó con el software Autocad Civil 3D que es específico para diseño vial y permite modelizar el terreno y el diseño de la obra, y computar el movimiento de suelo.

5.1 Equipamiento utilizado

Para realizar el relevamiento topográfico se utilizó un sistema GPS diferencial que consta de tres receptores de doble frecuencia L1/L2 y RTK, con capacidad de observar la constelación GNSS completa, que se describen a continuación:

- Receptor Base: Trimble R8s.
- Receptor Móvil: Trimble R8s.
- Receptor Móvil: Trimble R2.
- Controladora: Trimble Slate T41, con Software Trimble Access.
- Controladora: Trimble TSC3, con Software Trimble Access.
- Software de Posproceso: Trimble Business Center (TBC).

Este sistema ofrece varias modalidades de trabajo, con distintas precisiones, que permiten adaptarse a los requerimientos y alcances de la tarea encomendada.

Para modo Estático de alta precisión (Medición GNSS estática) la precisión alcanzada es de 3 mm + 0,5 ppm en Horizontal y 5 mm + 0,5 ppm en vertical.

Para modo FastStatic o Stop&Go la precisión lograda es de 3 mm + 0,1 ppm RMS en Horizontal y 3,5 mm + 0,4 ppm RMS en vertical.



Figura 5.1: Receptor R8s Base y Móvil

5.2 Tareas de Campo

Se ejecutó un relevamiento en el total de las trazas, con el método de medición GNSS RTK.

Se relevaron perfiles transversales con una equidistancia máxima de 500 mts y puntos sobre eje y alambrados cada 100 mts.

Se individualizaron alcantarillas y sus cotas de desagüe, cruces con ferrocarriles y cualquier otro elemento relevante para la evaluación del proyecto.

Se relevaron perfiles en los principales afluentes, en distintos tramos de los mismos para el estudio hidrológico y contar con las pendientes longitudinales de los mismos.

Se materializó una red de puntos fijos, distribuidas de forma homogénea en las trazas. Los puntos se construyeron con un hierro de 10mm hincados en los esquineros de alambrados.

Por último, se midió la regla de la escala hidrométrica ubicada en el puente del arroyo Nogoyá, para vincular los estudios históricos de alturas al relevamiento. Como resultado de estas mediciones se determinó que la cota del 0 correspondiente al sistema del IGN tiene un valor de 29,85 m.



Figura 5.2: Levantamiento de perfiles transversales



Figura 5.3: Medición de la escala hidrométrica del arroyo Nogoyá

5.3 Procesamiento en gabinete

Con el software Trimble Business Center (TBC), se procesaron las observaciones GNSS estáticas de cada base RTK, para vincular a la Estación Permanente del IGN (NOYA), asegurando la correcta georreferenciación de las mimas.

Tabla 5.2: Estación Permanente “NOYA” del IGN.

RAMSAC
RED ARGENTINA DE MONITOREO SATERNAL
INFORMACIÓN GENERAL

Código de identificación:	NOYA
Código internacional:	47998M001
País:	Argentina
Provincia:	Entre Ríos
Ciudad / Localidad:	Nogoyá
Fecha de instalación:	2017-03-21
Formulario completo:	Descargar formulario completo
Formulario IGS:	Descargar formulario IGS
Serie de tiempo:	Descargar serie en formato JSON (descripción del contenido)
Estado:	OFFLINE


**COORDENADAS GEODÉSICAS
POSGAR 2007 (ÉPOCA 2006.632)**

Latitud:	-32°23'1.41165"
Longitud:	-59°47'41.56848"
Altura elipsoidal:	70.341 m
Cota SRVN16:	53.072 m

**COORDENADAS CARTESIANAS
POSGAR 2007 (ÉPOCA 2006.632)**

X:	2712422.335 m
Y:	-4659450.426 m
Z:	-3396478.949 m

RECEPTOR ACTIVO

Modelo:	Leica GR25
Código IGS:	LEICA GR25
Número de serie:	1831545
Fecha de instalación:	2017-03-21
Sistema de satélites:	GPS+GLO
Ángulo de máscara:	3°
Intervalos de registro [seg]:	1 - 5 - 15

ANTENA ACTIVA

Modelo:	Leica AR10
Código IGS:	LEIAR10 NONE
Número de serie:	18238011
Fecha de instalación:	2017-03-21
Altura de antena:	0.000 m (Referida a la base de la antena)

5.4 Sistema de Referencia

El sistema planímetro utilizado es el oficial de la República Argentina, Gauss Krugger Argentina. En este caso particular, sobre la Faja 5.

El plano de comparación altimétrico utilizado es el del IGN, por lo que las cotas del relevamiento están vinculadas al mismo. La transformación de cotas elipsoidales a ortométricas se realizó a través del modelo de Geoide del IGN Ar-16.

El Marco de Referencia utilizado es POSGAR 2007.

6 ESTUDIOS DE SUELOS DE LA TRAZA

6.1 Consideraciones Generales

Se desarrolló el estudio geotécnico que incluyó las tres alternativas de traza analizadas, como parte de los estudios básicos necesarios para poder evaluar y definir la opción más conveniente sobre la cual desarrollar la futura construcción de la circunvalación a la ciudad de Nogoyá.

6.1.1 Objeto del Informe

Los objetivos fundamentales son:

- Estimar el espesor de suelo vegetal a lo largo de las alternativas de traza analizadas.
- Conocer y evaluar las posibles problemáticas geotécnicas del área que puedan incidir sobre la futura construcción del pavimento.
- Definir el tipo de suelo que formará parte de la base de asiento de los terraplenes de la obra.

6.1.2 Metodología, Normativas de referencia, Acreditaciones

Para la definición del tipo de campaña geotécnica a realizar, se han tenido los siguientes documentos:

- Términos de referencia que forman parte del contrato.
- Norma CIRSOC 401
- Normas de ensayos de IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales)

La intensidad de los reconocimientos está en consonancia con los requisitos exigidos para esta etapa de estudio en los Términos de referencia.

La empresa Justo Domé & Asociados SRL posee la acreditación en la Gestión de la Calidad según norma ISO 9001.

6.2 Trabajos de campo

6.2.1 Alcance de la Campaña

Los trabajos de campo realizados para caracterizar el subsuelo han consistido en:

- 4 calicatas de 1,00 m de profundidad cada una de ellas, identificadas como C-1 a C-4, con ejecución de ensayo de densidad in situ por el Método del cono y arena.
- 8 sondeos a barreno de 2,00 m de profundidad. Además, junto a cada uno de estos, se ha adicionado la ejecución de ensayos de penetración mediante D.C.P (Dynamic Cone Penetration Test) de 2,00m de profundidad, identificados como DCP-i.
- En el interior de las auscultaciones anteriores se han recuperado muestras para su posterior análisis en Laboratorio.



Figura 6.1: Ubicación de las auscultaciones realizadas



Figura 6.2: Ejecución de calicatas y determinación de densidades

Los mencionados trabajos han sido ejecutados por personal y equipamiento de la propia Empresa, con la supervisión técnica de los profesionales del área Geotécnica, y cumplimentando

las pautas y procedimientos normalizados que exigen nuestro control de calidad y trazabilidad para los estudios de campo, y las Normas IRAM y CIRSOC.



Figura 6.3: Ejecución de sondeo con barreno y ensayo DCP

A continuación, se resumen las auscultaciones realizadas con sus respectivas coordenadas geográficas de ubicación, en los anexos que acompañan al presente informe, se indica la ubicación en planta de los diversos sondeos y los resultados obtenidos.

Tabla 6.1: Auscultaciones realizadas

	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		Tipo
	LATITUD	LONGITUD	
C-1	32° 22' 35.70" S	59° 49' 39.40" O	<i>Calicatas</i>
C-2	32° 24' 07.40" S	59° 49' 10.20" O	
C-3	32° 25' 16.30" S	59° 47' 46.00" O	
C-4	32° 24' 10.00" S	59° 46' 17.90" O	
S1	32° 22' 22.00" S	59° 49' 22.80" O	<i>Barrenos</i>
S2	32° 23' 36.50" S	59° 49' 47.50" O	
S3	32° 23' 43.80" S	59° 49' 12.50" O	
S4	32° 24' 45.50" S	59° 48' 46.90" O	
S5	32° 24' 46.90" S	59° 47' 58.00" O	
S6	32° 25' 04.70" S	59° 47' 10.10" O	
S7	32° 24' 48.70" S	59° 47' 02.20" O	
S8	32° 23' 39.00" S	59° 46' 17.30" O	

6.2.2 Medición del Nivel Freático

Durante las labores de campaña previstas se encontraba la determinación instantánea de la lámina subterránea, pero en ninguno de los sondeos realizados hasta los 2,00 m de profundidad se detectó el nivel freático, desconociéndose su régimen de variación y/o alturas máximas.

6.3 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de Laboratorio realizados para la identificación de los distintos suelos y determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes en el estudio de la cimentación, han consistido en:

- Granulometría (vía húmeda)
- Límites de Atterberg (s/normas IRAM 10501/68 y 10502/68)
- Humedad natural
- Lavado sobre Tamiz No. 200 (s/norma IRAM 10507/69)
- Densidad seca y húmeda
- Ensayo Proctor T99
- Ensayo de Valor Soporte Relativo a densidad prefijada.
- Clasificación de suelo según HRB y SUCS.

6.4 Caracterización geológica del sitio

Atento a que el objetivo del estudio es esencialmente geotécnico, se efectúa una referencia sintética de la historia geológica de la región. La Geología Regional responde originalmente a la fracturación y dislocación del Basamento Cristalino que dio lugar a la formación de una amplia fosa o cuenca llamada Chaco-Paranaense. La misma fue posteriormente rellenada con sedimentos de origen continental y marino (depositados por una gigantesca ingresión marina que, a fines del Mioceno Medio o comienzos del Superior - hace aproximadamente 15 millones de años - formó el denominado "Mar Paranaense". Dicho mar penetró desde el Océano Atlántico, cubriendo el Noreste de la Argentina, Oeste del Uruguay y hasta el Sur del Paraguay. Estos depósitos integran la Formación Paraná, y lo constituyen niveles de arcilitas, arcilitas arenosas y arenas, y calcáreos fosilíferos. Las arcillas basales son muy plásticas (montmorilloníticas), de color gris verdoso, gris azulado y con estratificación laminar. Se superponen arcillas más arenosas, verde amarillentas con bancos delgados de moluscos bivalvos. Superpuestas a las anteriores, se destacan arenas arcillosas con bancos ostreros cubiertos por capas de arena silíceas. La cubierta de esta formación se compone de importantes bancos calcáreos arenosos compactos.

Con posterioridad al retiro del Mar Paranaense, y a lo largo de la amplia cuenca del incipiente río Paraná, se depositaron desde el Mioceno tardío, y también durante el Plioceno (aproximadamente entre los 10 y los 5 millones de años antes del presente) sedimentos fluviales compuestos principalmente por arenas que conforman los estratos típicos observables en las barrancas de los alrededores de la Toma Vieja en la ciudad de Paraná. Estos sedimentos componen la denominada Formación Ituzaingó.

Está compuesta por arenas silíceas de grano fino a mediano y hasta gravas, de color amarillento ocráceo; rojizo y blanquecino con presencia de clastos férricos que constituyen parte de la matriz de los sedimentos. Presenta además areniscas de igual color bien silicificadas, intercalándose niveles limo-arcillosos castaño oscuro y gris verdoso claro. Esta formación se expone a la superficie en diversos puntos de la provincia, pero principalmente en la barranca del Río Paraná. En subsuelo, el espesor total de la Formación, aún no bien determinado, alcanzaría hasta 120 m, disminuyendo de Este a Oeste y Sudoeste.

A lo largo de la costa entrerriana se suelen hallar por sobre estos estratos un manto de suelos calcáreos, formados por precipitación química de carbonato de calcio, estructurado en tabiques y planchones, que pertenecen a la formación Alvear y pueden alcanzar hasta 9m de espesor.

La Formación Hernandarias cubre la superficie de la mayor parte de la provincia de Entre Ríos y por debajo de la superficie alcanza a las regiones vecinas de Santa Fe y Buenos Aires hacia el suroeste (s/ Iriondo 1980). El espesor típico de esta formación varía de 20 a 40 m; su formación data del Pleistoceno medio y se conforma con arcillas marrones y grises de tipo montmorillonítico con presencia de yeso en el área cercana a la localidad que le da el nombre.

Un perfil típico que suele observarse en las barrancas del río Paraná, aunque en algunos casos las formaciones Alvear y Tezanos Pintos puedan no encontrarse, se muestra en la figura siguiente.

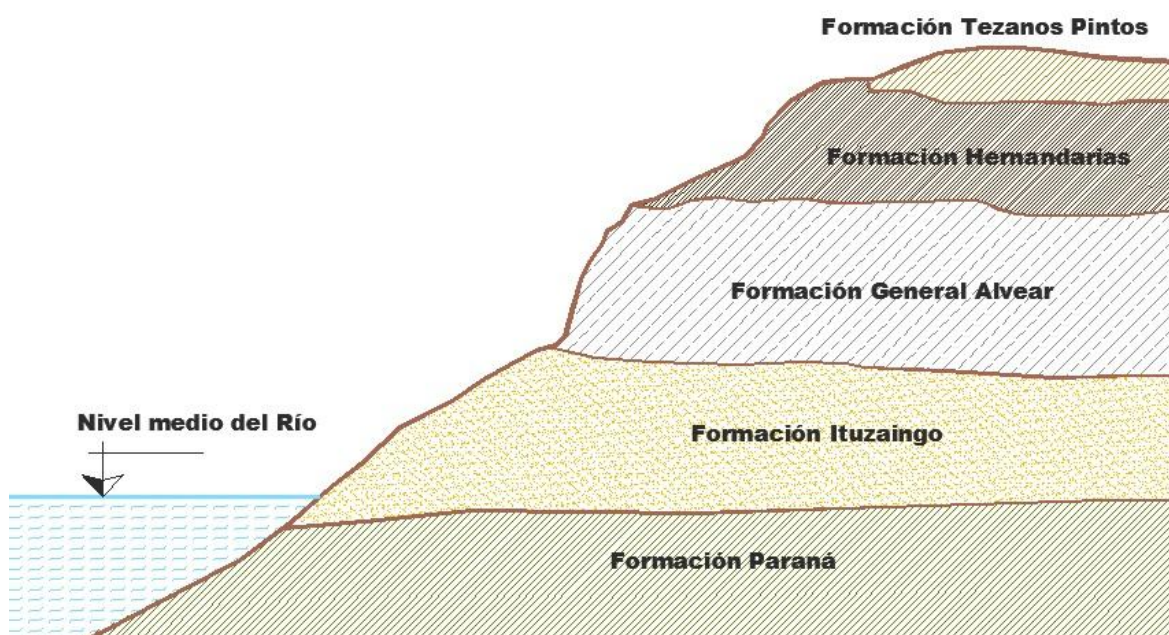


Figura 6.4: Perfil geológico de la costa entrerriana occidental

6.5 Descripción de suelos de las trazas

A partir de los resultados de campo, laboratorio, y análisis en gabinete se concluye:

- Los suelos detectados poseen las siguientes características físicas predominantes: Límite Líquido entre 27 % y 100 % con promedio de alrededor de 60%, Índice de Plasticidad variable entre 12 % y 64 % con promedio de alrededor de 40 %. Las humedades naturales varían entre 11 y 44 % y en todos los casos son muy menores al Límite Líquido.

- Los materiales, en su predominio, clasifican bajo el sistema HRB como A-7-6 y A-7-5 y en menor medida se encontró un suelo A-6. Los suelos del sondeo 7 son los que muestran menores valores de plasticidad, también los suelos del sondeo 2 presentan niveles similares de plasticidad, a excepción de los primeros 0,50 m de esta auscultación donde el Índice de Plasticidad es mayor a 50%.
- El espesor de suelo vegetal se limita a 0,10 m de espesor.
- De acuerdo a los Límites de Atterberg los materiales que compondrían la base de asiento del terraplén poseen un alto potencial de hinchamiento.

6.6 Planillas de ensayos de suelos

Se presentan en el Anexo de este informe.

7 ESTUDIOS DE TRÁNSITO

7.1 Recopilación de antecedentes

Se recopilaron los datos de tránsito disponibles de la Dirección Nacional de Vialidad (<http://transito.vialidad.gob.ar>) de la RN 12 que cuenta con un puesto de censo permanente entre Nogoyá y la RN 131, cerca de Crespo. La búsqueda se centró en censos volumétricos y de composición que hayan sido realizados en el tramo de la RN 12. También se recabó información en la Dirección Provincial de Vialidad que cuenta con censos de tránsito en la RP 26.

7.1.1 Datos de TMDA

Para el sector estudiado se encontraron datos de dos tramos de la Ruta Nacional N° 12, el primer tramo, entre la localidad de Nogoyá y la Ruta Provincial N°39, cuenta con datos de cobertura y el tramo siguiente comprendido entre Nogoyá y la Ruta Nacional N°131 cuenta con datos de un puesto permanente.

En la tabla siguiente se muestran los datos de tránsito medio diario anual (TMDA) desde el año 2006 al año 2023 de ambos tramos según la división de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV).

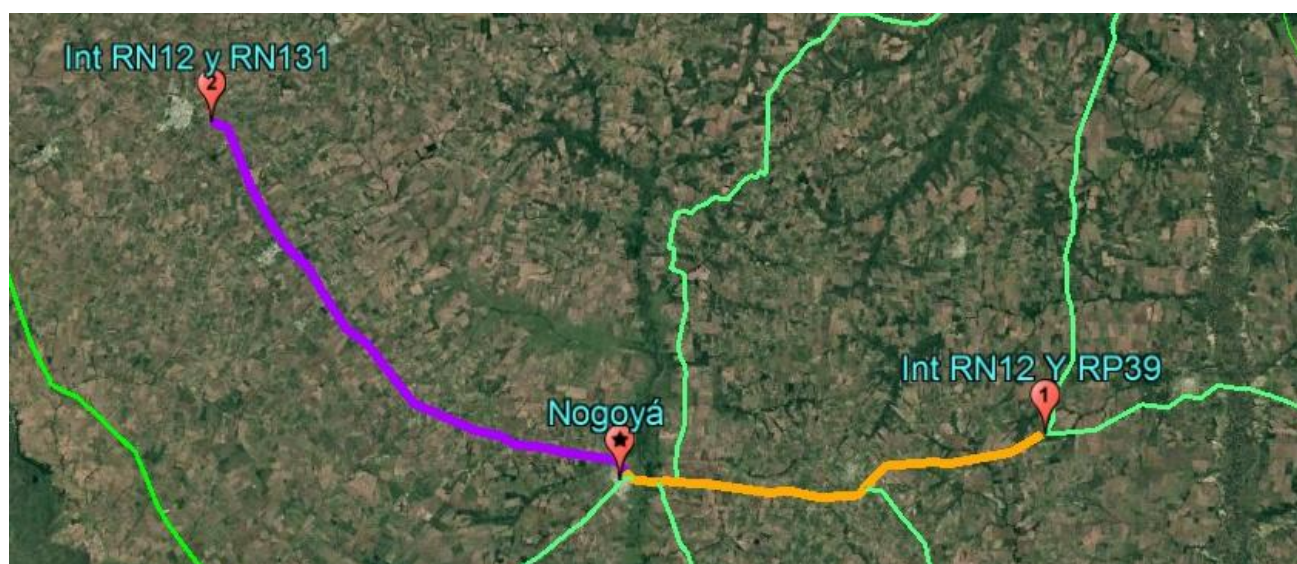
Tabla 7.1: Registro de datos de TMDA de la DNV. Tramo 1 Ruta Nacional N°12.

RUTA	Límites del Tramo	Prog. Inicio	Prog. Fin	TMDA	Año
RN 12	INT.R.P.39 (D) - ACC.A NOGOYA (I)	307.41	348.43	4400	2023
	INT.R.P.39 (D) - ACC.A NOGOYA (I)	307.41	348.43	4300	2022
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3900	2021
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	2850	2020
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4050	2019
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4140	2018
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4400	2017
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4300	2016
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4400	2015
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4300	2014
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4300	2013
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4200	2012
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3450	2011
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3250	2010
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3200	2009
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3150	2008
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3050	2007
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	2800	2006

Tabla 7.2: Registro de datos de TMDA de la DNV. Tramo 2 Ruta Nacional N°12.

RUTA	Límites del Tramo	Prog. Inicio	Prog. Fin	TMDA	Año
RN 12	ACC.A NOGOYA (I) - INT.R.N.131 (I)	348,43	401,29	3251	2023
	ACC.A NOGOYA (I) - INT.R.N.131 (I)	348,43	401,29	3163	2022
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	420,10	2885	2021
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	420,10	2099	2020
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	420,10	2989	2019
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	420,10	3046	2018
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	420,10	3174	2017
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	401,34	2267	2006
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3099	2016
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3175	2015
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3114	2014
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3385	2013
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3072	2012
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2929	2011
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2778	2010
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2616	2009
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2560	2008
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	401.34	2459	2007

En la siguiente imagen se observa la ubicación de los tramos con datos de la DNV utilizados para el presente estudio.


Figura 7.1: Ubicación de los tramos con TMDA de la DNV.

7.1.2 Composición del tránsito

La composición del tránsito refiere a la proporción de cada tipo de vehículo, expresada en porcentaje, con respecto al volumen total circulante. Este dato no sólo es importante para conocer el perfil del tránsito, sino también para diseñar de manera adecuada y eficiente tanto la geometría como el paquete estructural necesario para poder soportar las cargas a la que estará sometida la carretera a lo largo de su vida útil.

Para obtener la composición característica de los dos tramos en estudio, se obtuvieron datos de la DNV la cual divide el tránsito en 12 categorías de vehículos.

Tabla 7.3: Categoría de vehículos

LIV: autos y camionetas				
BU: ómnibus larga distancia	BU1: 2 ejes	BU2: 3 y 4 ejes		
SA: camión s/ acoplado	SA1: 11 y Bus 2 ejes	SA2: 12 y 13		
CA: camión c/ acoplado	CA1: 11-11	CA2: 11-12	CA3: 12-12	
CA: camión c/ semirremolque	SE1: 111	SE2: 112	SE3: 113 y 122	SEA 4: 123

En el siguiente gráfico se muestra la distribución del tránsito por categorías de los dos tramos analizados.

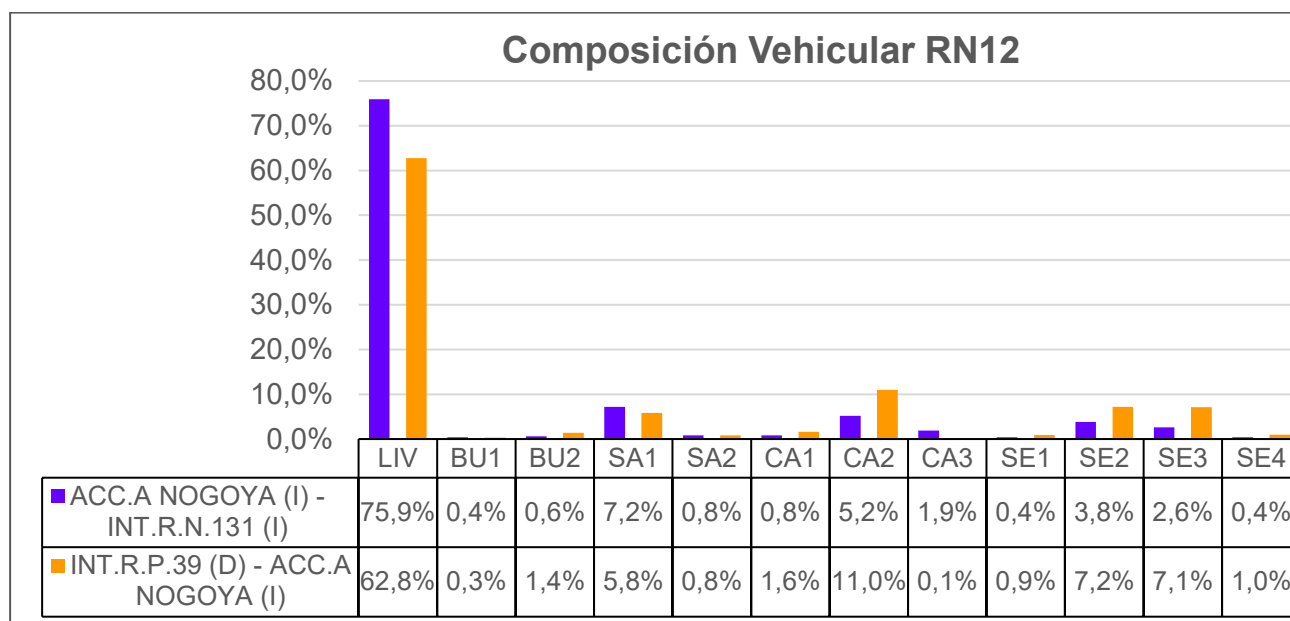


Figura 7.2: Distribución del tránsito por categorías en la RN12 por DNV.

De estos porcentajes, se sumaron los correspondientes a las categorías de vehículos pesados y se obtuvieron para cada estación los siguientes valores.

Tabla 7.4: Resumen datos TMDA RN12 - DNV

TRAMO	ORIGEN	AÑO	TMDA		% Vehículos pesados
			Cobertura	Permanente	
RN12_1 Cob 2020	DNV	2023	4.400	-	37,2%
RN12_2 Perm 2023	DNV	2023	-	3.251	24,1%

7.1.3 Datos de censo de la DPV de la RP26

Además de los datos mencionados anteriormente se obtuvieron datos de TMDA del año 2023 del tramo de la Ruta Provincial N° 26 comprendido entre el A° Montoya y la localidad de Nogoyá, proporcionado por la Dirección Provincial de Vialidad.

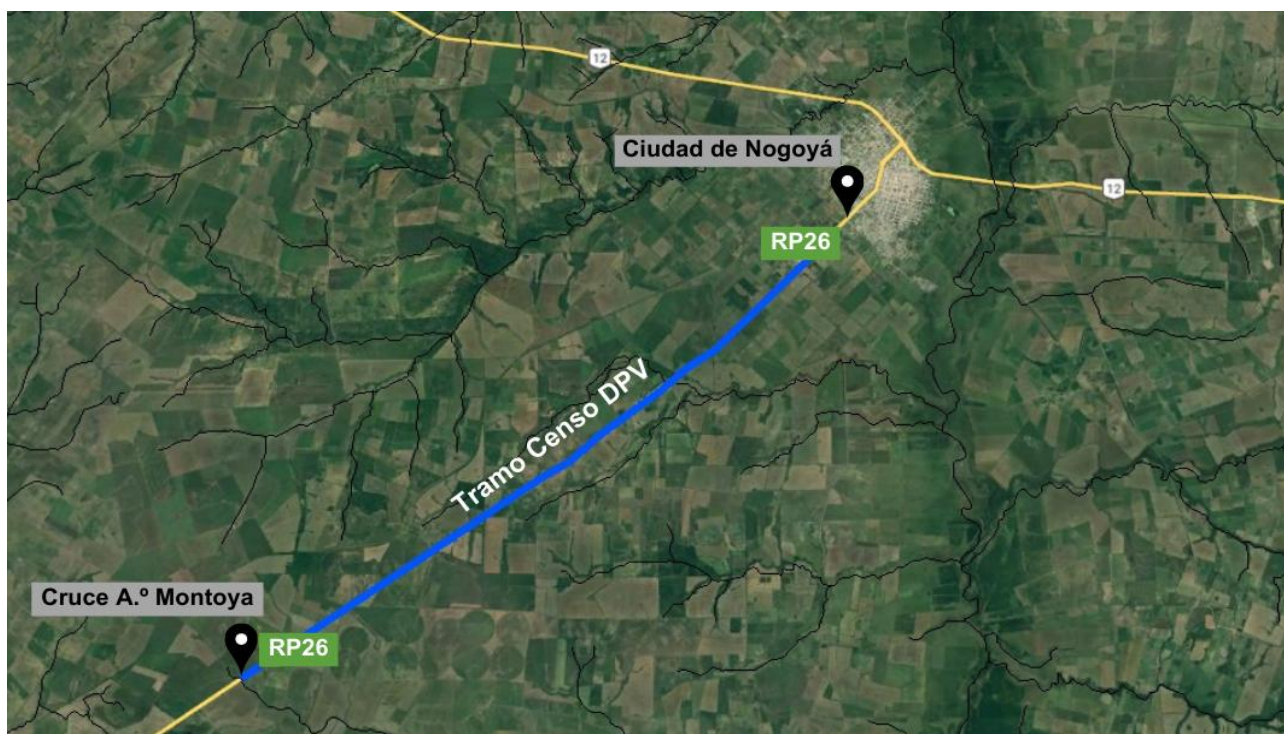


Figura 7.3: Tramo con datos de TMDA de la DPV.

En este censo solo se determinó el tránsito diario y la cantidad de vehículos livianos y pesados, como se puede ver en la tabla siguiente.

Tabla 7.5: Resumen datos TMDA RP26 – D.P.V.

RP26 (Nogoyá - A° Montoya)	Vehículos pesados	Vehículos livianos	Total
TMDA	1.710	2.512	4.222
Porcentual (%)	40,50%	59,50%	100,00%

7.2 Censos de tránsito

Se llevaron a cabo censos de conteo de tránsito con el objetivo de determinar volúmenes horarios y composición del mismo en 4 horas consecutivas en 3 puestos diferentes, dos sobre la Ruta Nacional N° 12 y uno sobre la Ruta Provincial N° 26. Dichos censos se llevaron a cabo en dos días distintos para estudiar la variación del tránsito en los fines de semana, por lo que se realizó un primer estudio el día viernes y uno posterior el día sábado.

El primer puesto de censo (P1) se ubicó al oeste del Parque Industrial de Nogoyá sobre la RN 12, que cuenta con una calzada pavimentada con dos carriles de sentido contrario y banquetas sin pavimentar.

El siguiente puesto (P2) se ubicó sobre la RP 26 al sur del casco urbano, este tramo está comprendido por dos carriles de sentido contrario de pavimento asfáltico con banquetas pavimentadas.

El tercer puesto (P3) se ubicó sobre la RN12 al este de la ciudad, tramo que se encuentra pavimentado con dos carriles de sentido contrario con banquetas pavimentadas y terraplenes elevados con al terreno lindante.

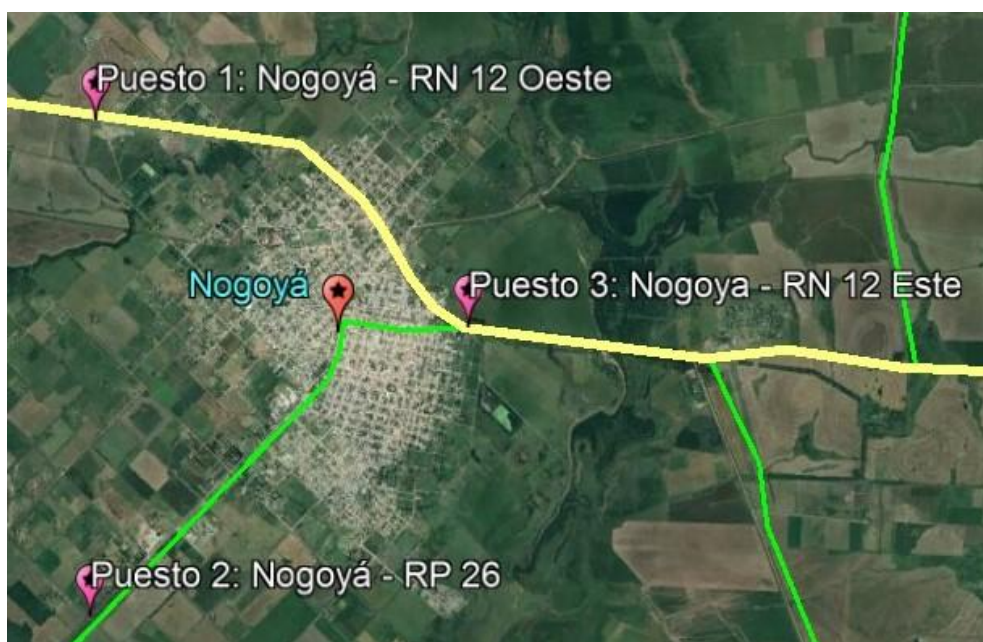


Figura 7.4: Ubicación de los puestos de censos

La información del conteo realizado se registró manualmente en planillas por hora, indicando las cantidades y tipos de vehículos pasantes para cada sentido de circulación. Luego se digitalizaron estas planillas obteniendo los resultados presentados en el Anexo de este informe.

En las planillas de censo se discretizaron 7 categorías de vehículos con la finalidad de obtener datos de composición del tránsito:

- Motos
- Livianos (autos y camionetas)
- Colectivos
- Camiones sin acoplado
- Camiones con acoplado
- Semi remolques
- Otros

En las siguientes tablas se adjuntan los datos procesados de los tres puestos de censo de tránsito para los días viernes y sábado.

Tabla 7.6: Planilla Resumen Puesto Censo 1

Ubicación	Nogoyá	Fecha	13/09/2024	Fecha	14/09/2024
PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Horario	9:00 a 13:00 hs	Horario	9:00 a 13:00 hs
		Viernes		Sábado	
Tipo de Vehículo		Vehículos censados	% del total diario	Vehículos censados	% del total diario
Motos		14	1,46%	27	2,89%
Livianos (autos y camionetas)		733	76,67%	740	79,31%
Colectivos		23	2,41%	19	2,04%
Camiones s/ acoplado		76	7,95%	57	6,11%
Camiones c/ acoplado		48	5,02%	40	4,29%
Semi-remolques		61	6,38%	44	4,72%
Otros		1	0,10%	6	0,64%
TOTAL		956	100%	933	100%

Tabla 7.7: Planilla Resumen Puesto Censo 2

Ubicación	Nogoyá	Fecha	13/09/2024	Fecha	14/09/2024
PUESTO	2 (RP26 Sur)	Horario	9:00 a 13:00 hs	Horario	9:00 a 13:00 hs
		Viernes		Sábado	
Tipo de Vehículo		Vehículos censados	% del total diario	Vehículos censados	% del total diario
Motos		44	4,63%	55	5,98%
Livianos (autos y camionetas)		603	63,47%	616	67,03%
Colectivos		9	0,95%	12	1,31%
Camiones s/ acoplado		55	5,79%	41	4,46%
Camiones c/ acoplado		87	9,16%	76	8,27%
Semi-remolques		148	15,58%	108	11,75%
Otros		4	0,42%	11	1,20%
TOTAL		950	100%	919	100%

Tabla 7.8: Planilla Resumen Puesto Censo 3

Ubicación	Nogoyá	Fecha	13/09/2024	Fecha	14/09/2024
PUESTO	3 (RN12 Este)	Horario	9:00 a 13:00 hs	Horario	9:00 a 13:00 hs
		Viernes		Sábado	
Tipo de Vehículo		Vehículos censados	% del total diario	Vehículos censados	% del total diario
Motos		51	3,73%	57	4,23%
Livianos (autos y camionetas)		902	65,94%	957	70,94%
Colectivos		14	1,02%	14	1,04%
Camiones s/ acoplado		85	6,21%	65	4,82%
Camiones c/ acoplado		124	9,06%	104	7,71%
Semi-remolques		184	13,45%	143	10,60%
Otros		8	0,58%	9	0,67%
TOTAL		1368	100%	1349	100%

7.3 Estimación del tránsito actual

En este apartado se desarrollan los procedimientos realizados para la estimación de los volúmenes de tránsito actuales en la zona de estudio, en términos del tránsito medio diario anual (TMDA), para luego determinar el tránsito pasante por la traza proyectada para el presente año y proyectarlo hasta el año que se considera el fin de la vida útil del pavimento.

El valor del TMDA futuro surgirá de una proyección mediante la aplicación de una tasa de crecimiento del TMDA del año 2024.

7.3.1 Definición de tránsito base

Los datos obtenidos del censo realizado se correlacionaron con los valores de DNV y DPV, utilizando como estación de aforo representativa la estación permanente del tramo “Acceso a Nogoyá (I) – Intersección R.N.131 (I)”. De esta estación se obtuvieron factores de ajuste temporal correspondientes al año 2023, siendo éstos los últimos disponibles.

Extrapolación de censos a tránsito medio diario anual (TMDA)

A continuación, se presentan los pasos seguidos para la obtención de un TMDA para el año 2024 a partir de los censos realizados.

1) Determinación del tránsito medio diario (TMD).

Se calculan los valores del TMD a partir de despejar este valor de la siguiente expresión, utilizando el tránsito medio diario (TMH) censado:

$$\sum PHD_i(\text{hora,día,mes,año}) = \frac{100 \times TMH_{(\text{hora,día,mes,año})}}{TMD_{(\text{día,mes,año})}}$$

El PHD es el peso horario diario y se define como la suma de los pesos individuales de cada hora y es extraído de la página web de la DNV y adjuntado en el Anexo. En la siguiente tabla se presenta el peso horario diario para las horas censadas, de 9 a 12 hs para cada uno de los días viernes y sábado.

Tabla 7.9: Factores horarios diarios según estación permanente DNV.

Viernes			Sábado		
Hora	Factor Horario Diario	Peso Horario Diario PHD (%)	Hora	Factor Horario Diario	Peso Horario Diario PHD (%)
9:00	18,00	5,564	9:00	16,50	6,061
10:00	16,30	6,137	10:00	14,50	6,920
11:00	17,50	5,714	11:00	13,60	7,337
12:00	17,40	5,759	12:00	15,10	6,626

Por lo tanto, la expresión que permite obtener los valores del TMD de cada día censado queda definida como:

$$TMD_{(\text{día,mes,año})} = 100 \times \frac{TMH_{(\text{hora,día,mes,año})}}{\sum PHD_i(\text{hora,día,mes,año})}$$

2) Determinación del tránsito medio diario mensual (TMDM).

En segundo lugar, se utilizan los factores diarios mensuales (FDM) para transformar el TMD obtenido anteriormente a TMDM a partir de la siguiente expresión:

$$TMDM_{(mes,año)} = FDM_{(día,mes,año)} \times TMD_{(día,mes,año)}$$

En este caso, se utilizaron los FDM correspondientes a los días de la semana en que se realizaron los censos. Para los tres puestos de censo se deben utilizar los factores correspondientes a los días viernes y sábado.

Tabla 7.10: Factores diarios mensuales según DNV.

Día censado	Factor Diario Mensual (FDM)
Viernes	0,912
Sábado	1,148

3) Determinación del tránsito medio diario anual (TMDA).

Finalmente, con los factores previos y los TMDM obtenidos, se obtiene un TMDA para cada censo en las 3 estaciones. La expresión que permite obtener el TMDA utiliza el Factor Mensual (FM) es la siguiente.

$$TMDA_{(año)} = FM_{(mes,año)} \times TMDM_{(mes,año)}$$

En este caso se utilizó el valor de FM correspondiente al mes de septiembre en el que se realizó el censo.

Tabla 7.11: Factor mensual según DNV.

Mes censado	Factor Mensual
Septiembre	0,992

Además, se realizó una ponderación con la premisa de tener en cuenta la influencia de haber realizado el censo un fin de semana. Para obtener el TMDA actual se realizó la sumatoria entre 2/7 del valor obtenido el sábado y 5/7 del valor correspondiente al viernes.

De esta manera se calcularon los TMDA en los 3 puestos de censo para cada hora censada que se presentan a continuación.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 7.12: TMDA actual en función de los censos realizados

Ubicación Puesto	Volumen censado	Hora	Factor Horario Diario	Factor Diario Mensual	Factor Mensual	TMDA por día	TMDA 2024 ponderado	TMDA PESADOS	TMDA LIVIANOS
Nogoyá P1 - RN12 Oeste	231	9:00	5,564	0,912	0,992	3.732	3.813	778	3.036
	235	10:00	6,137						
	232	11:00	5,714						
	258	12:00	5,759						
Nogoyá P1 - RN12 Oeste	244	9:00	6,061	1,148		4.017			
	214	10:00	6,920						
	234	11:00	6,920						
	244	12:00	6,626						
Nogoyá P2 - RP 26 Sur	258	9:00	5,564	0,912	0,992	3.709	3.776	1.125	2.651
	225	10:00	6,137						
	235	11:00	5,714						
	232	12:00	5,759						
Nogoyá P2 - RP 26 Sur	240	9:00	6,061	1,148		3.944			
	210	10:00	6,920						
	229	11:00	6,920						
	240	12:00	6,626						
Nogoyá P3 - RN12 Este	604	9:00	11,701	0,912	0,992	5.341	5.444	1.532	3.912
	412	11:00	5,714						
	352	12:00	5,759						
Nogoyá P3 - RN12 Este	650	9:00	12,981	1,148		5.702			
	367	11:00	7,337						
	332	12:00	6,626						

Comparación con los datos antecedentes

Se contrastaron los valores de TMDA obtenidos para cada puesto de censo con los datos antecedentes de la DPV y DNV. Como resultado de esta comparativa se adoptaron valores de TMDA y de vehículos livianos y pesados para cada tramo según los valores sombreados con colores.

Tabla 7.13: Comparación de tránsito censado y antecedentes

		CENSO TRÁNSITO				DATOS ANTECEDENTES					
Tramo	Puesto	TMDA 2024 ponderado	% PESADOS	TMDA PESADOS	TMDA LIVIANOS	AÑO	TMDA Cob.	TMDA Perm.	% PESADOS	TMDA PESADOS	TMDA LIVIANOS
Nogoyá - RN12 Oeste	P1	3813	20,47%	778	3036	2023	-	3251	24,1%	783	2468
RP26 Sur - Nogoyá	P2	3776	29,86%	1125	2651	2019	4222	-	40,5%	1710	2512
Nogoyá - RN12 Este	P3	5444	28,22%	1532	3912	2023	4400	-	37,2%	1637	2763

De esta comparación surge el valor de TMDA para el año actual 2024 (celdas marcadas con color verde), que es utilizado luego para la proyección futura del tránsito hacia el fin de la vida útil del proyecto.

Para el caso de la RP 26 se adoptó el TMDA de la información antecedente con la mayor cantidad de vehículos pesados, lo cual se considera más desfavorable para el diseño del paquete estructural del pavimento. En el caso de la RN 12 se adoptaron los datos que surgen del censo realizado, que no tenían gran diferencia en cuanto a los vehículos pesados respecto de la información antecedente, debido a que se desconoce también la ubicación de los puestos de censo de la DNV dentro de los tramos y puede haber variaciones si se encuentran muy alejados de la ciudad.

A continuación, se presenta el TMDA actual adoptado del año 2024 correspondiente a cada una de las vías de acceso y egreso a Nogoyá, que es utilizado luego para la proyección futura del tránsito hacia el fin de la vida útil del pavimento.

Tabla 7.14: TMDA vehículos livianos y pesados actuales

Tramos de rutas existentes	TMDA 2024 Livianos	TMDA 2024 Pesados	TMDA TOTAL 2024
Nogoyá a RN12 Este	3.036	778	3.813
Nogoyá - RP26 Sur	2.512	1.710	4.222
Nogoyá a RN12 Oeste	3.912	1.532	5.444

7.3.2 TMDA de diseño

Habiéndose adoptado los TMDA para cada una de las tres vías existentes se determinó el TMDA de diseño para la circunvalación proyectada, dividiendo la misma en dos tramos, Este y Oeste respectivamente, siendo la Ruta Provincial N° 26 la divisoria de ambos.

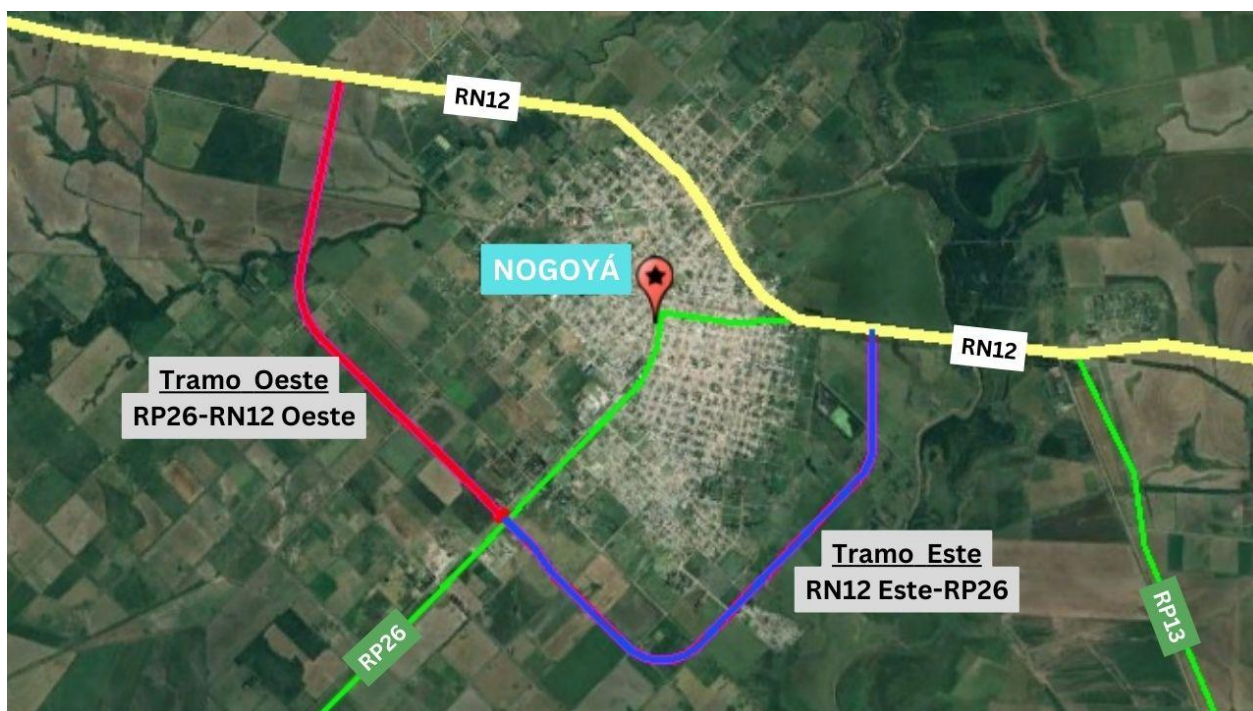


Figura 7.5: División de los tramos proyectados respecto del tránsito

Según los datos del censo de tránsito realizado, se consideró que de la suma de vehículos pesados que transitan la RP 26 hacia la RN 12, el 30% pasa por el puesto de censo 1, ubicado al oeste de Nogoyá y el 70% restante por el puesto 3, al este de Nogoyá. En base a este dato se le asignó el 30% de los pesados que pasan por la RP 26 al tramo oeste y el 70% al tramo este.

Para los vehículos livianos se optó por una distribución equitativa asignando un 20% del TMDA de vehículos livianos provenientes de la RP 26 a cada uno de los tramos y se consideró que el 60% restante ingresa o egresa a la ciudad quedando fuera del estudio.

Por otra parte, se consideró un tránsito extra tomando de base los vehículos contabilizados en los puestos 1 y 3 sobre la RN 12, teniendo en cuenta que se puede sumar parte del tránsito que decida trasladarse entre dos puntos lejanos del casco urbano. Por este motivo se asignó un 10% de la suma de cada categoría de P1 (RN12-E) y de P3 (RN12-O) a ambos tramos.

De esta manera se establece un tránsito medio anual (TMDA) para cada uno de los tramos correspondiente al año 2024, que luego será utilizado como base para la proyección del tránsito en la vida útil del pavimento.

Tabla 7.15: TMDA de proyecto para tramo ESTE

Tramo ESTE	LIVIANOS				PESADOS				TMDA 2024
	Dato Base	TMDA livianos	% asignado al tramo	Cantidad asignada al tramo	Dato Base	TMDA Pesados	% asignado al tramo	Cantidad asignada al tramo	
	RP26-S	2.512	20%	502	RP26-S	1.710	70%	1.197	
	RN12-E+ RN12-O	6.947	10%	695	RN12-E	2.310	10%	231	
	Σ Livianos			1.197	Σ Pesados			1.428	2.625

Tabla 7.16: TMDA de proyecto para tramo OESTE

Tramo OESTE	LIVIANOS				PESADOS				TMDA 2024
	Dato Base	TMDA livianos	% asignado al tramo	Cantidad asignada al tramo	Dato Base	TMDA Pesados	% asignado al tramo	Cantidad asignada al tramo	
	RP26-S	2.512	20%	502	RP26-S	1.710	30%	513	
	RN12-E+ RN12-O	6.947	10%	695	RN12-O	2.310	10%	231	
	Σ Livianos			1.197	Σ Pesados			744	1.941

7.3.3 Definición de la composición vehicular

Con los valores de TMDA definidos para los tramos proyectados, se determinó la distribución del tránsito en 5 categorías que resulten compatibles con los censos realizados.

Para realizar esta categorización se tomó como base el puesto de censo N°2 que presenta la mayor cantidad de vehículos pesados pasantes, lo cual se considera que es más crítico para el diseño.

Tabla 7.17: Composición vehicular para cada tramo

Tramos proyecto	Año	TMDA Livianos	Cat. 1 Livianos		TMDA Pesados	Cat. 2 Buses		Cat. 3 Camiones sin acoplado		Cat. 4 Camiones con acoplado		Cat. 5 Semi-remolques	
Tramo ESTE	2024	1.197	100%	1.197	1.428	3,5%	50	18,1%	259	29,8%	426	48,6%	693
Tramo OESTE	2024	1.197	100%	1.197	744	3,5%	26	18,1%	135	29,8%	222	48,6%	361

Luego se extrapolaron estas 5 categorías a las 12 categorías que presenta la DNV como información para poder contrastarla.

- Categoría 1: LIV
- Categoría 2: BU1 + BU2
- Categoría 3: SA1 + SA2
- Categoría 4: CA1 + CA2 + CA3
- Categoría 5: SE1 + SE2 + SE3 + SE4

Siendo las siguientes las categorías establecidas por la DNV.

LIV: autos y camionetas				
BU: ómnibus larga distancia	BU1: 2 ejes	BU2: 3 y 4 ejes		
SA: camión s/ acoplado	SA1: 11 y Bus 2 ejes	SA2: 12 y 13		
CA: camión c/ acoplado	CA1: 11-11	CA2: 11-12	CA3: 12-12	
CA: camión c/ semirremolque	SE1: 111	SE2: 112	SE3: 113 y 122	SEA 4: 123

Para realizar la extrapolación de las 5 categorías del censo a las categorías de la DNV se utilizó como base la composición vehicular del puesto permanente de la DNV en el año 2023.

Tabla 7.18: Atribución porcentual de categorías de DNV sobre categorías censadas

Categoría Censos	DNV	% atribuido	Categoría Censos	DNV	% atribuido
Cat. 1: Livianos	LIV	100.0%	Cat. 4: Camión s/ acoplado	CA1	10.1%
Cat. 2: Colectivos	BU1	40.0%		CA2	65.8%
	BU2	60.0%		CA3	24.1%
Cat. 3: Camión c/ acoplado	SA1	90.0%	Cat. 5: Semirremolque	SE1	5.6%
	SA2	10.0%		SE2	52.8%
				SE3	36.1%
				SE4	5.6%

Tabla 7.18: Composición final de TMDA

base año 2024

Tramos	Año	LIV	BU1	BU2	SA1	SA2	CA1	CA2	CA3	SE1	SE2	SE3	SE4	TMDA
Tramo ESTE	2024	1.197	3	24	47	32	32	228	83	16	154	114	693	2.625
Tramo OESTE	2024	1.197	1	13	25	17	17	119	43	8	80	59	361	1.941

7.4 Definición de tránsito futuro

El valor del TMDA futuro surge de una proyección del TMDA actual correspondiente al año 2024 que se adoptó en el capítulo anterior como resultado del análisis de los censos realizados y los datos extraídos de la información proporcionada por la DNV y DPV.

La tasa de crecimiento del tránsito se encuentra vinculada a diversos parámetros cuya variabilidad es compleja de evaluar, como ser factores socio-económicos del país, el crecimiento demográfico y del parque automotor.

Se estimó el TMDA para dos períodos, 15 y 30 años a partir del año 2026 que fue tomado como el primer año de servicio.

Para analizar el crecimiento del tránsito se evaluaron los datos históricos de TMDA de la DNV en cada tramo. Se observó una caída importante del tránsito pasante en el año 2020 debido al confinamiento por la pandemia.

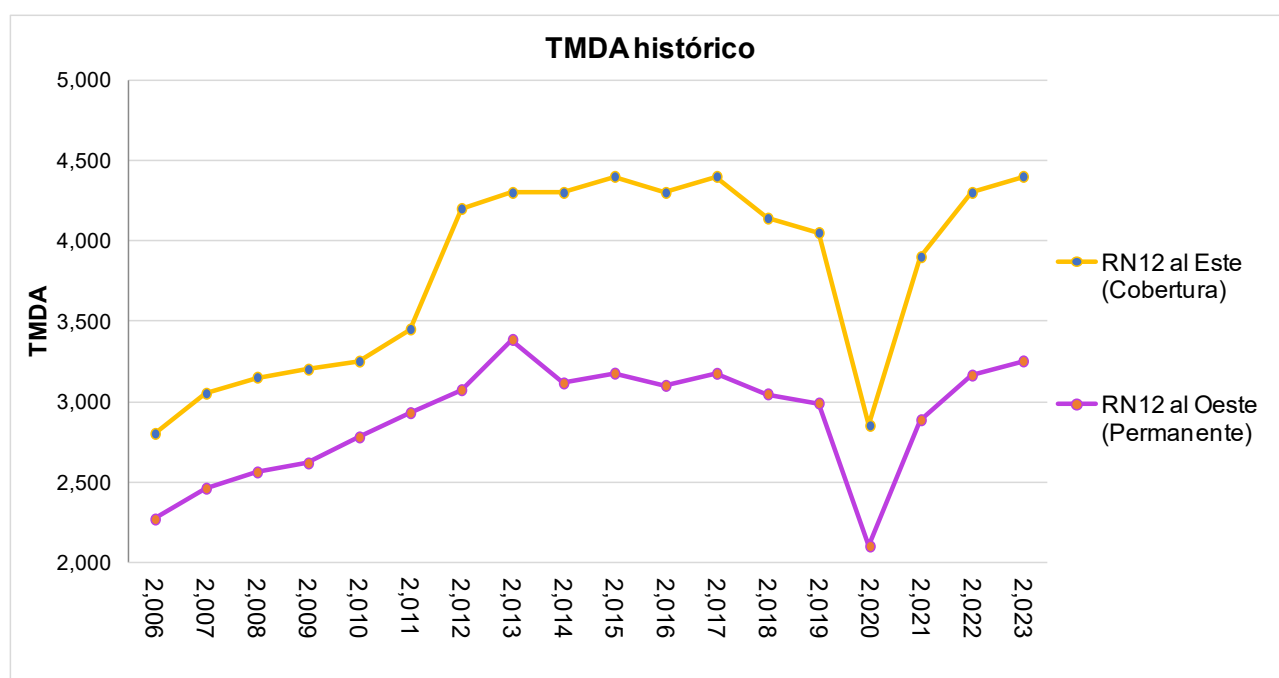


Figura 7.6: Serie de datos anuales del TMDA para cada tramo (2006-2023).

Para encontrar una tendencia que permita estimar el crecimiento del TMDA a futuro, realizar proyecciones y tomar decisiones a lo largo de la vida útil de la obra, se analizaron las variaciones del TMDA en distintos intervalos de tiempo para los dos tramos. Se buscaron períodos de 5 o más años para evitar fluctuaciones puntuales, y no se consideraron como extremos los datos del año 2020 y 2021, influenciados por la pandemia.

Tabla 7.19: Tasas de crecimiento en distintos períodos.

Tramo		Medios		Bajos		Altos	
		2006-23	2011-23	2012-17	2017-23	2006-12	2010-17
RN12_1	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	2.69%	2.05%	0.93%	0.38%	6.99%	4.42%
RN12_2	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	2.14%	0.87%	0.66%	0.80%	5.19%	1.92%
VALORES PROMEDIO		2.42%	1.46%	0.80%	0.59%	6.09%	3.17%

En función de los valores obtenidos se adoptó una tasa de crecimiento de proyecto de 2,5% ajustada a los valores medios para toda la vida útil de la obra proyectada.

A partir del TMDA 2024 base, aplicando la tasa de crecimiento adoptada, se obtuvieron las proyecciones del tránsito para el año 2026 tomando como año 0 correspondiente a la construcción de la obra y los años 2041 y 2056, correspondientes a los 15 y 30 años de servicio de la obra.

Tabla 7.20: Proyecciones de TMDA a 15 y 30 años

PROYECCIÓN			TMDA Base	TMDA Año 0 Constr.	TMDA 15 años	TMDA 30 años
Ruta	Nro.	Tramo	2024	2026	2041	2056
CIRCUNVALACIÓN	1	Tramo ESTE	2.625	2.758	3.994	5.785
	2	Tramo OESTE	1.941	2.039	2.954	4.278

En el Anexo del presente informe se puede observar la proyección año a año del TMDA para el proyecto.

8 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

8.1 Estudios hidrológicos de los arroyos Nogoyá y Chañar

Para las trazas estudiadas de la circunvalación se realizó un estudio hidrológico de cuencas de aporte de los arroyos Nogoyá y Chañar a fin de evaluar los escurrimientos con las tormentas de diseño adoptadas.

En la circunvalación intervienen principalmente dos grandes cursos de agua, el Arroyo Chañar al oeste de la traza y el Arroyo Nogoyá localizado al este de la misma. Adicionalmente se estudiaron los bajos y cursos menores con el diseño de alcantarillas. En la siguiente figura se muestra la traza de la circunvalación y la red hidrográfica de la zona.



Figura 8.1: Hidrografía Nogoyá

8.1.1 Estudio de antecedentes

Se realizó una recopilación y análisis de estudios antecedentes ejecutados sobre el Arroyo Chañar en la Dirección de Hidráulica (DH) de la Provincia de Entre Ríos, el material analizado se sintetiza a continuación.

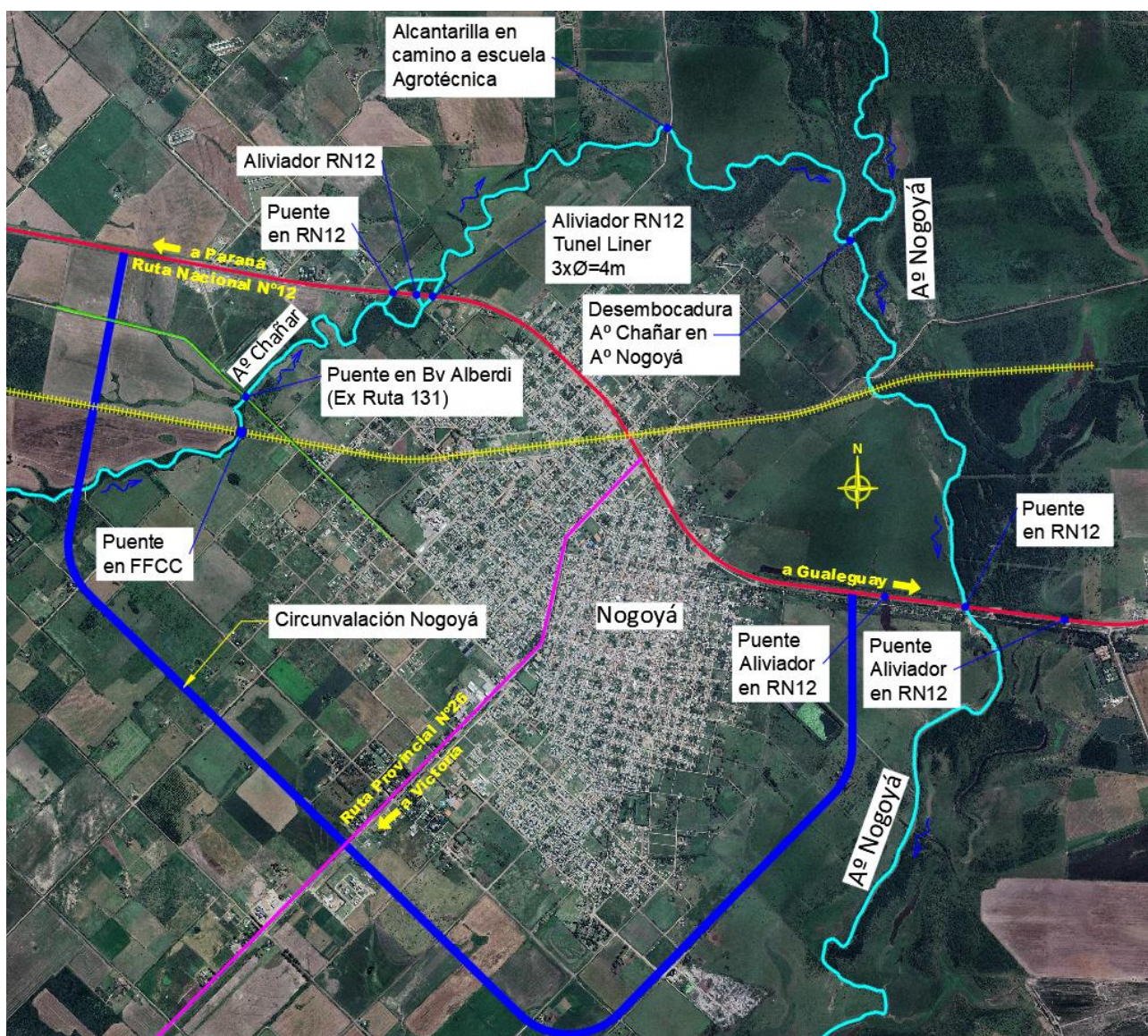


Figura 8.2: Estructuras hidráulicas A° Chañar-A°Nogoyá

- **Limpieza y Canalización del Arroyo Chañar. Ciudad de Nogoyá. 1º Etapa. 1988.** Este estudio fue realizado por la DH a solicitud de la Municipalidad de Nogoyá debido a los problemas de anegamiento causado por el desborde del antiguo cauce que se activa en creciente por el funcionamiento deficiente del puente carretero. El Proyecto consistió en el reacondicionamiento del arroyo en el tramo entre el FFCC (a 1,7 Km aguas arriba de RN12) y el puente del camino a la escuela rural (a 3 Km aguas abajo de RN12). Para el estudio se realizó la modelación hidrológica de la cuenca con el modelo AR-HYMO para una recurrencia de 5 años resultando un caudal en la desembocadura en A° Nogoyá de 116,30 m³/s.
- **Obra Complementaria Puente sobre Arroyo Chañar. Ciudad de Nogoyá- Dto. Nogoyá. Ejecución en Túnel. 1997.** El estudio realizado por la DH tuvo como objetivo mejorar las condiciones de descarga del cauce viejo del arroyo Chañar para evitar anegamientos. Se

propusieron canalizaciones del cauce viejo para vincularlo con el cauce principal y la construcción de una alcantarilla en el cruce con RN12 conformada por 3 tubos de 4 m de diámetros a construir con sistema de Tunnel Liner. Los caudales para diseño de las obras fueron estimados con el modelo AR-HYMO para una recurrencia de diseño de 10 años.

- **Canalización y Limpieza del Arroyo Chañar. Ciudad de Nogoyá. Departamento Nogoyá. 2007.** El estudio fue requerido por la Municipalidad de Nogoyá a la DH para la ejecución de un proyecto de sistematización del arroyo El Chañar en el tramo entre el FFCC y la desembocadura en el Ao. Nogoyá con el fin de evitar inundaciones en viviendas, calles y campos aledaños en su margen derecha. La principal causa de tal situación se atribuyó a la escasa capacidad de conducción del Arroyo y a las obstrucciones generadas por alcantarillas de área insuficiente y existencia de un meandro pronunciado. Como obra principal se propuso la canalización del Arroyo en todo el tramo estudiado. Para el proyecto y verificación de las obras se realizó la modelación hidrológica e hidráulica del curso de agua. Los caudales se estimaron con el modelo AR-HYMO en la sección de la desembocadura del Ao. Chañar para recurrencias de 10, 25, 50 y 100 años resultando con valores de 212.7 m³/s, 311.9 m³/s, 378.4 m³/s y 421 m³/s, respectivamente. Mediante la modelación hidráulica se determinó que se producen desbordes para todas las situaciones analizadas (R=10 a 100 años). A la luz de dichos resultados se proyectaron obras de canalización, reemplazo de alcantarilla en el camino secundario de tierra, canalizaciones para conectar los aliviadores de RN 12 con el cauce principal y corta del meandro rectificando el cauce. Las obras se proyectaron para un caudal de 10 años de recurrencia y las obras de arte se verificaron para las recurrencias de 25, 50 y 100 años.

En las siguientes figuras se muestran algunas fotos de las estructuras hidráulicas mencionadas anteriormente.



Figura 8.3: Puente FFCC



Figura 8.4: Puente Bv. Alberdi (Ex Ruta 131)



Figura 8.5: Aliviador en RN12-Tunel Liner



Figura 8.6: Aliviador en RN12



Figura 8.7: Puente en RN12



Figura 8.8: Puente ex Ruta 131 (aguas abajo)

Con respecto al arroyo Nogoyá se produjo una crecida importante en el mes de noviembre del año 2018, alcanzando el arroyo Nogoyá una altura máxima de 7,05m.

En las siguientes figuras puede observarse el arroyo Nogoyá desbordado por el importante caudal circulante generando anegamientos en la zona este de la planta urbana.



Figura 8.9: Inundación del sector este de la ciudad en noviembre de 2018 (vista hacia aguas abajo dirección sureste)



Figura 8.10: Anegamientos sector lagunas de tratamiento en noviembre de 2018 (vista hacia aguas arriba en dirección noroeste)

Otro antecedente de crecidas para mencionar en el Arroyo Nogoyá a la altura de la ruta nacional N°12 es el que se produjo en el mes de abril del año 2021, alcanzando el arroyo Nogoyá una altura máxima de 7,75m. En esta fecha se produjeron precipitaciones importantes principalmente en la zona alta de la cuenca. En las siguientes figuras puede observarse el arroyo

Nogoyá desbordado por el importante caudal circulante generando anegamientos en la zona este de la planta urbana.



Figura 8.11: Inundación del sector este de la ciudad en abril de 2021



Figura 8.12: Crecida del arroyo Nogoyá en la RN 12 en el año 2021

8.1.2 Análisis de frecuencia de alturas y caudales

A continuación, se desarrolla el análisis de frecuencias de alturas y caudales del A° Nogoyá. El objetivo del análisis de frecuencia de información hidrológica es relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad.

En el análisis de frecuencias de una distribución de probabilidad es una función que representa la probabilidad de ocurrencia de una variable aleatoria. Mediante el ajuste a una distribución de un

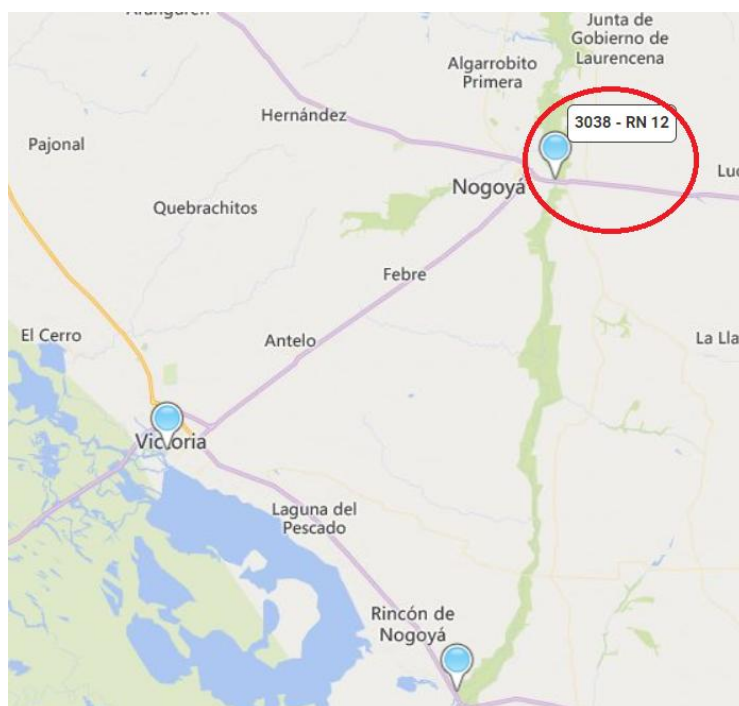
conjunto de datos, una gran cantidad de información probabilística en la muestra puede resumirse en forma compacta en la función y en sus parámetros asociados. Existen métodos de ajuste de las distribuciones como el método de los momentos o el método de la máxima verosimilitud.

Para el análisis de frecuencia se utilizó el software AFMULTI desarrollado por la Facultad de Ingeniería y Recursos Hídricos de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe). Haciendo uso de esta herramienta se estipuló la función de distribución que brinda el mejor ajuste para todas ellas y las alturas y caudales para 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años de recurrencia.

Mediante el programa se analizaron los ajustes de las distintas funciones de distribución de probabilidad teórica a las series de datos: Log Gauss, Gumbel, General de Valores Extremos (GEV), Pearson, Log Pearson y Exponencial y se calcularon los valores de la variable maximizados para las recurrencias de interés. El análisis estadístico de alturas se realizó con la serie 2009-2023 en la sección del puente de la Ruta Nacional N°12. Luego se realizó el análisis de frecuencia de caudales para la serie 1989-2021 en la sección del puente de la Ruta Provincial N°11 ubicada en la desembocadura del arroyo en el Río Paraná debido a la falta de datos en la sección de la RN12.

Análisis de Frecuencias de alturas- A° Nogoyá en RN12

En la cuenca del Arroyo Nogoyá existe la estación N°3038 con medición de alturas con la escala hidrométrica en el Puente de la Ruta Nacional N°12.



<u>CÓDIGO:</u> 3038	<u>SISTEMA:</u> Río Paraná	<u>LATITUD:</u> 032° 23' 40,70"
<u>RÍO:</u> NOGOYÁ	<u>CUENCA:</u> Río Nogoyá	<u>LONGITUD:</u> 059° 45' 49,90"
<u>LUGAR:</u> RUTA NACIONAL N° 12		<u>ÁREA(km²):</u> 2609,13
<u>PROVINCIA:</u> Entre Ríos		<u>ALTITUD(msnm):</u> 57

Figura 8.13: Estación N°3038-RN12 A° Nogoyá

Durante los relevamientos topográficos realizados para el presente estudio se relacionó el cero de la escala hidrométrica a cotas IGN, obteniéndose la siguiente referencia:

Cota IGN del Cero (escala hidrométrica Estación 3038-RN12) = 29,85m.

En la siguiente tabla se indican las series de alturas máximas anuales para la estación N°3038. Se adoptó como año hidrológico desde el 1 de septiembre de un año al 31 de agosto del siguiente.

Tabla 8.1: Alturas máximas diarias anuales-A° Nogoyá-RN12

Año Hidrológico		Altura Máxima Diaria (m)
2009	2010	7,30
2010	2011	6,30
2011	2012	5,80
2012	2013	7,10
2013	2014	6,54
2014	2015	6,66
2015	2016	7,40
2016	2017	7,40

Año Hidrológico		Altura Máxima Diaria (m)
2017	2018	6,20
2018	2019	7,05
2019	2020	5,90
2020	2021	7,75
2021	2022	5,86
2022	2023	6,62
2023	2024	3,81

A los fines del presente estudio interesa conocer valores de niveles máximos del arroyo para distintas recurrencias, para ello es necesario realizar un análisis estadístico de las series de datos obtenidos. Para el análisis de frecuencia de alturas se consideró la serie de 14 años comprendida entre los años 2009 y 2023. A continuación, se muestra la serie de datos de alturas hidrométricas diarias referidas al 0 de la escala hidrométrica de la estación.

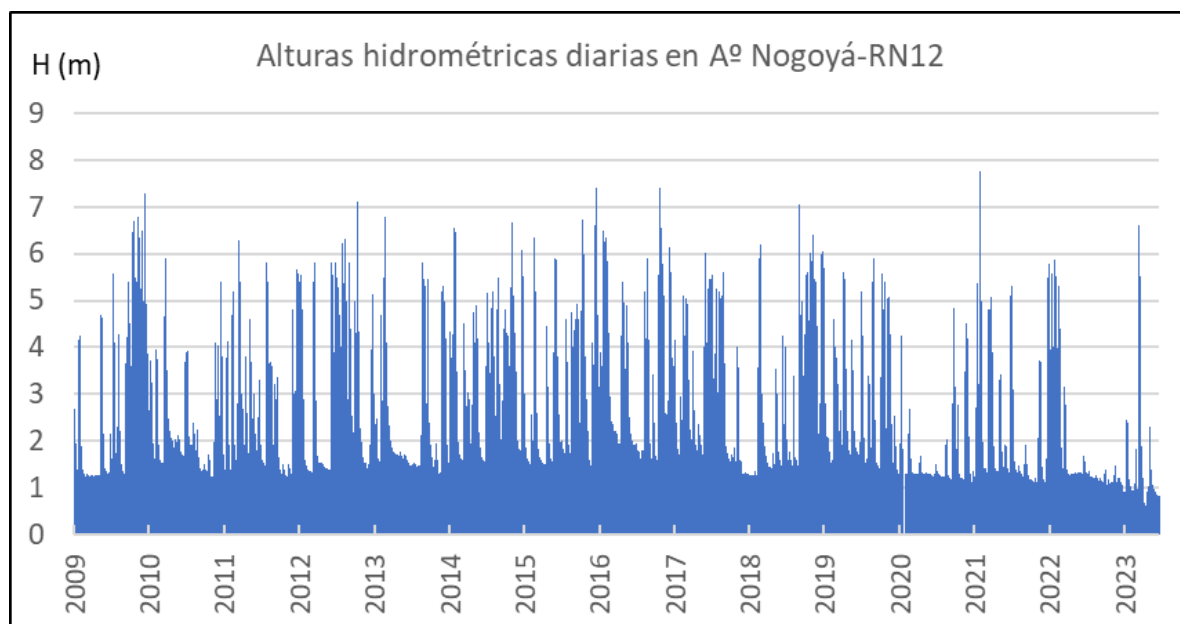


Figura 8.14: Alturas hidrométricas diarias- A° Nogoyá-RN12

En la siguiente figura se representan los niveles medios mensuales para la serie 2009-2023. Este análisis permite visualizar el año hidrológico que en este caso comprende desde el 1 de septiembre de un año al 31 de agosto del siguiente.

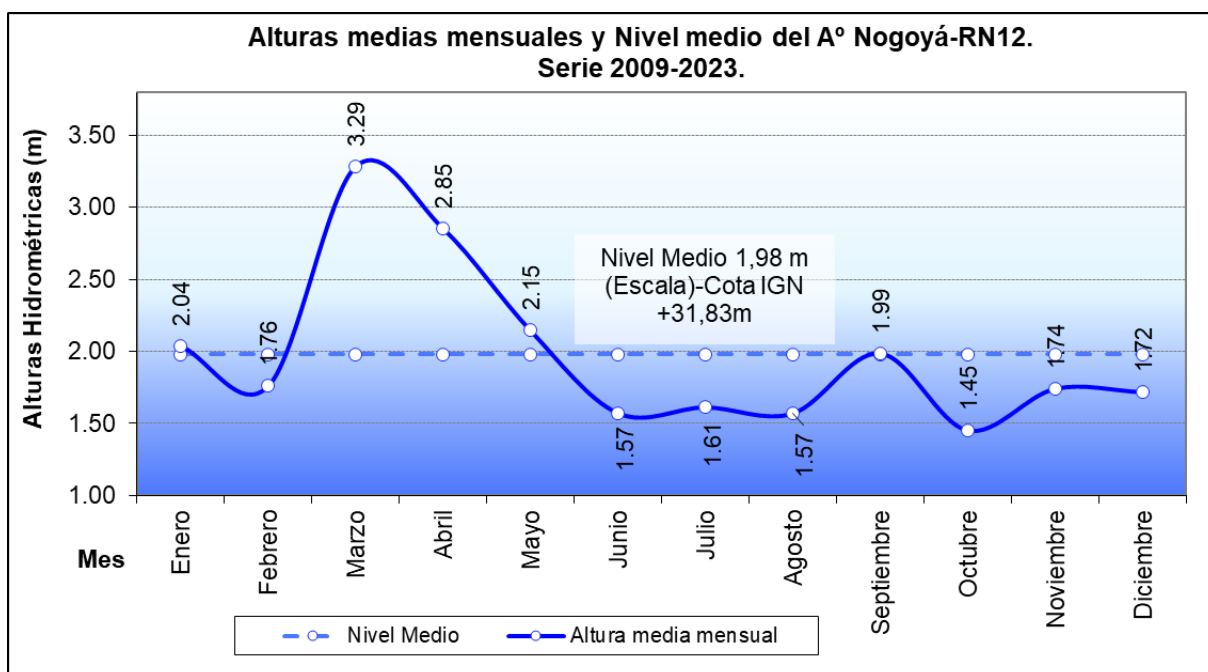


Figura 8.15: Niveles Medios A° Nogoyá-RN12

En la siguiente tabla se indica la serie de alturas máximas diarias anuales para la estación N°3038. Se adoptó como año hidrológico desde el 1 de septiembre de un año al 31 de agosto del siguiente.

En la siguiente tabla se indican los valores obtenidos del análisis de frecuencias de alturas.

Tabla 8.2: Resultados AFMULTI-A° Nogoyá-Ruta Nacional N°12

Probabilidad de ocurrencia	R años	VALORES VARIABLE PARA DIFERENTES RECURRENCIAS Y MODELOS(m)					
		LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
		1	2	3	4	5	6
0,5	2	6,62	6,54	6,60	6,63	6,51	6,46
0,2	5	7,17	7,15	7,40	7,18	7,07	7,04
0,1	10	7,48	7,56	7,84	7,48	7,47	7,48
0,05	20	7,74	7,95	8,20	7,73	7,87	7,92
0,02	50	8,05	8,46	8,61	8,02	8,40	8,50
0,01	100	8,26	8,83	8,87	8,21	8,81	8,93
0,005	200	8,46	9,21	9,10	8,39	9,23	9,37
0,002	500	8,70	9,71	9,36	8,56	9,64	9,95
BONDAD DE AJUSTE							
		MODELOS DISTRIBUCION					
		LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
KOLMOGOROFF		AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	AAA
CHI CUADRADO		---	---	---	---	---	---
ECMF		0,0544	0,0593	0,0439	0,0539	0,0932	0,1080
ECMV		0,12	0,13	0,16	0,12	0,19	0,22

De los valores presentados en la tabla anterior se considera adecuado adoptar las alturas obtenidas para la función de distribución de probabilidad GEV. Se adopta esta función de distribución porque es la que mejor representa a la serie para la extrapolación probabilística y se realizó en base a un análisis de la bondad de ajuste evaluando los resultados de los tests de Chi-Cuadrado y Kolmogorov, los errores cuadráticos medios de la frecuencia (ECMF) y de la variable (ECMV). Además, se consideró el análisis gráfico de las funciones de distribución versus la frecuencia experimental. En la siguiente figura se pueden visualizar los resultados gráficos obtenidos del AFMULTI.

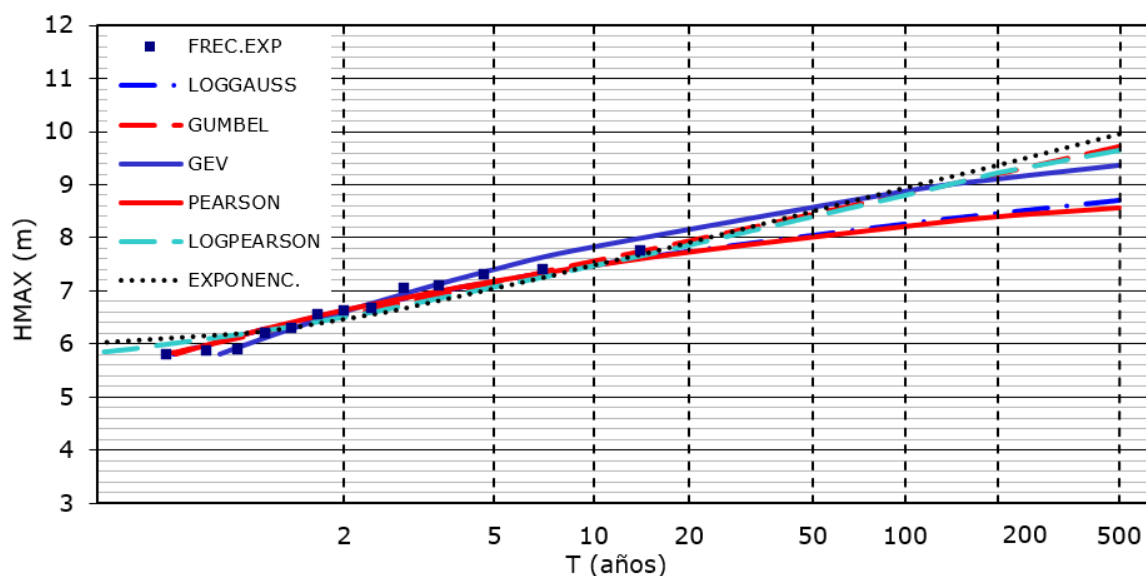


Figura 8.16: Análisis de Frecuencias- Estación N°3038-RN12 A° Nogoyá

En la siguiente tabla se muestran los valores de la variable para las distintas recurrencias para la distribución adoptada GEV.

Tabla 8.3: Resultados para la distribución adoptada GEV

R (años)	2	5	10	20	50	100	200	500
H (escala) (m)	6,60	7,40	7,84	8,20	8,61	8,87	9,10	9,36
Cota IGN (m)	36,45	37,25	37,69	38,05	38,46	38,72	38,95	39,21

Curva Frecuencia-Altura

Se analizó la permanencia de distintas alturas en base a alturas diarias de la escala, para el período 2009-2023.

Para el trazado de la curva se tuvieron en cuenta más de 16000 mediciones que fueron ordenados de mayor a menor valor para el trazado de la curva Altura-Frecuencias para la escala del A° Nogoyá en RN12.

Esta curva representa la frecuencia con la cual una determinada altura es superada. Por ejemplo, una frecuencia del 5%, que para el A° Nogoyá resulta una altura de 4,90m, indica que un 5% del tiempo el nivel del agua estará por encima de este valor, por lo que el otro 95% del tiempo el agua estará por debajo de este valor. Para una frecuencia de 10% se tiene una altura de 4,00m, por lo que en este caso un 10 % del tiempo el agua estará encima de este nivel y el 90% del tiempo estará por debajo de este nivel.

En el caso del nivel medio del arroyo correspondiente a una altura de 1,98m se tiene una frecuencia del 27%, mayor que la cota que corresponde a una frecuencia del 50%, de 1,38m, debido a que los valores extremos de crecientes tienen mayor diferencia con respecto a este último que los valores extremos de estiaje, lo cual puede apreciarse en la forma asimétrica de la curva comparando los valores de creciente con los de estiaje, cuyos extremos son 7,75 y 1,12m de altura respectivamente.

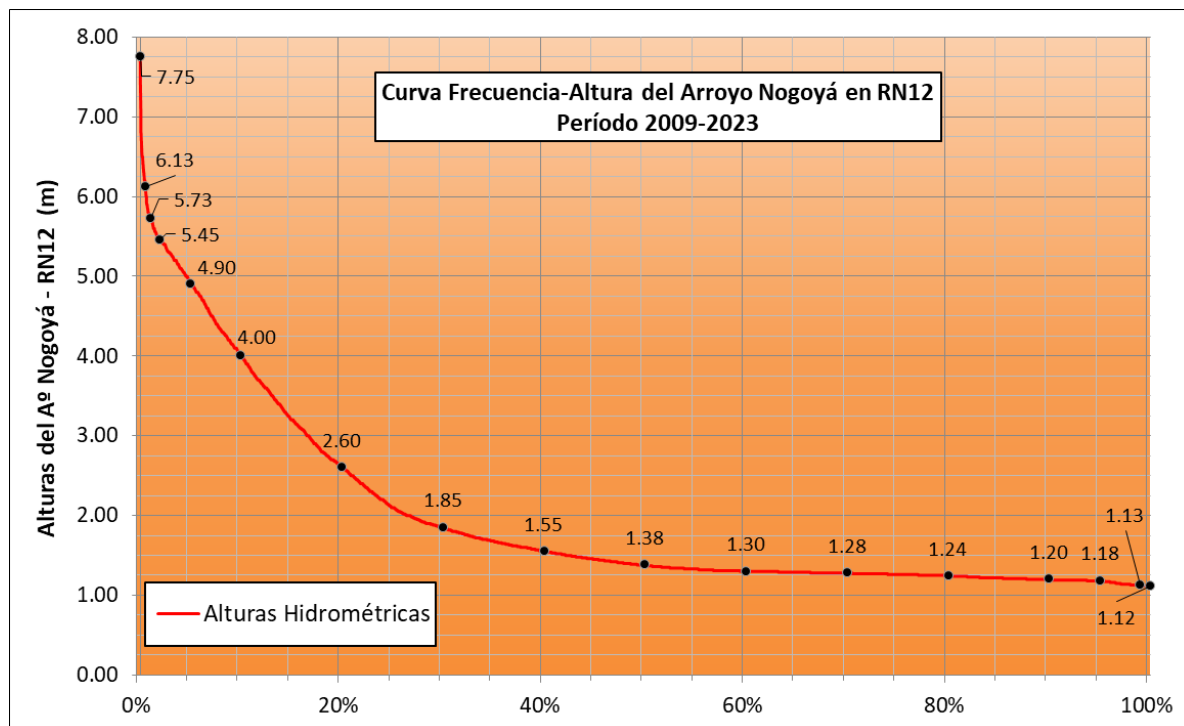


Figura 8.17: Curva frecuencia-altura Aº Nogoyá-RN12

En la siguiente tabla se indican los valores de alturas para distintas frecuencias puntuales.

Tabla 8.4: Valores curva altura-frecuencia

Frecuencia	Altura (m)	Cota IGN (m)
1%	5,73	35,58
2%	5,45	35,30
5%	4,90	34,75
10%	4,00	33,85
20%	2,60	32,45
30%	1,85	31,70
40%	1,55	31,40
50%	1,38	31,23
60%	1,30	31,15
70%	1,28	31,13
80%	1,24	31,09
90%	1,20	31,05
95%	1,18	31,03
99%	1,13	30,98

Análisis de Frecuencias de caudales- A° Nogoyá en RP11

En la cuenca del Arroyo Nogoyá existe la estación N°3037 con medición de caudales en el Puente de Ruta Provincial N°11 cuyos registros se encuentran en el sistema de información hídrica perteneciente a la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. En la siguiente figura se muestra la ubicación de la estación utilizada para el análisis de frecuencias de caudales. Si bien existe una estación en el cruce de RN12, la misma no cuenta con una base de datos de caudales máximos diarios.



<u>CÓDIGO:</u> 3037	<u>SISTEMA:</u> Río de la Plata	<u>LATITUD:</u> 032° 50' 31,11"
<u>RÍO:</u> NOGOYÁ	<u>CUENCA:</u> del Paraná	<u>LONGITUD:</u> 059° 51' 52,65"
<u>LUGAR:</u> RUTA PROVINCIAL N° 011		<u>ÁREA(km²):</u> 3885,12
<u>PROVINCIA:</u> Entre Ríos		<u>ALTITUD(msnm):</u> 10

Figura 8.18: Estación N°3037-RP11 A° Nogoyá

En las siguientes tablas se indican las series de caudales máximos instantáneos anuales para la estación N°3037. Se adoptó como año hidrológico desde el 1 de septiembre de un año al 31 de agosto del siguiente.

Tabla 8.5: Caudales máximos instantáneos anuales - Serie 1989-2021

Año hidrológico		QMAX (m ³ /s)
1989	1990	256,3
1990	1991	369,0
1991	1992	386,4
1992	1993	93,4
1993	1994	731,6
1994	1995	72,5
1995	1996	98,7
1996	1997	122,3
1997	1998	620,2
1998	1999	115,9
1999	2000	1080,2
2000	2001	708,0
2001	2002	201,5
2002	2003	157,4
2003	2004	242,1
2004	2005	194,2

Año hidrológico		QMAX (m ³ /s)
2005	2006	172,0
2006	2007	904,5
2007	2008	91,4
2008	2009	236,8
2009	2010	337,7
2010	2011	144,5
2011	2012	200,7
2012	2013	572,6
2013	2014	360,8
2014	2015	471,1
2016	2017	1524,9
2017	2018	122,8
2018	2019	489,8
2019	2020	81,4
2020	2021	1499,5
2021	2022	207,0

Ajuste a una distribución de probabilidad

En la siguiente tabla se indican los valores obtenidos del análisis de frecuencias de caudales.

Tabla 8.6: Resultados AFMULTI-A° Nogoyá-Ruta Provincial N°11

Probabilidad de ocurrencia	R años	VALORES VARIABLE PARA DIFERENTES RECURRENCIAS Y MODELOS(m ³ /s)					
		LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
		1	2	3	4	5	6
0,5	2	290,0	343,2	274,6	295,5	287,0	283,6
0,2	5	572,7	660,3	550,3	653,2	593,7	637,5
0,1	10	817,3	870,2	806,8	912,1	850,2	905,2
0,05	20	1096,3	1071,6	1128,3	1166,0	1131,7	1172,9
0,02	50	1525,9	1332,2	1692,1	1494,9	1543,8	1526,8
0,01	100	1902,2	1527,6	2259,6	1744,9	1886,4	1794,6
0,005	200	2326,8	1722,2	2988,9	1991,4	2256,0	2062,3
0,005	500	2971,5	1979,0	4282,9	2219,1	2657,5	2416,2
BONDAD DE AJUSTE							
		MODELOS DISTRIBUCION					
		LOGGAUSS	GUMBEL	GEV	PEARSON	LOGPEARSON	EXPONENC.
KOLMOGOROFF		AAA	AAA	AAA	AAA	AAA	0
CHI CUADRADO		---	---	---	---	---	---
ECMF		0,0056	0,0082	0,0042	0,0061	0,0043	0,0049
ECMV		86,38	113,55	101,23	72,82	76,34	65,66

De los valores presentados en la tabla anterior se considera adecuado adoptar los caudales obtenidos para la función de distribución de probabilidad LogPearson. Se adopta esta función de

distribución porque es la que mejor representa a la serie para la extrapolación probabilística y se realizó en base a un análisis de la bondad de ajuste evaluando los resultados de los tests de Chi-Cuadrado y Kolmogorov, los errores cuadráticos medios de la frecuencia (ECMF) y de la variable (ECMV). Además, se consideró el análisis gráfico de las funciones de distribución versus la frecuencia experimental. En la siguiente figura se pueden visualizar los resultados gráficos obtenidos del AFMULTI.

Tabla 8.7: Resultados para la distribución adoptada LOGPEARSON

R (años)	2	5	10	20	50	100	200	500
Q (m ³ /s)	287,0	593,7	850,2	1131,7	1543,8	1886,4	2256,0	2657,5

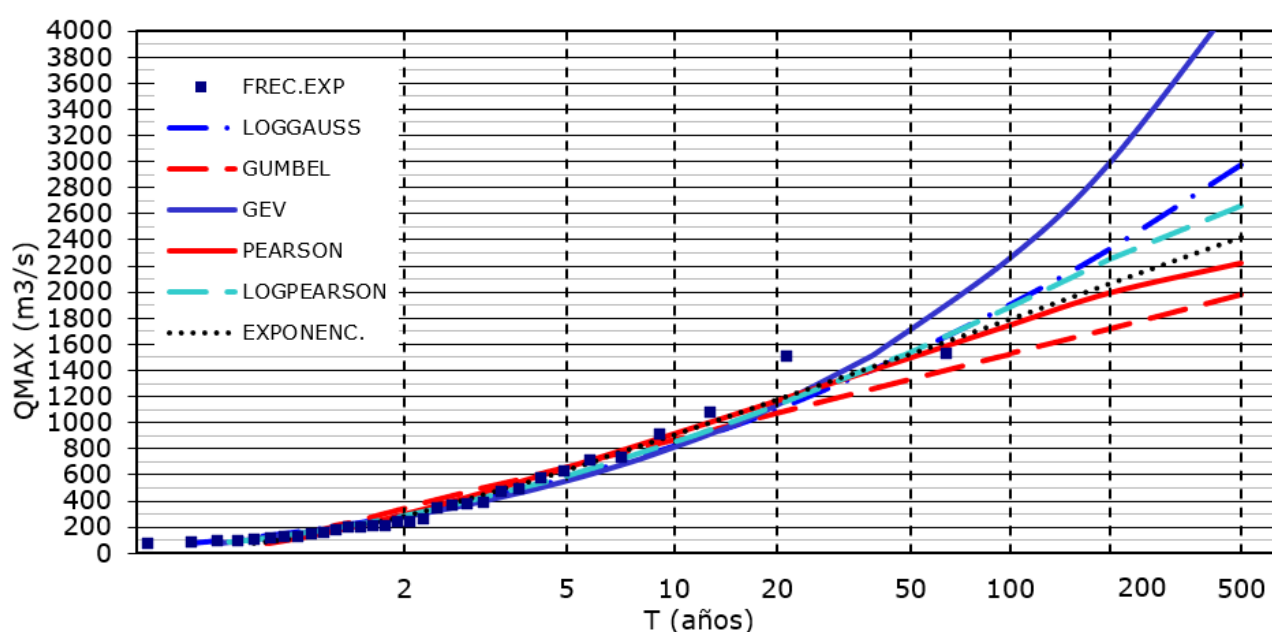


Figura 8.19: Análisis de Frecuencias- Estación N°3037-RP11 A° Nogoyá

8.1.3 Cuencas de aporte

A partir de la planta de proyecto se procedió a la delimitación de las cuencas de aporte para las obras de arte propuestas. Para el trazado de las mismas se utilizaron curvas de nivel obtenidas de las cartas topográficas de la zona (digitalizados a partir de planchetas), y del relevamiento de precisión efectuado en el entorno de la zona de camino. También se utilizaron curvas de nivel generadas a partir de los modelos digitales de elevación del terreno para la zona del IGN.

8.1.4 Tiempo de concentración

Con el objeto de evaluar la duración total de la tormenta a utilizar, se realizó una estimación del tiempo de concentración de la cuenca total y de cada una de las subcuencas que la componen. El tiempo de concentración representa el tiempo que demora el agua en recorrer desde el punto más alejado a la salida y por lo tanto en contribuir la totalidad de la cuenca de aporte a la sección de interés. Para la obtención de este valor se adoptó la expresión del estudio Illinois presentada en el

informe de Water Resources Investigations¹. La ecuación propuesta presenta la siguiente expresión:

$$t_c(hs) = \frac{1,54 * L^{0,875}}{S^{0,181}}$$

Donde L es la longitud en millas y S es la pendiente en pies/millas.

Se calcularon los tiempos de concentración de cada subcuenca y por otro lado se estimó el tiempo que demoraría en recorrer el flujo desde el punto más alejado de la cuenca hasta la salida de la misma. Debido a que al comienzo de la tormenta no se genera escorrentía, en general, los caudales máximos se producen para duraciones de tormenta mayores al tiempo de concentración a pesar de ir disminuyendo la intensidad de la lluvia con el incremento de la duración de la tormenta.

Por ello para evaluar los caudales máximos, se calcularon precipitaciones para una duración de tormenta, mayor al tiempo de concentración de toda la cuenca, de modo de asegurar que la totalidad de la cuenca de aportes se encuentre contribuyendo al punto de salida considerado.

8.1.5 Recurrencia de diseño

Para el dimensionamiento de las obras de arte menores (alcantarillas) se adoptó como recurrencia 25 años para diseño y 50 años para verificación.

Para las obras hidráulicas de los arroyos Chañar y Nogoyá se adoptó como recurrencia de diseño 100 años y 200 años para verificación.

8.1.6 Precipitaciones

Se utilizaron las relaciones I-D-R (Intensidad-Duración-Recurrencia) para la cuenca del arroyo Nogoyá presentadas en el trabajo desarrollado la Facultad Regional Paraná (UTN-FRP), denominado “Estudio de tormentas de diseño en cuencas extensas de la provincia de Entre Ríos” (ISBN 978-987-4998-42-2).

Estas relaciones se calcularon empleando los datos de distintas estaciones pluviométricas, evaluando un período de registros de al menos 30 años y utilizando las herramientas brindadas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se propuso el empleo de pluviómetros ficticios para la generación de datos de precipitación media diaria areal que abarcaran distintas áreas de interés. Con la información así obtenida se estimaron curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) mediante análisis de frecuencia de las series de Precipitaciones Medias Areales Máximas Anuales (PMAMA) y, además, curvas de decaimiento areal regionales.

Los valores en mm/h para distintas recurrencias o períodos de retorno (se considera período de retorno el lapso para que en promedio se suceda un evento igual o superior al determinado) se muestran en la siguiente figura.

¹ Timothy D. Straub, Charles S. Melching, and Kyle E. Kocher. Equations for Estimating Clark Unit-Hydrograph Parameters for Small Rural Watersheds in Illinois. Water-Resources Investigations (00 – 4184). 2000

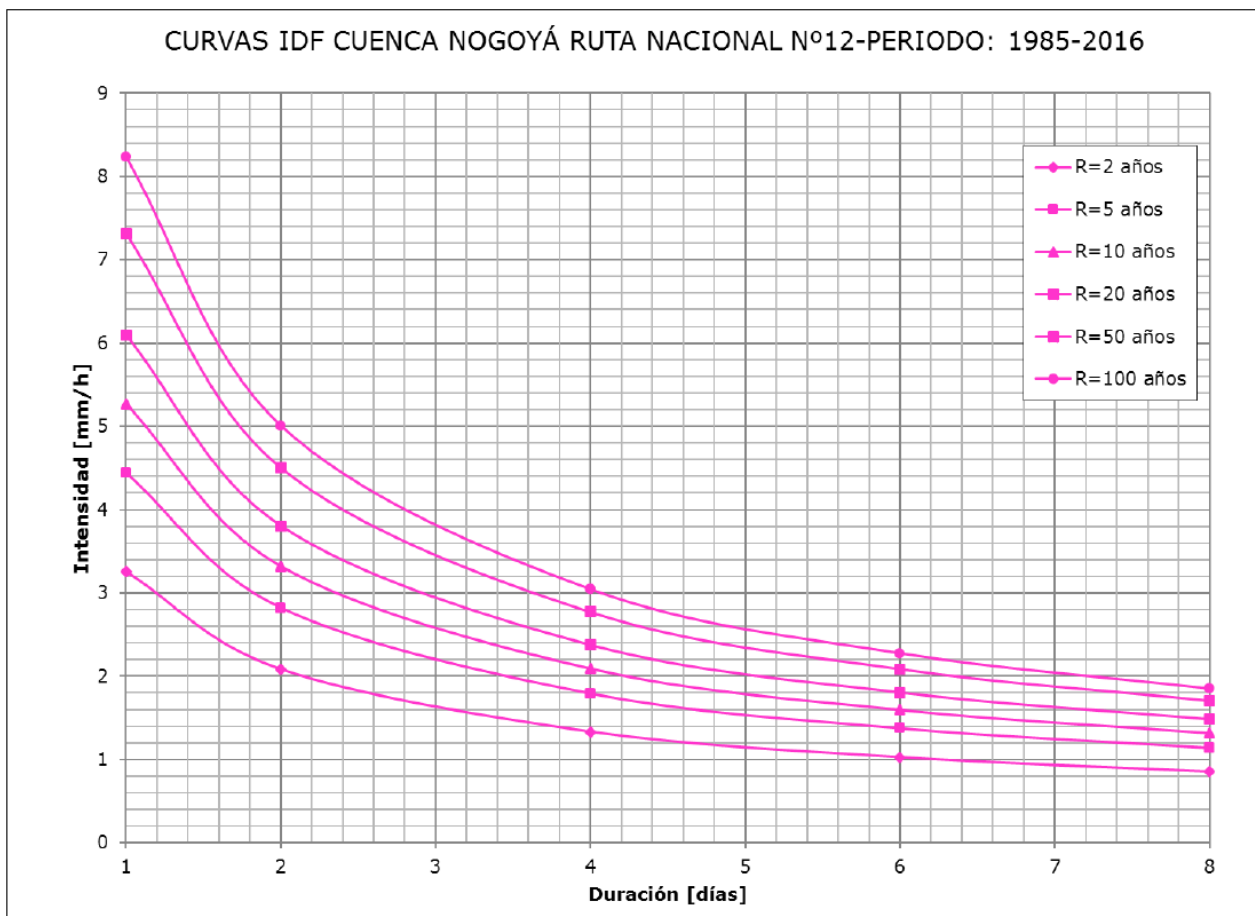


Figura 8.20: Curvas IDR cuenca Arroyo Nogoyá-cierre en Ruta N°12

A continuación se presentan las ecuaciones de las curvas IDR.

$$I_{R=2 \text{ años}} = \frac{352.12}{(d + 1.56)^{0.644}} \quad I_{R=10 \text{ años}} = \frac{668.82}{(d + 1.56)^{0.666}}$$

$$I_{R=5 \text{ años}} = \frac{516.37}{(d + 1.56)^{0.654}} \quad I_{R=20 \text{ años}} = \frac{863.88}{(d + 1.56)^{0.681}}$$

$$I_{R=50 \text{ años}} = \frac{1197.99}{(d + 1.56)^{0.681}}$$

$$I_{R=100 \text{ años}} = \frac{1526.38}{(d + 1.55)^{0.718}}$$

Dónde:

d es la duración en minutos

I_R es la intensidad de precipitación en mm/h

A las precipitaciones obtenidas con los valores de intensidad de las relaciones IDR presentadas anteriormente se le aplicaron coeficientes de decaimiento areal (CDA) cuyos valores fueron presentados en conjunto con las IDR en la misma publicación.

Quando el área de aplicación es considerable, para lograr que la serie puntual de precipitaciones sea representativa en el área de trabajo, se emplean curvas de abatimiento areal de la precipitación. Estas curvas representan la lámina de precipitación promedio sobre un área como un porcentaje de los valores de precipitación puntual correspondiente al núcleo de la tormenta.

Para este trabajo se utilizaron las siguientes curvas de decaimiento areal (CDA):

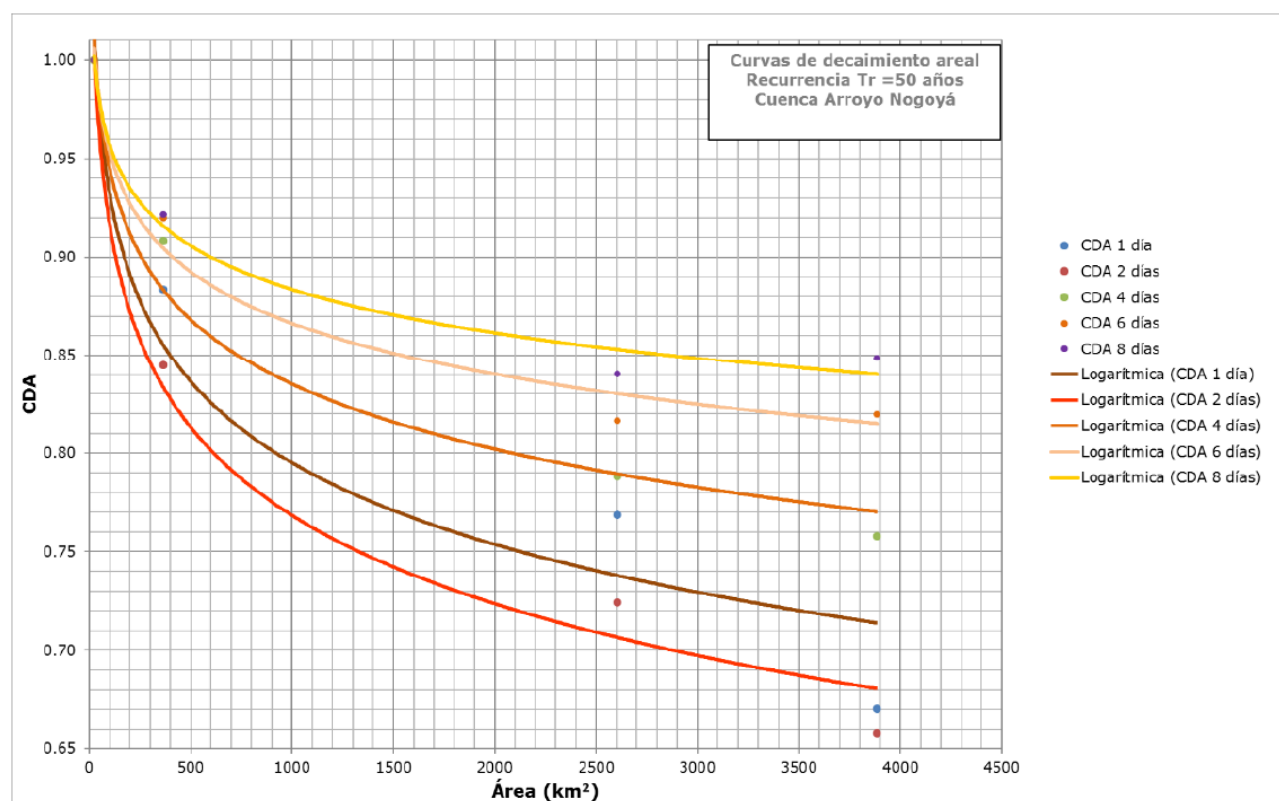


Figura 8.21: Curvas de decaimiento areal - Cuenca Nogoyá - $T_R=50$ años

A continuación se presentan las ecuaciones para distintas recurrencias y para duraciones de tormenta de 1 a 8 días.

Recurrencia 2 Años:

$CDA (1 \text{ día}) = -0,065 \cdot \ln(A) + 1,22$ $CDA (2 \text{ días}) = -0,042 \cdot \ln(A) + 1,15$ $CDA (4 \text{ días}) = -0,028 \cdot \ln(A) + 1,098$	$CDA (6 \text{ días}) = -0,021 \cdot \ln(A) + 1,08$ $CDA (8 \text{ días}) = -0,019 \cdot \ln(A) + 1,07$
---	--

Recurrencia 5 Años:

$CDA (1 \text{ día}) = -0,064 \cdot \ln(A) + 1,23$ $CDA (2 \text{ días}) = -0,05 \cdot \ln(A) + 1,18$ $CDA (4 \text{ días}) = -0,036 \cdot \ln(A) + 1,13$	$CDA (6 \text{ días}) = -0,026 \cdot \ln(A) + 1,09$ $CDA (8 \text{ días}) = -0,024 \cdot \ln(A) + 1,09$
---	--

Recurrencia 10 Años:

$CDA (1 \text{ día}) = -0,063 \cdot \ln(A) + 1,22$ $CDA (2 \text{ días}) = -0,055 \cdot \ln(A) + 1,19$ $CDA (4 \text{ días}) = -0,041 \cdot \ln(A) + 1,14$	$CDA (6 \text{ días}) = -0,03 \cdot \ln(A) + 1,10$ $CDA (8 \text{ días}) = -0,027 \cdot \ln(A) + 1,095$
--	--

Recurrencia 20 Años:

$CDA (1 \text{ día}) = -0,062 \cdot \ln(A) + 1,22$	$CDA (6 \text{ días}) = -0,033 \cdot \ln(A) + 1,11$
$CDA (2 \text{ días}) = -0,059 \cdot \ln(A) + 1,20$	$CDA (8 \text{ días}) = -0,029 \cdot \ln(A) + 1,10$
$CDA (4 \text{ días}) = -0,044 \cdot \ln(A) + 1,15$	

Recurrencia 50 Años:

$CDA (1 \text{ día}) = -0,065 \cdot \ln(A) + 1,21$	$CDA (6 \text{ días}) = -0,038 \cdot \ln(A) + 1,13$
$CDA (2 \text{ días}) = -0,060 \cdot \ln(A) + 1,21$	$CDA (8 \text{ días}) = -0,032 \cdot \ln(A) + 1,10$
$CDA (4 \text{ días}) = -0,048 \cdot \ln(A) + 1,17$	

Recurrencia 100 Años:

$CDA (1 \text{ día}) = -0,069 \cdot \ln(A) + 1,22$	$CDA (6 \text{ días}) = -0,041 \cdot \ln(A) + 1,14$
$CDA (2 \text{ días}) = -0,058 \cdot \ln(A) + 1,20$	$CDA (8 \text{ días}) = -0,034 \cdot \ln(A) + 1,11$
$CDA (4 \text{ días}) = -0,05 \cdot \ln(A) + 1,18$	

La distribución temporal de la lluvia se efectuó mediante el método de bloques alternos, el cual consiste en:

1. Seleccionada la precipitación para la recurrencia “R” y la duración deseada “d”, se divide a esta última en intervalos de igual duración “t”.
2. Se calculan las precipitaciones acumuladas para los intervalos de tiempo: t; 2t; 3t;...; d.
3. Una vez obtenidos los valores de precipitación acumulada, se pueden obtener los valores individuales para cada intervalo.
4. Finalmente, se ordenan los valores obtenidos para generar un hietograma con forma de campana.

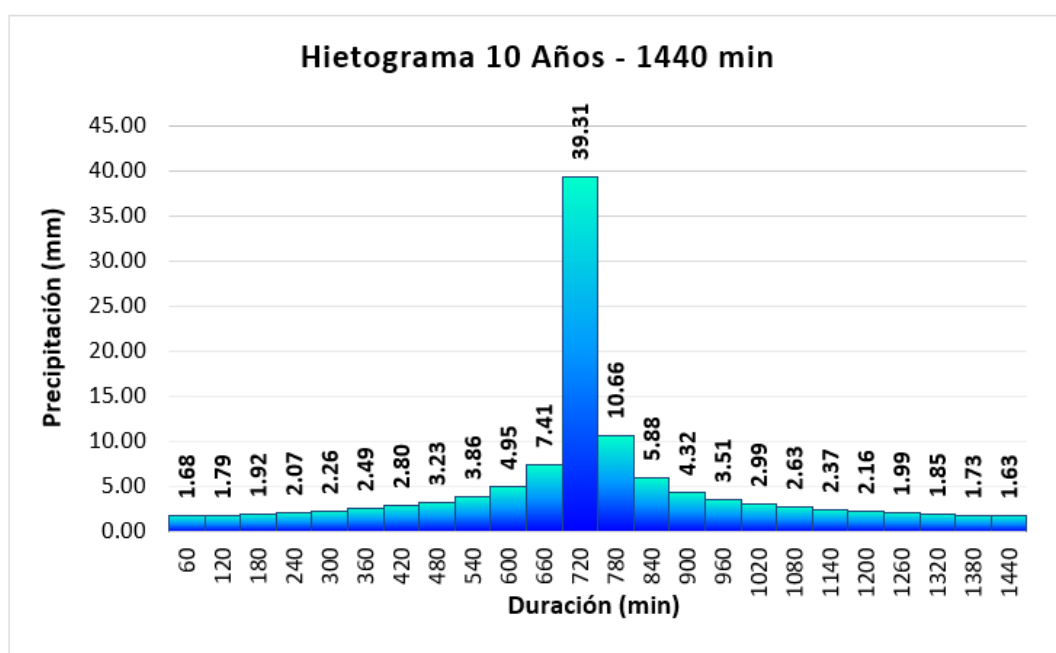


Figura 8.22: Hietograma de precipitación - Cuenca A° Chañar - TR=10 años

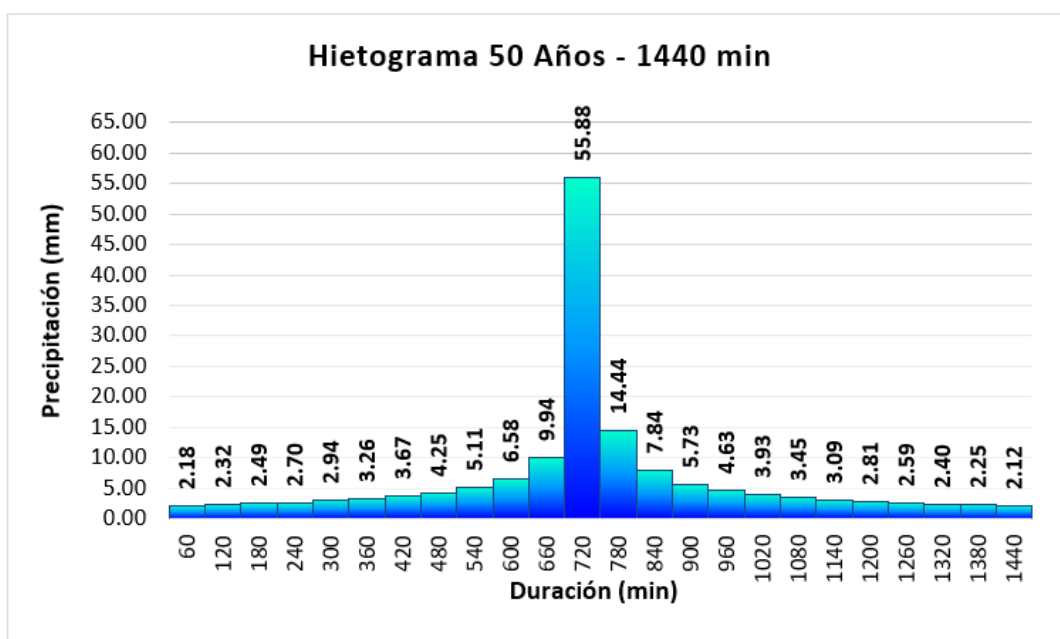


Figura 8.23: Hietograma de precipitación - Cuenca A° Chañar - TR=50 años

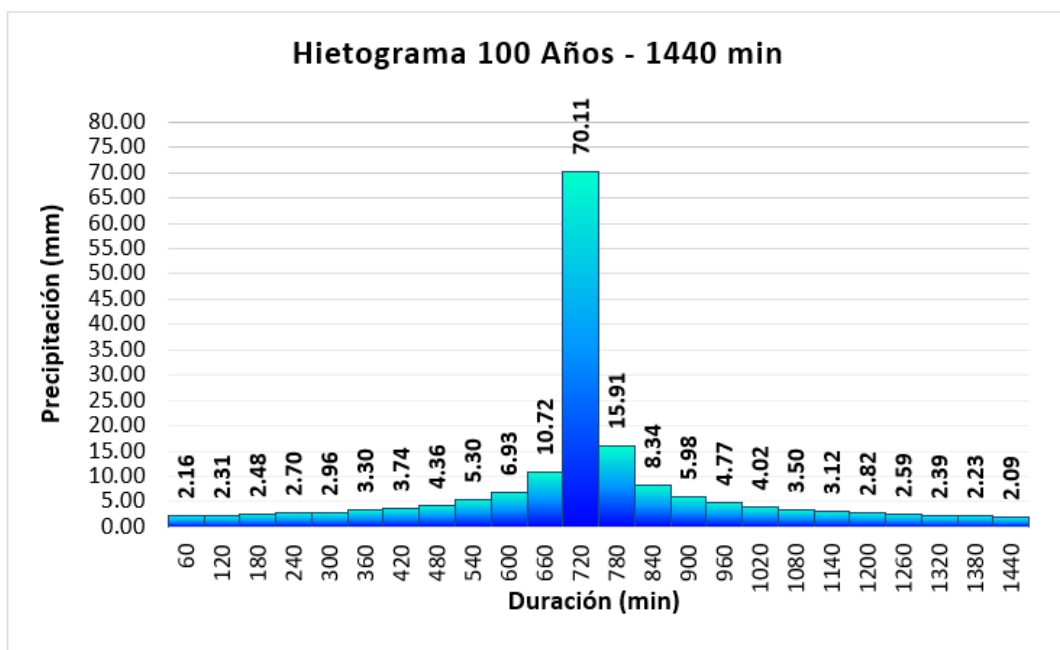


Figura 8.24: Hietograma de precipitación - Cuenca A° Chañar - TR=100 años

8.1.7 Modelo de transformación precipitación - caudal

El análisis hidrológico de la cuenca de aportes se realizó utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Model System) desarrollado por Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers, Davis, California, 2003. El cálculo del exceso de precipitación se estimó de acuerdo a la metodología conocida como Curva Número desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos (US SCS).

La transformación de precipitación efectiva a caudales se realizó a través del hidrograma unitario de Clark, que utiliza dos parámetros, el tiempo de concentración (T_c) y el coeficiente de almacenamiento (R), que se vinculan a través de la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{R}{T_c + R}$$

donde λ tiene relación con la pendiente media de la cuenca y la longitud del cauce principal.

El valor de T_c se calculó con la expresión del estudio Illinois antes citado, en función de la pendiente y la longitud del cauce. Para el cálculo de R se utilizó la siguiente expresión:

$$t_c(hs) = \frac{1,54 * L^{0,875}}{S^{0,181}}$$
$$R = \frac{16,4 * L^{0,342}}{S^{0,79}}$$

Donde L es la longitud del cauce en millas y S la pendiente en pies/millas.

El programa permite sumar los hidrogramas en las confluencias y a las salidas de las distintas subcuencas con los hidrogramas resultante del tránsito por tramos de conexión.

Para los tramos de tránsito se utilizó el método de Muskingum.

8.1.8 Determinación de las pérdidas de escurrimiento

El modelo HEC-HMS utilizado para la transformación de lluvia en caudal permite la determinación de la precipitación neta (precipitación disponible para escurrir) a partir del método de la Curva Número (CN) desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.

Para ello resulta necesario efectuar una evaluación respecto de la distribución y proporción del tipo de suelo y de los distintos usos de los suelos que forman parte de la cuenca, desde un punto de vista netamente hidrológico a efectos de determinar el potencial de escurrimiento de los mismos.

Respecto al grupo hidrológico del suelo existente, el mismo se encuentra entre los de tipo B y C. En cuanto a la condición de humedad antecedente, se adoptó tipo II (promedio), recomendada para la determinación de caudales de diseño.

Para caracterizar los suelos de la zona se efectuó una evaluación general de los mismos en base al mapa de suelos del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Se trata de suelos mayormente del tipo molisoles que presentan una textura superficial franco limosa. En la figura siguiente se muestra el mapa de suelos para la zona de interés.

Los valores recomendados en las bibliografías para el CN en suelos comprendidos entre el Tipo B y C (suelos que van desde marga arenosa a suelos con alto contenido de arcilla y limos) para pastizales están entre 61 a 74, para zonas con cultivos 71 a 78 y para zonas de bosques 55 a 70.

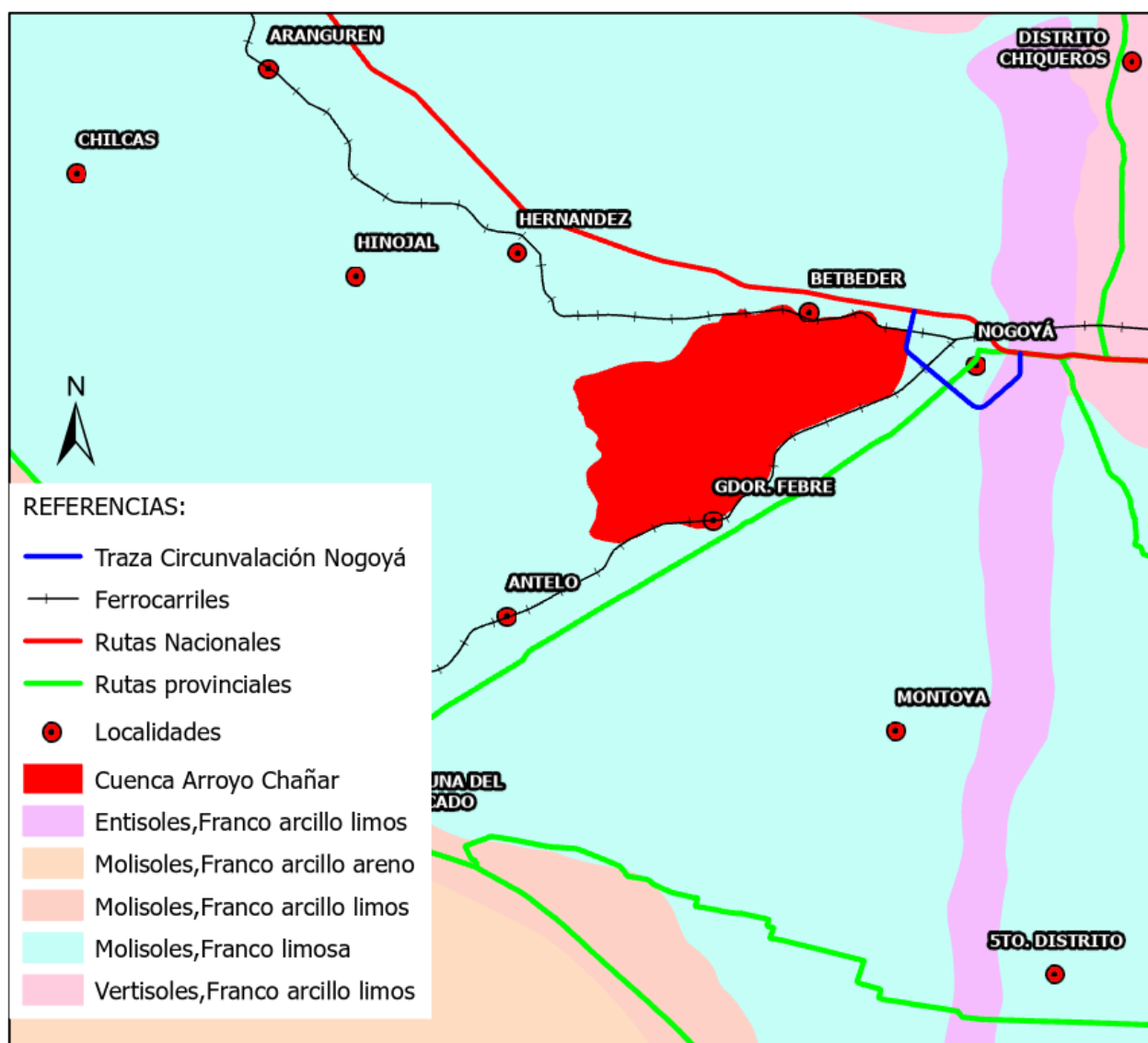


Figura 8.25: Mapa de suelos

A partir de lo antedicho (y de lo recomendado por la bibliografía para suelos B y C) se adoptó un CN=75 para el análisis en las cuencas del A° Chañar y A° Nogoyá.

8.1.9 Características principales cuenca Arroyo Chañar

La cuenca del Arroyo Chañar se encuentra al oeste de la localidad de Nogoyá. Tiene una superficie de aproximadamente 129 km² (cierre en Circunvalación Nogoyá) y pertenece al sistema mayor de la cuenca del Arroyo Nogoyá.

La cuenca del Arroyo Nogoyá se ubica en el extremo sudoeste de la Provincia de Entre Ríos. Limita al este y norte con la cuenca del Rio Gualaguay, por el oeste con la cuenca propia del Paraná Medio y por el sur con la zona del delta del Paraná. Esta cuenca, con una superficie aproximada de 3885 km², es parte del sistema de afluentes entrerrianos que desaguan en el Paraná y con ello participa de la Cuenca del Plata.

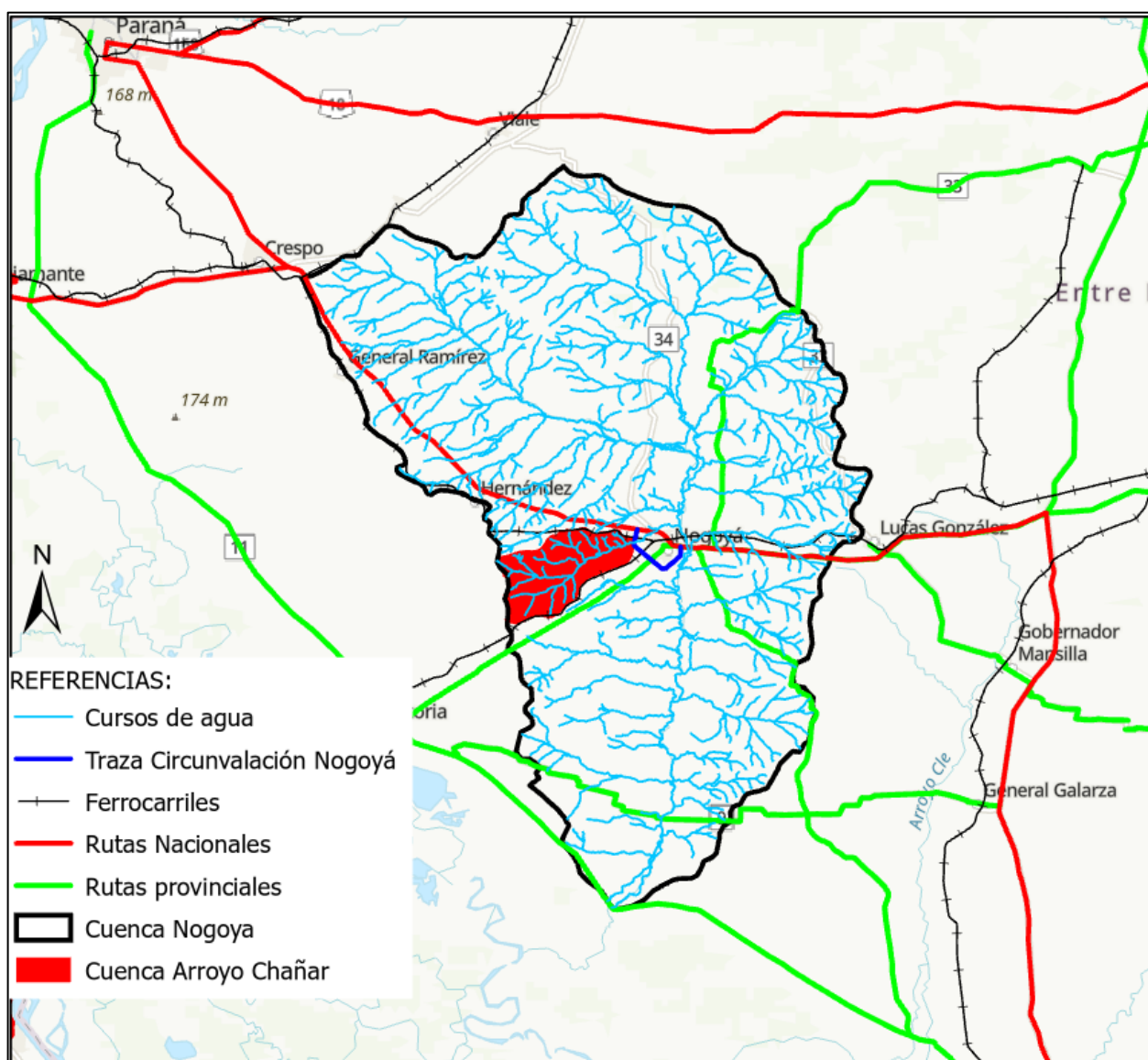


Figura 8.26: Cuencas hídricas A° Chañar y Arroyo Nogoyá

Se detallan a continuación los parámetros físicos de las cuencas y subcuencas determinados a partir de la delimitación realizada en base a las curvas de nivel digitalizadas, plancheta del IGN y de imágenes satelitales.

Tabla 8.8: Parámetros cuenca Arroyo Chañar

Cuenca	Area (km ²)	Longitud Cauce (m)	Cota superior (m)	Cota inferior (m)	Desnivel (m)	Pendiente (%)	Tiempo Concent. Illinois (hs)	R CLARK	λ	Duración de tormenta adoptada (hs)
C1	23,34	8630,00	103,60	63,75	39,85	0,46%	3,76	2,34	0,38	24
C2	47,53	11113,00	96,00	53,00	43,00	0,39%	4,84	2,93	0,38	
C3	33,32	9332,00	96,00	51,40	44,60	0,48%	4,00	2,34	0,37	
C4	24,92	8403,00	70,00	41,50	28,50	0,34%	3,88	2,95	0,43	
TOTAL	129,10	23467,00	103,60	41,50	62,10	0,26%	9,97	5,11	0,34	

Nota: se adoptó una duración de tormenta de 2,4 veces el tiempo de concentración en función de las recomendaciones del trabajo desarrollado por profesores y alumnos de la Facultad Regional Paraná (UTN-FRP), denominado “Regionalización de Caudales Máximos de la Provincia de Entre Ríos” (ISBN 978-987-8992-10-5), en el cuál se recomienda adoptar una duración de tormenta entre 2 y 3 veces el tiempo de concentración de la cuenca.

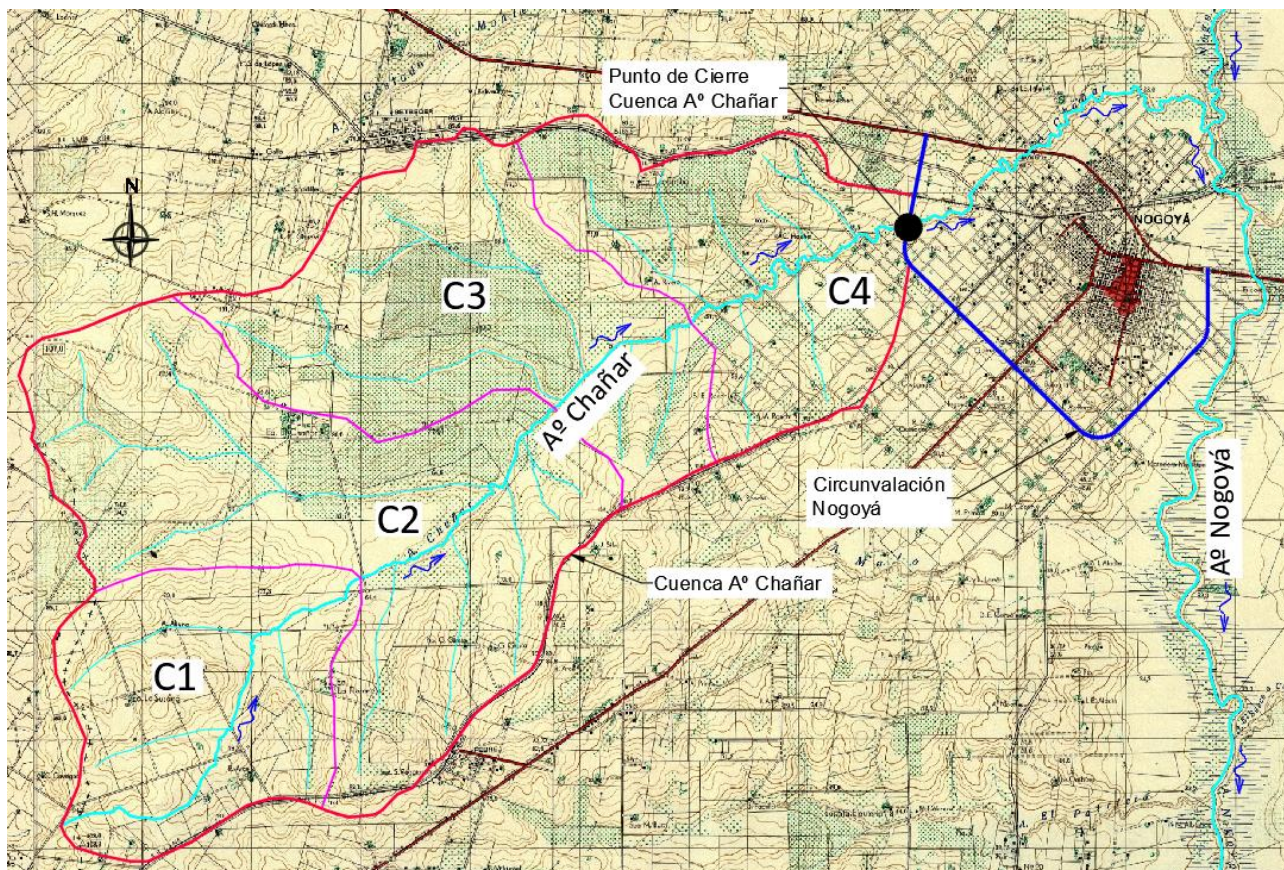


Figura 8.27: Cuenca Arroyo Chañar

8.1.10 Resultados modelación hidrológica cuenca Arroyo Chañar

La determinación del derrame máximo superficial para cada uno de los escenarios analizados, se realizó a partir de la modelación de cuencas utilizando el software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Model System) desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos.

Este programa permite calcular el caudal máximo para una precipitación de diseño teniendo en cuenta todos los parámetros anteriormente desarrollados.

A continuación se presentan esquemáticamente el modelo hidrológico realizado en el software, los caudales obtenidos y las salidas gráficas en puntos de interés.

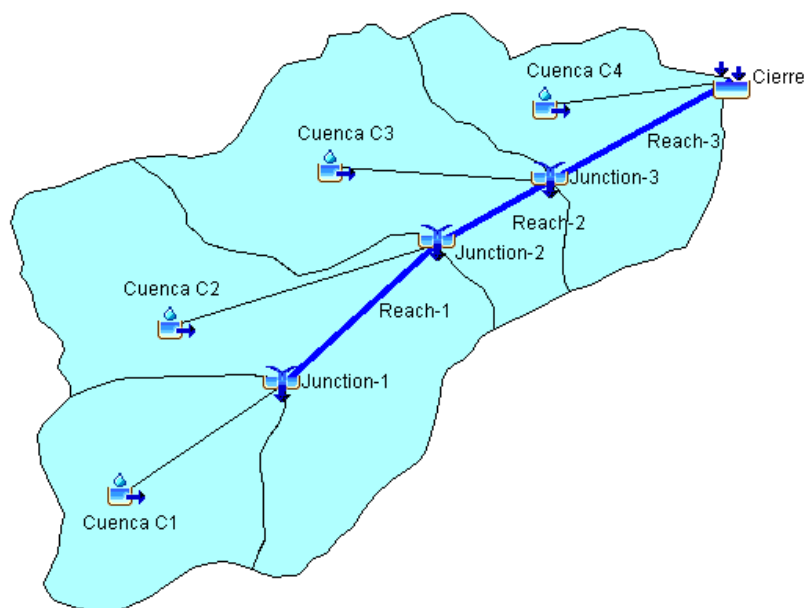


Figura 8.28: Modelo HEC-HMS- Cuenca A° Chañar

A continuación se presentan los caudales resultantes del modelo hidrológico, que se analizó para las recurrencias de 2, 5, 20, 50 y 100 años.

Tabla 8.9: Caudales modelo hidrológico HEC-HMS Cuenca A° Chañar

Elemento	Area drenada (km ²)	TR=2 años	TR=5 años	TR=10 años	TR=20 años	TR=50 años	TR=100 años
		Caudal pico (m ³ /s)	Caudal pico (m ³ /s)	Caudal pico (m ³ /s)	Caudal pico (m ³ /s)	Caudal pico (m ³ /s)	Caudal pico (m ³ /s)
Cuenca C2	47,53	26,96	54,73	75,74	100,85	129,45	161,75
Cuenca C1	23,34	15,24	31,29	43,50	58,22	74,80	94,27
Junction-1	23,34	15,24	31,29	43,50	58,22	74,80	94,27
Reach-1	23,34	15,05	30,82	42,89	57,32	73,59	92,56
Junction-2	70,87	41,58	84,52	117,17	155,78	200,04	250,54
Reach-2	70,87	41,27	83,74	116,16	154,48	198,01	247,84
Cuenca C3	33,32	21,55	44,04	61,33	81,91	105,10	132,13
Junction-3	104,19	57,26	114,71	157,85	208,76	267,32	331,25
Reach-3	104,19	56,75	113,57	156,33	206,76	264,53	327,67
Cuenca C4	24,92	14,52	29,75	41,34	55,29	71,08	89,31
Cierre	129,11	66,49	131,88	180,57	237,92	304,09	374,09

Teniendo en cuenta que las cuencas del A° Nogoyá y A° Chañar se pueden considerar homogéneas se calculó el caudal para la cuenca del A° Chañar multiplicando los valores del análisis de frecuencias de caudales desarrollado en párrafos anteriores por la relación entre la raíz cuadrada de sus áreas. De esta manera se obtuvieron los siguientes valores.

$$Q_{A^{\circ}Chañar} \left(\frac{m^3}{s} \right) = Q_{A^{\circ}Nogoyá} \left(\frac{m^3}{s} \right) * \sqrt{\frac{A_{A^{\circ}Chañar}(km^2)}{A_{A^{\circ}Nogoyá}(km^2)}}$$

Tabla 8.10: Caudales cuenca A° Chañar- Relación raíz cuadrada de áreas

Cuenca	A (km ²)	TR (Años)	Q (m ³ /s) A°Nogoyá	Cuenca	A (km ²)	Q (m ³ /s) A°Chañar
A° Nogoyá- Cierre en RPN°11	3885	2	287	A° Chañar- Cierre en Circunvalación Nogoyá	129	52
		5	594			108
		10	850			155
		20	1132			206
		50	1544			281
		100	1886			344
		200	2256			411

Así, por ejemplo, se obtuvo un caudal de 344 m³/s para una recurrencia de 100 años en la cuenca del A° Chañar.

Por otro lado, si consideramos los caudales antecedentes de las intervenciones de Dirección Hidráulica de Entre Ríos ya mencionados, tenemos lo siguiente:

Tabla 8.11: Caudales cuenca A° Chañar- Relación raíz cuadrada de áreas-DH

Cuenca	A (km ²)	TR (Años)	Q (m ³ /s) A°Nogoyá	Cuenca	A (km ²)	Q (m ³ /s) A°Chañar
A° Chañar- Cierre en desembocadura con A° Nogoyá	151	5	116	A° Chañar-Cierre en Circunvalación Nogoyá	129	108
		10	213			197
		20	279			258
		50	378			350
		100	421			389

En el trabajo ya citado anteriormente “Regionalización de Caudales Máximos de la Provincia de Entre Ríos” se desarrollaron ecuaciones regionales de estimación de caudales para distintas cuencas de la provincia de Entre Ríos en función de parámetros de pendiente del cauce, superficie de la cuenca y precipitación media areal y con una división en cinco grupos hidrológicamente homogéneos. A continuación se presenta la ecuación general para estimación de caudales.

$$Q = Z + X * \ln(A) + Y * \ln(P) + W * \ln(PMA_{xAños})$$

Dónde:

Z, X, Y y W son parámetros de ajuste

A es la superficie de la cuenca en km²

P es la pendiente media del cauce en m/m

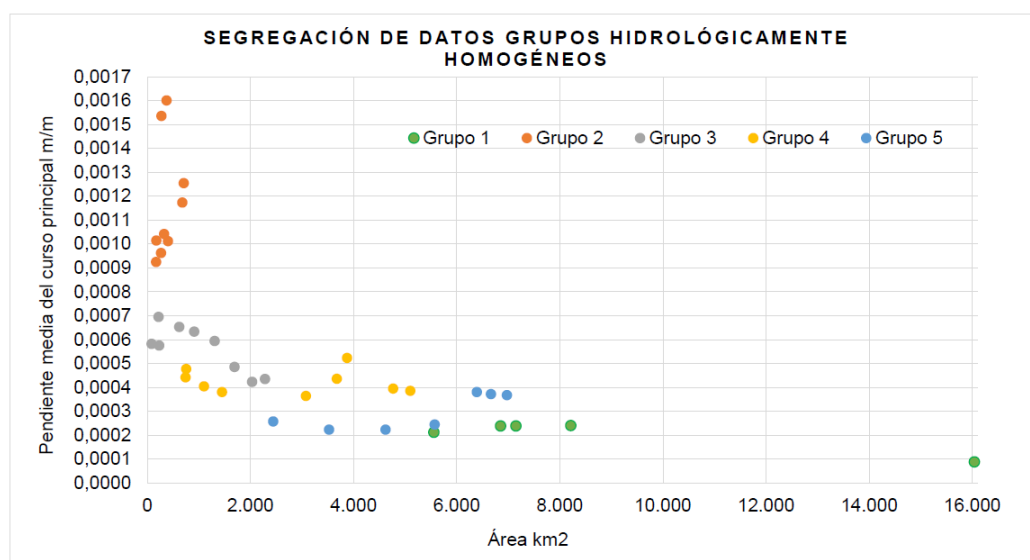
PMA_{xAños} es la precipitación media areal en mm para una recurrencia dada.

Los parámetros Z, X, Y y W se obtienen de la siguiente tabla:

Tabla 8.12: Parámetros de ajuste

Grupo	Recurrencia	X	Y	W	Z
1	2	0,966	0,998	-1,092	12,504
2		1,312	0,515	-1,762	7,935
3		0,544	0,832	2,508	-4,544
4		0,004	-1,667	-4,093	13,272
5		0,065	-0,497	-0,979	6,889
1	5	0,841	-0,104	-5,492	29,733
2		1,16	0,487	-1,34	7,699
3		0,568	0,714	1,378	0,03
4		0,138	-1,148	-3,296	13,585
5		0,235	0,142	1,223	-0,489
1	10	0,737	-0,019	-4,357	25,957
2		1,112	0,457	-1,511	9,199
3		0,596	0,876	1,012	3,049
4		0,197	-0,336	-1,967	12,946
5		0,295	-0,954	-0,626	0,387
1	20	0,858	0,441	-1,966	15,492
2		1,106	0,367	-1,762	10,418
3		0,613	1,042	0,867	5,054
4		0,167	0,33	-1,639	16,927
5		0,272	-1,977	-1,423	-3,042
1	50	0,842	0,619	0,332	3,781
2		0,93	0,32	-4,716	27,662
3		0,645	1,124	0,971	4,944
4		0,615	1,213	1,299	4,125
5		0,122	-1,549	-0,8	-1,515
1	100	0,857	0,576	0,153	4,504
2		0,979	0,325	-2,552	16,335
3		0,648	1,394	0,864	7,642
4		0,27	1,237	-0,491	17,338
5		0,093	-2,049	-1,118	-3,237

En función de la superficie de la cuenca y de la pendiente media del cauce se adopta uno de los 5 grupos. En la siguiente figura se puede visualizar una serie de puntos de las cuencas y sus grupos del análisis de la publicación.


Figura 8.29: Selección de grupos hidrológicos homogéneos

La cuenca del Arroyo Chañar tiene una pendiente media del cauce de 2m/km (0,002 m/m) y una superficie de 129 km², datos representativos dentro de las cuencas del grupo 2.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos utilizando la ecuación regional de caudales.

Tabla 8.13: Estimación de caudales A° Chañar-Ecuación regional

Cuenca	A (km ²)	TR (Años)	Q Ecuación Regional(m ³ /s) A°Chañar
A° Chañar-Cierre en Circunvalación Nogoyá	129	2	37
		5	65
		10	98
		20	131
		50	218
		100	364

Por último se adjunta una tabla comparativa de caudales en función de lo desarrollado en párrafos previos para cada una de las recurrencias analizadas.

Tabla 8.14: Comparación de caudales

Cuenca	A (km ²)	TR (Años)	Q Modelo HEC-HMS AºChañar (m3/s)	Relación Aº Chañar- Aº Nogoyá (m ³ /s)	Q Antecedente DH Entre Ríos AºChañar (m3/s)	Q Ecuación Regional AºChañar (m3/s)
Aº Chañar-Cierre en Circunvalación Nogoyá	129	2	66	52	-	37
		5	132	108	108	65
		10	181	155	197	98
		20	238	206	258	131
		50	304	281	350	218
		100	374	344	389	364
		200	-	411	-	-
				(utilizando la relación de raíz cuadrada de areas)		

8.1.11 Cuenca Arroyo Nogoyá

La cuenca del arroyo Nogoyá se encuentra ubicada en el suroeste de la provincia de Entre Ríos formando parte del sistema hídrico de la cuenca del Plata y pertenece a la región correspondiente a la Llanura Pampeana. Este arroyo desemboca en el riacho Victoria en el paraje denominado Rincón de Nogoyá y su área es de 3885 km² y es la cuarta cuenca interior de la provincia en importancia por su superficie.



Figura 8.30: Cuenca del Arroyo Nogoyá

En la siguiente tabla se indican los parámetros principales de la cuenca del Nogoyá.

Tabla 8.15: Parámetros cuenca A° Nogoyá

Cuenca	Area (km ²)	Long. Cauce (mi)	Cota superior (m)	Cota inferior (m)	Desni- vel (m)	Pen- diente (%)	Tiempo Concent. Illinois (hs)	R CLARK	λ	Duración de tormenta adoptada (días)
A° Nogoyá Cierre en RP N°34	367,3	17,29	125,22	55,09	70,13	0,25%	11,67	5,63	0,33	1
A° Nogoyá Cierre en RN N°12	2609,5	58,77	125,22	30,00	95,22	0,10%	40,20	17,65	0,31	4
TOTAL (Cierre en RP11)	3885,00	89,95	125,22	9,00	116,22	0,08%	60,78	24,41	0,29	6

Nota: se adoptó una duración de tormenta de 2,4 veces el tiempo de concentración en función de las recomendaciones del trabajo desarrollado por profesores y alumnos de la Facultad Regional Paraná (UTN-FRP), denominado “Regionalización de Caudales Máximos de la Provincia de Entre Ríos” (ISBN 978-987-8992-10-5), en el cual se recomienda adoptar una duración de tormenta entre 2 y 3 veces el tiempo de concentración de la cuenca.

En función del antecedente ya mencionado, se aplicó la ecuación regional para la obtención de los caudales del arroyo Nogoyá en la ruta Nacional N°12.

$$Q = Z + X * \ln(A) + Y * \ln(P) + W * \ln(PMA_{x\text{Años}})$$

Dónde:

Z, X, Y y W son parámetros de ajuste

A es la superficie de la cuenca en km²

P es la pendiente media del cauce en m/m

PMA_{x años} es la precipitación media areal en mm para una recurrencia dada.

Los parámetros Z, X, Y y W se obtienen de la Tabla 12.

Tabla 8.16: Caudales cuenca A° Nogoyá-RN12- Ecuación Regional

Grupo	Recurrencia	X	Y	W	Z	A (km2)	P (m/m)	PMA (mm)	Q (m3/s)
3	2	0,544	0,832	2,508	-4,544	2609,50	0,00052	115,71	212,73
3	5	0,568	0,714	1,378	0,03			158,17	435,76
3	10	0,596	0,876	1,012	3,049			183,61	595,28
3	20	0,613	1,042	0,867	5,054			209,38	757,89
3	50	0,645	1,124	0,971	4,944			240,21	935,76
3	100	0,648	1,394	0,864	7,642			258,60	1095,02

Por otro lado, teniendo en cuenta que las cuencas del A° Nogoyá con cierre en RP11 y RN12 se pueden considerar homogéneas se calculó el caudal para la cuenca del A° Nogoyá con cierre en RN12 multiplicando los valores del análisis de frecuencias de caudales desarrollado en párrafos anteriores por la relación entre la raíz cuadrada de sus áreas. De esta manera se obtuvieron los siguientes valores.

$$Q_{A^{\circ}Nogoyá\ RN12} \left(\frac{m^3}{s} \right) = Q_{A^{\circ}Nogoyá\ RP11} \left(\frac{m^3}{s} \right) * \sqrt{\frac{A_{A^{\circ}Nogoyá\ RN12} (km^2)}{A_{A^{\circ}Nogoyá\ RP11} (km^2)}}$$

Tabla 8.17: Caudales cuenca A° Nogoyá cierre en RN12- Relación raíz cuadrada de áreas

Cuenca	A (km ²)	TR (Años)	Q (m ³ /s) A°Nogoyá RP11	Cuenca	A (km ²)	Q (m ³ /s) A°Nogoyá RN12
A° Nogoyá- Cierre en RPN°11	3885	2	287	A° Nogoyá- Cierre en RN12	2610	235
		5	594			487
		10	850			697
		20	1132			928
		50	1544			1265
		100	1886			1546
		200	2256			1849
		500	2658			2178

Se adoptaron los promedios de los caudales entre la ecuación regional de caudales y los obtenidos de la relación de la raíz cuadrada de las áreas de las cuencas. En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos del promedio.

Tabla 8.18: Caudales cuenca A° Nogoyá cierre en RN12

Cuenca	A (km ²)	TR (Años)	Relación Aº Nogoyá RN12- Aº Nogoyá RP11 (m ³ /s)	Q Ecuación Regional Aº Nogoyá RN12 (m3/s)	Q promedio (m3/s)
Aº Nogoyá- Cierre en RN12	2610	2	235	213	224
		5	487	436	461
		10	697	595	646
		20	928	758	843
		50	1265	936	1101
		100	1546	1095	1320
		200	1849	-	1664
		200	2178	-	1960
			(utilizando la relación de la raíz cuadrada de sus		

Para las recurrencias de 200 y 500 años se consideró un caudal igual al 90% del caudal obtenido con la relación de la raíz cuadrada de las áreas de las cuencas. Este porcentaje promedio del 90% se obtuvo de las relaciones entre caudales promedios y caudales en función de la relación de la raíz cuadrada de las áreas de las cuencas del resto de recurrencias evaluadas.

8.2 Estudios hidráulicos de los arroyos Nogoyá y Chañar

Con el objeto de estudiar el comportamiento hidráulico de los arroyos Chañar y Nogoyá en coincidencia con las trazas propuestas para la Circunvalación Nogoyá, se implementaron dos modelos hidráulicos, uno para cada arroyo.

El modelo hidráulico del arroyo Chañar se desarrolló para un tramo con una longitud medida por el cauce de 5988 m (4368 m hacia aguas abajo y 1620 m hacia aguas arriba). Este modelo se utilizó para evaluar tanto la situación actual sin puente como el comportamiento hidráulico del tramo con distintas variantes de obras, hasta lograr la solución más económica que sea hidráulicamente aceptable, es decir que no provoque incrementos importantes de niveles aguas arriba de la obra ni incrementos considerables de velocidades en la sección del puente.

El modelo hidráulico del arroyo Nogoyá se desarrolló para un tramo con una longitud medida por el cauce de 7828 m (6428 m hacia aguas abajo y 1400 m hacia aguas arriba del puente de la Ruta Nacional N°12). Este modelo se realizó para evaluar las condiciones hidráulicas del arroyo aguas abajo de los puentes existentes en la Ruta Nacional N°12 para conocer los tirantes desarrollados para los caudales de recurrencias de 100 y 500 años.

Para la realización de estos modelos hidráulicos se trabajó con el software HEC-RAS 6.5. Este programa, elaborado por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos, permite modelar flujos unidimensionales permanentes y no permanentes, en cursos de agua definidos mediante una serie de secciones transversales, también permite modelar una red de cursos de agua, incorporar alcantarillas y puentes. En este caso se trabajó con un solo curso, es decir un modelo unidimensional sin red de cursos, y régimen permanente, a partir de los caudales obtenidos con la

modelación hidrológica para la sección donde se ubica la nueva obra. Este modelo permite reproducir las distintas variantes de proyecto y comparar la situación con y sin la presencia del puente, permitiendo conocer en cada una de las corridas, variables hidráulicas tales como, profundidades, niveles de inundación, velocidades de flujo y números de Froude en cada una de las secciones transversales a lo largo del curso.

Las hipótesis implícitas para la modelación con flujo permanente en las ecuaciones empleadas por el programa son las siguientes:

- El flujo es permanente y unidimensional
- El flujo es gradualmente variado, excepto en algunas estructuras hidráulicas donde se emplea la ecuación de cantidad de movimiento o ecuaciones empíricas de flujo rápidamente variado.
- Las pendientes son inferiores a 10%.

8.2.1 Modelo hidráulico del arroyo Chañar

Para la implementación del modelo se elaboró primeramente un modelo digital del terreno del tramo de estudio. Para ello se utilizaron distintas fuentes de información, como las curvas de nivel del IGN para todo el tramo, así como información de los relevamientos realizados.

En la siguiente figura se muestran los 30 perfiles adoptados para el modelo hidráulico del Arroyo Chañar.

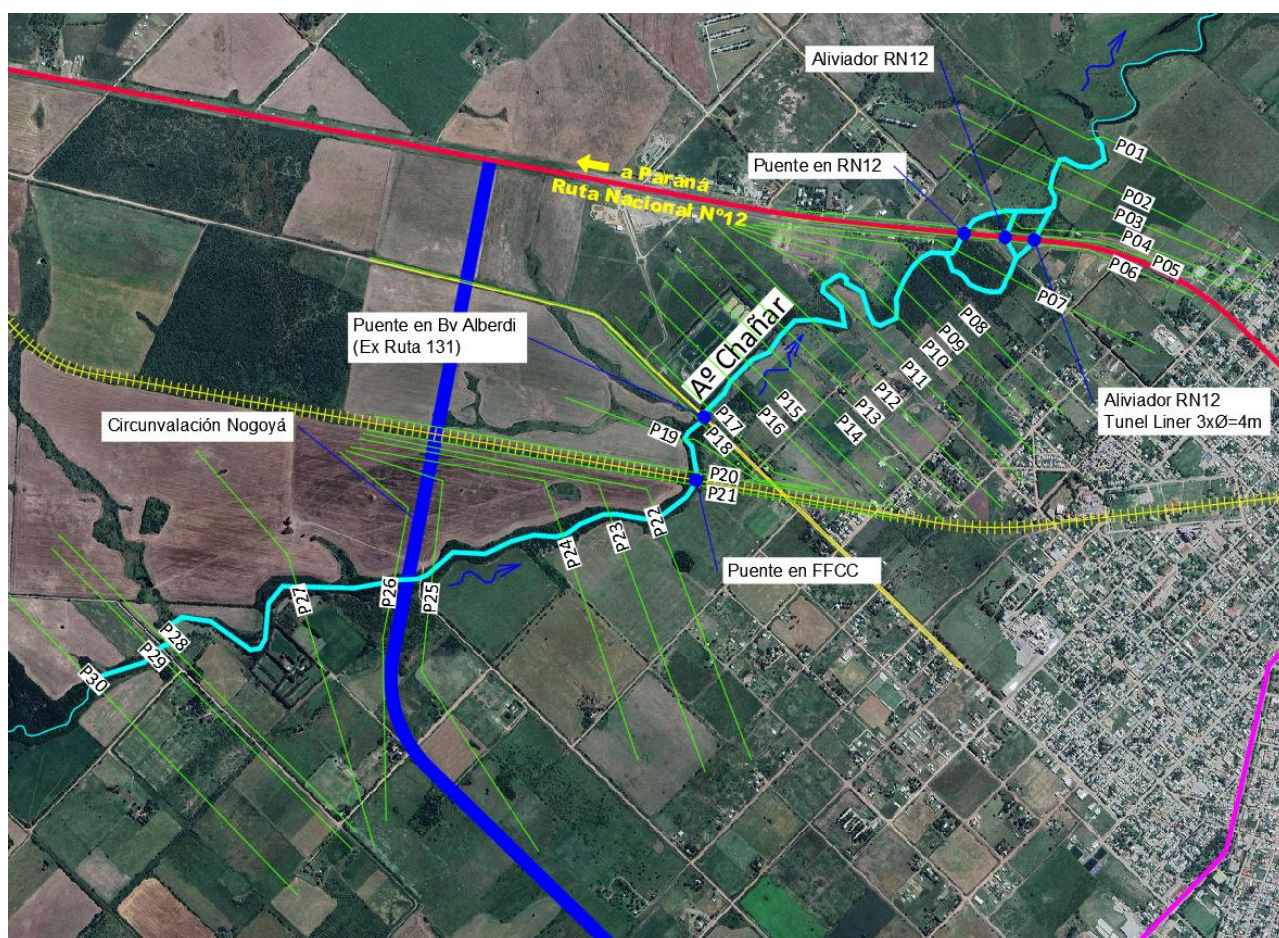


Figura 8.31: Perfiles para modelo hidráulico- Arroyo Chañar

Con los datos ingresados se realizó la corrida de la situación actual sin puente, para caudales de 50, 100 y 200 años de recurrencia, obteniéndose los siguientes resultados que se muestran en las figuras del perfil longitudinal del tramo y del perfil transversal de la sección coincidente con el eje de la circunvalación.

Para las recurrencias de 50, 100 y 200 años se ingresaron los siguientes caudales:

Tabla 8.19: Caudales Arroyo Chañar en m³/s

Flow Change Location			Profile Names an		
River	Reach	RS	R50	R100	R200
1 Curso Arroyo Cha	Reach 1	30	304	374	411

Los coeficientes de rugosidad del cauce y las márgenes inundables se ajustaron en función de la cobertura vegetal del terreno, adoptando coeficientes de rugosidad de Manning variables entre 0,035 para el cauce y 0,07 para las márgenes. Estos valores se fueron ingresando en cada perfil transversal, dividiendo cada uno de estos en tramos con distinta rugosidad, de acuerdo a la cobertura vegetal observada en imágenes satelitales y fotos de la zona.

En coincidencia con las líneas de flujos interrumpidas por construcciones, terraplenes y obstrucciones se ingresaron áreas de flujo inefectivas aguas arriba y aguas abajo de las mismas. En estos sitios el modelo considera que el agua mantiene el nivel del resto del perfil, pero no tiene velocidad. En coincidencia con estas secciones se adoptaron coeficientes de contracción de 0,3 y de expansión de 0,5.

En cuanto a las condiciones de borde adoptadas para la modelación, se consideró la hipótesis de flujo normal aguas abajo del tramo simulado, para lo cual se adoptó una pendiente longitudinal de 1,5 m/km.

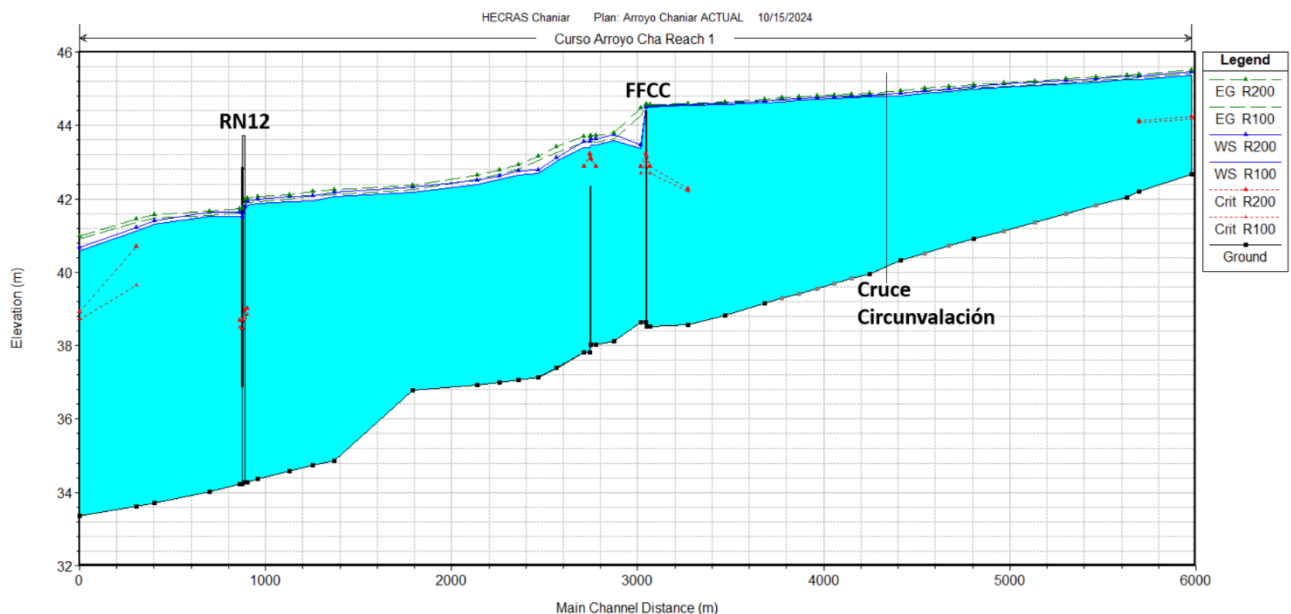


Figura 8.32: Perfil longitudinal situación actual- Arroyo Chañar

La velocidad máxima que se obtiene en la zona del cruce de la circunvalación es de de 1,61 m/s, para la creciente de diseño de 100 años de recurrencia con el pelo de agua asociado en cota IGN 44,80m.

De la modelación hidráulica se percibe el sobrepaso del puente del Ferrocarril y del puente del camino rural (ex Ruta Provincial N°131) ubicado inmediatamente aguas abajo para una recurrencia de 100 años. Esto genera un tirante dominante hacia aguas arriba de las estructuras hidráulicas existentes.

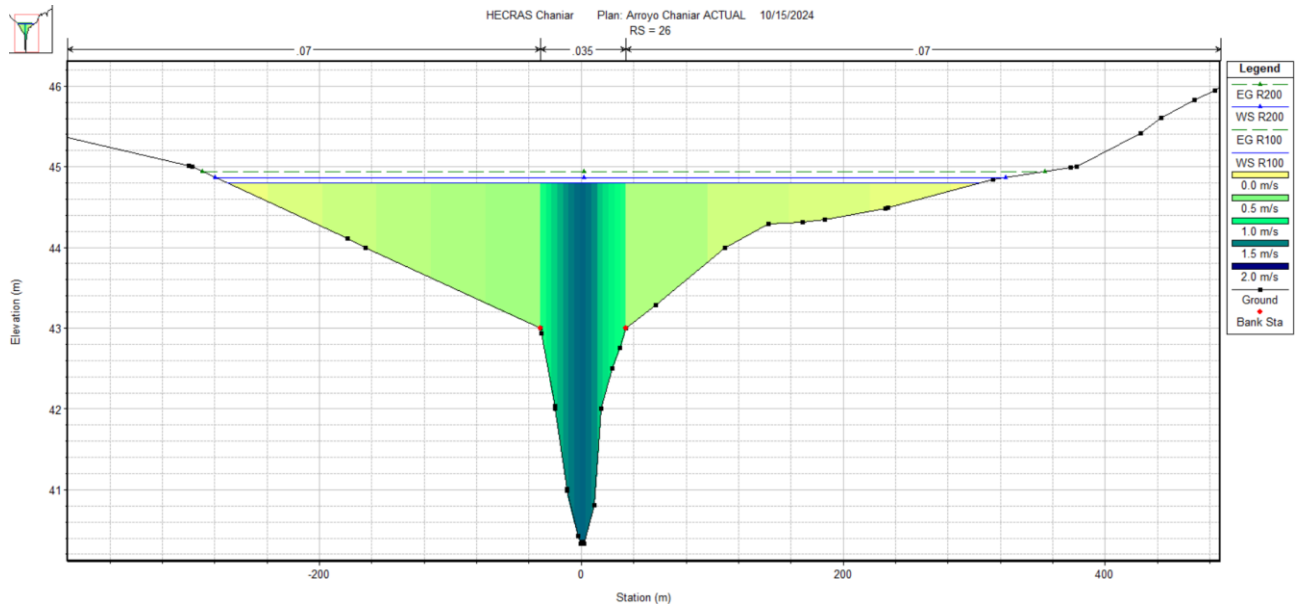


Figura 8.33: Perfil transversal- situación actual en cruce de circunvalación - Arroyo Chañar

Modelación de alternativas de proyecto

Se desarrollaron dos alternativas de proyecto que se cargaron en el modelo para evaluar el comportamiento de las mismas, las cuales, junto con los resultados obtenidos que se comparan con la situación actual, se muestran a continuación.

La primera alternativa contempló un puente de 50m de luz con dos tramos de 25m cada uno. Para la segunda alternativa se planteó un puente de 60m de luz total con 3 tramos de 20m cada uno. En cuanto a las pilas se trata de pilas circulares de 1,0 m de diámetro en ambas alternativas, que se ingresaron en coincidencia con cada eje de pila. Se adoptaron falsos estribos con talud 1:2 (V:H).

Alternativa de puente de 50 m de longitud con 2 tramos de 25m

Los resultados de la modelación hidráulica de esta alternativa muestran un incremento de los niveles aguas arriba del puente para el caudal de diseño de 100 años de recurrencia de 55 cm (Cota IGN 45,35m) de altura, a la vez se observaron velocidades cercanas a 3 m/s en el centro del puente.

En las siguientes figuras se puede observar el perfil longitudinal y el perfil transversal para esta alternativa.

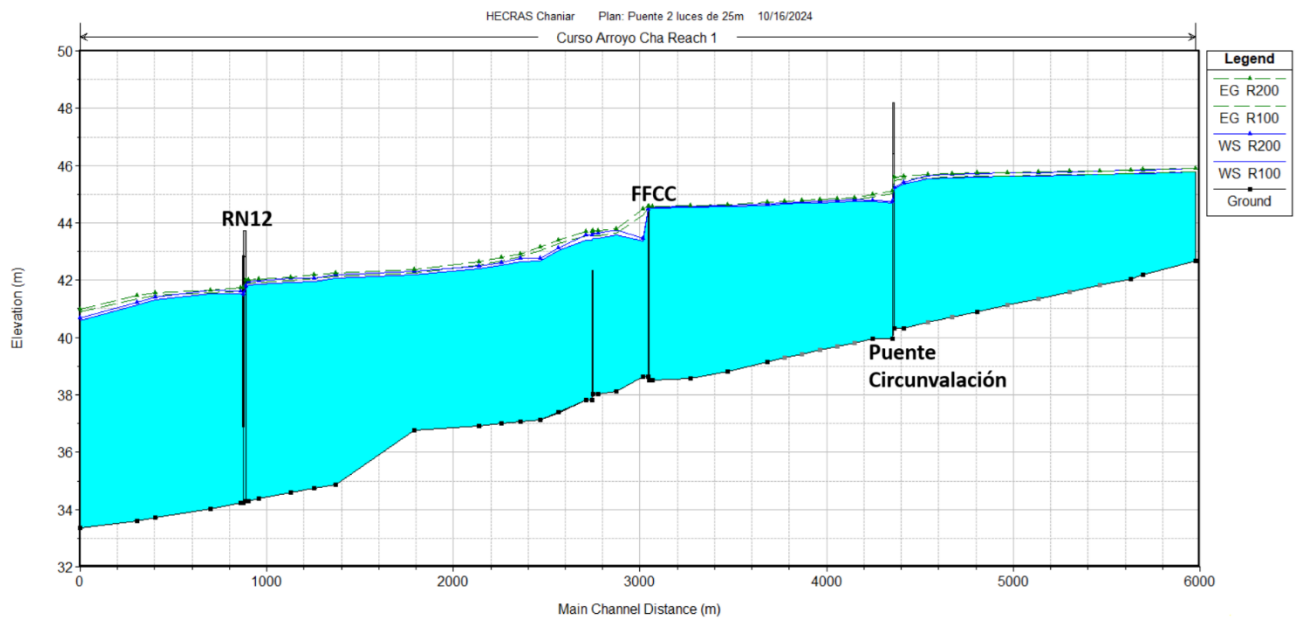


Figura 8.34: Perfil longitudinal-Puente 2 tramos de 25m - Traza circunvalación - Arroyo Chañar

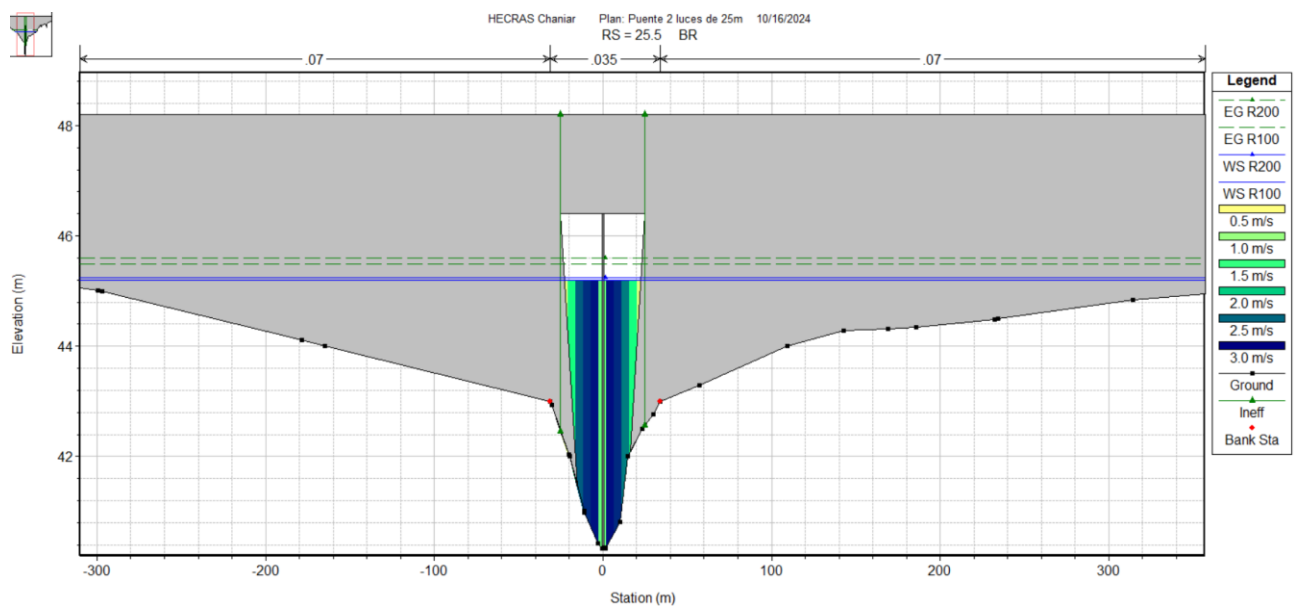


Figura 8.35: Perfil transversal - Puente 2 tramos de 25m - Traza circunvalación - Arroyo Chañar

Alternativa de puente de 60 m de longitud con 3 tramos de 20m

Los resultados de la modelación hidráulica de esta alternativa muestran un incremento de los niveles aguas arriba del puente para el caudal de diseño de 100 años de recurrencia de 60 cm (Cota IGN 45,40m) de altura, a la vez se observaron velocidades inferiores a 2,5 m/s en el centro del puente, cuyos valores son menores a los obtenidos con la primera alternativa analizada.

En las siguientes figuras se puede observar el perfil longitudinal y el perfil transversal para esta alternativa.

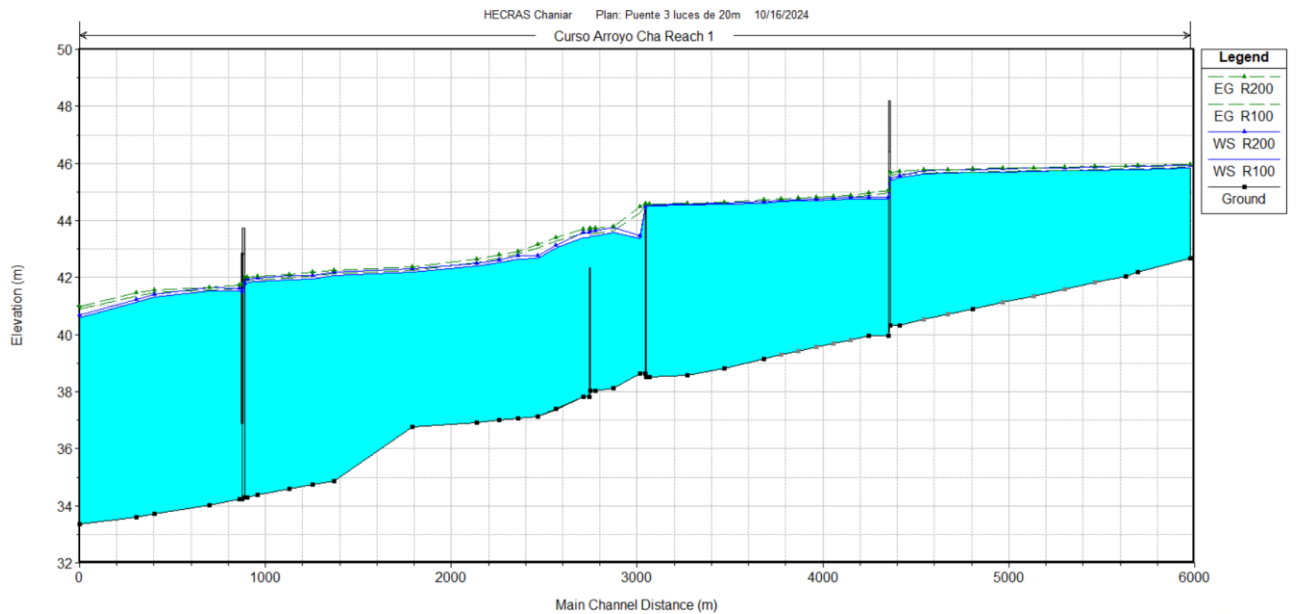


Figura 8.36: Perfil longitudinal–Puente 2 tramos de 25m - Traza circunvalación - Arroyo Chañar

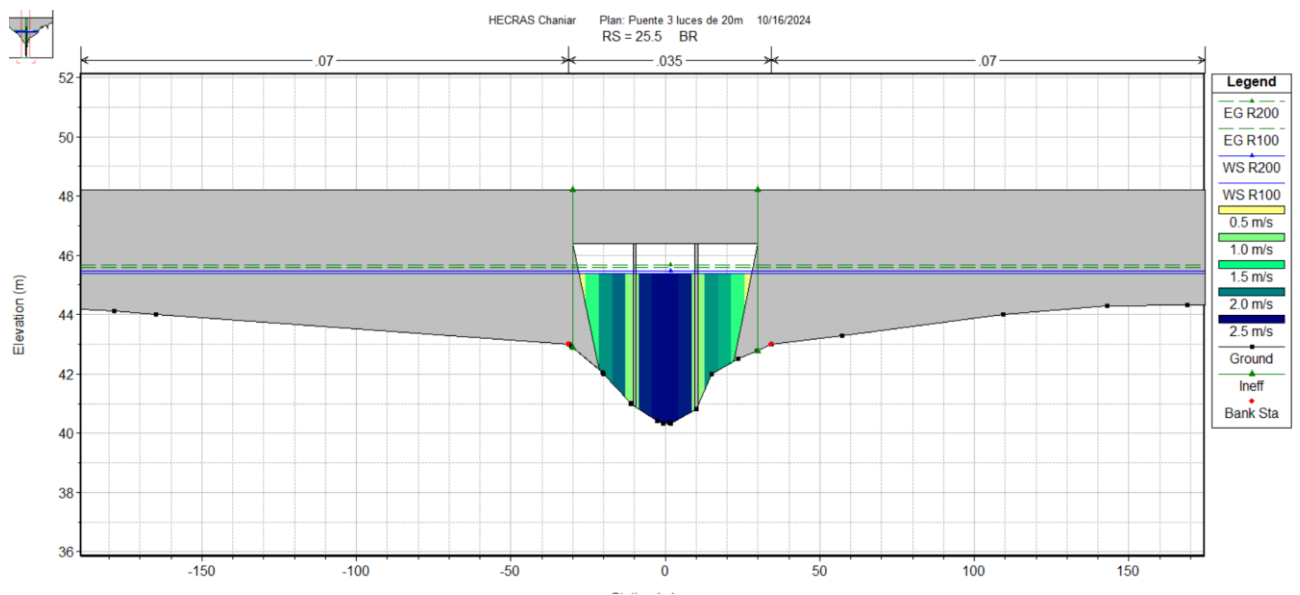


Figura 8.37: Perfil transversal - Puente 2 tramos de 25m - Traza circunvalación - Arroyo Chañar

En función de las modelaciones hidráulicas, la cota de rasante del puente sobre el arroyo Chañar presenta el valor de +48,20m (Cota IGN) en ambas alternativas planteadas.

Para ambas alternativas analizadas se presenta una revancha entre pelo de agua y fondo de viga del puente de 1,0m para una recurrencia de diseño de 100 años. En ninguna de las alternativas el pelo de agua alcanzó el fondo de viga para una recurrencia de verificación de 200 años.

8.2.1 Modelo hidráulico del arroyo Nogoyá

Para la implementación del modelo se elaboró primeramente un modelo digital del terreno del tramo de estudio. Para ello se utilizaron distintas fuentes de información, como las curvas de nivel del IGN para todo el tramo, así como información de los relevamientos realizados.

En la siguiente figura se muestran los 25 perfiles adoptados para el modelo hidráulico del Arroyo Nogoyá.

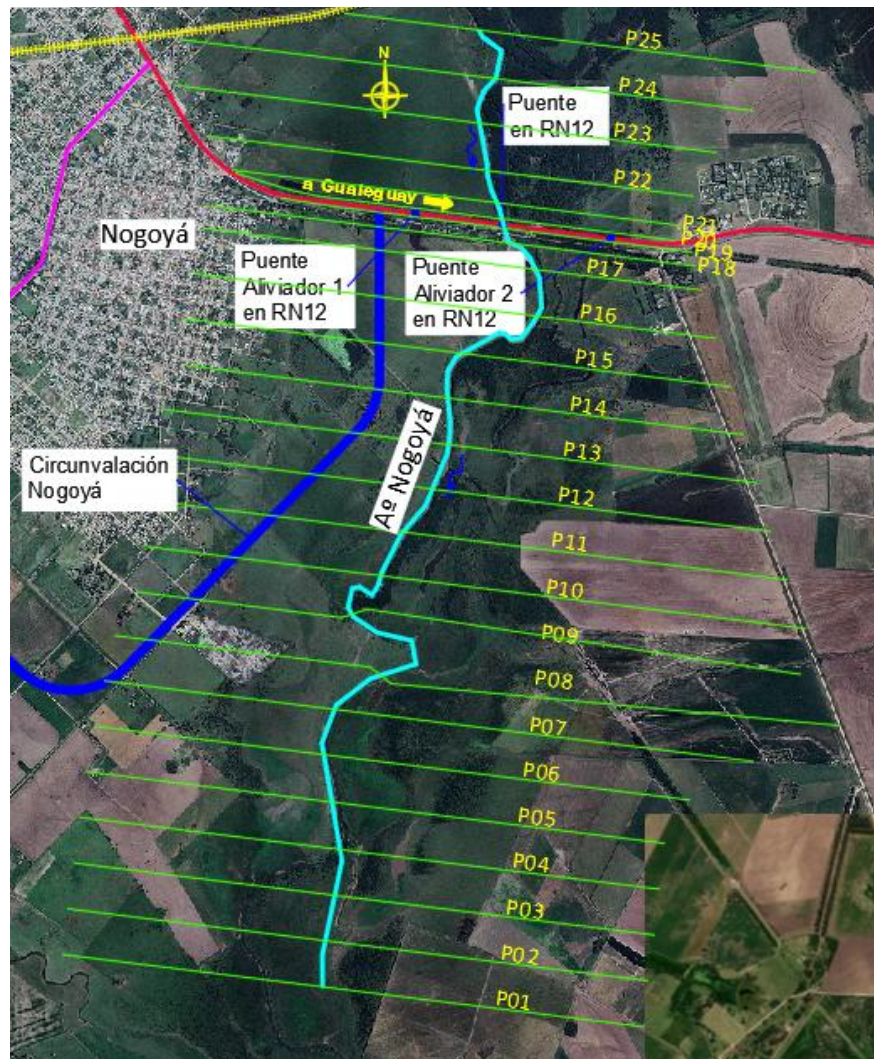


Figura 8.38: Perfiles para modelo hidráulico- Arroyo Nogoyá

Se cargaron en el modelo todas las estructuras hidráulicas existentes sobre la traza de la Ruta Nacional N°12, compuestas por un puente principal y dos aliviadores. De la misma manera se cargaron las estructuras presentes de la ruta “Paseo de los Puentes”, traza ubicada aguas abajo y paralela a la RN N°12.



Figura 8.39: Vista hacia el Este - Arroyo Nogoyá

Con los datos ingresados se realizó la corrida para caudales de 100 y 500 años de recurrencia, obteniéndose los siguientes resultados que se muestran en las siguientes figuras.

Para las recurrencias de 100 y 500 años se ingresaron los siguientes caudales:

Tabla 8.20: Caudales Arroyo Nogoyá en m³/s

Flow Change Location					
	River	Reach	RS	R 100A	R 500A
1	Curso Arroyo Nog	Arroyo Nogoya	25	1320	1960

Los coeficientes de rugosidad del cauce y las márgenes inundables se ajustaron en función de la cobertura vegetal del terreno, adoptando coeficientes de rugosidad de Manning variables entre 0,045 para el cauce y 0,12 para las márgenes. Estos valores se fueron ingresando en cada perfil transversal, dividiendo cada uno de estos en tramos con distinta rugosidad, de acuerdo a la cobertura vegetal observada en imágenes satelitales y fotos de la zona.

En coincidencia con las líneas de flujos interrumpidas por construcciones, terraplenes y obstrucciones se ingresaron áreas de flujo inefectivas. En coincidencia con estas secciones se adoptaron coeficientes de contracción de 0,3 y de expansión de 0,5.

En cuanto a las condiciones de borde adoptadas para la modelación, se consideró la hipótesis de flujo normal aguas abajo del tramo simulado, para lo cual se adoptó una pendiente longitudinal de 18 cm/km para el tramo estudiado.

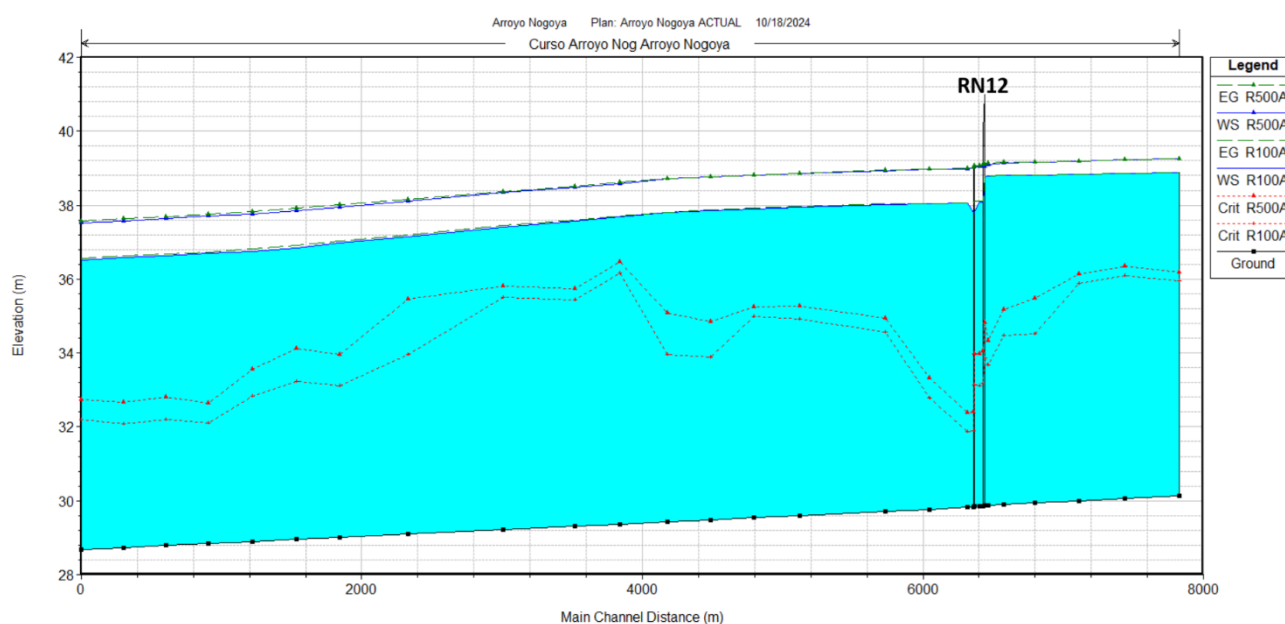


Figura 8.40: Perfil longitudinal- Arroyo Nogoyá

De la modelación hidráulica se percibe el sobrepaso del agua sobre las estructuras hidráulicas de la ruta “Paseo de los Puentes” ubicado aguas abajo de la Ruta Nacional N°12. Este sobrepaso se da para la recurrencia de 500 años, no así para la recurrencia de 100 años donde se visualiza que dichas estructuras trabajan de manera sumergidas. Para el puente principal y aliviadores de la Ruta Nacional N°12 se observa una revancha respecto al fondo de vigas para todas las recurrencias analizadas.

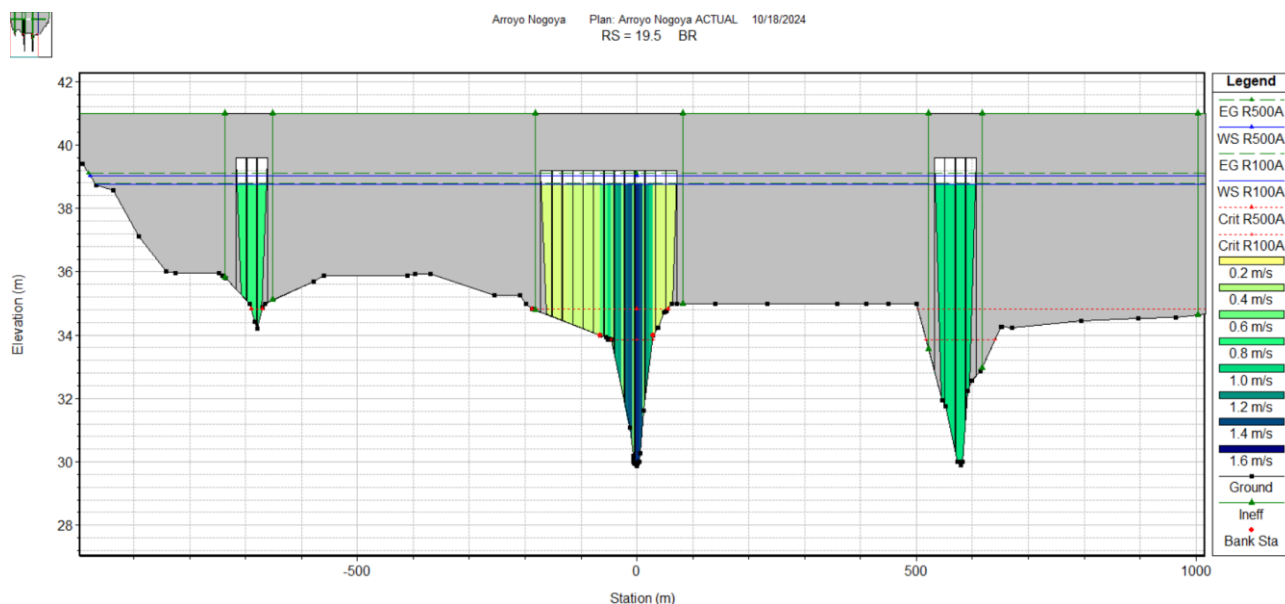


Figura 8.41: Perfil transversal RN12- Arroyo Nogoyá

En la siguiente tabla se muestran los valores de cotas IGN del pelo de agua obtenidos del perfil transversal presentado en la figura anterior para las distintas recurrencias evaluadas.

Tabla 8.21: Pelo de agua- Situación actual Arroyo Nogoyá- Sección puente RN12

Sección	Recurrencia (Años)	Cota IGN (m)	Altura escala hidrómetro puente RN12 (m)
RN12	100	38,76	8,91
	500	39,04	9,19

Modelación con la traza de la circunvalación propuesta

De la misma manera que se implementó la modelación hidráulica para la situación actual del arroyo Nogoyá, se procedió a incorporar las mayores áreas inefectivas del curso con la presencia de la circunvalación.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos aguas arriba del puente de la RN12, dónde se visualiza que los incrementos de altura debido a la presencia de la circunvalación son insignificantes, menores a 3cm y 9cm para recurrencias de 100 y 500 años, respectivamente, y siendo aún menores estas diferencias aguas abajo de la RN12 en el emplazamiento de la obra.

Tabla 8.22: Pelo de agua- Situación con obra Arroyo Nogoyá- Sección puente RN12

Sección	Recurrencia (Años)	Cota IGN (m)	Altura escala hidrómetro puente RN12 (m)
RN12	100	38,79	8,94
	500	39,12	9,27

8.3 Estudio hidrológico de alcantarillas de las trazas

El objetivo de este estudio es determinar los caudales asociados a distintos tiempos de recurrencia para ser utilizados en el dimensionamiento de alcantarillas que permiten el drenaje de las superficies que afectan a las diferentes trazas propuestas para la circunvalación.

La zona de estudio comprende el casco urbano de la ciudad de Nogoyá y el sector rural más cercano a ésta. Esta zona presenta una topografía de pendiente media, con algunos bajos bien definidos. El uso de los terrenos se divide entre zonas agrícolas, sectores residenciales correspondientes al casco urbano y en menor medida terrenos sin intervención con cobertura vegetal.

Para la determinación de los caudales se utilizó un modelo de transformación lluvia-escurrimiento utilizando el hidrograma unitario de Clark. Se estudiaron los caudales de escurrimiento generados por las precipitaciones de diseño de 25 años de recurrencia para el dimensionamiento de alcantarillas y de 50 años de recurrencia para la estimación de caudales de verificación en los distintos casos.

8.3.1 Delimitación y características de las cuencas

Para la delimitación de las cuencas de aporte se utilizaron cartas topográficas en escala 1:50.000 (3360-10-1) y un modelo digital de elevación (MDE) de 30 m, ambos provistos por el

Instituto Geográfico Nacional (IGN). Además, se utilizaron como soporte imágenes satelitales de toda el área de aporte.

En base a la información citada, el relevamiento topográfico realizado en el lugar, del que se obtuvieron curvas de nivel menores y mayores cada 1 m y 5 m respectivamente, y teniendo en cuenta las distintas trazas de proyecto y las obras hidráulicas existentes y planteadas (alcantarillas, cunetas y badenes) se trazaron las líneas principales de escurrentía y divisorias de aguas.

La numeración de las cuencas para cada traza se realizó siguiendo el sentido de avance de progresivas, partiendo desde el este y avanzando en sentido horario hacia el oeste.

A continuación se presenta una imagen de las tres trazas planteadas como alternativas sobre las cartas topográficas de la zona para representar la topografía general del entorno.

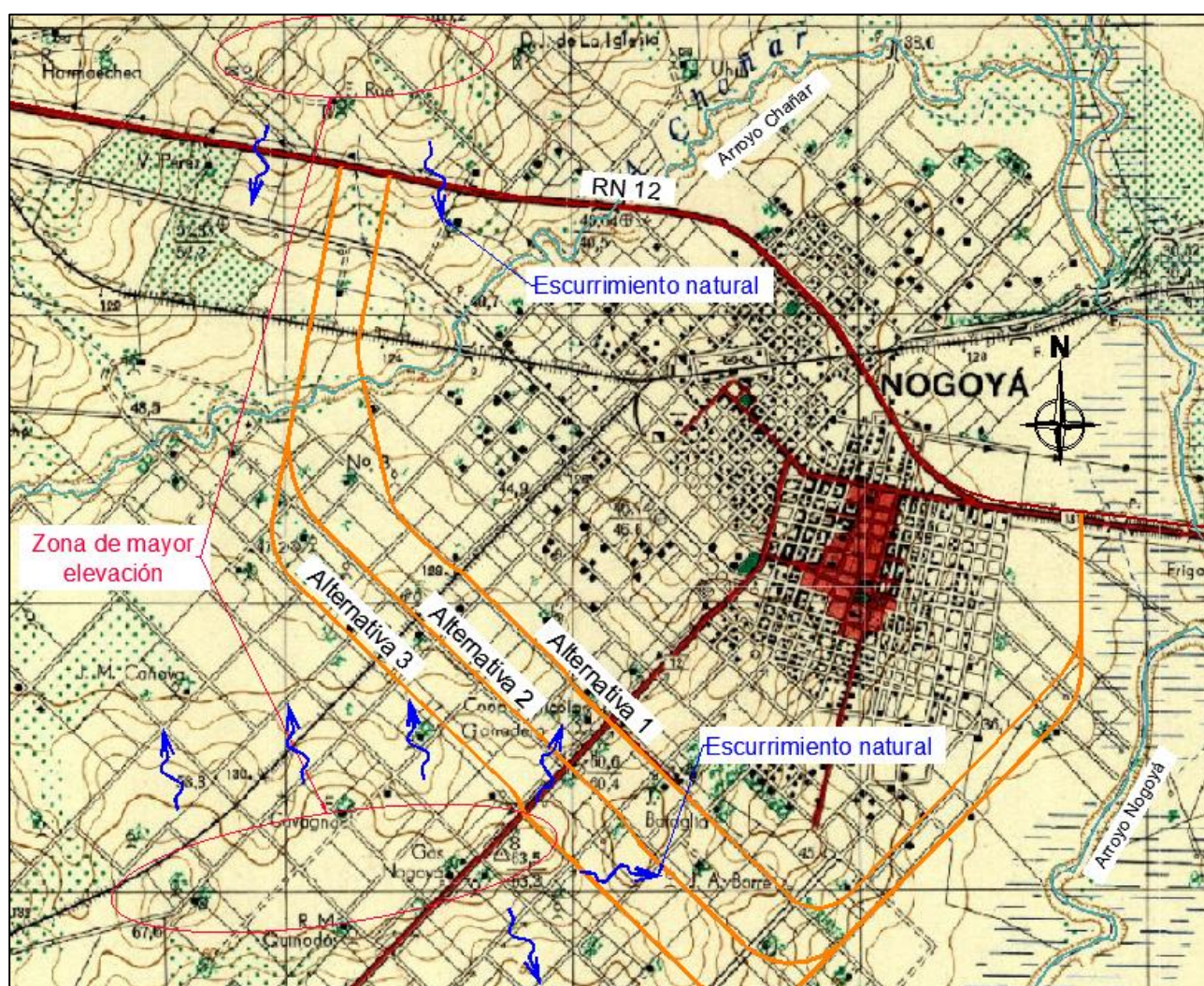


Figura 8.42: Trazas sobre cartas topográficas de la zona

Como descripción general de los escurrimientos en la zona de estudio, la ciudad se encuentra encerrada por dos cursos de agua importantes, el Arroyo Nogoyá al este y el Arroyo Chañar al oeste, por lo que gran parte de la superficie termina desaguando en estos cursos.

En general, los escurrimientos del área rural ubicada al suroeste traen dirección hacia el casco urbano.

El sector este del casco urbano de la ciudad aporta hacia el Arroyo Nogoyá, cuyo cauce se encuentra posterior a las trazas proyectadas, mientras que el sector oeste de la ciudad desagua en el cauce del Arroyo Chañar.

Como resultado del análisis de los escurrimientos de la zona se presenta la delimitación de las cuencas de aporte al proyecto para cada alternativa en las siguientes imágenes.



Figura 8.43: Cuencas de aporte para la alternativa 1

Tabla 8.23: Características físicas de las cuencas

Cuenca	Área [has]	Long. cauce [m]	Cota inicial [m]	Cota final [m]	Desnivel [m]
C1	510,87	2885,73	61,00	35,50	25,50
C2	34,60	890,69	61,00	50,50	10,50
C3	28,07	696,14	61,50	53,50	8,00
C4	3,28	348,23	60,00	54,50	5,50

Cuenca	Área	Long. cauce	Cota inicial	Cota final	Desnivel
	[has]	[m]	[m]	[m]	[m]
C5	467,26	3333,62	67,60	46,20	21,40
C6	59,87	1395,83	61,00	45,00	16,00
C7	109,88	1878,02	66,50	47,00	19,50

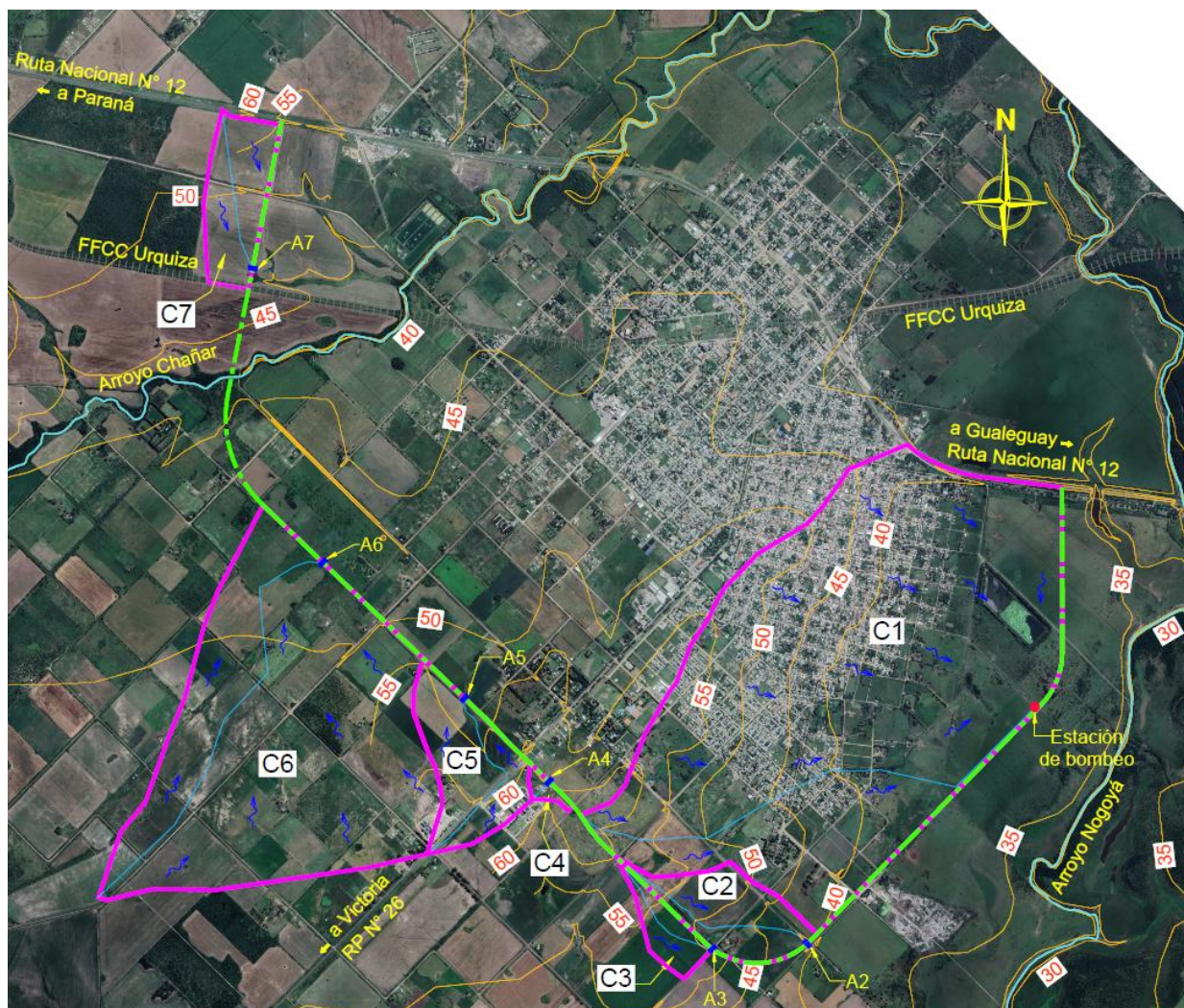


Figura 8.44: Cuencas de aporte para la alternativa 2

Tabla 8.24: Características físicas de las cuencas

Cuenca	Área	Long. cauce	Cota inicial	Cota final	Desnivel
	[has]	[m]	[m]	[m]	[m]
C1	589,79	3416,69	61,00	35,50	25,50
C2	43,00	1454,37	59,00	40,00	19,00
C3	15,83	915,85	59,00	48,00	11,00
C4	3,50	163,15	61,50	60,00	1,50
C5	54,88	1376,16	64,00	53,00	11,00
C6	344,20	2867,03	67,60	47,00	20,60
C7	41,57	1072,08	61,00	46,00	15,00

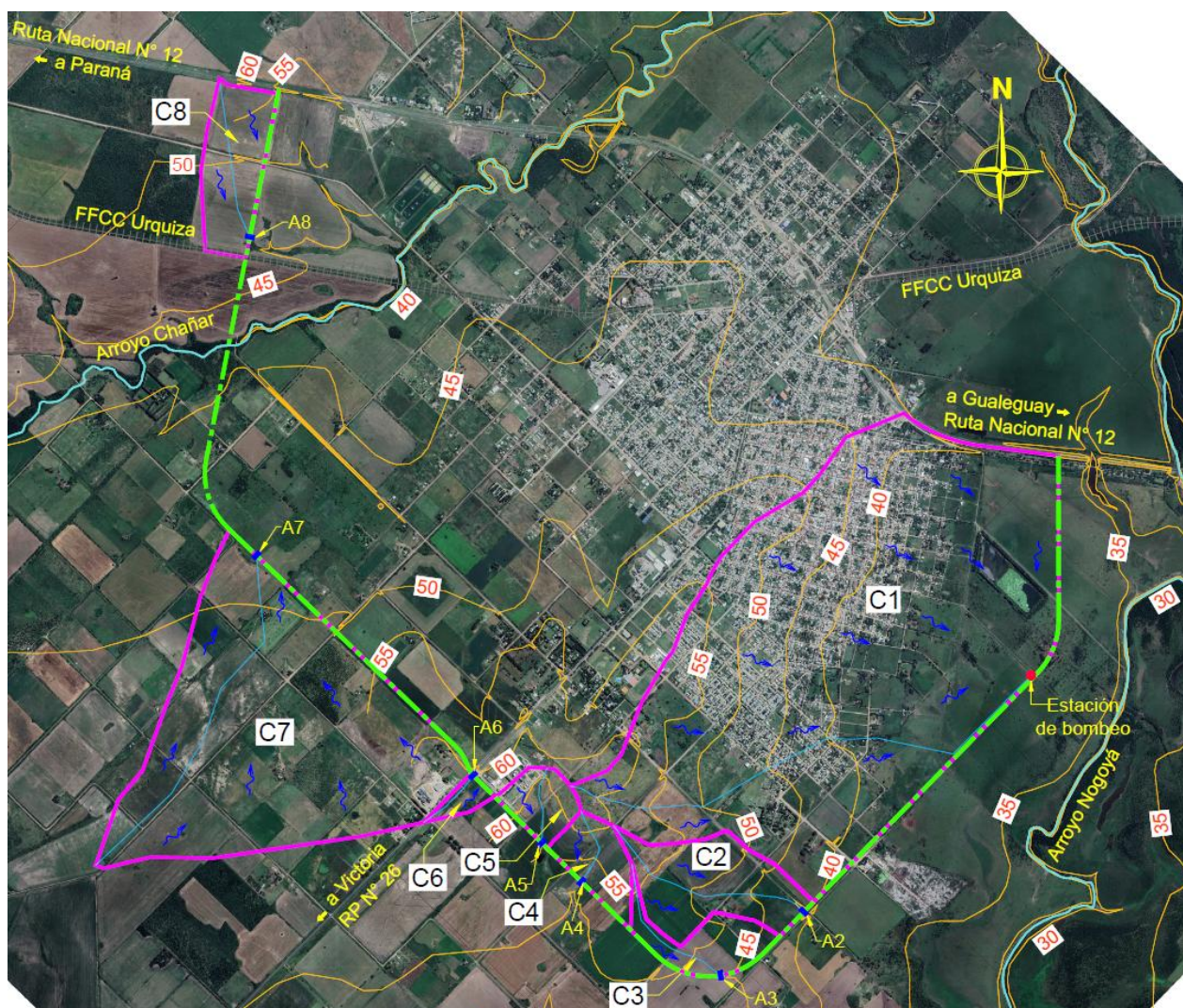


Figura 8.45: Cuencas de aporte para la alternativa 3

Tabla 8.25: Características físicas de las cuencas

Cuenca	Área [has]	Long. cauce [m]	Cota inicial [m]	Cota final [m]	Desnivel [m]
C1	591,61	3475,71	61,00	35,50	25,50
C2	57,00	1482,32	59,00	40,00	19,00
C3	25,73	1025,56	57,00	46,00	11,00
C4	22,42	530,89	61,00	52,50	8,50
C5	17,54	512,18	61,00	55,00	6,00
C6	5,83	452,36	64,00	61,00	3,00
C7	288,85	2461,07	67,60	48,00	19,60
C8	41,57	1072,08	61,00	46,00	15,00

8.3.2 Determinación de las pérdidas de escurrimiento

En ningún caso, la totalidad de la lluvia se transforma en escorrentía superficial, ya que la misma se ve afectada por varios factores entre los que se incluyen las pérdidas por infiltración en el suelo. En este caso, el método utilizado para el cálculo de estas pérdidas fue el de la Curva

Número (CN) desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. Este método se basa en las características y usos de los suelos para proponer un número de curva que varía de 0 a 100 donde los valores más altos representan suelos poco permeables y los más bajos suelos con gran capacidad de infiltración.

Para caracterizar los suelos de la zona se efectuó una evaluación general de los mismos en base al mapa de suelos del INTA. En la zona de estudio, se hallan suelos del tipo molisoles de textura superior franco arcillo limoso en su mayoría. En la figura siguiente se muestra el mapa de suelos de la provincia de Entre Ríos.

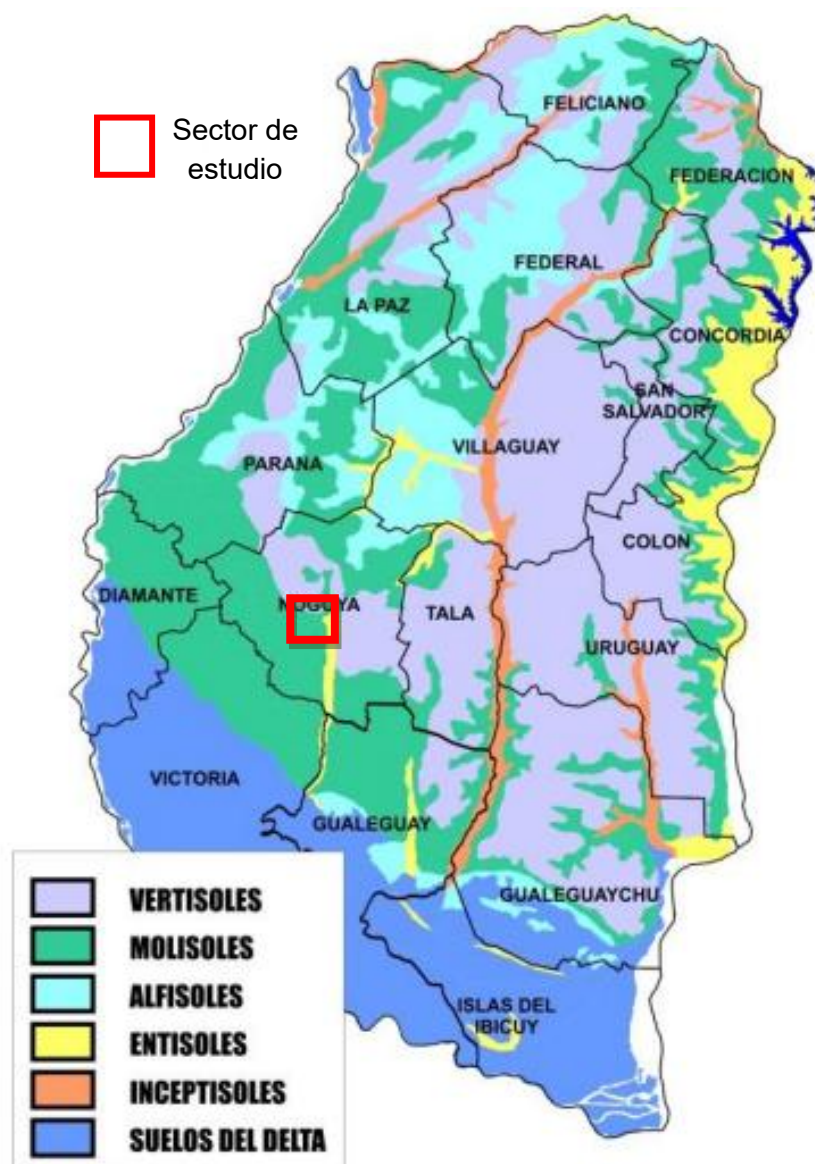


Figura 8.46: Mapa de suelos de la provincia de Entre Ríos (INTA)

Para identificar los distintos tipos de usos de suelo en el sector de estudio se utilizó un mapa de cobertura de suelo del INTA correspondiente al lugar, que se muestra en la siguiente imagen. Se observa que los principales usos de suelo del sector se corresponden con pastizales (verde oscuro), áreas urbanas (rojo) y cultivos (verde claro).

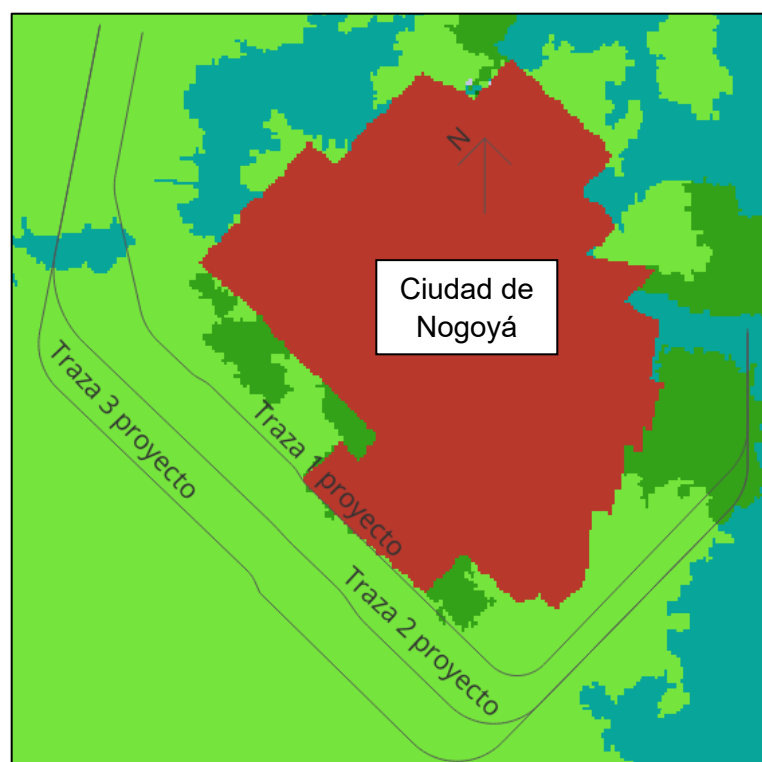


Figura 8.47: Mapa de uso de suelo en la zona de estudio

Respecto al grupo hidrológico del suelo de la zona, el mismo corresponde al tipo C. En cuanto a la condición de humedad antecedente, se adoptó una humedad promedio (Tipo II), recomendada para la determinación de caudales de diseño.

Los valores de CN recomendados se obtuvieron del libro Ven Te Chow - "Hidrología Aplicada" por McGraw Hill 1994 que brinda la siguiente tabla.

Tabla 8.26: Valores de CN recomendados en Ven Te Chow - Hidrología Aplicada (1994)

Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2S$)				
Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ²	45	66	77	83
	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
	49	69	79	84

Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, sub-urbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2S$)

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos 65	77	85	90	92
1/4 acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

Para la determinación del CN se realizó una ponderación tomando algunos criterios en cuanto a la composición del uso del suelo.

De la superficie urbana total, se le asignó al 70% un CN=90 (porcentaje impermeable mayor al 65%) y al 30% restante un CN=70, representativo de los espacios verdes.

De la superficie que es utilizada para cultivos o con presencia de pastizales, se tomó el 70% con el CN=70 y el 30% con CN=81 (porcentaje impermeable del 30%), teniendo en cuenta el desarrollo de la urbanización a futuro en estos sectores que hoy se encuentran libres de edificaciones.

A continuación se presentan los CN ponderados resultantes del análisis para cada cuenca de cada alternativa planteada.

Tabla 8.27: Valores de CN ponderado para cuencas - Alternativa 1

Alternativa 1												
Cuenca	Área total	Área urbana	Área pastizal	Uso de suelo								CN ponderado
				Urbano				Pastizal				
	[has]	[%]	[%]	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN	
C1	510,87	57%	43%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	79,37
C2	34,60	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C3	28,07	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C4	3,28	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C5	467,26	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C6	59,87	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C7	109,88	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30

Tabla 8.28: Valores de CN ponderado para cuencas - Alternativa 2

Alternativa 2												
Cuenca	Área total	Área urbana	Área pastizal	Uso de suelo								CN ponderado
				Urbano				Pastizal				
	[has]	[%]	[%]	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN	
C1	589,79	49%	51%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	78,56
C2	43,00	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C3	15,83	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C4	3,50	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C5	54,88	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C6	344,20	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C7	41,57	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30

Tabla 8.29: Valores de CN ponderado para cuencas - Alternativa 3

Alternativa 3												
Cuenca	Área total	Área urbana	Área pastizal	Uso de suelo								CN ponderado
				Urbano				Pastizal				
	[has]	[km²]	[km²]	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN	
C1	591,61	49%	51%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	78,55
C2	57,00	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C3	25,73	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C4	22,42	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C5	17,54	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C6	5,83	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C7	288,85	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30
C8	41,57	0%	100%	70%	90	30%	70	70%	70	30%	81	73,30

8.3.3 Modelo de transformación precipitación - caudal

La transformación de la precipitación efectiva a caudal se realizó a través del método del hidrograma unitario de Clark. Este método se basa en dos parámetros para el cálculo, el tiempo de concentración (T_c) y el coeficiente de almacenamiento (R), que se vinculan a través de la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{R}{T_c + R}$$

Donde λ tiene relación con la pendiente media de la cuenca y la longitud del cauce principal considerada.

El tiempo de concentración representa el tiempo que demora el agua en recorrer el camino comprendido entre el punto más alejado de la cuenca y la salida de la misma, y por tanto, asegura que toda la cuenca esté aportando a la sección de interés.

En este caso, el cálculo del tiempo de concentración se efectuó de acuerdo a lo indicado en el informe presentado por Water-Resources Investigations, en base a un estudio de cuencas del estado de Illinois, que también determinó ecuaciones para el cálculo del coeficiente de almacenamiento de Clark.

Las expresiones que surgen del reporte mencionado para el cálculo del tiempo de concentración y el coeficiente de almacenamiento son las siguientes:

$$T_c = 1,54 * L^{0,875} * S^{-0,181}$$

$$R = 16,4 * L^{0,342} * S^{-0,790}$$

Dónde:

- T_c : tiempo de concentración (horas).
- L : longitud del flujo por el cauce principal desde la salida a la divisoria (millas).
- S : pendiente del cauce principal (pie/milla).

A continuación se muestran los parámetros calculados para cada cuenca y cada alternativa correspondiente.

Tabla 8.30: Parámetros para transformación lluvia – caudal

Alternativa 1				
Cuenca	Tiempo de concentración		R de Clark	λ
	[hs]	[min]	[hs]	adim.
C1	1,28	76,83	0,96	0,43
C2	0,43	26,07	0,51	0,54
C3	0,35	21,11	0,48	0,58
C4	0,18	10,87	0,29	0,62
C5	1,54	92,35	1,30	0,46
C6	0,65	38,82	0,61	0,49
C7	0,85	51,24	0,73	0,46

Tabla 8.31: Parámetros para transformación lluvia – caudal

Alternativa 2				
Cuenca	Tiempo de concentración		R de Clark	λ
	[hs]	[min]	[hs]	adim.
C1	1,53	91,83	1,16	0,43
C2	0,65	39,30	0,56	0,46
C3	0,44	26,62	0,51	0,53
C4	0,10	6,18	0,35	0,77
C5	0,68	40,93	0,81	0,54
C6	1,32	79,30	1,13	0,46
C7	0,50	29,72	0,48	0,49

Tabla 8.32: Parámetros para transformación lluvia – caudal

Alternativa 3				
Cuenca	Tiempo de concentración		R de Clark	λ
	[hs]	[min]	[hs]	adim.
C1	1,56	93,50	1,19	0,43
C2	0,67	40,10	0,57	0,46
C3	0,50	30,00	0,58	0,54
C4	0,26	15,68	0,34	0,56
C5	0,27	16,08	0,43	0,61
C6	0,27	15,99	0,64	0,71
C7	1,14	68,11	0,99	0,47
C8	0,50	29,72	0,48	0,49

8.3.4 Régimen de precipitaciones

Para el estudio hidrológico del sector de interés se utilizaron las curvas IDF (intensidad - duración - frecuencia) de la ciudad de Paraná publicadas en el manual de “Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos” de la UTN Regional Concordia, 2009. Estas curvas se obtuvieron a partir de datos pluviográficos de la Estación Experimental INTA de Paraná y del Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.) del Aeropuerto Paraná (serie 1963-2005). La ecuación que se utilizó para el cálculo de intensidades en la ciudad de Paraná es la siguiente:

$$i = \frac{601 (Tr)^{0,23}}{(d + 6)^{0,69}}$$

Dónde:

- Tr: período de retorno o recurrencia de diseño (años).
- d: duración de la tormenta (minutos).

Tabla 8.33: Intensidades máximas de precipitación para Paraná

INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN PARANÁ (mm/hora)									
Tr (años)	Duración (minutos)								
	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
50	218	181	125	82	53	40	25	16	10
25	186	154	106	70	45	34	21	13	8
20	177	146	101	66	43	33	20	13	8
10	151	125	86	57	36	28	17	11	7
5	128	106	73	48	31	24	15	9	6
2	104	86	59	39	25	19	12	7	5

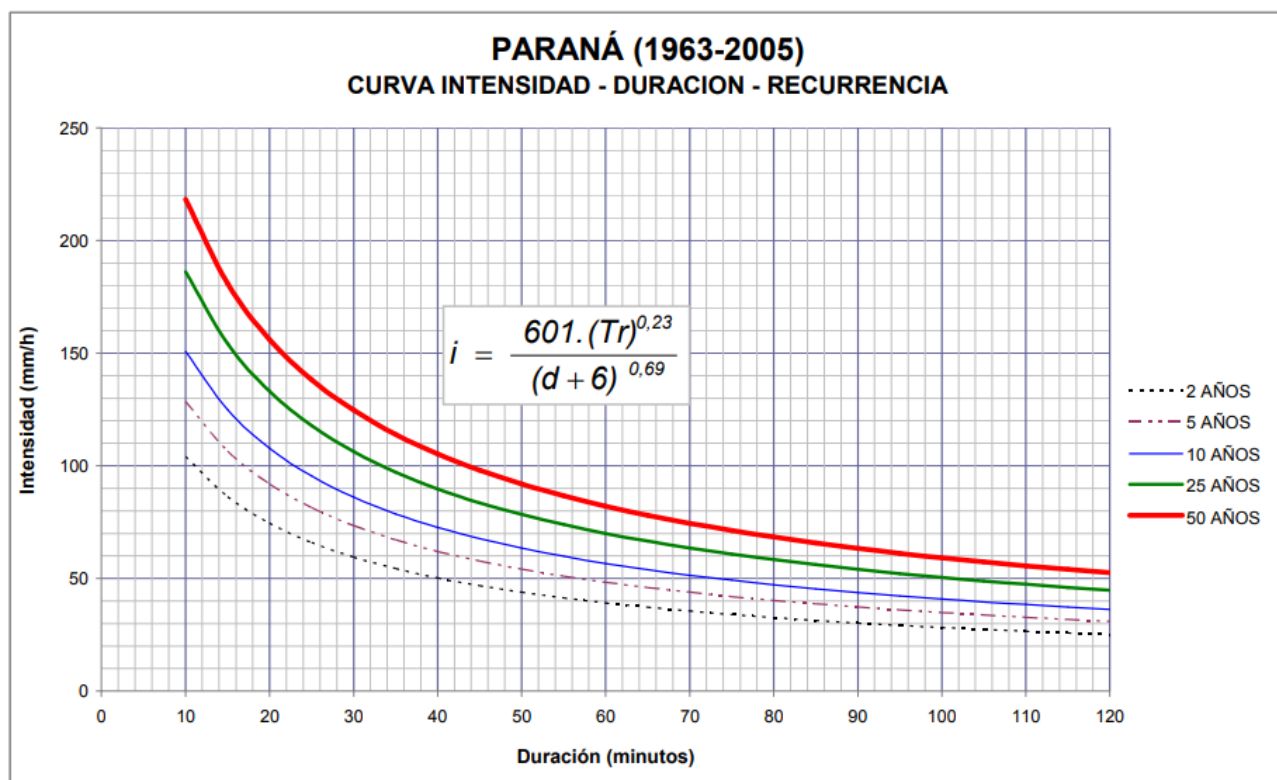


Figura 8.48: Curvas IDF Paraná para duraciones menores a 2 horas.

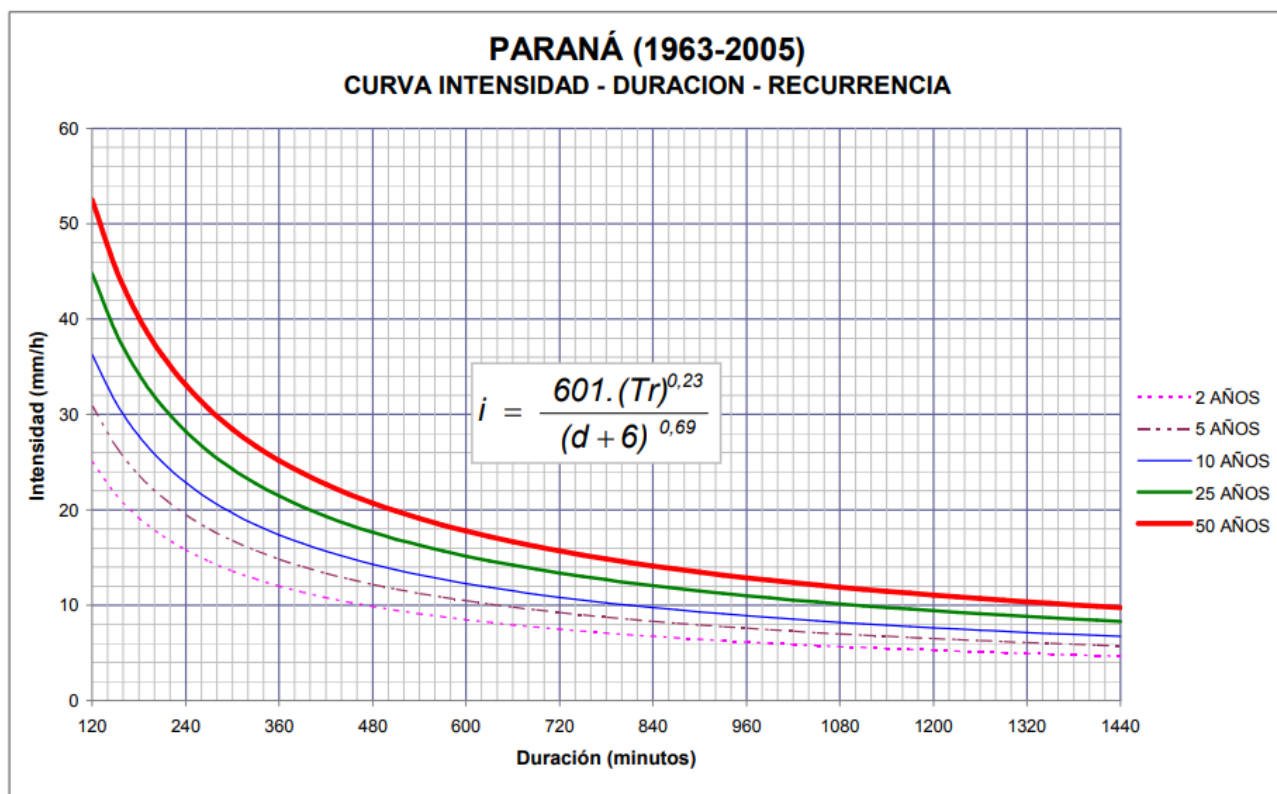


Figura 8.49: Curvas IDF Paraná para duraciones mayores a 2 horas

8.3.5 Duraciones de las tormentas

En la adopción de la duración de la tormenta se deben tener en cuenta las siguientes cuestiones:

La escorrentía generada requiere de un tiempo para llegar al punto de medición de la cuenca, este periodo se lo conoce como tiempo de concentración (T_c).

Entre dos lluvias con igual recurrencia, la de menor duración posee una mayor intensidad.

Si se adopta una duración de tormenta menor a este tiempo, nunca contribuirá la totalidad de la cuenca simultáneamente. Por el contrario, si la duración adoptada es demasiado larga, todos los puntos realizarán su aporte simultáneamente, pero al poseer una menor intensidad, el caudal producido será menor.

En la práctica, al inicio de la lluvia no existe escorrentía debido a las pérdidas generadas por la infiltración.

Finalmente, la duración de tormenta que genera el caudal máximo será algo mayor al tiempo de concentración y dependerá de las características físicas de la cuenca.

En este caso, se adoptó una duración de tormenta para cada cuenca de entre 1,5 a 3 veces el tiempo de concentración calculado (t_c). En este sentido se adoptaron cuatro duraciones diferentes de 30, 60, 120 y 180 minutos, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 8.34: Duraciones de tormenta alternativa 1

Alternativa 1				
Cuenca	Tc	Duraciones de tormenta		
		1,5tc	$\leq d \leq$	3tc
	[hs]	[hs]	[hs]	[hs]
C1	1,28	1,92	3,00	3,84
C2	0,43	0,65	1,00	1,30
C3	0,35	0,53	1,00	1,06
C4	0,18	0,27	0,50	0,54
C5	1,54	2,31	3,00	4,62
C6	0,65	0,97	1,00	1,94
C7	0,85	1,28	2,00	2,56

Tabla 8.35: Duraciones de tormenta alternativa 2

Alternativa 2				
Cuenca	Tc	Duraciones de tormenta		
		1,5tc	$\leq d \leq$	3tc
	[hs]	[hs]	[hs]	[hs]
C1	1,53	2,30	3,00	4,59
C2	0,65	0,98	1,00	1,96
C3	0,44	0,67	1,00	1,33
C4	0,10	0,15	0,50	0,31
C5	0,68	1,02	2,00	2,05
C6	1,32	1,98	3,00	3,97
C7	0,50	0,74	1,00	1,49

Tabla 8.36: Duraciones de tormenta alternativa 3

Alternativa 3				
Cuenca	Tc	Duraciones de tormenta		
		1,5tc	$\leq d \leq$	3tc
	[hs]	[hs]	[hs]	[hs]
C1	1,56	2,34	3,00	4,68
C2	0,67	1,00	2,00	2,00
C3	0,50	0,75	1,00	1,50
C4	0,26	0,39	0,50	0,78
C5	0,27	0,40	0,50	0,80
C6	0,27	0,40	0,50	0,80
C7	1,14	1,70	2,00	3,41
C8	0,50	0,74	1,00	1,49

8.3.6 Distribución temporal de lluvias

Para la distribución de la lluvia en el tiempo se adoptó el método de patrones de distribución temporal que brinda el manual mencionado anteriormente.

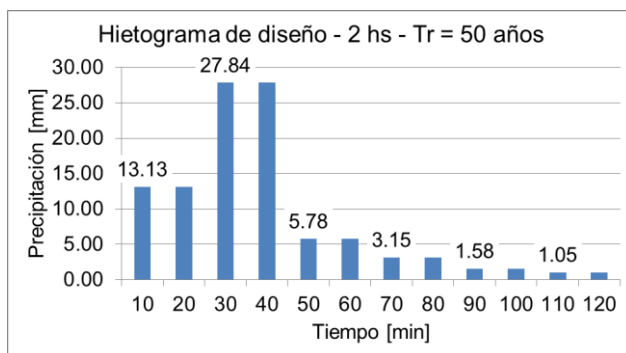
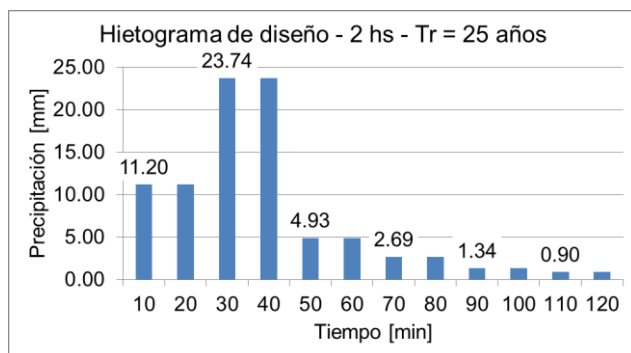
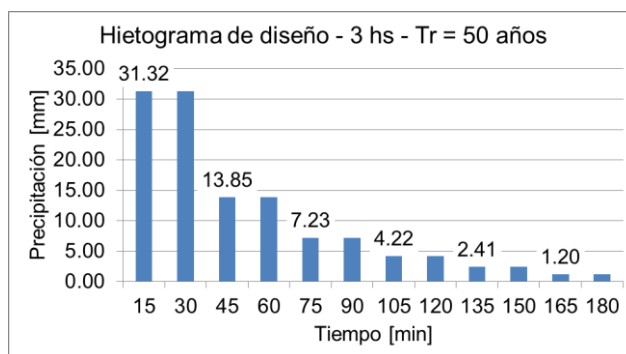
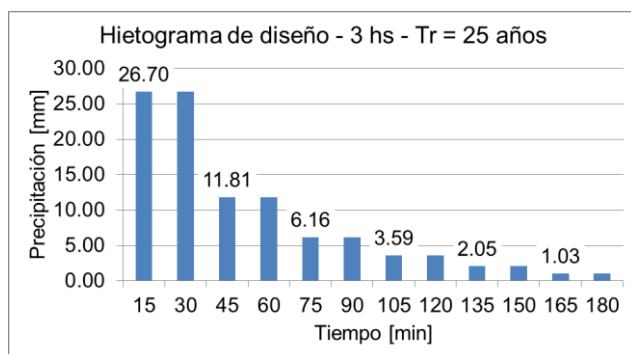
En el método de los patrones de distribución temporal la duración total de la tormenta se divide en cuantiles. Cada cuantil representa un porcentaje de la precipitación total.

A continuación se muestran los patrones que brinda el manual para la ciudad de Paraná, para cada rango de duración de tormenta, que fueron utilizados para definir las precipitaciones de diseño.

Tabla 8.37: Patrones de distribución temporal para Paraná

ESTACIÓN PARANÁ							
Duración (minutos)	Porcentaje de precipitación de cada cuantil						Cantidad de tormentas
<30	0.32	0.51	0.18				363
entre 30 y 60	0.14	0.49	0.30	0.07			60
entre 60 y 120	0.26	0.51	0.13	0.07	0.02		49
entre 120 y 180	0.25	0.53	0.11	0.06	0.03	0.02	72
entre 180 y 360	0.52	0.23	0.12	0.07	0.04	0.02	150
entre 360 y 720	0.09	0.23	0.45	0.15	0.06	0.03	67
entre 720 y 1440	0.12	0.40	0.23	0.15	0.07	0.03	12

Con estos cuantiles se definieron los cuatro hietogramas de precipitación para las recurrencias de 25 años (diseño) y 50 años (verificación).



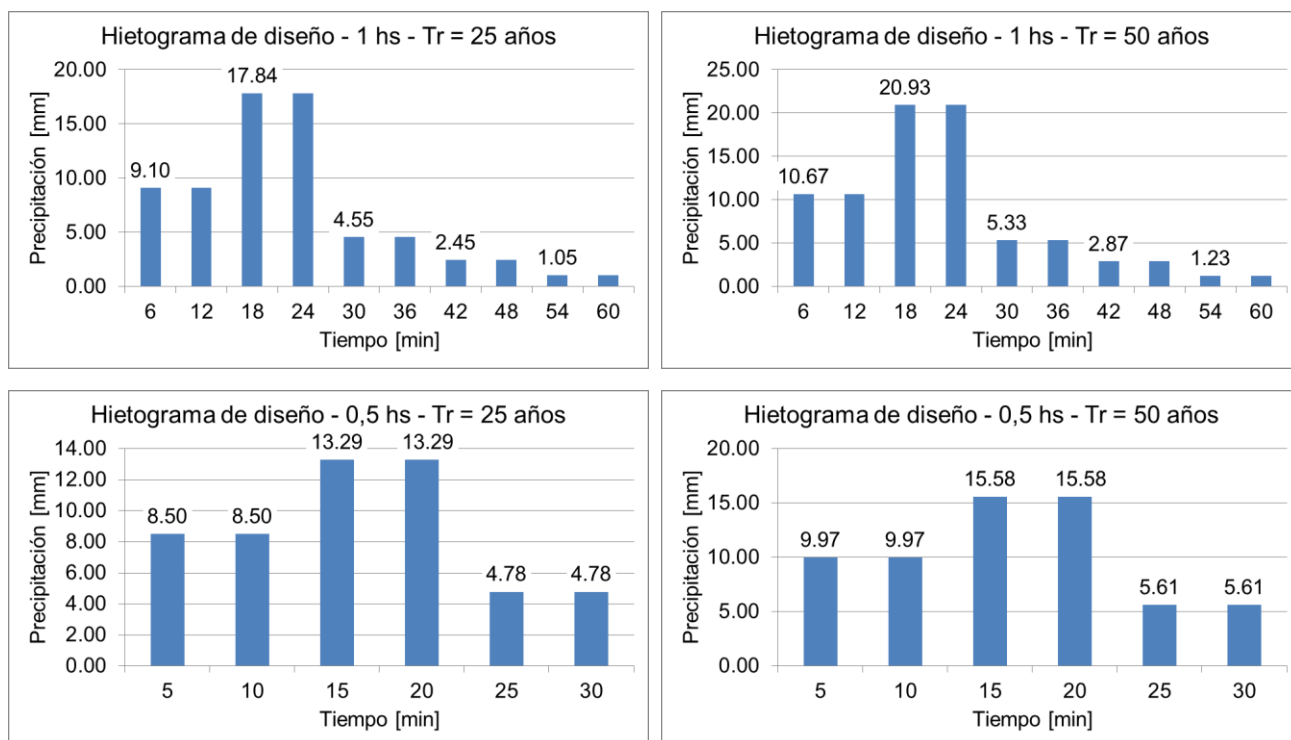
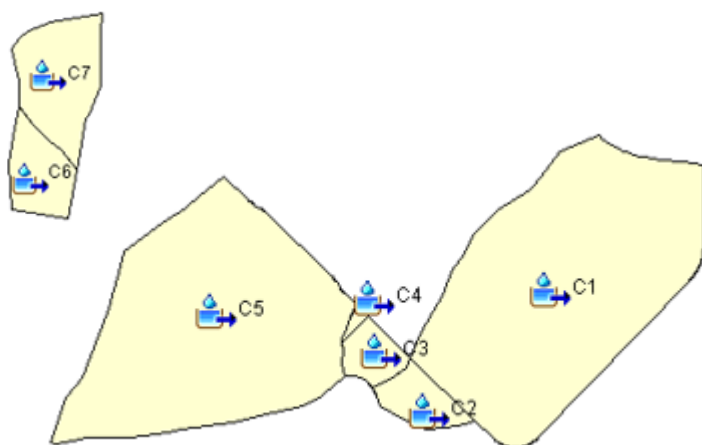


Figura 8.50: Hietogramas de diseño y verificación para 3, 2, 1 y 0,5 hs de duración

8.3.7 Resultados de la modelación hidrológica

La determinación del derrame máximo superficial para cada uno de los escenarios analizados, se realizó a partir de la modelación de cuencas utilizando el software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Model System) desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos. Este programa permite calcular el caudal máximo para una precipitación de diseño teniendo en cuenta todos los parámetros anteriormente desarrollados.

Como resultado de las modelaciones se obtuvieron los hidrogramas de salida y por tanto los caudales pico de cada cuenca de aporte al proyecto, para las distintas duraciones de tormenta y recurrencias analizadas. A continuación, se presentan los caudales resultantes utilizados en el diseño hidráulico de las obras de arte proyectadas en cada alternativa.



Alternativa 1		
Cuenca	Caudal pico	
	25 años	50 años
	[m³/s]	[m³/s]
C1	28,51	36,94
C2	1,76	2,49
C3	1,47	2,09
C4	0,15	0,22
C5	17,15	22,92
C6	2,62	3,70
C7	5,89	8,03

Figura 8.51: Esquema topológico y caudales de diseño y verificación – Alternativa 1

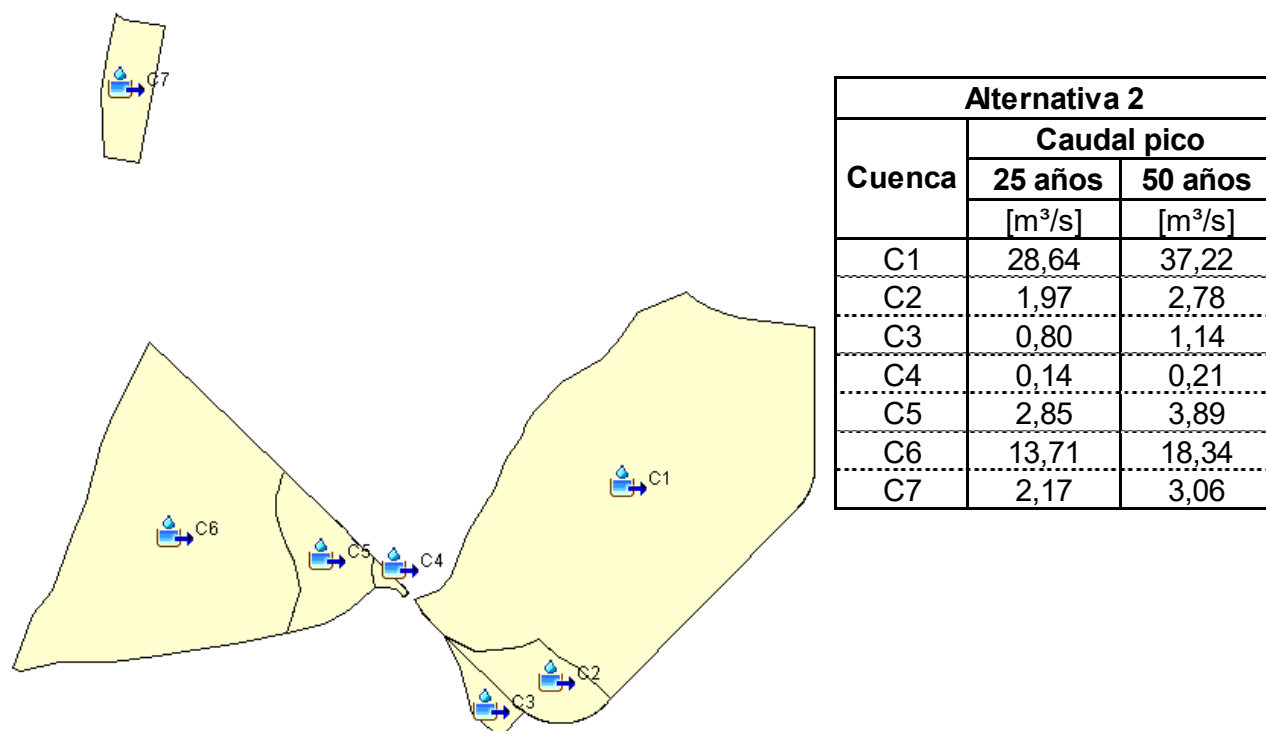


Figura 8.52: Esquema topológico y caudales de diseño y verificación – Alternativa 2

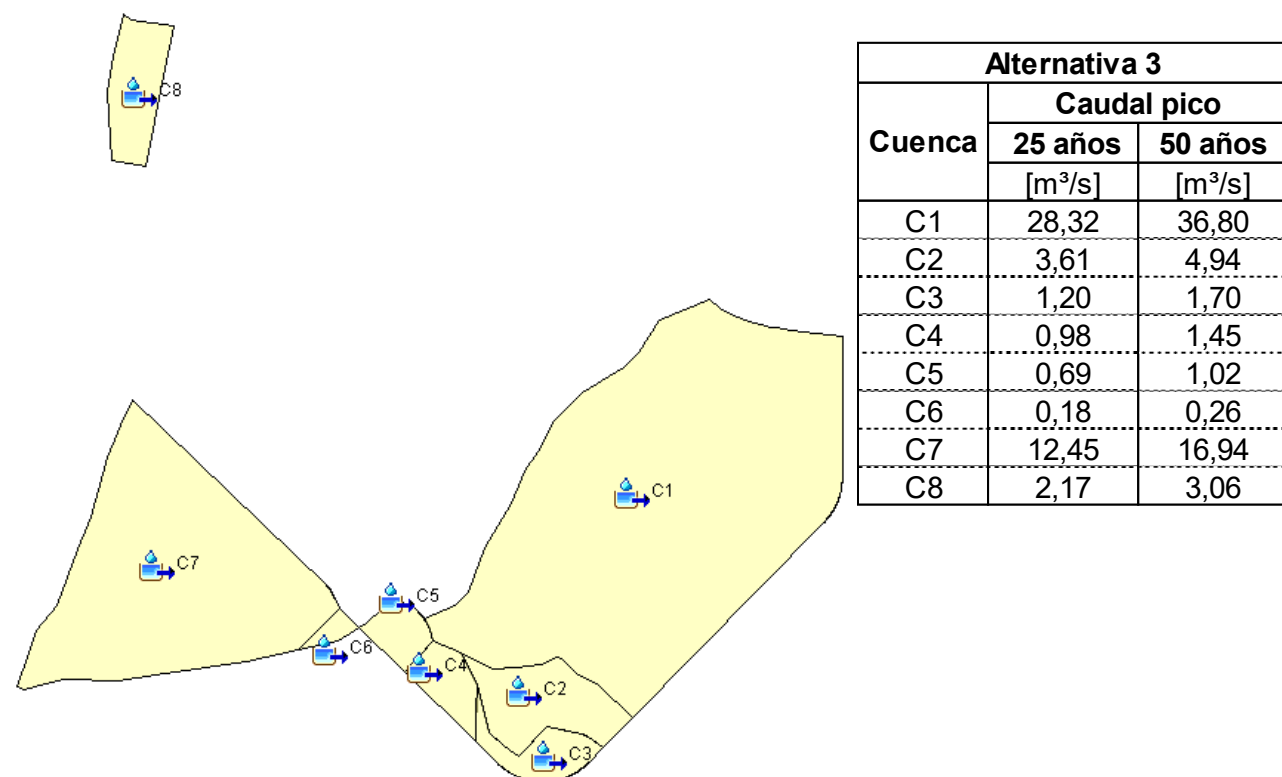


Figura 8.53: Esquema topológico y caudales de diseño y verificación – Alternativa 3

En las siguientes imágenes se presentan de modo aclaratorio las salidas graficas del software utilizado para la modelación, donde pueden observarse los respectivos hidrogramas de salida, los valores de pérdidas por infiltración en el suelo y la precipitación neta.

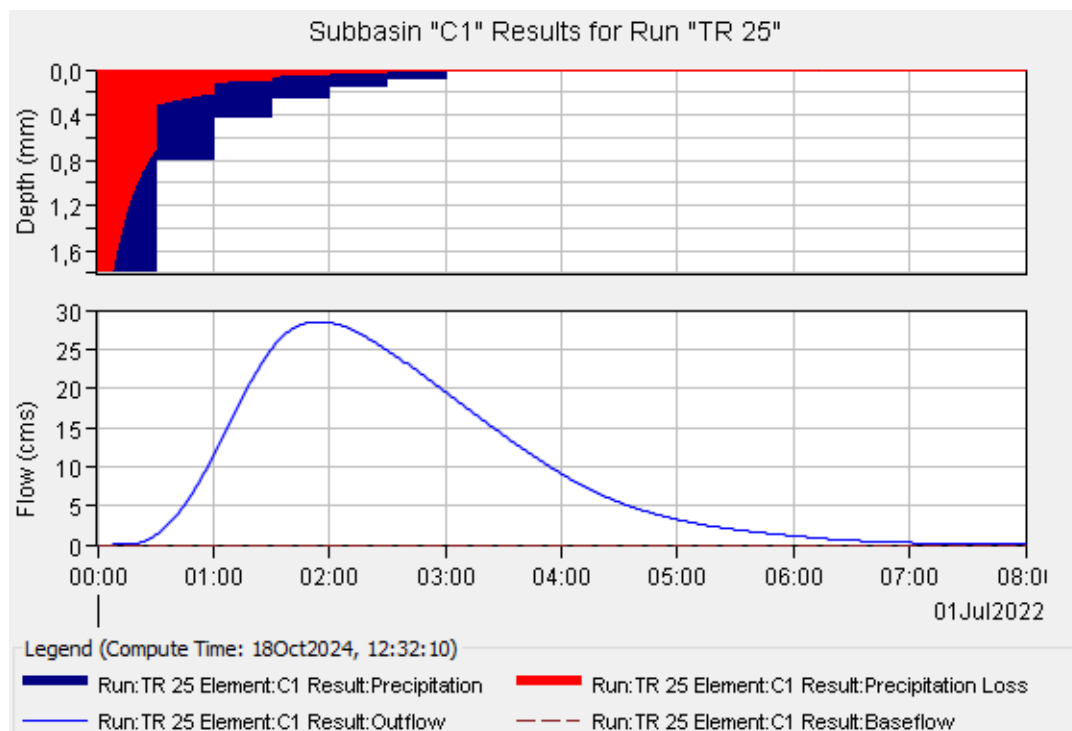


Figura 8.54: Hidrograma de salida HEC HMS para cuenca C1 – TR 25 años. Alternativa 1

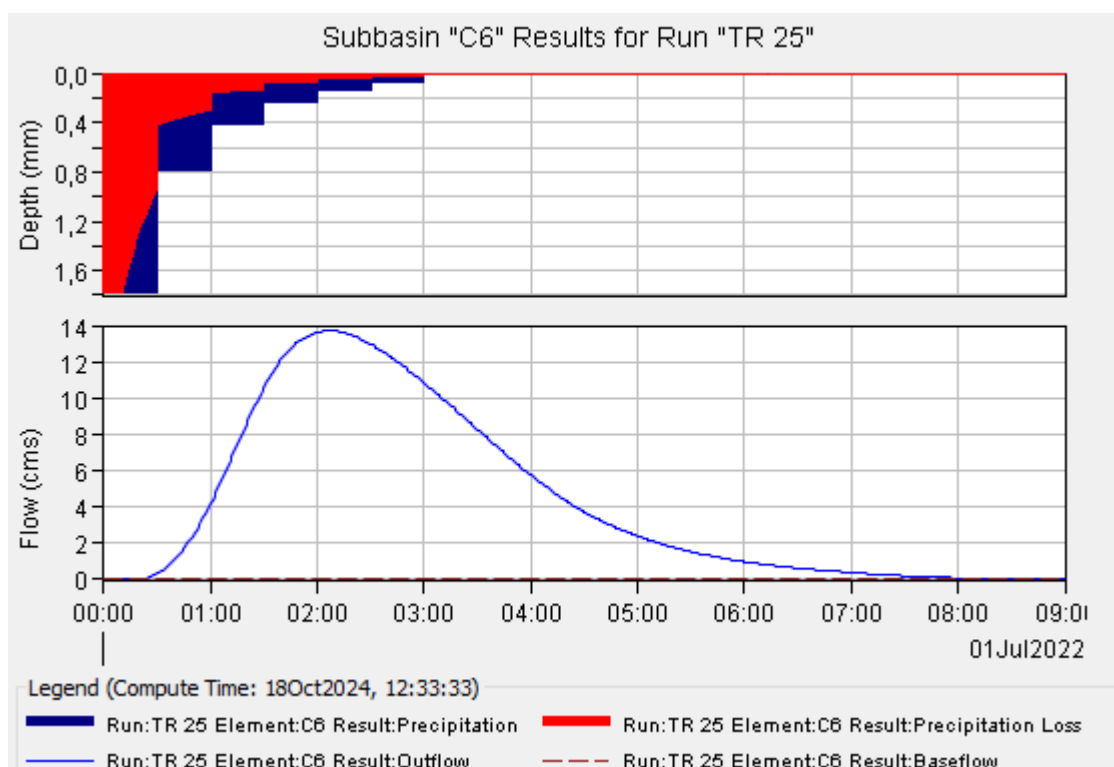


Figura 8.55: Hidrograma de salida HEC HMS para cuenca C6 – TR 25 años. Alternativa 2

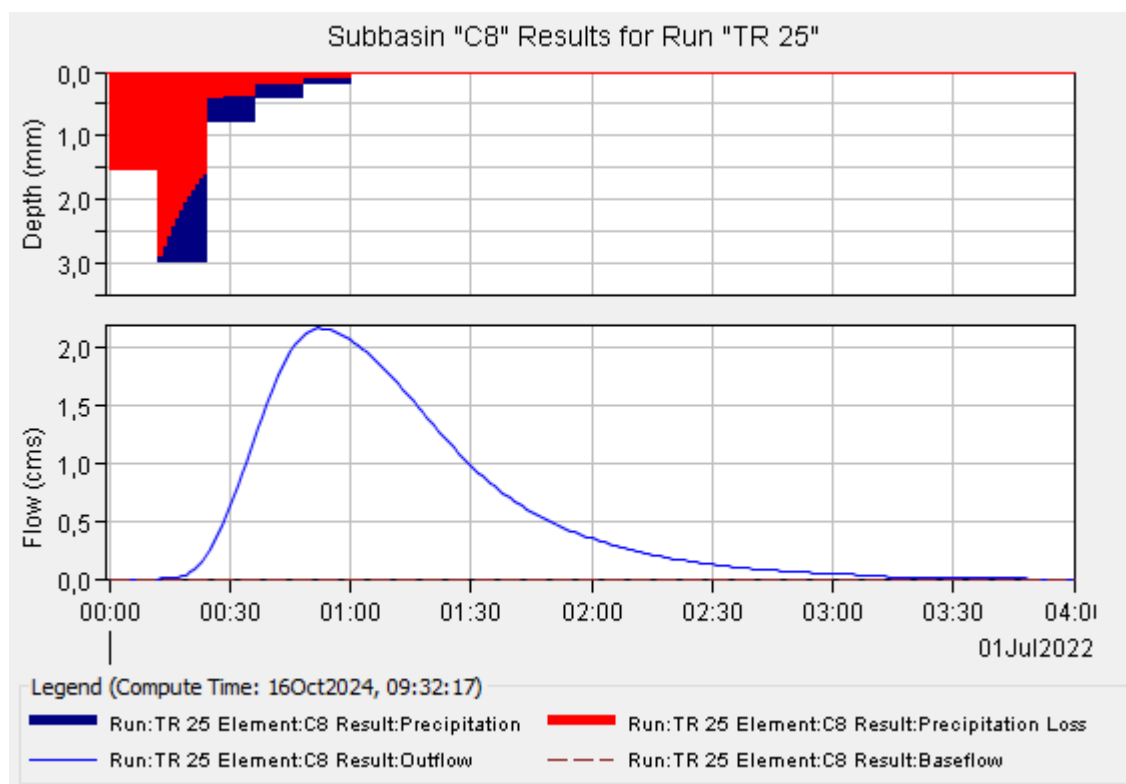


Figura 8.56: Hidrograma de salida HEC HMS para cuenca C8 – TR 25 años. Alternativa 3

8.4 Estudios hidráulicos de alcantarillas de las trazas

En este apartado del informe, a partir de los caudales obtenidos en el punto anterior, se realizó el diseño y la verificación hidráulica de las alcantarillas proyectadas y existentes sobre cada una de las trazas planteadas.

La modelación de las alcantarillas se realizó en el software HY-8, que permite verificar como trabaja la sección propuesta, ingresando los parámetros correspondientes a la sección propiamente dicha, cotas de desagüe en la entrada y en la salida, las características del terreno aguas abajo de la alcantarilla y el caudal asignado.

Como criterio de diseño de cada una de las secciones propuestas, para caudales de 25 años de recurrencia se pretende una revancha de seguridad mínima del 30% de la altura de la alcantarilla.

Como criterio adicional de verificación para caudales de 50 años de recurrencia, no debe producirse el sobrepaso de la rasante de la traza proyectada.

Las alcantarillas proyectadas de sección rectangular son de hormigón armado del tipo O-41211. Las alcantarillas con caudales menores se plantearon de sección circular de 80 cm de diámetro, conformadas por caños de hormigón con cabezales en la entrada y la salida.

A continuación se presenta a modo de ejemplo una salida del software utilizado para la modelación de las alcantarillas.

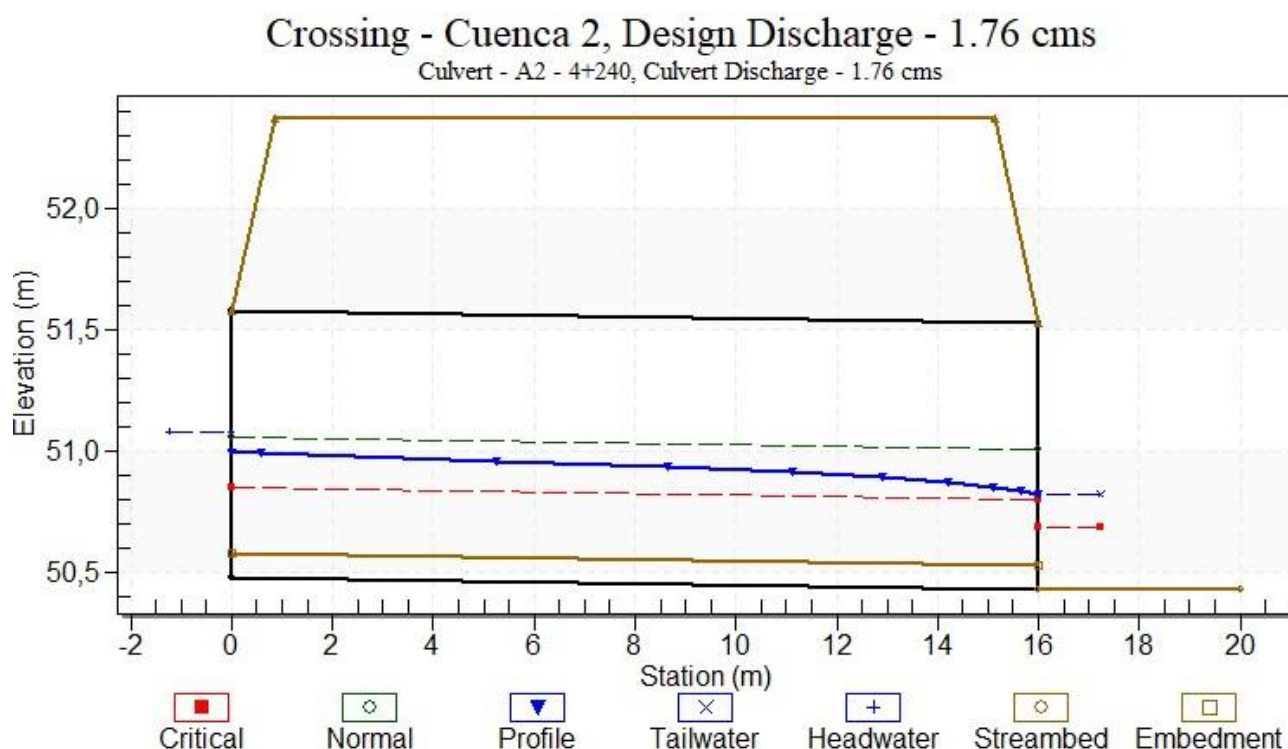


Figura 8.57: Alcantarilla proyectada (A2 de Alternativa 1) para un caudal de diseño de 1,76 m³/s.

A continuación se presentan las secciones definidas y los resultados de la modelación para cada una de las alcantarillas proyectadas en cada alternativa.

L: ancho; H: altura; J: longitud; C.E.: cota entrada; C.S.: cota salida; C.R.: cota rasante

Tabla 8.38: Tabla Resumen alcantarillas proyectadas. Alternativa 1

Alc.	Prog.	Caudal Diseño	Caudal Verif.	N° luces	Ø	L	H	J	C.E	C.S.	Tirante de diseño		C.R.
		[m ³ /s]	[m ³ /s]								[m]	[%]	
A1	1+420	28,51	36,94	2		1,10	2,20	40,00	33,30	33,30	-	-	39,22
A2	4+240	1,76	2,49	2		2,00	1,00	16,00	50,48	50,43	0,41	41%	52,37
A3	5+470	1,47	2,09	2		1,50	1,00	16,00	53,11	53,00	0,40	40%	55,14
A4	5+550	0,15	0,22	1	0,80			16,00	54,23	54,16	0,31	39%	55,82
A5	7+170	17,15	22,92	2		4,00	2,00	16,00	45,15	45,15	1,30	65%	47,69
A6	9+000	2,62	3,70	3		1,50	1,00	16,00	43,40	43,35	0,50	50%	45,17
A7	9+480	5,89	8,03	2		4,00	1,00	16,00	47,50	47,50	0,60	60%	49,16

Tabla 8.39: Tabla Resumen alcantarillas proyectadas. Alternativa 2

Alc.	Prog.	Caudal Diseño	Caudal Verif.	N° luces	Ø	L	H	J	C.E	C.S.	Tirante de diseño		C.R.
		[m³/s]	[m³/s]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	
A1	1+506	28,64	37,22	2		1,10	2,20	40,00	33,30	33,30	-	-	39,22
A2	3+698	1,97	2,78	2		1,50	1,00	16,00	39,02	38,97	0,29	29%	41,03
A3	4+433	0,80	1,14	2		1,50	1,00	16,00	48,40	48,40	0,30	30%	50,00
A4	5+937	0,14	0,21	1	0,80			16,00	59,30	59,20	0,30	38%	60,80
A5	6+691	2,85	3,89	3		1,50	1,00	16,00	52,63	52,53	0,36	36%	54,27
A6	7+952	13,71	18,34	2		4,00	1,50	16,00	47,25	47,25	1,00	67%	49,42
A7	10+128	2,17	3,06	2		2,00	1,00	16,00	45,12	45,07	0,32	32%	46,95

Tabla 8.40: Tabla Resumen alcantarillas proyectadas. Alternativa 3

Alc.	Prog.	Caudal Diseño	Caudal Verif.	N° luces	Ø	L	H	J	C.E	C.S.	Tirante de diseño		C.R.
		m³/s	m³/s		m	m	m	m	m	m	m	%	
A1	1+506	28,32	36,80	2		1,10	2,20	40,00	33,30	33,30	-	-	39,22
A2	3+697	3,61	4,94	3		1,50	1,25	16,00	39,02	38,97	0,50	40%	40,68
A3	4+136	1,20	1,70	2		1,50	1,00	16,00	42,32	42,27	0,34	34%	43,95
A4	5+549	0,98	1,45	2		1,50	1,00	16,00	52,40	52,35	0,30	30%	53,99
A5	5+901	0,69	1,02	1		2,00	1,00	16,00	54,90	54,85	0,31	31%	56,80
A6	6+554	0,18	0,26	1	0,80			16,00	59,58	59,50	0,33	41%	61,05
A7	8+591	12,45	16,94	3		2,00	1,50	16,00	48,05	48,00	1,19	79%	50,32
A8	10+803	2,17	3,06	2		2,00	1,00	16,00	45,12	45,07	0,32	32%	46,95

9 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO

9.1 Objetivos

El objetivo del presente capítulo es el de llevar a cabo el diseño de la estructura de pavimento flexible sobre los tramos homogéneos resultante del Estudio de Tránsito, así como de eventuales variaciones en los suelos de la subrasante. El proceso incluye un abordaje tanto de estructura flexible.

Debido a las malas experiencias previas con el comportamiento del pavimento rígido sobre suelos expansivos que ha habido en la provincia de Entre Ríos, especialmente en la RN 127 que sufrió un deterioro importante en menos de 10 años de su puesta en servicio y también en la RN 14 que presentó fisuras en las losas al poco tiempo de habilitada, no se consideró el análisis de la alternativa de pavimento rígido.



Figura 9.1: Estado del pavimento rígido la Ruta Nac. 127

9.2 Metodología

Para el caso del diseño de estructuras flexibles se utilizó la metodología empírica AASHTO 93 para un periodo de 15 años, la cual luego se sometió a una verificación asociada a la fatiga del concreto asfáltico mediante metodología elástica multicapas. El diseño empírico se complementó con una previsión de refuerzo estructural para alcanzar un periodo de análisis de 30 años.

9.3 Análisis de los suelos existentes

9.3.1 Análisis de sondeos

Los resultados de los sondeos se analizan a la luz de los tramos homogéneos establecidos a partir del estudio de tránsito bajo el siguiente esquema.

- Tramo 1 (Este) → Sondeos 4 a 8
- Tramo 2 (Oeste) → Sondeos 1 a 4

Tabla 9.1: Suelos del Tramo 1 (Este)

Sondeo	Prof. (m)		Pasa Tamiz (%)		L.L.	L.P.	I.P.	H.Nat.	H.R.B.	IG	Rel.
	de	a	40	200	%	%	%	%			Hn / LP
S-4	0,00	0,50	100	93	61,0	28,2	32,8	26,0 %	A-7-6	35	0,92
	0,50	1,00	96	94	71,6	24,3	47,3	29,0 %	A-7-6	51	1,19
	1,00	1,50	100	95	81,7	23,9	57,8	24,0 %	A-7-6	63	1,00
	1,50	2,00	100	96	54,1	26,6	27,5	18,7 %	A-7-6	31	0,70
S-5	0,00	0,50	100	90	85,1	31,7	53,4	27,0 %	A-7-5	56	0,85
	0,50	1,00	62	56	76,5	32,8	43,7	22,5 %	A-7-5	22	0,69
	1,00	1,50	86	84	79,2	36,2	43,0	38,9 %	A-7-5	42	1,07
	1,50	2,00	86	86	80,4	34,6	45,8	23,0 %	A-7-5	46	0,66
S-6	0,00	0,50	100	99	41,2	22,8	18,4	25,0 %	A-7-6	20	1,10
	0,50	1,00	84	76	36,9	21,2	15,7	13,5 %	A-6	11	0,64
	1,00	1,50	100	96	63,6	26,4	37,2	26,5 %	A-7-6	41	1,00
	1,50	2,00	100	99	52,9	26,6	26,3	22,3 %	A-7-6	31	0,84
S-7	0,00	0,50	100	99	36,4	21,0	15,4	15,3 %	A-6	16	0,73
	0,50	1,00	100	92	50,3	22,4	27,9	21,9 %	A-7-6	28	0,98
	1,00	1,50	82	46	33,3	15,6	17,7	12,6 %	A-6	4	0,81
	1,50	2,00	92	66	26,5	14,2	12,3	10,6 %	A-6	5	0,75
S-8	0,00	0,50	94	90	58,2	30,4	27,8	23,5 %	A-7-5	29	0,77
	0,50	1,00	100	92	54,1	27,2	26,9	22,5 %	A-7-6	28	0,83
	1,00	1,50	100	88	65,3	32,3	33,0	28,5 %	A-7-5	34	0,88
	1,50	2,00	100	82	84,1	32,5	51,6	34,9 %	A-7-5	48	1,07

Tabla 9.2: Suelos del Tramo 1 (Oeste)

Sondeo	Prof. (m)		Pasa Tamiz (%)		L.L.	L.P.	I.P.	H.Nat.	H.R.B.	IG	Rel.
	de	a	40	200	%	%	%	%			Hn / LP
S-1	0,00	0,50	100	95	76,5	30,0	46,5	32,4 %	A-7-5	52	1,08
	0,50	1,00	96	95	85,0	28,1	56,9	33,9 %	A-7-6	63	1,21
	1,00	1,50	100	98	81,7	37,1	44,6	35,8 %	A-7-5	54	0,96
	1,50	2,00	100	92	100,0	36,2	63,8	43,6 %	A-7-5	70	1,20
S-2	0,00	0,50	100	95	81,1	27,2	53,9	26,5 %	A-7-6	59	0,97
	0,50	1,00	93	86	34,5	19,0	15,5	24,9 %	A-6	13	1,31
	1,00	1,50	100	99	43,2	24,4	18,8	28,2 %	A-7-6	21	1,16
	1,50	2,00	100	96	41,1	23,4	17,7	30,3 %	A-7-6	19	1,29
S-3	0,00	0,50	100	94	70,5	28,5	42,0	33,4 %	A-7-6	46	1,17
	0,50	1,00	96	91	76,5	29,9	46,6	34,2 %	A-7-6	49	1,14

Sondeo	Prof. (m)		Pasa Tamiz (%)		L.L.	L.P.	I.P.	H.Nat.	H.R.B.	IG	Rel.
	de	a	40	200	%	%	%	%			Hn / LP
	1,00	1,50	100	99	66,3	25,6	40,7	35,1 %	A-7-6	47	1,37
	1,50	2,00	100	97	74,1	28,0	46,1	34,7 %	A-7-6	53	1,24
S-4	0,00	0,50	100	93	61,0	28,2	32,8	26,0 %	A-7-6	35	0,92
	0,50	1,00	96	94	71,6	24,3	47,3	29,0 %	A-7-6	51	1,19
	1,00	1,50	100	95	81,7	23,9	57,8	24,0 %	A-7-6	63	1,00
	1,50	2,00	100	96	54,1	26,6	27,5	18,7 %	A-7-6	31	0,70

De acuerdo a los valores disponibles se realizan las siguientes consideraciones:

- En referencia al tipo de suelos, los mismos son de la tipología A7, preponderantemente A7-6 en el Tramo 2, y de manera repartida entre A7-6 y A7-5 en el Tramo 1.
- En términos de calidad física según Índice de Grupo y Potencial Expansivo, la siguiente tabla pone de manifiesto estas características a la luz del promedio y el percentil 80.

Tabla 9.3: Valores estadísticos de los suelos

Tramo	Estadística	LL	IP	IG
1	Promedio	60	33	32
	Pk80	79	46	46
2	Promedio	69	41	45
	Pk80	82	54	59

Es posible observar que si bien se advierte una leve mejoría en el Tramo 1 respecto del Tramo 2, ambos se presentan en términos generales bajo una condición representativa asociada a un potencial expansivo alto.

- En lo que refiere al grado de humedad de los suelos, la siguiente tabla permite identificar dicha condición para cada tramo en términos de la relación entre la humedad natural y el límite plástico, desde el punto de vista estadístico.

Tabla 9.4: Valores estadísticos de la humedad en relación al LP

Tramo	Estadística	Hnat/LP
1	Promedio	0,87
	Pk80	1,02
2	Promedio	1,12
	Pk80	1,24

En este caso si se presenta una marcada diferencia entre ambos tramos, denotando una humedad natural en el orden del límite plástico o algo inferior en el Tramo 1, y una humedad por encima del límite plástico en el Tramo 2. Dichas condiciones se presentan de manera independiente a la profundidad.

Si bien no se observan variaciones de relevancia en las propiedades físicas de los suelos, entendiéndose por ello a la granulometría y la consistencia, si se advierte que el Tramo 2 presenta

un exceso de humedad en los suelos como común denominador, aspecto que no se advierte en el Tramo 1. Esta diferencia implica la necesidad de contemplar diferentes condiciones de subrasante para el diseño estructural en cada uno de los dos tramos.

9.3.2 Ensayo DCP

Los resultados del Ensayo DCP se analizan por cada tramo homogéneo por separado a fin de evaluar si se presentan diferencias desde el punto de vista portante.

Tabla 9.5: Ensayos DCP del Tramo 1 (Este)

Profundidad mm	DCP (mm/g)					Promedio DCP	Altura cm
	S4	S5	S6	S7	S8		
50	22,8	26,3	15	20	21,9	21,0	45
100							
150							
200							
250							
300	36,1	20,6	33,5	12,3	15,2	28,0	50
350							
400							
450							
500							
550							
600							
650							
700							
750							
800	23,8	16,9	22,5	33,8	29,8	24,2	30
850							
900							
950							
1000							
1050							
1100							
1150							
1200							
1250							
1300	30	7,4	10,9	24,8	20,4	20,6	
1350							
1400							
1450							
1500							
1550							
1600							
1650							
1700							
1750							
1800							

Tabla 9.6: Ensayos DCP del Tramo 2 (Oeste)

Profundidad	DCP (mm/g)				Promedio	Altura				
mm	S1	S2	S3	S4	DCP	cm				
50	35	32,5	50,2	22,8	35,8	20				
100										
150										
200										
250	65	42,5	36,1	23,8	46,3	40				
300										
350										
400										
450		32,5								
500										
550										
600										
650	40,6	22,1	21,0	28,6	38,6	40				
700										
750										
800										
850		31,4								
900										
950										
1000										
1050	27,1	8,9	11,3	30	28,2	30				
1100										
1150										
1200										
1250		17,3								
1300										
1350										
1400										
1450	21,5				21,5					
1500										
1550										
1600										
1650										
1700										
1750										

Se observa, en sintonía con las diferencias en el grado de humedad de los suelos entre los dos tramos, que el Tramo 1 presenta una condición portante sensiblemente superior al Tramo 2. En efecto, en el primero el Índice DCP promedio oscila entre 20 y 28 mm/golpe con una razonable homogeneidad en profundidad. Por el contrario, el Tramo 2 presenta una capacidad portante creciente con valores medios del Índice DCP en el orden de los 40 mm/golpe o superiores en el

primer metro de profundidad, para luego incrementarse hasta valores cercanos a los 20 mm/golpe por debajo del metro y medio de profundidad.

Seguidamente y a fin de incorporar la condición de humedad de los suelos en el análisis portante, se apeló a las correlaciones del Ing. Norberto Cerutti, a fin de obtener un valor de CBR en función del índice DCP, teniendo en cuenta tanto el grado de humedad como el índice de grupo de los suelos. A tal fin, para el presente caso y de acuerdo a lo analizado en cuanto a la información de los sondeos, las condiciones de borde son las siguientes:

- Índice de grupo → Mayor a 15 para ambos tramos
- Humedad → 25% por encima de la Humedad óptima en el Tramo 2, y en la Humedad óptima en el Tramo 1

Se obtuvieron los siguientes resultados para cada tramo:

Tabla 9.7: Valores de CBR y MR del Tramo 1 (Este)

Profundidad	DCP	CBR	MR	MR equ
cm	mm/g	%	mpa	mpa
45	21,0	4,6	48	46
50	28,0	3,9	43	
30	24,2	4,2	45	
-	20,6	4,6	48	

Tabla 9.8: Valores de CBR y MR del Tramo 2 (Oeste)

Profundidad	DCP	CBR	MR	MR equ
cm	mm/g	%	mpa	mpa
20	35,8	1,6	26	23
40	46,3	1,1	19	
40	38,6	1,5	23	
30	28,2	2,1	29	
-	21,5	2,6	33	

Los valores del módulo resiliente fueron calculados por correlación con el CBR mediante ecuación recomendada por la AASHTO 2002 (MEPDG) donde $MR = 18 \text{ CBR}^{0,64}$ (mpa). Adicionalmente el módulo equivalente fue determinado mediante modelo de Ivanov.

9.3.3 Calicatas

Seguidamente se presenta la información resultante de las calicatas realizadas:

Tabla 9.9: Información de las calicatas

Calicata	Profundidad	HRB	IG	Dnat	DSM	Hnat	Hopt	CBR (%)		Hincham.
	cm			g/cm3	g/cm3	%	%	Inmed.	Embeb.	%
1	50 a 80	A7-6	58	1,085	1,355	31,0	28,5	4,0	0,9	2,6
2	50 a 80	A7-6	61	1,161	1,368	23,1	26,0	4,6	0,8	2,9
3	50 a 80	A7-6	40	1,249	1,431	28,3	27,3	4,2	1,5	2,3
4	50 a 80	A7-6	58	1,225	1,373	32,5	30,2	5,4	1,0	1,8

Las calicatas C3 y C4 se corresponden con el Tramo 1 (Este) mientras que las C1 y C2, con el Tramo 2 (Oeste). Se observa la consistencia entre los valores inmediatos y los tras inmersión con los obtenidos por correlación con el Índice DCP para la condición de humedad óptima y la de 25% por encima de la óptima respectivamente, validando dicho análisis. Adicionalmente también se aprecia como los valores de hinchamiento posiciona a tres de las muestras en la condición de alto hinchamiento prevista por la DNV en sus especificaciones técnicas generales, es decir con un valor superior al 2%.

9.3.4 Valor de diseño

Para el caso del Tramo 2 (Oeste) no quedan dudas de que la condición con humedad superior a la óptima es la representativa. En tal fin y considerando la consistencia alcanzada entre las diversas aristas del presente análisis, se asume como referencia más representativa para la determinación del valor portante de diseño, al CBR obtenido por correlación con el DCP teniendo en cuenta la humedad de los suelos. En este caso el módulo resiliente equivalente asume un valor de 23 mpa, consistente con un CBR = 1,5%.

Para el caso del Tramo 1 (Este), no se consideró conveniente asumir la condición de humedad y resistencia que presentan actualmente los suelos en virtud de que la misma podría verse reducida por eventuales efectos de la humedad. Asimismo, considerar una condición permanente de humedad por encima de la óptima tampoco es consistente con la realidad. De esta manera, se consideró razonable asumir un valor de diseño de magnitud intermedia el cual se establece en un CBR del 3%, consistente con un módulo resiliente de 36 mpa. Adicionalmente este valor coincide con el promedio entre los valores de CBR inmediato y tras inmersión obtenidos en laboratorio para las Calicatas C3 y C4.

El resumen es el siguiente:

Tramo 1 (Este) → Mr = 36 mpa = 5220 psi

Tramo 2 (Oeste) → Mr = 23 mpa = 3335 psi

9.4 Carga de Tránsito

9.4.1 TMDA

La magnitud del TMDA de diseño se determinó a partir de las series de crecimiento anual del tránsito desarrolladas en el presente estudio, promediando los valores correspondientes a cada periodo de diseño y para cada uno de los dos tramos homogéneos involucrados.

Tabla 9.10: Valores de tránsito

Tramo		Periodo	TMDA
		años	veh/día
1	Este	15	3994
2	Oeste	15	2954

9.4.2 Composición

La composición del tránsito se obtuvo de la misma referencia antes mencionada para cada uno de los tramos homogéneos.

Tabla 9.11: Composición del tránsito

Vehículo	TRAMO	
	1	2
Autos y Ctas	45,60	61,67
Bus 1-1	0,10	0,07
Bus 1-2	0,92	0,65
1-1	1,81	1,27
1-2	1,23	0,87
1-1-1-1	1,23	0,87
1-1-1-2	8,69	6,13
1-2-1-2	3,18	2,24
1-1-1	0,62	0,43
1-1-2	5,86	4,13
1-1-3 / 1-2-2	4,35	3,06
1-2-3	26,41	18,61

9.4.3 Factor de camión

Se asumieron los valores del Factor de Camión previstos por la DNV para cada tipo de vehículo bajo el siguiente detalle.

Tabla 9.12: Factores de camión

Vehículo	FC
Auto	0,03
Bus 1-1	0,00
Bus 1-2	0,01
1-1	0,05
1-2	0,01

Vehículo	FC
1-1-1-1	0,10
1-1-1-2	0,17
1-2-1-2	0,03
1-1-1	0,03
1-1-2	0,21
1-1-3	0,02
1-2-2	0,02
1-2-3	0,32

9.4.4 Factores de Ejes equivalentes (ESAL)

A partir del cálculo combinado que resulta del producto entre la incidencia porcentual de cada tipo de vehículo y el factor de camión correspondiente, y la posterior suma acumulada, se obtuvieron los siguientes valores del ESAL para cada caso.

Tabla 9.13: Factores de eje equivalente

Tramo	ESAL
1	2,506
2	1,778

9.4.5 Factor de trocha

Considerando una carretera de dos trochas, el factor asociado se asume en 50% para cada trocha, es decir $F_t = 0,50$.

9.4.6 Carga acumulada N8.2

El cálculo de la carga acumulada se realiza bajo la siguiente expresión

$$N (8,2 \text{ tn}) = \text{TMDA} \times \text{ESAL} \times F_t \times 365 \times m$$

donde m es el período de diseño de 15 años. Se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 9.14: Número de ejes equivalentes

Tramo	N8.2 millones
1	23,2
2	12,2

9.5 Materiales

La definición de los diversos materiales a involucrar se realizó a partir de las siguientes condiciones de borde:

- Teniendo presente el carácter expansivo de los suelos se utilizarán estratos de suelo tratado con cal entre las capas estructurales y el suelo expansivo. El objetivo es mantener una diferencia de altura entre cota de rasante y plano superior del suelo expansivo de entre 0,80 y

1,00 metros. Adicionalmente estas capas se consideran a desarrollar a lo largo de todo el ancho del terraplén a fin de reducir el grado de humectación de los suelos subyacentes como consecuencia de las precipitaciones.

- Partiendo de la base de que la carga de ejes es relativamente elevada (superior a los 10 millones de ejes equivalentes acumulados) se utilizarán por debajo del concreto asfáltico materiales ligados hidráulicamente a fin de minimizar los potenciales efectos de fatiga del primero. Adicionalmente se considera una liga moderada a fin de evitar riesgos de fisuración refleja. Complementariamente a lo referido, el uso de capas ligadas hidráulicamente implica la disposición de módulos mayores, tanto en base como en subbase, lo que permitirá además dar mayor cobertura y por lo tanto menor sollicitación a los suelos naturales caracterizados con muy baja resistencia.

– **Concreto asfáltico (CAC)**

El concreto asfáltico se asume del tipo denso convencional, con tamaño máximo de 19 mm y cemento asfáltico del tipo CA-30. El material se considera satisfaciendo las especificaciones técnicas generales de la DNV en su versión 2017. Dentro de dichos requisitos se prevé una estabilidad marshal mínima de 1000 kg y una relación estabilidad fluencia máxima de 4500 kg/cm. A tal fin se considera un coeficiente de aporte de 0,17 1/cm y un módulo de rigidez de 3000 mpa para la capa superior y de 2800 mpa para la inferior, considerando a esta última con un menor grado de envejecimiento a largo plazo.

– **Base (GCTO)**

La base se asume mediante un Grava Cemento. Dicho material se considera en lo que a la mezcla de áridos se refiere, satisfaciendo los requisitos previstos por la DNV para una Base Granular en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales Edición 1998. El contenido de cemento asociado se asume como aquel que garantice una resistencia a los 7 días entornada entre 22 y 25 kg/cm³. El material no se considera a dosificar por durabilidad.

El material se considera en cuanto a su módulo inicial de servicio con un valor del orden del mínimo previsto este tipo de materiales, es decir de 4500 mpa. Dicho valor se traduce en un coeficiente de aporte de 0,075 1/cm.

En cuanto al módulo de rigidez, el mismo se considera variando entre los 4500 mpa iniciales y un valor residual de 700 mpa una vez microfisurado (recomendación de la MEPDG). Para el análisis multicapas se considerará un entorno de valor representativo del periodo de diseño de entre 700 y 1200 mpa.

– **Subbase (SCTO)**

La subbase se asume mediante una de Suelo Arena Cemento. Dicho material se considera en lo que a la mezcla de áridos se refiere, satisfaciendo una composición en peso seco de 70% de arena y 30% de suelo seleccionado, donde este último deberá satisfacer una plasticidad menor o igual a 10. El contenido de cemento asociado se asume como aquel que garantice una resistencia a los 7 días mayor o igual a 18 kg/cm².

El material no se considera a dosificar por durabilidad. Dicho valor de resistencia se traduce en un coeficiente de aporte de 0,054 1/cm. En cuanto al módulo de rigidez, el mismo se considera variando entre un valor 2200 mpa iniciales y un valor residual de 180 mpa una vez microfisurado

(recomendación de la MEPDG). Para el análisis multicapas se considerará valor representativo del periodo de diseño de 250 mpa.

– **Segunda Subbase (SCAL)**

La segunda subbase se asume a partir de un Suelo estabilizado con cal. La proporción de cal se considera una proporción mínima del 3% en peso, y en una magnitud tal que permita alcanzar un valor de CBR a la 5° Penetración (Método de Ruiz) mayor o igual al 30%. Para dicha condición el coeficiente de aporte estructural correspondiente es de 0,043 1/cm con un módulo resiliente asociado de 150 mpa.

– **Suelo Tratado con cal (STCAL)**

Este tipo de material se considera con un porcentaje de cal mínimo del 2%, y en una cantidad específica que garantice una plasticidad inferior a 15, un hinchamiento inferior al 1% y un CBR tras inmersión mayor o igual al 6%. El módulo resiliente asociado es de 57 mpa.

9.6 Diseño de la estructura

9.6.1 Aspectos generales

En virtud de las características de los suelos de subrasante y dentro del contexto de la metodología AASHTO 93 para el diseño de nuevas estructuras de pavimento flexible, se consideró la aplicación del submodelo iterativo que contempla una pérdida de serviciabilidad de carácter ambiental asociada al hinchamiento de los suelos. El procedimiento llevado adelante implica las siguientes etapas:

- Definición del periodo de diseño
- Cálculo de la capacidad portante necesaria para las condiciones de borde del diseño.
- Determinación de la pérdida de serviciabilidad por hinchamiento asociada al periodo definido, según modelo AASHTO 93
- Determinación de la pérdida de serviciabilidad asociada exclusivamente al tránsito
- Cálculo de la carga admisible para la serviciabilidad terminal resultante asociada al tránsito
- Determinación del periodo de diseño asociado a la carga admisible previamente calculada
- En el caso de que el periodo originalmente asumido y el determinado previamente difieran en más de un año, el proceso se repite asumiendo un nuevo periodo resultante del promedio de los referidos, en un proceso convergente.

9.6.2 Capacidad portante necesaria

La capacidad portante necesaria SN, se determinó a partir de las siguientes condiciones de borde.

– **Confiabilidad de diseño**

Partiendo del contexto de que el trazado en desarrollo conforma una avenida de circunvalación de una trama urbana, inicialmente prevista como carretera bitrocha para luego ser transformada

en doble calzada, la metodología recomienda el siguiente abanico de confiabilidades (R) expresadas en porcentaje.

Tabla 9.15: Valores de confiabilidad

Categoría	Ámbito			
	Urbano		Rural	
	R min	R max	R min	R max
Autopistas	85,0	99,9	80,0	99,9
Arterias Principales	80,0	99,0	75,0	99,0

A partir de ello se asume una confiabilidad de diseño de $R = 80\%$

– **Desvío Standard**

La metodología establece dos valores posibles del desvío standard, asociados a la presencia o no de errores en el tránsito que habrá de afectar la predicción del comportamiento del pavimento. Para el presente caso, considerando la disponibilidad de un estudio de tránsito específico se asume la condición “sin errores en el tránsito”. De esta manera se asumió un valor de $S_d = 0,44$.

El coeficiente de seguridad resultante de la confiabilidad y el desvío standard asumidos, y que afecta a la carga de ejes (N8.2) es de $C.S. = 2,35$

– **Índice de serviciabilidad presente terminal (PSIt)**

Considerando que los valores de carga acumulada implican magnitudes superiores a los 10 millones de ejes, se asumieron las mismas como alto tránsito, adoptándose en consecuencia un PSI terminal de 2.5.

– **Carga de ejes equivalentes acumulados (N8.2)**

De acuerdo a los cálculos previos y según el siguiente resumen asociado a un periodo de diseño de 15 años.

Tabla 9.16: Número de ejes equivalentes

Tramo	N8.2
	millones
1	23,2
2	12,2

– **Módulo resiliente de la subrasante (Mr)**

A fin de poner de manifiesto el desempeño del suelo expansivo como subrasante, las capas de suelo tratado con cal se consideran como capas portantes de la estructura. De esta manera y de acuerdo a las determinaciones previas, el módulo resiliente de la subrasante se asumió para cada

tramo con valores de $M_r = 36 \text{ mpa} = 5220 \text{ psi}$ en el Tramo 1 y $M_r = 23 \text{ mpa} = 3335 \text{ psi}$ en el Tramo 2.

– **Capacidad portante necesaria SN**

A partir de las condiciones de borde establecidas la capacidad portante mínima necesaria resultante para cada tramo es la siguiente:

Tramo 1 \rightarrow SN = 5,86

Tramo 2 \rightarrow SN = 6,17

9.6.3 Reducción por efecto del Hinchamiento

Se aplicó el procedimiento referido previamente comenzando con un periodo de diseño reducido de 13 años para ambos tramos. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9.17: Efecto de hinchamiento. Tramo 1

Iteración	Periodo años	APSI		PSIt T Tránsito	Nadm T millones	Periodo RED años
		S. Expansivo	Tránsito			
1	13,0	0,295	1,40	2,80	15,07	9,7
2	11,4	0,275	1,42	2,78	15,55	10,1
3	10,7	0,266	1,43	2,77	15,79	10,2
4	10,5	0,263	1,44	2,76	16,04	10,4
5	10,4	0,262	1,44	2,76	16,04	10,4

Tabla 9.18: Efecto de hinchamiento. Tramo 2

Iteración	Periodo años	APSI		PSIt T Tránsito	Nadm T millones	Periodo RED años
		S. Expansivo	Tránsito			
1	13,0	0,295	1,40	2,80	7,84	9,6
2	11,3	0,274	1,43	2,77	8,22	10,1
3	10,7	0,266	1,43	2,77	8,22	10,1

Es posible observar como de acuerdo al modelo utilizado la presencia de suelo expansivo reduce el periodo de diseño previsto originalmente en 15 años a un valor del orden de los 10 años.

9.6.4 Ajuste del periodo de diseño

Partiendo de la base de que los requerimientos previstos en los términos de referencia indican la necesidad de sostener un periodo de diseño inicial de 15 años, momento en que se considera la aplicación de una rehabilitación estructural, el objetivo fue entonces establecer cuál es el periodo de diseño inicial que, sometido a los efectos del suelo expansivo, se vea reducido a un valor de 15 años.

A tal fin se realizaron diversas variantes en términos de periodos de diseño, alcanzándose como resultado que para ambos tramos un periodo de diseño inicial de 24 años se traduce en un periodo reducido por efecto del suelo expansivo, del orden de los 15 años.

El nuevo período de diseño inicial implica los siguientes valores de carga y capacidad portante requerida.

Tabla 9.19: Valores necesarios por hinchamiento

Tramo	N8.2 millones	SN nec
1	41,8	6,33
2	21,9	6,66

Finalmente, los valores portantes obtenidos generan la siguiente reducción en el periodo de diseño original de 24 años, como consecuencia de los efectos de la subrasante expansiva.

Tabla 9.20: Resultados con efecto de hinchamiento. Tramo 1

Iteración	Periodo años	APSI		PSIt T Tránsito	Nadm T millones	Periodo RED años
		S. Expansivo	Tránsito			
1	18,0	0,340	1,36	2,84	25,04	14,4
2	16,2	0,326	1,37	2,83	25,46	14,6
3	15,4	0,320	1,38	2,82	25,89	14,9
4	15,1	0,317	1,38	2,82	25,89	14,9

Tabla 9.21: Resultados con efecto de hinchamiento. Tramo 2

Iteración	Periodo años	APSI		PSIt T Tránsito	Nadm T millones	Periodo RED años
		S. Expansivo	Tránsito			
1	18,0	0,340	1,36	2,84	13,01	14,3
2	16,1	0,326	1,37	2,83	13,24	14,5
3	15,3	0,319	1,38	2,82	13,46	14,8
4	15,0	0,316	1,38	2,82	13,46	14,8

9.6.5 Estructuras de diseño

Una vez establecido el periodo de diseño que garantice una vida útil del orden de los 15 años teniendo en cuenta los efectos de los suelos expansivos, así como la capacidad portante asociada, se definieron las estructuras de diseño bajo el siguiente detalle:

Tabla 9.22: Estructura flexible. Tramo 1

Material	Espesor cm	Parametro	Resistencia	Aporte 1/cm	SN
CAC	7	EM	1000 kg	0,170	1,190
CAC	9	EM	1000 kg	0,170	1,530
GCTO	17	RCS (7d)	23 kg/cm2	0,075	1,275
SCTO	17	RCS (7d)	18 kg/cm2	0,054	0,918
SCAL	17	CBR 5°	30%	0,043	0,731
STCAL	30	CBR	6%	0,023	0,690
SN					6,33

Tabla 9.23: Estructura flexible. Tramo 2

Material	Espesor cm	Parametro	Resistencia	Aporte 1/cm	SN
CAC	7	EM	1000 kg	0,170	1,190
CAC	8	EM	1000 kg	0,170	1,360
GCTO	18	RCS (7d)	23 kg/cm ²	0,075	1,350
SCTO	19	RCS (7d)	18 kg/cm ²	0,054	1,026
SCAL	19	CBR 5°	30%	0,043	0,817
STCAL	40	CBR	6%	0,023	0,920
SN					6,66

En el caso del Tramo 1, se adoptó un espesor menor de suelo tratado con cal a fin de incrementar el espesor del Grava Cemento con el fin de dar mejor cobertura a fatiga a la segunda capa de concreto asfáltico en función de que la carga de ejes es sensiblemente superior al tramo 2. Asimismo, el espesor total por sobre el suelo expansivo es de 97 cm, valor que se encuentra dentro del rango previsto. En el caso del Tramo 2, el espesor total es algo superior al metro.

9.6.6 Verificación a fatiga del concreto asfáltico

A los fines de evaluar si la relación modular entre la segunda capa de concreto asfáltico y la base es adecuada respecto de la carga acumulada de ejes, se realizó una verificación a tracción por fatiga mediante modelo elástico multicapas. Para el caso se asumió la misma confiabilidad (80%) aplicada en el modelo AASHTO 93. Los esquemas estructurales analizados son los siguientes:

Tabla 9.24: Esquemas estructurales verificados

Material	Espesor (cm)		Módulo	C.Poisson
	Tramo 1	Tramo 2	Mpa	
CAC	7	7	3000	0,35
CAC	8	8	2800	0,35
GCTO	17	18	Variable	0,25
SCTO	17	19	250	0,25
SCAL	17	19	150	0,25
STCAL	30	40	57	0,40
Subrasante natural			36 / 23	0,45

Como se refirió previamente, el módulo de la base de Grava Cemento se consideró variable en un entorno entre 700 y 1200 mpa, con lo que se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9.25: Verificación a fatiga

Tramo	Mod. GCTO	et CAC ₂	N8.2 adm	N8.2 (15)	N8.2 (24)
	mpa	x 10 ⁻⁶	x 10 ⁶	x 10 ⁶	x 10 ⁶
1	770	90	23,3	23,2	41,8
	986	75	41,8		

Tramo	Mod. GCTO	et CAC ₂	N8.2 adm	N8.2 (15)	N8.2 (24)
	mpa	x 10 ⁻⁶	x 10 ⁶	x 10 ⁶	x 10 ⁶
2	700	98	17,8	12,2	21,9
	770	91	22,1		

En virtud de que se presenta cierta incertidumbre en cuanto al valor de carga de diseño real a considerar en la verificación multicapas, se evaluó el desempeño tanto para la carga de diseño a 15 años, como la correspondiente a 24 años que según el modelo AASHTO93 para suelos expansivos reduce el periodo de diseño al orden de 15 años.

Se observa que para el Tramo 1 se obtienen resultados satisfactorios cuando el valor medio ponderado del módulo de la capa de base de Grava Cemento oscila entre 770 y 986 mpa, es decir valores que, en el caso de la carga a 24 años, si bien son algo superiores al módulo residual distan largamente del módulo inicial y podrían considerarse razonables, e inclusive seguros, en términos de valor medio ponderado. En el caso del Tramo 2, el desempeño satisfactorio se da para un orden de valor similar al residual, con lo que se considera que el valor medio ponderado del módulo a lo largo del periodo de diseño será sensiblemente mayor, con lo cual la verificación puede considerarse como holgada.

9.6.7 Refuerzo futuro mediante AASHTO 93

Los términos de referencia establecen el requerimiento de diseñar, a modo predictivo, la aplicación de un refuerzo estructural al año 15, con una cobertura hasta el año 30. Dicho diseño deberá abordarse también considerando el efecto de suelos expansivos. A tal fin se siguió el siguiente procedimiento:

- Se consideran las mismas condiciones de borde que en el proyecto de la estructura nueva, en términos de Confiabilidad, Desvío Standard, PSI terminal y Módulo de la Subrasante.
- Se evalúan diversos periodos de diseño superiores a los 15 años contados a partir del año 16, a fin de establecer cual de ellos permite alcanzar el año 30 (periodo de 15 años) teniendo en cuenta el efecto del suelo expansivo. Cada una de estas variantes tendrá asociado un SN necesario.
- Una vez determinado el periodo de diseño, qué reducido por efecto del suelo expansivo, alcance un valor de 15 años, el SN necesario asociado será el considerado para el diseño del refuerzo.
- Se determina el SN efectivo asociado al periodo de tiempo asumido (que garantiza una reducción a 15 años por efecto del suelo expansivo) mediante el Criterio de la Vida Remanente previsto por AASHTO 93. En tal caso, se asume una modificación en su cálculo, específicamente en cuanto al valor del PSI de falla, el cual por definición es de 1.5. En tal sentido se considera el efecto de los suelos expansivos que incrementarán dicho valor. Para ello se asume como hipótesis el valor asintótico de la pérdida de serviciabilidad según el submodelo para suelos expansivos, el cual esta asociado a un periodo de 25 años, y que alcanza un valor de 0,360. De esta manera el PSI de falla se asume en un valor de 1,86, reduciendo la carga de falla por efecto del suelo expansivo.

- Una vez obtenido el SN efectivo, el mismo se reduce por la aplicación de un fresado de 2 cm de espesor, considerando un coeficiente de aporte estructural de 0,35, valor límite entre las dos primeras categorías previstas por AASHTO 93 en función de la observación visual de deterioros.
- A partir del SN necesario obtenido inicialmente considerando el efecto de los suelos expansivos, y el SN efectivo previamente calculado mediante criterio de la vida remanente y luego reducido por fresado, se determina el espesor de refuerzo asumiendo un concreto asfáltico de características similares al previsto para el diseño de la estructura nueva, con un coeficiente de aporte estructural de 0,17 1/cm.

El proceso descrito previamente se detalla a continuación en términos numéricos.

El periodo de diseño resultante de aplicar el submodelo AASHTO 93 para suelos expansivos, que garantiza una reducción a un periodo del orden de los 15 años es, al igual que en el diseño de la estructura nueva, de 24 años para ambos tramos, lo que implica un cálculo del TMDA medio entre los años 16 y 39. Los valores de TMDA posteriores al año 30 fueron proyectados a futuro con la misma tasa de crecimiento. Seguidamente se detallan los resultados:

Tabla 9.26: Cálculo del SN del refuerzo

Tramo	TMDAm (veh/día)		N8.2 (millones)		SN nec 24 años
	15 años	24 años	15 años	24 años	
1	4895	5519	33,6	60,6	6,64
2	3619	4081	17,6	31,8	6,98

En términos de la definición de la reducción del periodo de diseño de 24 años a 15 años según submodelo AASHTO93 para suelos expansivos, se presenta el siguiente detalle:

Tabla 9.27: Efecto de hinchamiento del refuerzo. Tramo 1

Iteración	Periodo años	APSI		PSIt T Tránsito	Nadm T millones	Periodo RED años
		S. Expansivo	Tránsito			
1	18,0	0,340	1,36	2,84	30,03	11,9
2	14,9	0,315	1,38	2,82	37,20	14,7
3	14,8	0,314	1,39	2,81	37,83	15,0
4	14,9	0,315	1,39	2,81	37,83	15,0

Tabla 9.28: Efecto de hinchamiento del refuerzo. Tramo 2

Iteración	Periodo años	APSI		PSIt T Tránsito	Nadm T millones	Periodo RED años
		S. Expansivo	Tránsito			
1	18,0	0,340	1,36	2,84	18,75	14,2
2	16,1	0,325	1,37	2,83	19,07	14,4
3	15,2	0,318	1,38	2,82	19,40	14,6
4	14,9	0,315	1,38	2,82	19,40	14,6

Seguidamente se presenta el cálculo del SN efectivo mediante el criterio de la vida remanente, su reducción por fresado y el cálculo del espesor de refuerzo.

Tabla 9.29: Cálculo de refuerzo. Tramo 1

SN o	Np	Nf	RL	CF	SN eff	Fresado	Cap	SN eff red	SN nec	Href
	x 10 ⁶	x 10 ⁶				cm	1/cm			Cm
6,33	41,8	204	0,80	0,953	6,03	2	0,138	5,76	6,64	5,2

Tabla 9.30: Cálculo de refuerzo. Tramo 2

SN o	Np	Nf	RL	CF	SN eff	Fresado	Cap	SN eff red	SN nec	Href
	x 10 ⁶	x 10 ⁶				cm	1/cm			Cm
6,66	21,9	108,3	0,80	0,954	6,35	2	0,138	6,08	6,98	5,3

Con las siguientes referencias

SNo → SN de la estructura nueva según diseño

Np → N8.2 al año 15 considerando el efecto del suelo expansivo (acumulación al año 24)

Nf → Carga de falla considerando un PSI final de 1,86 teniendo en cuenta el suelo expansivo

RL → Vida Remanente según criterio AASHTO 93

CF → Factor de condición función de la Vida Remanente según AASHTO 93

SNeff → SNo reducido con el Factor de Condición CF

Fresado → Espesor de fresado previo al refuerzo

SNeff red → SN efectivo reducido por fresado

SNnec → SN necesario para llegar al año 30 considerando el efecto de suelo expansivo

Href → Espesor de refuerzo resultante usando un coeficiente de aporte de 0,17 1/cm

Finalmente, las estructuras reforzadas responden a los siguientes esquemas.

Tabla 9.31: Refuerzo. Tramo 1

Capa	Espesor	Parámetro	Resistencia	Aporte	SN
	cm			1/cm	
Refuerzo	5	EM	1000 kg	0,170	1,020
Fresado	-2	-	-	0,138	-0,276
SN eff	-	-	-	6,034	6,034
SN					6,61

Tabla 9.32: Refuerzo. Tramo 2

Capa	Espesor	Parámetro	Resistencia	Aporte	SN
	cm			1/cm	
Refuerzo	6	EM	1000	0,170	1,020
Fresado	-2	-	-	0,138	-0,276
SN eff	-	-	-	6,351	6,351
SN					6,93

10 DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

10.1 Diseño planialtimétrico de las trazas

El diseño planialtimétrico de las tres alternativas de circunvalación propuestas para la ciudad de Nogoyá, se realizó en términos generales para una velocidad directriz de 90 km/h. Algunas curvas horizontales se proyectaron con un radio menor al necesario para cumplir con la velocidad de diseño (80 km/h), con el objetivo de reducir el grado de afectación. Por este motivo, en esos sectores se prevé la implementación de señalización que indique la velocidad máxima permitida.

Los alineamientos horizontales se trazaron sobre las zonas de camino actuales, con la premisa de reducir al mínimo dentro de lo posible la afectación de terrenos privados.

El diseño altimétrico de las trazas se realizó en función de la superficie del terreno obtenida del relevamiento topográfico realizado en el lugar, con el criterio de disminuir al mínimo posible los volúmenes de suelo a desplazar, tanto para excavación como para relleno, teniendo en cuenta que el costo de este ítem resulta significativo en el presupuesto total de la obra.

En las dos intersecciones de las trazas con la RN12, coincidentes con el inicio y fin de cada una, y en la intersección con la RP26, se proyectaron rotondas a nivel. En la intersección de las trazas con las vías del FF.CC. y con calles pavimentadas, se mantuvo el nivel de la rasante actual.

En todas estas readecuaciones se tuvieron en cuenta para el diseño los parámetros de las Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales de la DNV en función de la categoría del camino considerada, complementadas estas con normativas como las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras y Calles AASHTO de 1994.

10.1.1 Perfil tipo de obra básica

En la siguiente imagen se presenta la sección normal de proyecto en terraplén, que presenta el punto de aplicación de rasante (P.A.R.) en el centro de la calzada bidireccional, de 7,30 m de ancho, con banquetas de terraplén de suelo.

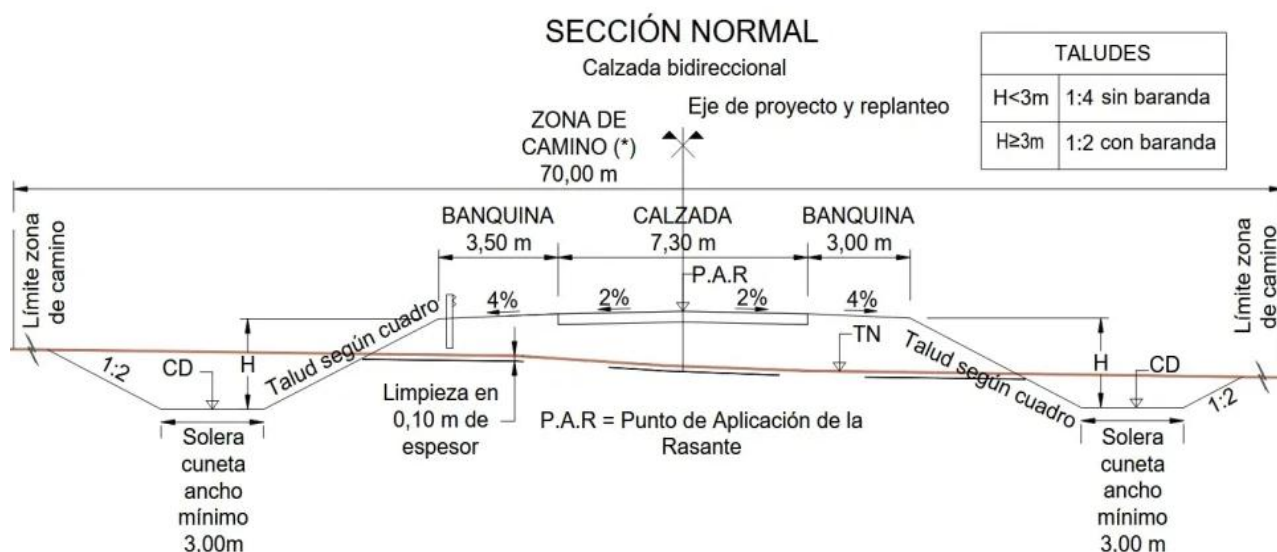


Figura 10.1: Perfil tipo de obra básica en terraplén

10.1.2 Calzada y banquetas

La calzada proyectada es bidireccional, de 7,30 m de ancho, dos carriles de 3,65 m, con banquetas de suelo de 3,00 m de ancho a ambos lados.

Cuando la altura del terraplén supera los 3,00 m es necesario implementar barandas de protección vehicular, para lo cual se adicionan 0,50 m de ancho de coronamiento, quedando banquetas de 3,50 m (3,00 m libres).

Se adoptó una pendiente transversal de calzada del 2% hacia afuera, con la parte superior del gálibo en el centro de la misma. En el ancho de banquina se planteó una pendiente transversal del 4%.

En el anexo de este informe se presentan las planialtimetrías de las trazas de cada una de las alternativas propuestas y los perfiles tipo de obra básica.

10.1.3 Taludes y cunetas

Las pendientes de los taludes previstas en el proyecto son:

- Talud externo: 1:4 para diferencias de altura entre rasante y solera de cuneta menor a 3,00 m (sin baranda de protección), y 1:2 para diferencias mayores a 3,00 m (con baranda de protección y sobreancho de 0,50 m).
- Contrataludes en excavación: 1:2

La solera de las cunetas se proyectó con un ancho mínimo de 3,00 m, plano en sentido transversal, con una pendiente longitudinal mínima admisible de 0,10%.

10.1.4 Zona de camino

La zona de camino propuesta para una sección normal es de 70 m comprendidos entre alambrados, teniendo en cuenta una posible ampliación del proyecto en el futuro a una doble calzada con calles colectoras a ambos lados.

Algunos sectores particulares de las trazas presentan zonas de camino con diferentes anchos respecto a la sección normal, los cuales se especifican a continuación. Cerca del inicio de todas las alternativas se planteó un ancho mayor del lado de la ciudad para realizar una excavación de unos 1,50 m de profundidad media para generar un reservorio de atenuación del caudal necesario a bombear en caso de cierre de las compuertas ubicadas en la salida a gravedad, lo cual también disminuye la sección de esta alcantarilla. El suelo producto de la excavación se utilizará para la ejecución del terraplén que en este sector llega a unos 3,60 m de altura.

En el caso de la alternativa 1 se encuentra un sector urbanizado junto a la RP 26. En este caso para limitar las afectaciones a un mínimo se redujo el ancho de camino a 50 m, que sería el mínimo necesario para poder ejecutar en el futuro la ampliación a una doble calzada con calles colectoras, pero que no deja lugar para las cunetas principales, por lo que en el caso de esta ampliación deberían construirse conductos de desagües pluviales en este tramo.

- Alternativa 1:

- Ancho de 170 m entre prog. 0+000 y 0+940 m (sector de emplazamiento del reservorio de agua anexo a la estación de bombeo)
- Ancho de 150 m entre prog. 0+940 y 1+900 m (Idem)

- Ancho de 50 m entre prog. 4+800 y 5+900 m (sector urbanizado)
- **Alternativa 2:**
 - Ancho de 140 m entre prog. 0+000 y 2+500 m (sector de emplazamiento del reservorio de agua anexo a la estación de bombeo)
- **Alternativa 3:**
 - Ancho de 140 m entre prog. 0+000 y 2+500 m (sector de emplazamiento del reservorio de agua anexo a la estación de bombeo)

10.1.5 Perfil tipo de obra en rotondas

Como se mencionó anteriormente, en la intersección de cada una de las trazas propuestas con la RN12 y la RP26 se proyectaron rotondas a nivel.

Las calles de rotonda presentan tramos bidireccionales, de 8,25 m de ancho, y carriles unidireccionales de 5,75 m de ancho. La pendiente transversal de estas calzadas es del 2% hacia afuera (alejándose del centro de la rotonda).

Las ramas de ingreso y egreso a la rotonda son de 4,75 m de ancho, con una pendiente transversal del 2% hacia afuera. Estas ramas presentan una banquina exterior de 2,50 m de suelo, con una pendiente del 4% hacia la cuneta.

En la parte interna de la rotonda se planteó un cordón montable conforme al plano tipo H-9121 (Tipo B), y una banquina pavimentada de 1,00 m de ancho, con una pendiente del 2% hacia la calzada.

En la parte externa de la calzada se planteó una banquina de suelo de 2,50 m de ancho, con una pendiente transversal del 4% hacia la cuneta.

El punto de aplicación de la rasante (P.A.R.) en este caso coincide con el borde externo de la calzada.

En la siguiente figura se observa el perfil tipo de obra correspondiente al sector de rotondas.

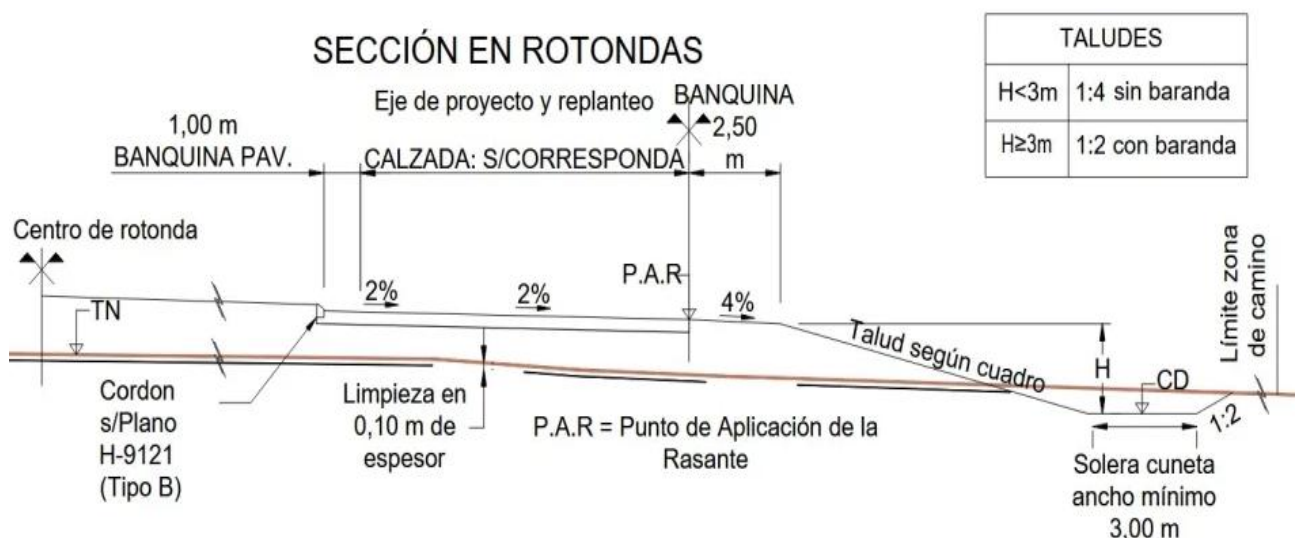


Figura 10.2: Perfil tipo de obra en rotonda

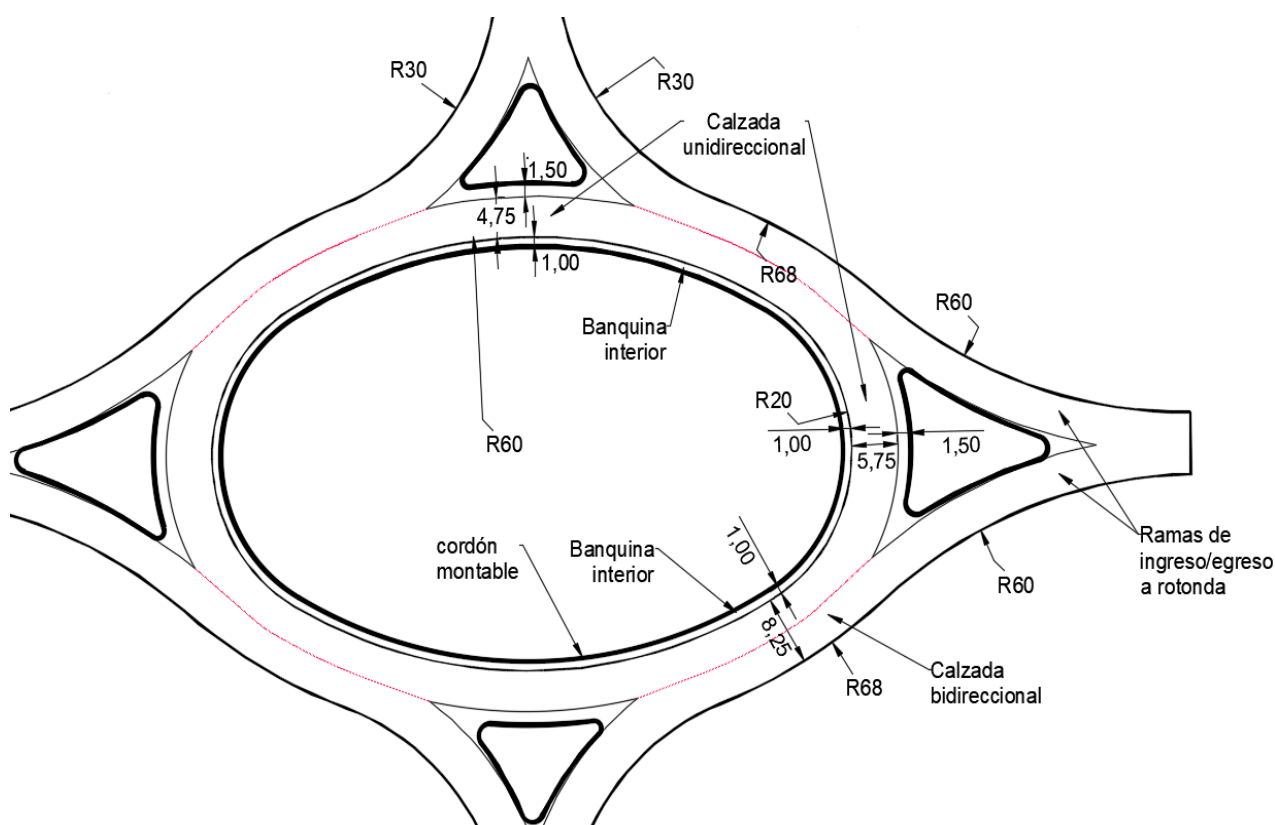


Figura 10.3: Planta tipo de rotonda

10.1.6 Perfiles tipo de ampliación futura

Como se mencionó anteriormente, se proyectó una zona de camino para una sección normal de 70 m de ancho previendo la posibilidad de realizar una ampliación de la calzada hacia una doble calzada con colectoras a ambos lados.

El eje de proyecto de ampliación coincide con el eje de las trazas propuestas debido a que éstas se encuentran centradas en la zona de camino.

La ampliación prevista consta de dos calzadas bidireccionales de 7,30 m de ancho, con una pendiente transversal del 2%, separadas por una defensa central tipo New Jersey coincidente con el eje del proyecto. A ambos lados de la defensa se contempló una banquina interior de 1,50 m hacia ambos lados, medidos desde el eje de proyecto, con igual pendiente que las calzadas.

Desde el borde exterior de las calzadas se plantearon banquetas de 3,00 m de los cuales los 1,80 m más próximos al borde son pavimentados con 2% de pendiente transversal, y el 1,20 m restante de suelo, con una pendiente del 4% descendiente hacia la cuneta.

Cuando la altura del terraplén supera los 3,00 m es necesario implementar barandas de protección vehicular, para lo cual se adicionan 0,50 m de ancho de coronamiento, quedando banquetas de 3,50 m (3,00 m libres).

Las colectoras contempladas en la posible ampliación son calzadas bidireccionales de 7,00 m de ancho, con una pendiente transversal del 2% descendiente hacia la cuneta del camino y un cordón cuneta ubicado del lado cercano a los frentistas, con sistemas de descargas pluviales hacia la cuneta central.

En la siguiente imagen se observan los perfiles tipo correspondientes a la ampliación prevista para el ancho de camino de la sección normal. Estos perfiles son aplicables en zonas de camino de ancho mayor o igual a 70 m.

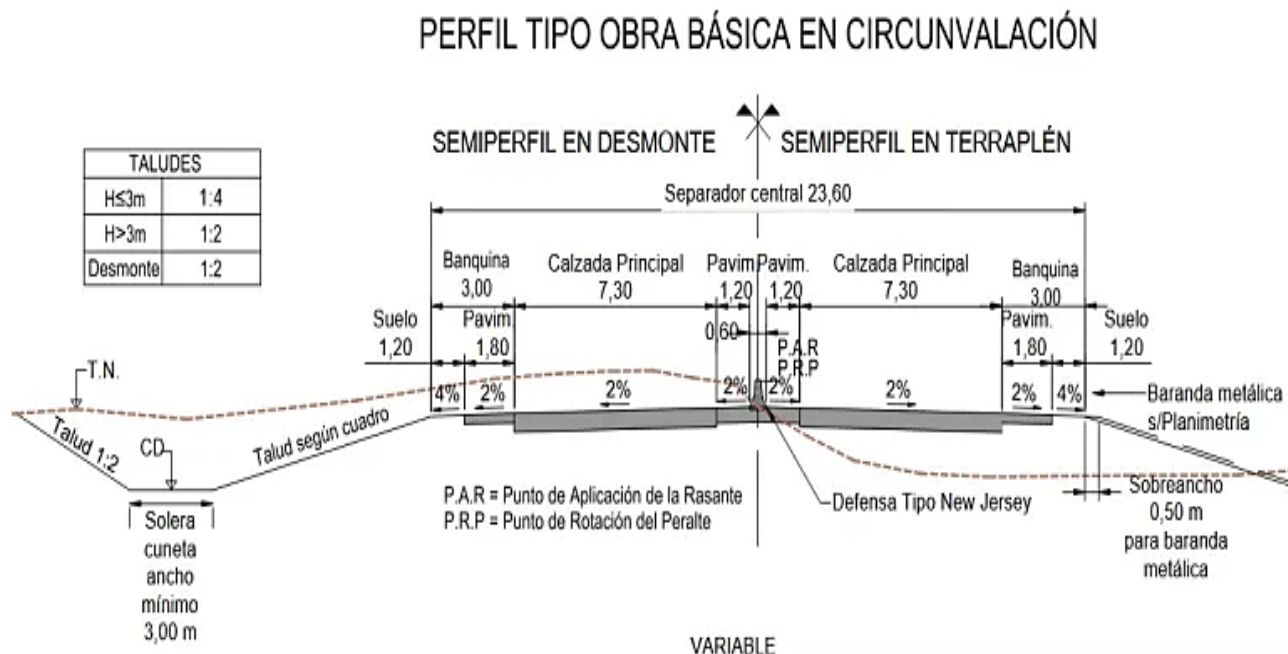


Figura 10.4: Perfil tipo de obra ampliación (calzadas centrales)

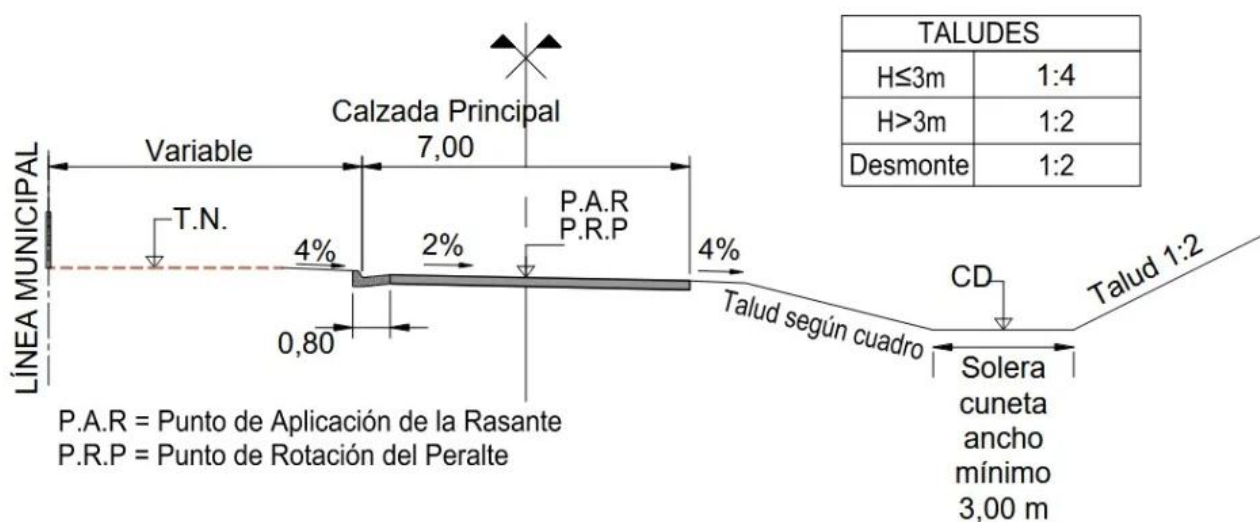
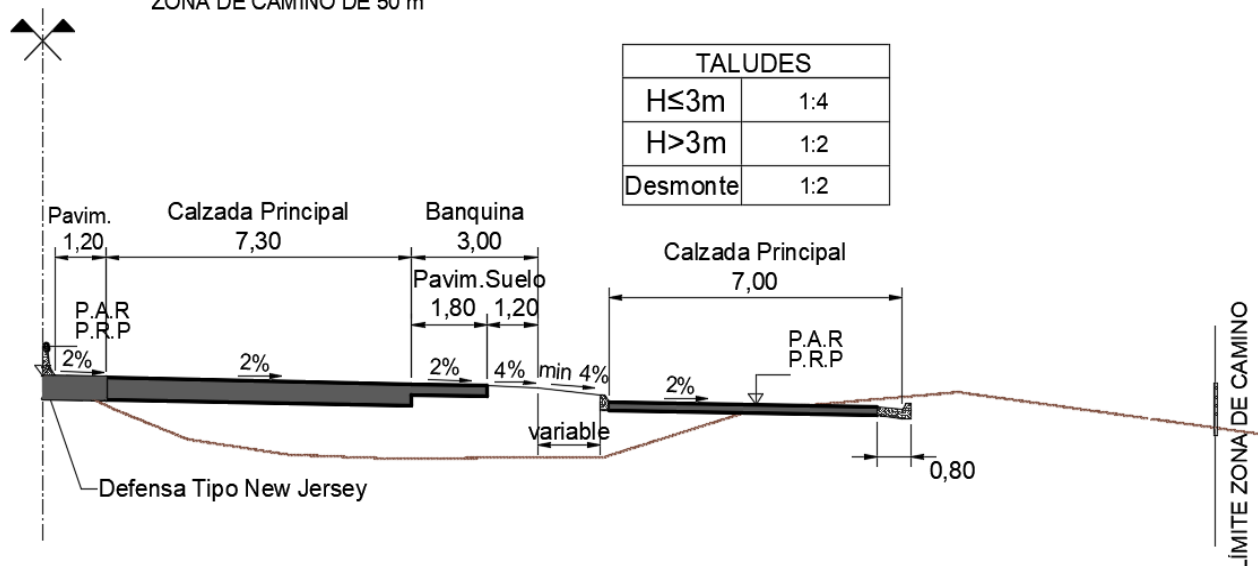


Figura 10.5: Perfil tipo de obra ampliación (colectoras)

Para el sector de la Alternativa 1 con una zona de camino de ancho de 50 m, se planteó otro perfil de ampliación de obra, ya que no hay espacio para las cunetas principales y se deben incluir conductos de desagüe pluvial. Por ello se plantea la pendiente transversal de la colectora hacia el cordón cuneta y se plantea un cordón simple del lado más cercano a la calzada principal.

En este caso, las calzadas principales con sus respectivas banquetas mantienen su dirección de escurrimiento y pendiente.

ZONA DE CAMINO DE 50 m



131

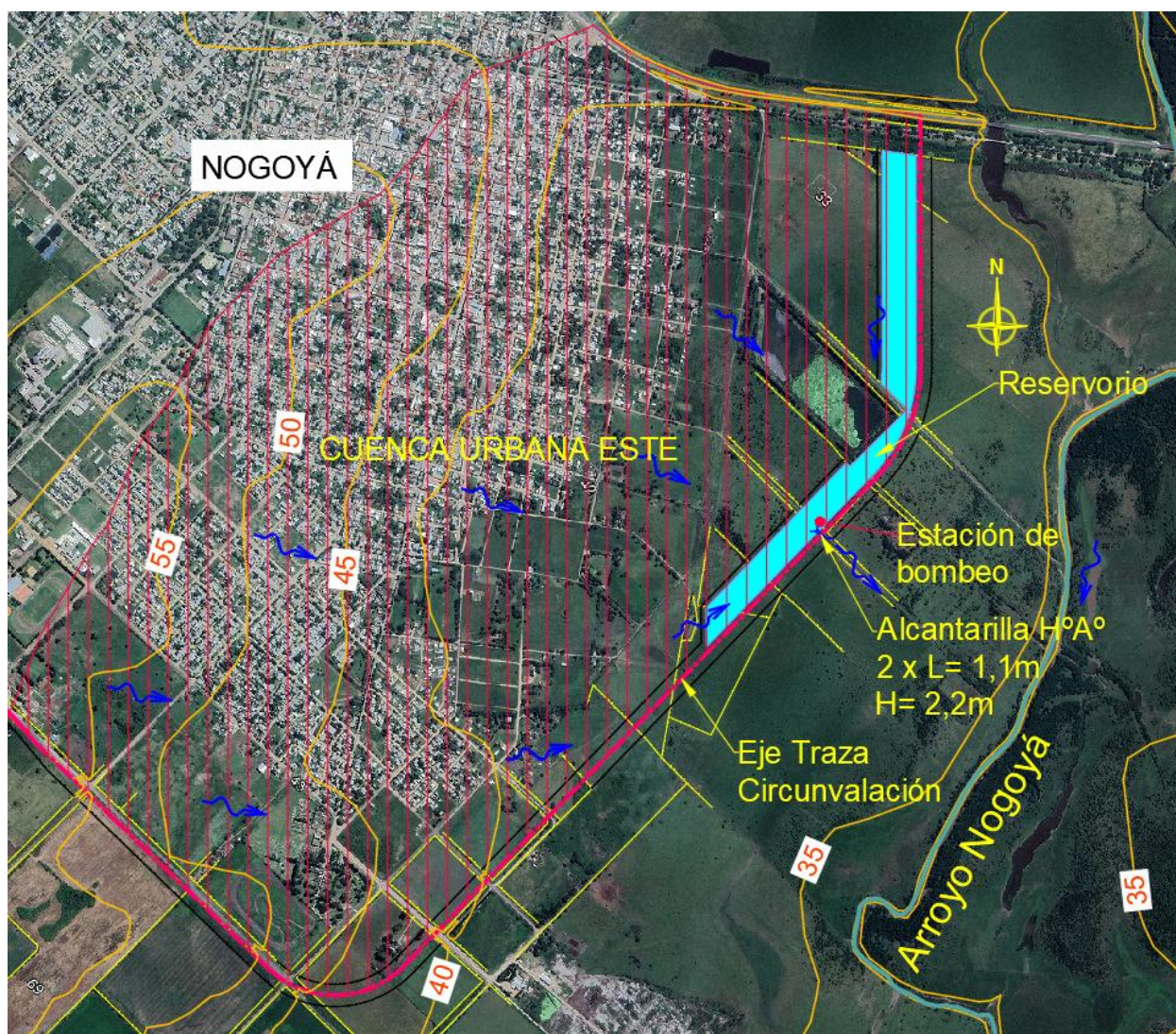


Figura 10.7: Ubicación de cuenca, reservorio y estación de bombeo en la Alternativa 1

10.2.1 Diseño del reservorio

Para el diseño de las dimensiones del reservorio, se desarrollaron dos modelos hidrológicos del reservorio utilizando el software HEC-HMS, correspondientes a recurrencias de 25 y 50 años. Un modelo se empleó para la Alternativa 1, mientras que el otro abarcó las Alternativas 2 y 3, debido a que hay diferencias en la longitud y ancho de los reservorios en cada caso.

Para la Alternativa 1, los caudales de ingreso al reservorio para las recurrencias de 25 y 50 años provenientes de la Cuenca 1 eran de 28,51 m³/s y 36,94 m³/s y los laminados por el almacenamiento en el reservorio y la salida a gravedad fueron de 4,09 m³/s y 5,87 m³/s, respectivamente.

Por otro lado, para las Alternativas 2 y 3, los caudales de ingreso al reservorio para las mismas recurrencias provenientes de la Cuenca 1 eran de 28,64 m³/s y 37,22 m³/s y los laminados por el almacenamiento en el reservorio y la salida a gravedad fueron de 4,65 m³/s y 6,69 m³/s para las mismas recurrencias. En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos para cada alternativa analizada, correspondientes a la recurrencia de diseño de 25 años.

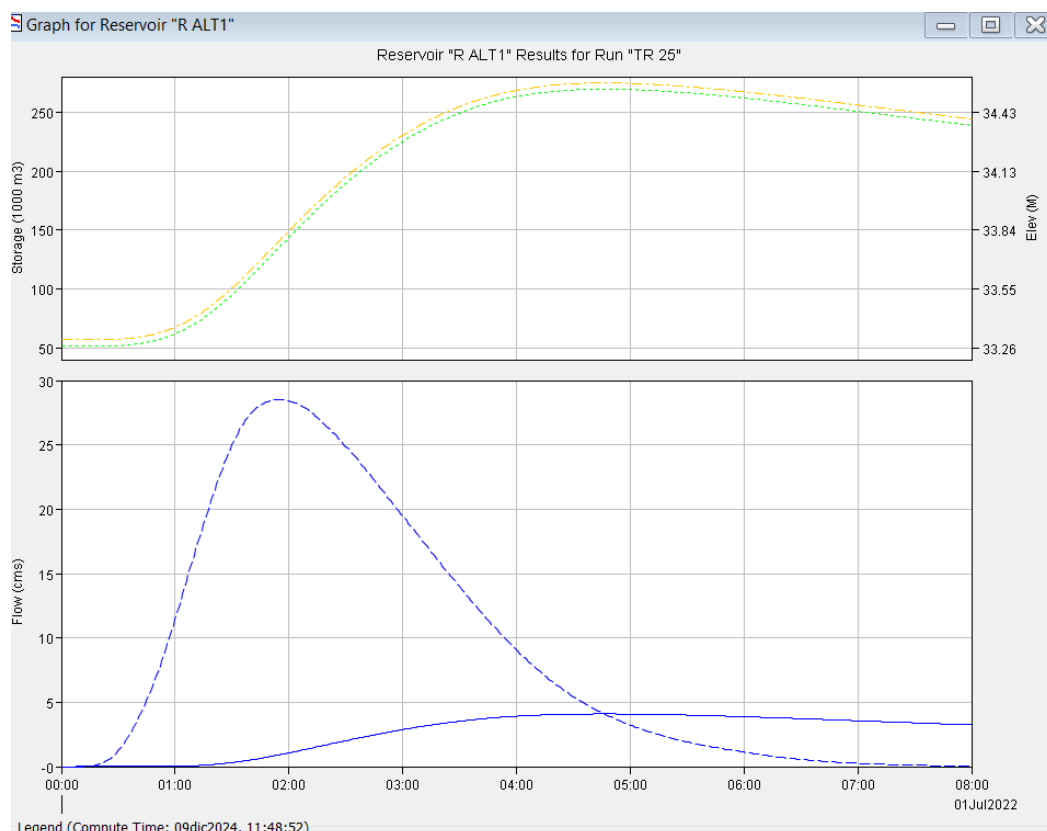


Figura 10.8: Hidrograma de salida TR=25 Años- Reservoir Circunvalación Alternativa 1

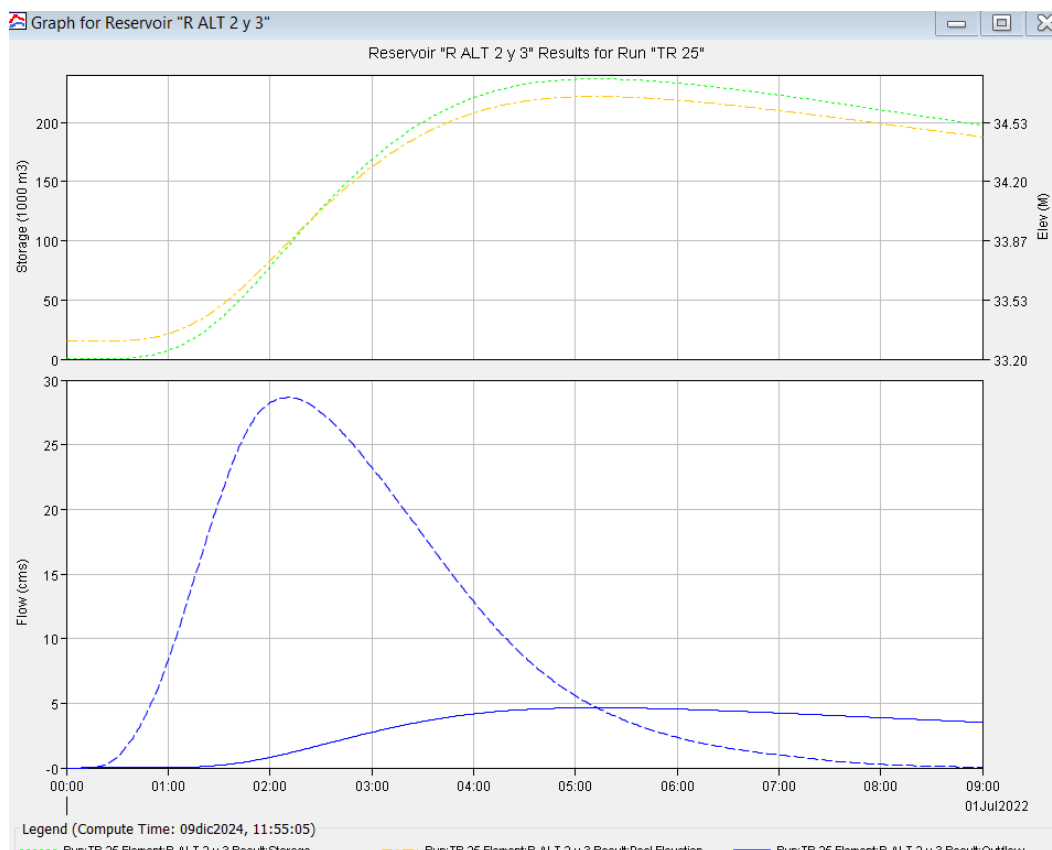


Figura 10.9: Hidrograma de salida TR=25 Años - Reservoir Circunv. Alternativas 2 y 3

10.2.2 Prediseño de la estación de bombeo

La estación de bombeo estará conformada por un sistema de bombas 3+1, es decir, tres bombas podrán estar en operación y una estará como reserva, funcionando en forma alternada. Las electrobombas serán del tipo hélice, instaladas verticalmente en conductos de impulsión contruidos en chapa de acero. Estas bombas serán accionadas por motores eléctricos trifásicos asincrónicos de 3 x 380 V, equipados con arrancadores suaves para un funcionamiento eficiente. Las especificaciones de caudal y altura manométrica del sistema se detallan a continuación:

Sistema	QB _{unit}	QB _{total}	H
	m ³ /s	m ³ /s	mca
3+1	1,71	5,12	6,20

En la estación de bombeo se instalarán rejas gruesas de limpieza manual antes del ingreso a las cámaras de bombeo, con una separación libre entre barrotes de 5 cm. Estas rejas estarán divididas en dos o más paños para facilitar su limpieza, mantenimiento y reparación. Además, contarán con compuertas de acero de accionamiento manual colocadas antes de las rejas.

En los conductos de salida por gravedad se instalarán compuertas de accionamiento tanto eléctrico como manual, para optimizar las maniobras del sistema. Cada tramo del conducto podrá aislarse para tareas de mantenimiento mediante recatas para la colocación de ataguías, lo que permitirá estancar cada recinto según sea necesario. Las ataguías estarán contruidas en chapa de acero, de manera similar a las compuertas, y se dispondrán dos por conducto, con dimensiones adaptadas para su uso en el vano correspondiente al recinto donde se realice la operación de mantenimiento.

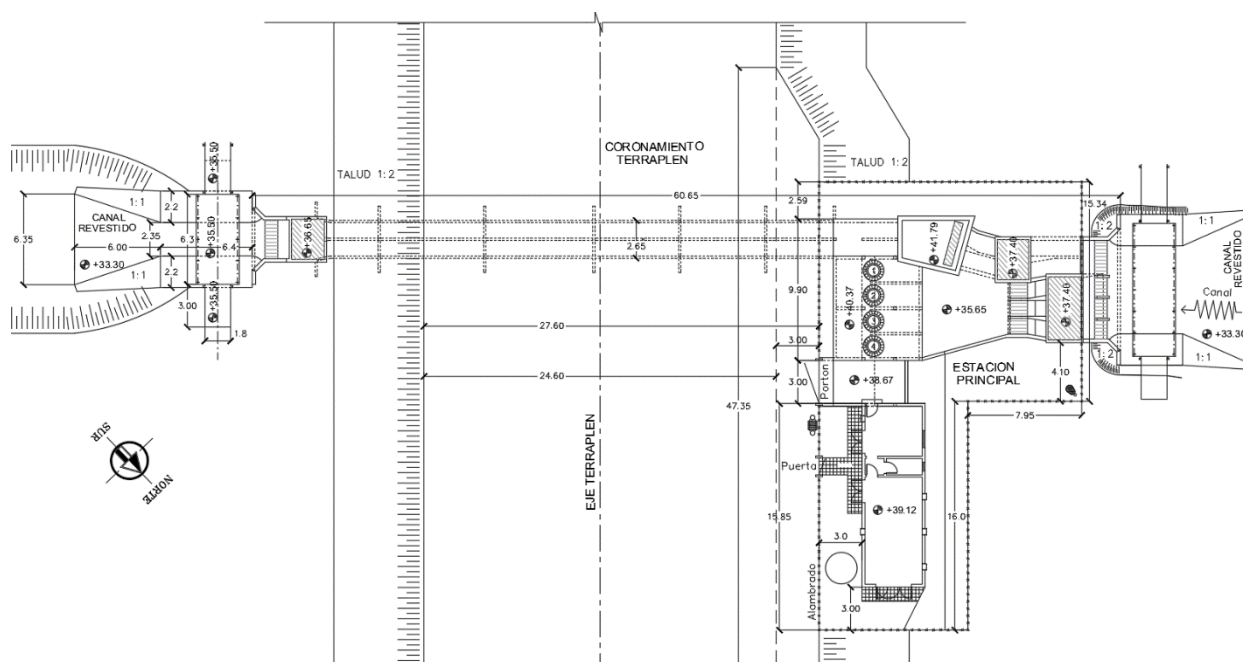


Figura 10.10: Planta de la estación de bombeo

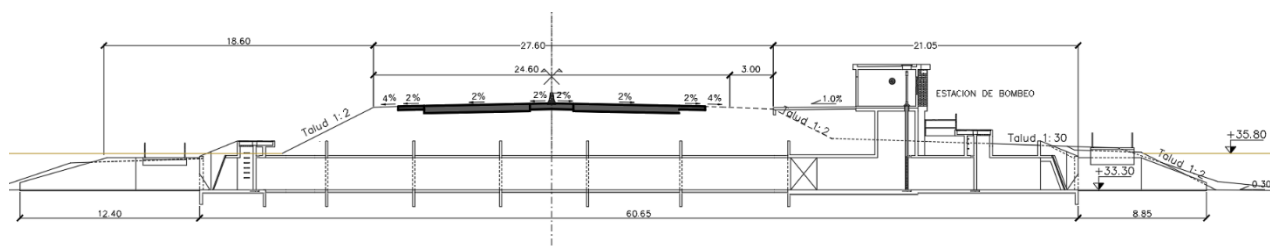


Figura 10.11: Perfil longitudinal de la salida a gravedad

Las descargas de las bombas se realizarán en un recinto diseñado para disipar energía, evitando así la degradación del canal a la salida de los conductos de descarga.

Se deberá llevar una línea de media tensión de 13,2 Kv para alimentar la estación transformadora, que llegará hasta un transformador ubicado junto a la casilla donde se encuentran los tableros y el grupo electrógeno.

Por último, se instalará un grupo electrógeno de emergencia con capacidad suficiente para garantizar el funcionamiento normal de la estación de bombeo en caso de interrupciones en el suministro eléctrico.

10.3 Puente sobre el arroyo Chañar

De acuerdo al estudio hidráulico se vió la necesidad de incluir un puente de 60 m de luz sobre el arroyo Chañar. Para el estudio se realizó un prediseño de la estructura con sus dimensiones tanto en planta como en corte, considerando el diseño de puentes similares en otros proyectos de la provincia de Entre Ríos, como el puente sobre el arroyo Feliciano de la RP 5. En el caso de la Alternativa 1 el puente es recto, pero para las alternativas 2 y 3 el puente tiene sus pilas oblicuas respecto del eje de la calzada, debido a que la traza del camino en estos casos no es perpendicular al arroyo.

Se trata de una estructura convencional con vigas isostáticas pretensadas, losa tablero, pilas conformadas por pilotes columnas y falsos estribos constituidos por pilotes columnas detrás de un cono de cierre del terraplén revestido con bloques de hormigón y una cubierta flexible de protección de la erosión al pie de estos bloques.

10.4 Obras complementarias

10.4.1 Iluminación

En este apartado se establecen los criterios adoptados para el prediseño del sistema de iluminación a emplear en el proyecto de circunvalación de cada alternativa.

Se contempla la iluminación completa en todos los cruces de las trazas con rutas nacionales o provinciales, donde se proyectaron rotondas a nivel.

Para iluminación de las ramas de ingreso y egreso a las rotondas se plantearon columnas de 9,00 m de altura libre con brazo simple de 2,50 m. Dentro de la rotonda, se dispusieron columnas de 12,00 m de altura con brazo simple de 2,50 m para permitir alcanzar mayores niveles de uniformidad.

Como fuente de iluminación se consideraron lámparas de sodio de alta presión de alta eficiencia, comúnmente denominadas tipo súper o plus (SAP). Dentro de la rotonda, las lámparas

previstas son de 400 W, en el tramo de ingreso y egreso inmediato a la rotonda son de 250 W, y en el tramo más alejado, de 150 W.

10.4.2 Nivel de iluminación

Los criterios asumidos para la realización del proyecto de iluminación se han definido teniendo en cuenta las disposiciones de Pliegos y Especificaciones Técnicas de la D.N.V.

10.4.3 Distribución de columnas de alumbrado

Se ha determinado el vano económico o máximo admitido entre columnas para mantener la iluminancia media y su nivel de uniformidad en cada tramo dentro de los límites establecidos en las normas referidas.

Se ha procurado dentro de lo posible, reducir al mínimo las variantes de las estructuras soporte de luminarias (altura de columnas y longitud de brazos), mantener una razonable uniformidad en la distancia entre columnas consecutivas en las distintas calzadas de tránsito, y evitar cambios bruscos en los niveles de iluminación de las distintas partes de las intersecciones.

Se completa la instalación proyectada con una reducción del nivel de iluminación en los extremos de las vías de aproximación concurrentes (ramas de ingreso y egreso), con el objeto de generar en cierta medida una zona de “acostumbramiento visual”.

10.4.4 Señalización vertical y horizontal

En el desarrollo del proyecto de cada una de las alternativas planteadas se realizaron las planimetrías de señalización vertical y horizontal, conforme al “Manuales de señalamiento vertical” y “Manual de señalamiento horizontal” de la D.N.V. respectivamente. Al respecto se presentan las planimetrías correspondientes en el Anexo.

10.4.5 Traslado y readecuación de servicios

A partir de la información general de las trazas propuestas y con las zonas de camino definidas, se identificaron posibles interferencias de la traza proyectada con los tendidos de servicios en el sector.

La información de estos servicios en el sector de interés se obtuvo principalmente del relevamiento topográfico realizado en el lugar, y de la Secretaria de Energía de la Nación, que provee información sobre el paso de gasoductos y líneas eléctricas.

En lo referente a las interferencias eléctricas se encontraron líneas de baja tensión (LBT), líneas de media tensión (LMT) y líneas de alta tensión (LAT), en función de las interferencias halladas, se determinaron las cantidades de alteos y traslados necesarios para la ejecución de la obra.

10.4.6 Barandas metálicas de protección

En los sectores de la traza donde la altura del terraplén supera los 3,00 m respecto al fondo de cuneta se implementaron barandas de protección vehicular, también en coincidencia con alcantarillas, luminarias y en el lado externo de las curvas.

La disposición de estas barandas se presenta en las planialtimetrías de cada alternativa.

11 CÓMPUTOS MÉTRICOS, ANÁLISIS DE PRECIOS Y PRESUPUESTO

En este capítulo se presentan los estudios realizados a los efectos de estimar cantidades, costos, y presupuestos de los rubros que intervienen en la ejecución de cada una de las alternativas propuestas, en términos de anteproyecto.

11.1 Cómputos métricos, especificaciones técnicas y planos

El cómputo se efectuó teniendo en cuenta lo establecido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad para cada uno de los ítems contemplados. Las cuestiones particulares de diseño fueron establecidas para las capas estructurales del pavimento y consignadas en el capítulo respectivo.

Los cómputos métricos se realizaron en base a los diseños a nivel de anteproyecto de los distintos componentes de la obra. Dichos planos se presentan en el Anexo Planos.

11.2 Presupuesto de obra

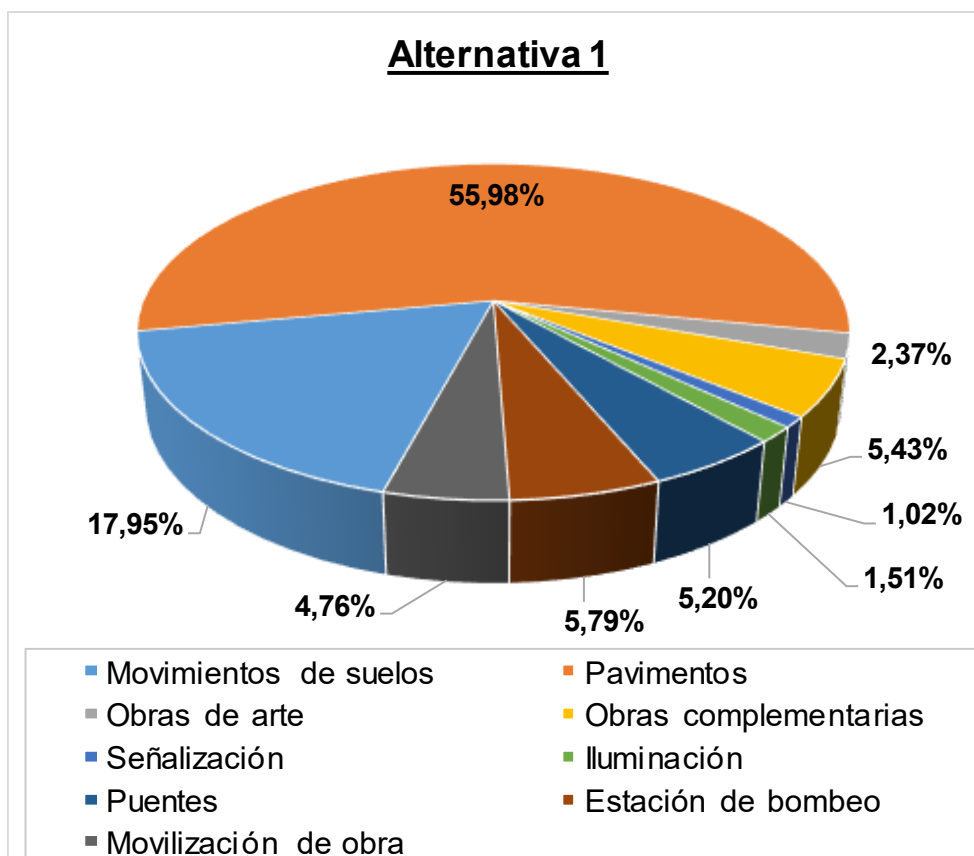
El presupuesto total y parcial de los rubros se obtuvo a partir del producto de las cantidades computadas y los precios unitarios resultantes del análisis de precio de los distintos ítems del proyecto. Los precios de los equipos, materiales y manos de obras consignados para este efecto corresponden a los del mercado en el mes de noviembre del año 2024. Se realizó el análisis de precio de los ítems principales del proyecto y se adoptaron valores del mercado para el resto de los ítems de obra.

A continuación, se presenta el resumen de los presupuestos para cada una de las alternativas.

Tabla 11.1: Presupuesto de obra de las alternativas

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Movimientos de suelos	\$ 5.531.602.918,70	\$ 6.089.272.504,99	\$ 5.922.001.898,53
Pavimentos	\$ 17.253.413.890,49	\$ 19.066.519.385,77	\$ 20.130.242.717,10
Obras de arte	\$ 730.709.921,47	\$ 505.792.259,91	\$ 420.806.125,53
Obras complementarias	\$ 1.674.097.218,16	\$ 1.827.554.340,76	\$ 1.852.680.756,41
Señalización	\$ 314.544.978,30	\$ 318.843.000,03	\$ 331.051.036,80
Iluminación	\$ 464.310.762,46	\$ 459.061.970,60	\$ 461.048.812,26
Puentes	\$ 1.601.999.921,20	\$ 1.583.812.142,80	\$ 1.583.812.142,80
Estación de bombeo	\$ 1.784.791.390,77	\$ 1.711.774.466,60	\$ 1.711.774.466,60
Movilización de obra	\$ 1.467.773.550,08	\$ 1.578.131.503,57	\$ 1.620.670.897,80
Presupuesto total	\$ 30.823.244.551,63	\$ 33.140.761.575,04	\$ 34.034.088.853,83
Presupuesto x Km (\$/km)	\$ 3.076.479.144,79	\$ 2.967.475.069,40	\$ 2.874.015.272,24

Los cálculos métricos, análisis de precios y la Planilla resumen de los presupuestos de cada alternativa se presentan dentro de los Anexos de este informe.


Figura 11.1: Incidencia de los rubros de obra en la Alternativa 1

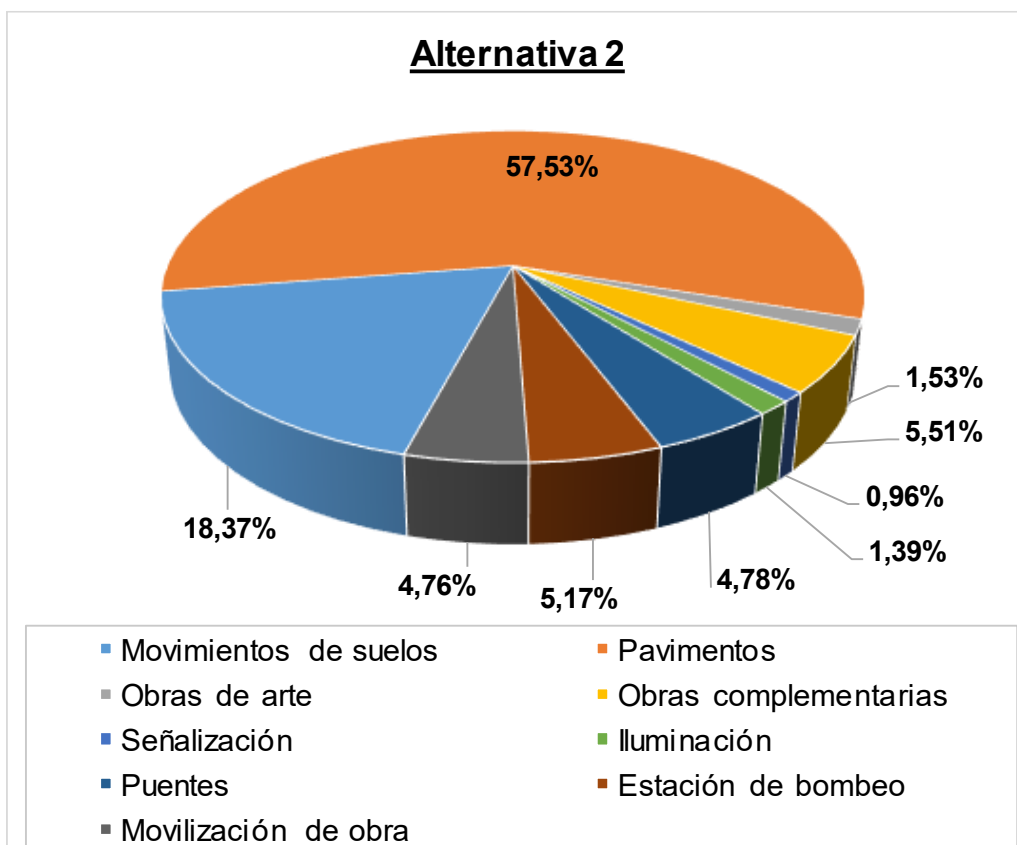


Figura 11.2: Incidencia de los rubros de obra en la Alternativa 2

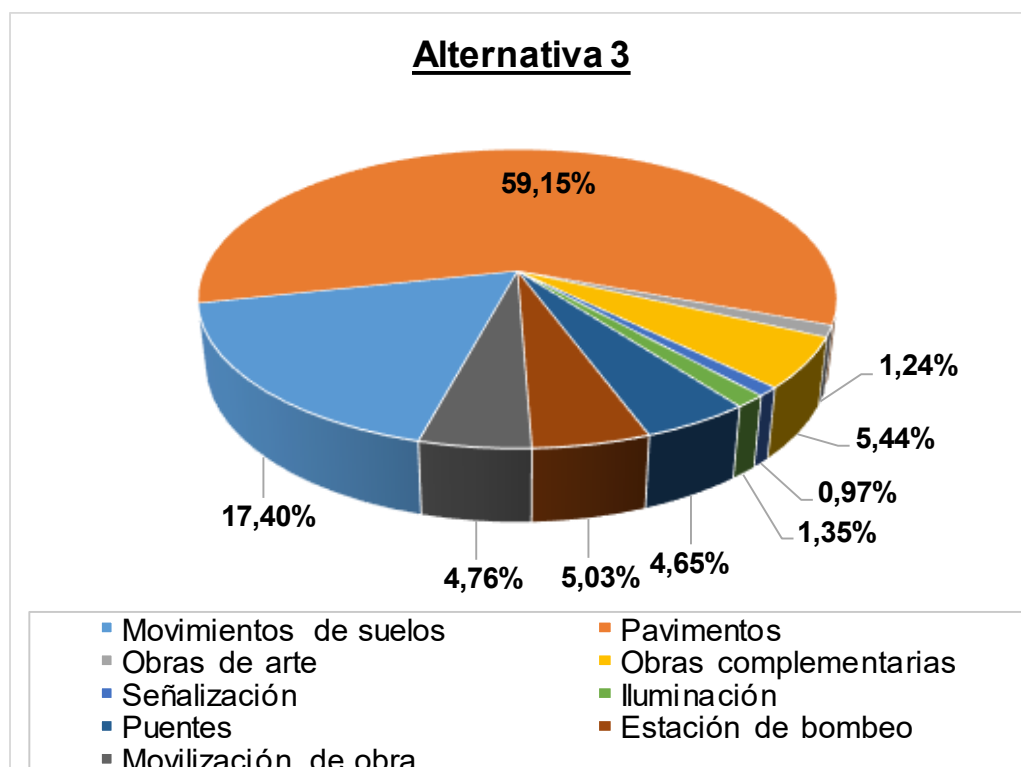


Figura 11.3: Incidencia de los rubros de obra en la Alternativa 3

11.3 Estudio de afectación de inmuebles

En este apartado se desarrolla el análisis realizado de las superficies construidas afectadas al quedar dentro del ancho de la zona de camino para cada una de las alternativas propuestas.

11.3.1 Zonificación general

A los fines de este análisis, la ciudad de Nogoyá y sus alrededores fueron sectorizados de acuerdo a la ocupación territorial en: zona urbana (sombreado rojo), zona suburbana (sombreado marrón) y la superficie restante como zona rural.

Por otro lado, en base a la modelación hidráulica del Capítulo 8 se determinó el área inundable producida por los arroyos aledaños (rayado celeste). En la figura siguiente se observa que las zonas afectadas por las trazas son principalmente áreas suburbanas y rurales, salvo en la Alternativa 1 donde se cruza un sector urbano junto a la RP 26, mientras que los sectores inundables afectan a las tres trazas en el inicio de las trazas en el lado este y cerca del final del trayecto donde cruzan el arroyo Chañar.

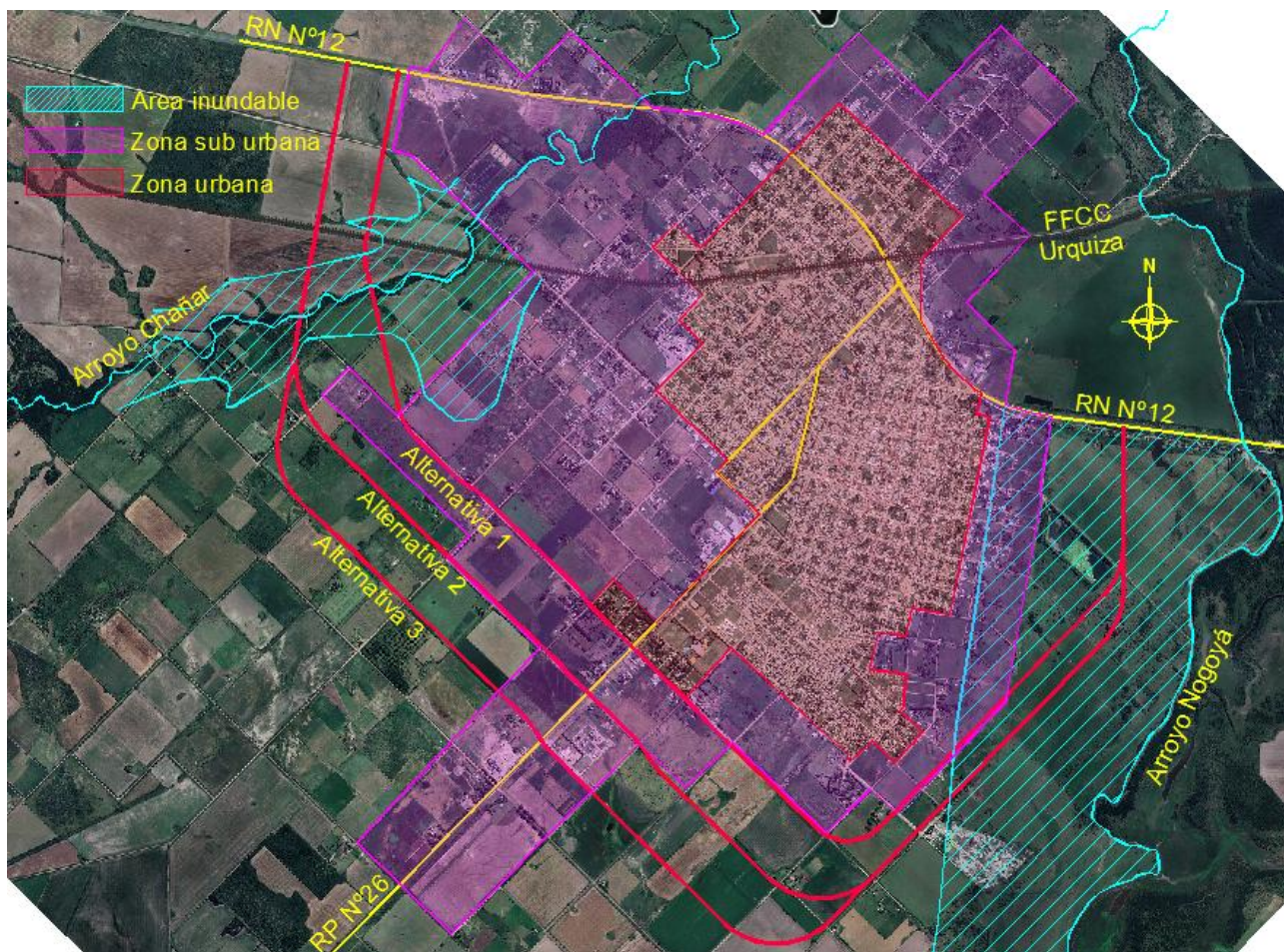


Figura 11.4: Sectorización área urbana, suburbana, rural e inundable

11.3.2 Afectación de parcelas

En base a los alineamientos propuestos y los anchos de zona de camino, incluyendo los sectores de emplazamiento de las rotondas, se realizó una planimetría de afectación catastral

para cada alternativa, en la que se detallan todas las propiedades inmuebles afectadas, con su identificación catastral y caracterización pertinente.

A partir de las planimetrías de cada una de las alternativas se realizó una estimación de las superficies de propiedades afectadas. Para ello se consideraron los límites de la zona de camino, sin incluir las áreas correspondientes a calles públicas, rutas y arroyos.

A continuación, se presenta una tabla resumen para cada alternativa con los datos de las parcelas afectadas, entre los que se incluye la superficie total, la superficie afectada, y el área remanente del lote, es decir, la parte del lote no afectada.

Tabla 11.2: Áreas de afectación de la Alternativa 1

Alternativa 1				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Rural	109300	34,36	2,04	32,33
Rural	50238	23,15	4,11	19,05
Rural	103942	19,98	3,24	16,74
Rural	101850	23,82	3,87	19,95
Rural	112170	2,11	2,11	0,00
Rural	102036	4,59	2,96	1,63
Rural	102037	4,32	3,18	1,15
Rural	105002	4,75	2,30	2,46
Rural	105772	1,10	1,06	0,04
Rural	105771	1,74	1,01	0,73
Rural	105768	1,74	0,28	1,46
Rural	105770	0,14	0,14	0,00
Rural	105767	1,27	0,22	1,05
Rural	115555	0,67	0,30	0,37
Rural	50451	4,29	0,43	3,86
Suburbana	115080	0,30	0,29	0,01
Suburbana	118833	4,32	0,92	3,40
Suburbana	50551	4,60	1,16	3,43
Suburbana	110447	2,21	0,73	1,47
Suburbana	50054	5,87	1,22	4,65
Suburbana	50023	4,60	0,94	3,66
Rural	60007	16,83	3,15	13,68
Rural	50078	17,49	0,08	17,40
Rural	121962	26,26	1,40	24,86
Rural	60063	32,14	1,52	30,62
Suburbana	103112	7,72	0,01	7,70
Suburbana	50364	14,63	0,70	13,93
Suburbana	102289	2,00	0,40	1,60
Suburbana	119440	0,99	0,07	0,91
Suburbana	102370	1,00	0,08	0,92

Alternativa 1				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Suburbana	115473	3,14	0,18	2,95
Suburbana	118875	0,14	0,04	0,10
Suburbana	119361	0,16	0,08	0,08
Suburbana	105018	2,49	0,13	2,35
Suburbana	50074	0,30	0,11	0,20
Suburbana	50206	6,44	0,36	6,08
Urbana	107628	0,39	0,10	0,29
Suburbana	115351	0,44	0,05	0,39
Suburbana	50425	2,00	0,23	1,77
Urbana	122627	0,09	0,01	0,08
Suburbana	60150	0,23	0,04	0,19
Suburbana	125801	0,12	0,08	0,04
Suburbana	111511	0,21	0,01	0,20
Suburbana	50586	6,99	1,23	5,76
Suburbana	103348	5,97	0,52	5,44
Suburbana	103349	1,95	0,17	1,78
Suburbana	50198	12,02	0,99	11,02
Suburbana	50328	1,82	0,67	1,15
Suburbana	50327	1,40	0,06	1,33
Suburbana	60085	9,15	1,54	7,61
Suburbana	115822	0,43	0,05	0,38
Suburbana	60227	9,03	0,48	8,55
Suburbana	60226	17,75	0,30	17,45
Rural	100981	13,82	2,72	11,10
Rural	60062	6,20	1,36	4,83
Rural	60107	15,24	1,42	13,82
Rural	50358	35,55	0,43	35,12
Rural	117693	159,73	2,22	157,51
Rural	121155	91,46	4,05	87,40
Rural	119754	23,42	3,59	19,83
Rural	101179	1,98	0,13	1,85

Tabla 11.3: Áreas de afectación de la Alternativa 2

Alternativa 2				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Rural	109300	34,36	1,79	32,57
Rural	50238	23,15	3,39	19,76

Alternativa 2				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Rural	103942	19,98	2,67	17,31
Rural	101850	23,82	3,42	20,40
Rural	112170	1,83	1,11	0,73
Rural	110615	4,16	2,35	1,81
Rural	110612	3,95	2,91	1,04
Rural	106100	4,32	3,11	1,20
Rural	50338	46,27	4,72	41,54
Rural	105768	1,80	0,57	1,23
Rural	105767	1,50	0,78	0,72
Rural	106096	3,06	2,43	0,63
Rural	115555	0,53	0,02	0,51
Rural	50451	4,74	2,95	1,79
Rural	101106	4,24	1,61	2,63
Rural	50270	1,78	0,98	0,81
Rural	111012	3,26	0,88	2,38
Rural	60007	16,83	1,88	14,95
Rural	50078	17,49	3,45	14,03
Rural	103113	4,88	0,57	4,31
Rural	121962	26,26	2,87	23,39
Rural	60063	31,32	2,13	29,19
Rural	103780	4,24	0,97	3,28
Rural	50190	10,30	2,60	7,70
Suburbana	50364	14,78	0,28	14,50
Suburbana	102372	3,43	0,54	2,89
Suburbana	102371	5,26	0,86	4,40
Suburbana	126058	0,07	0,07	0,00
Suburbana	123904	1,27	0,36	0,91
Suburbana	125427	0,16	0,11	0,05
Suburbana	50115	10,98	0,27	10,71
Suburbana	112026	0,90	0,90	0,00
Suburbana	112025	0,77	0,53	0,24
Suburbana	115334	0,38	0,02	0,36
Suburbana	112024	0,41	0,014	0,39
Rural	112023	0,79	0,007	0,79
Rural	126720	0,10	0,098	0,00
Rural	114570	5,73	0,83	4,91
Rural	114571	3,16	1,05	2,11
Rural	50024	17,97	1,95	16,02
Rural	101005	3,83	1,35	2,48
Rural	60020	5,06	1,76	3,30

Alternativa 2				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Rural	110348	4,39	1,56	2,83
Rural	110359	4,39	1,53	2,86
Rural	50589	4,45	1,51	2,94
Rural	104365	3,86	1,34	2,52
Rural	50058	3,86	1,59	2,27
Rural	50326	2,89	0,18	2,71
Rural	50460	8,45	2,22	6,23
Rural	60107	15,24	0,010	15,23
Rural	117693	159,73	4,29	155,44
Rural	121155	91,46	7,54	83,91
Rural	119754	23,42	0,10	23,32
Rural	60115	12,82	0,12	12,70

Tabla 11.4: Áreas de afectación de la Alternativa 3

Alternativa 3				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Rural	109300	34,36	1,79	32,57
Rural	50238	23,15	3,39	19,76
Rural	103942	19,98	2,67	17,31
Rural	101850	23,82	3,42	20,40
Rural	112170	1,83	1,11	0,73
Rural	110615	4,16	2,35	1,81
Rural	110612	3,95	2,91	1,04
Rural	106100	4,32	3,11	1,20
Rural	50338	46,27	4,72	41,54
Rural	105768	1,80	0,57	1,23
Rural	105767	1,50	0,78	0,72
Rural	106096	3,06	2,43	0,63
Rural	115555	0,53	0,02	0,51
Rural	50451	4,74	2,95	1,79
Rural	101106	4,24	1,61	2,63
Rural	50270	1,78	0,98	0,81
Rural	111012	3,26	0,88	2,38
Rural	60007	16,83	1,88	14,95
Rural	50078	17,49	1,87	15,62
Rural	103113	4,88	0,66	4,22
Rural	60021	12,94	3,11	9,84

Alternativa 3				
Zona	ID de parcela	Áreas		
		Parcela	Afectada total	Remanente
		[has]	[has]	[has]
Rural	111049	8,85	0,62	8,23
Rural	103048	26,23	2,92	23,31
Rural	60063	32,14	1,50	30,64
Rural	60297	9,07	1,62	7,46
Rural	60172	7,45	2,81	4,64
Suburbana	50204	10,33	1,82	8,51
Suburbana	50207	5,38	0,28	5,10
Suburbana	112172	5,23	2,20	3,03
Rural	50202	5,95	2,99	2,96
Rural	60029	17,07	3,00	14,06
Rural	50592	3,41	1,24	2,17
Rural	60143	2,83	1,42	1,41
Rural	126501	0,49	0,31	0,17
Rural	50148	3,94	1,45	2,48
Rural	108524	8,21	1,48	6,73
Rural	108521	7,46	2,91	4,54
Rural	50280	3,70	0,10	3,61
Rural	101417	4,15	0,17	3,98
Rural	108252	1,85	1,16	0,69
Rural	109296	1,70	0,29	1,41
Rural	50058	3,80	0,80	3,00
Rural	50326	2,93	0,69	2,24
Rural	50460	8,54	2,12	6,42
Rural	60107	15,24	0,010	15,23
Rural	117693	159,82	4,29	155,53
Rural	121155	91,46	7,54	83,91
Rural	119754	23,42	0,10	23,32
Rural	60115	12,82	0,12	12,70

A continuación, se muestra un resumen del total de las parcelas afectadas en cada zona para cada alternativa. En la alternativa 1, del total de 61 parcelas involucradas resultan las siguientes superficies afectadas:

Tabla 11.5: Resumen de las áreas de afectación de la Alternativa 1

Alternativa 1			
Zona	Área total parcelas	Áreas de afectación	
		Total	Remanente
	[has]	[has]	[has]
Rural	389,32	18,15	369,10
Rural	178,82	31,17	149,73

Alternativa 1			
Zona	Área total parcelas	Áreas de afectación	
		Total	Remanente
	[has]	[has]	[has]
Inundable			
Suburbana	118,97	10,75	108,22
Suburbana Inundable	11,42	3,11	8,31
Urbana	0,484	0,11	0,38
Total	699,02	63,29	635,73

En la alternativa 2, del total de 54 parcelas involucradas resultan las siguientes superficies afectadas:

Tabla 11.6: Resumen de las áreas de afectación de la Alternativa 2

Alternativa 2			
Zona	Área total parcelas	Áreas de afectación	
		Total	Remanente
	[has]	[has]	[has]
Rural	486,19	40,51	441,81
Rural Inundable	179,48	38,69	144,67
Suburbana	38,40	3,95	34,44
Urbana	0,00	0,00	0,00
Total	704,06	83,14	620,92

En la alternativa 3, del total de 49 parcelas involucradas resultan las siguientes superficies afectadas:

Tabla 11.7: Resumen de las áreas de afectación de la Alternativa 3

Alternativa 3			
Zona	Área total parcelas	Áreas de afectación	
		Total	Remanente
	[has]	[has]	[has]
Rural	517,74	46,28	467,58
Rural Inundable	179,48	38,69	144,67
Suburbana	20,93	4,30	16,64
Urbana	0,00	0,00	0,00
Total	718,15	89,27	628,88

A continuación, se presenta una tabla resumen con la comparación de áreas afectadas por las distintas alternativas planteadas.

Tabla 11.8: Resumen de las áreas de afectación para cada alternativa

Alternativas		1	2	3
Cantidad de parcelas afectadas	Zona	n°	n°	n°
	Rural	10	28	31
	Rural Inundable	19	15	15
	Suburbana	26	11	3
	Suburbana Inundable	4	0	0
	Urbana	2	0	0
	Total	61	54	49
Superficie afectada	Zona	[has]	[has]	[has]
	Rural	18,15	40,51	46,28
	Rural Inundable	31,17	38,69	38,69
	Suburbana	10,75	3,95	4,30
	Suburbana Inundable	3,11	0,00	0,00
	Urbana	0,11	0,00	0,00
	Total	63,29	83,14	89,27

11.3.3 Afectación de construcciones en la Alternativa 1

En este apartado se describen en detalle las características de las construcciones afectadas en las parcelas que se encuentran dentro de la zona de camino del proyecto.

Entre las progresivas 5+000 y 5+500, sobre la calle Vuelta de Obligado, se ven afectadas tres construcciones en las parcelas N° 119.440, 102.370 y 50.074 respectivamente.

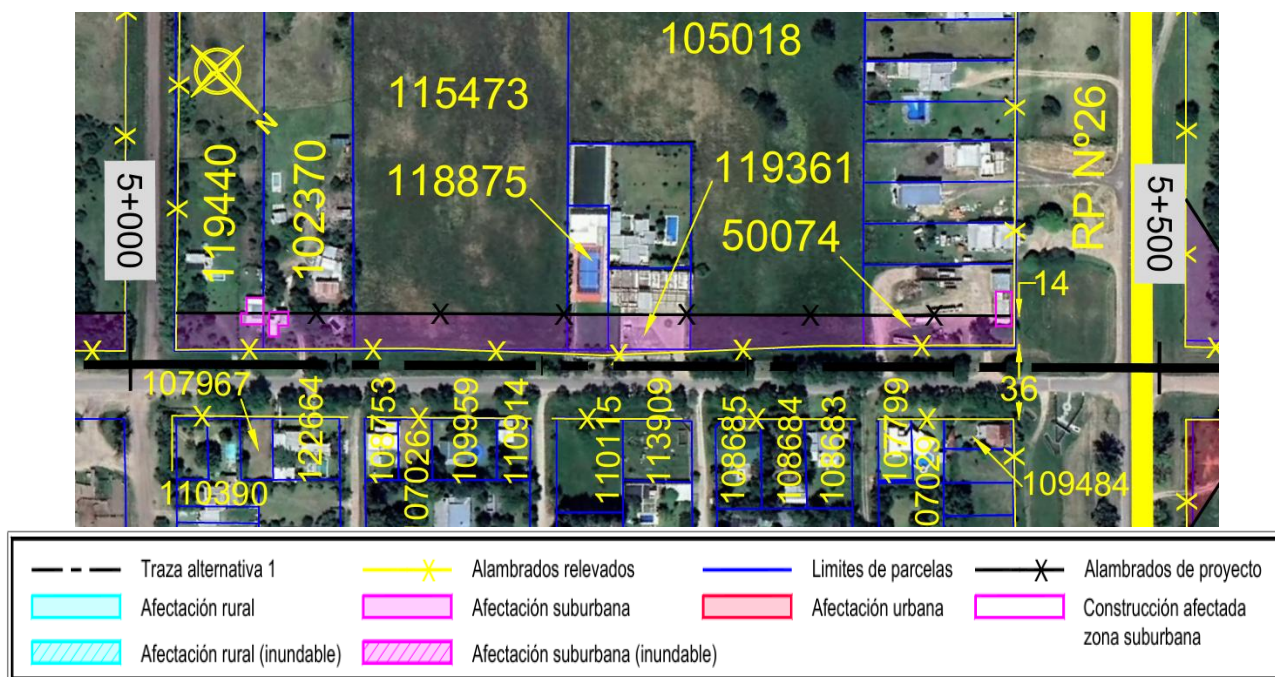

Figura 11.5: Vista general afectaciones de la alternativa 1 (prog. 5+000 a 5+500)



Figura 11.6: Vista satelital construcción afectada parcela N° 119.440 y 102.370 (Alt. 1)

La construcción afectada sobre la parcela N° 119.440 se trata de una vivienda unifamiliar de una sola planta, de construcción tradicional con cubierta de chapa. La superficie es de aproximadamente 121 m².

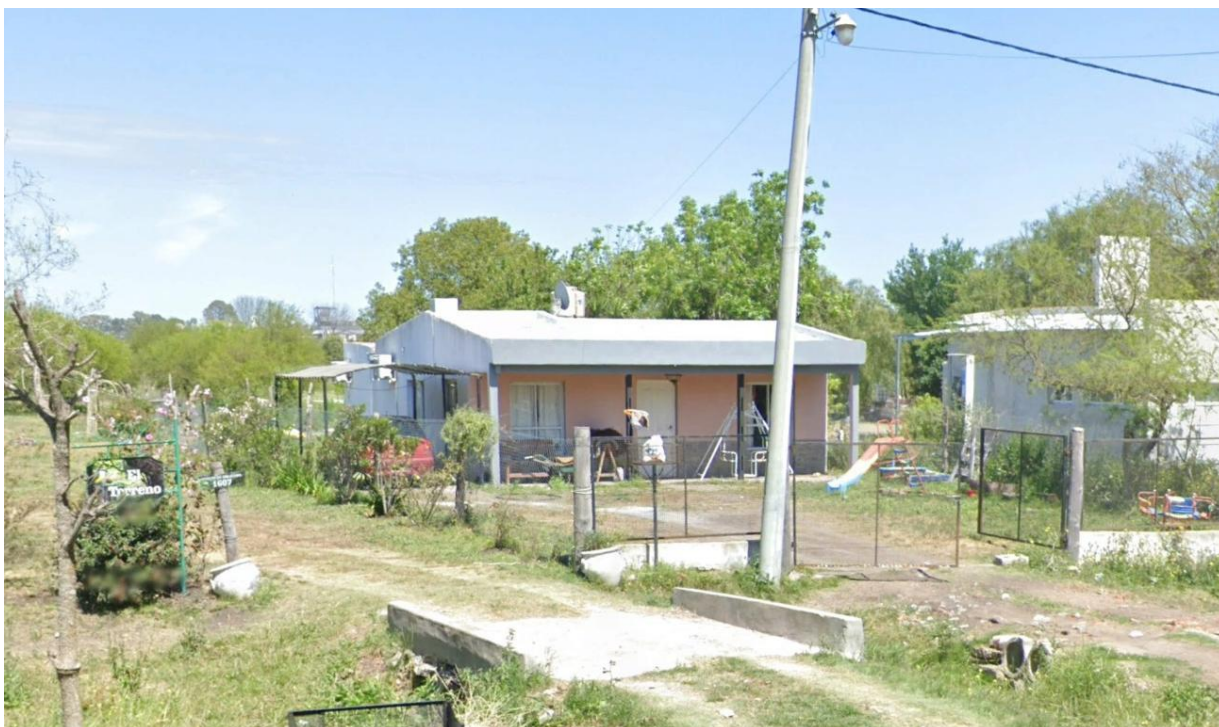


Figura 11.7: Construcción afectada s/ parcela N° 119.440 (Alternativa 1)

La construcción afectada sobre la parcela N° 102.370 se trata de una vivienda unifamiliar de una sola planta, de construcción tradicional con cubierta de chapa. La superficie es de aproximadamente 77 m².



Figura 11.8: Construcción afectada sobre parcela N° 102.370 (Alternativa 1)



Figura 11.9: Vista satelital construcción afectada parcela N° 50.074 (Alternativa 1)

Finalmente, sobre la parcela N° 50.074 se encuentra afectada una vivienda unifamiliar de una sola planta, construcción tradicional con cubierta de losa y chapa. La superficie total de la vivienda es de 120 m².



Figura 11.10: Construcción afectada sobre parcela N° 50.074 (alternativa 1)

Tabla 11.9: Resumen de construcciones afectadas en la Alternativa 1

Zona	ID de parcela	Área construida afectada	Tipo de construcción
		[m ²]	
Suburbana	119.440	121	Vivienda
	102.370	77	Vivienda
	50.074	120	Vivienda
TOTAL		318	

11.3.4 Afectación de construcciones en la Alternativa 2

Entre las progresivas 6+000 y 6+500, sobre la Ruta Provincial N°26, se ve afectada una construcción en la parcela N° 125.427.

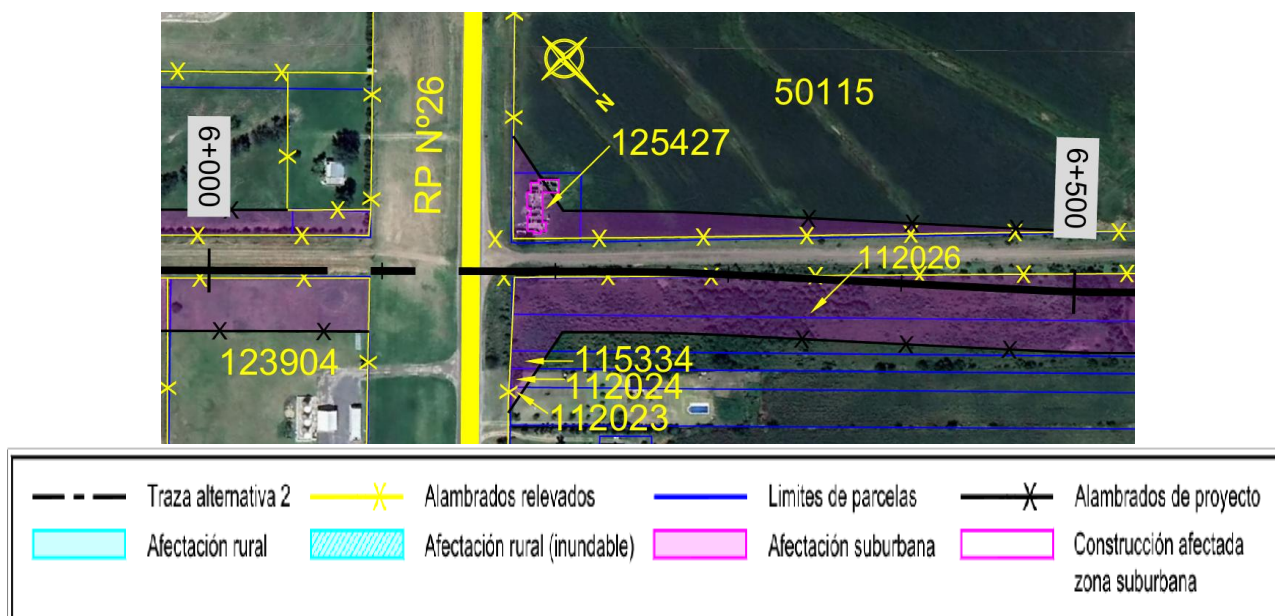


Figura 11.11: Vista general afectación de la alternativa 2 (prog. 6+000 a 6+500)

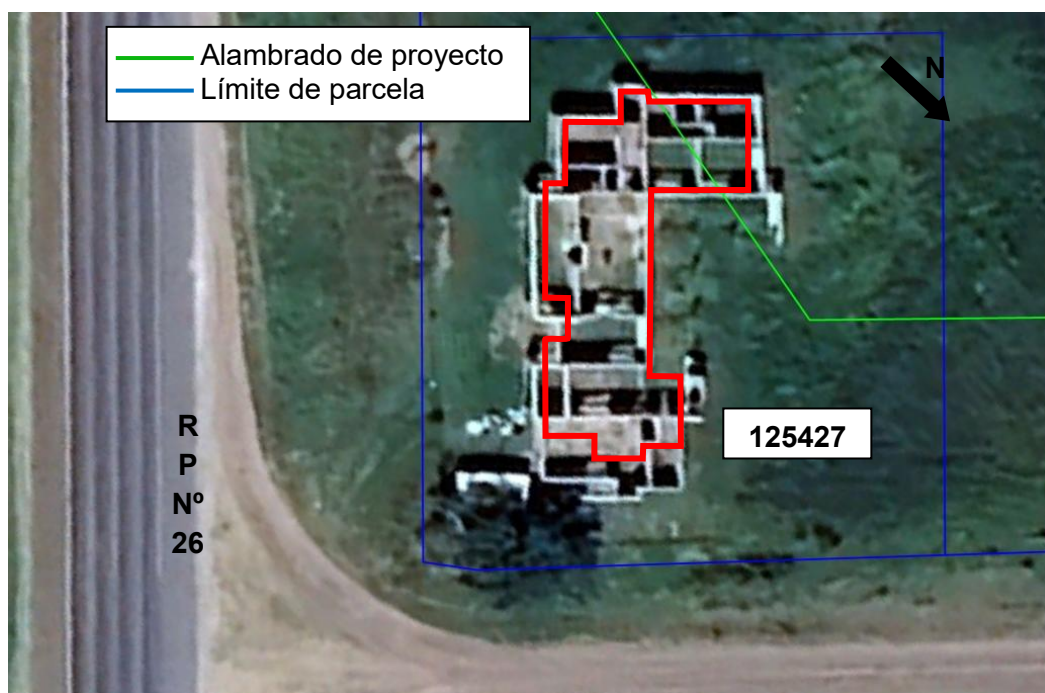


Figura 11.12: Vista satelital construcción afectada parcela N° 125.427 (Alternativa 2)

Sobre dicha parcela se ve afectada una construcción en proceso de elaboración, observándose que es de construcción tradicional y solo se encuentran realizadas las mamposterías. La superficie afectada es de aprox. 282 m²



Figura 11.13: Construcción afectada sobre parcela N° 125.427 (Alternativa 2)

Tabla 11.10: Resumen de construcciones afectadas en la Alternativa 2

Zona	ID de parcela	Área construida afectada	Tipo de construcción
		[m ²]	
Suburbana	125427	282	En elaboración
TOTAL		282	

11.3.5 Afectación de construcciones en la Alternativa 3

En la traza alternativa 3 sobre la progresiva 9+500 se ve afectada una construcción en la parcela N° 108.252, frentista a la calle pública.

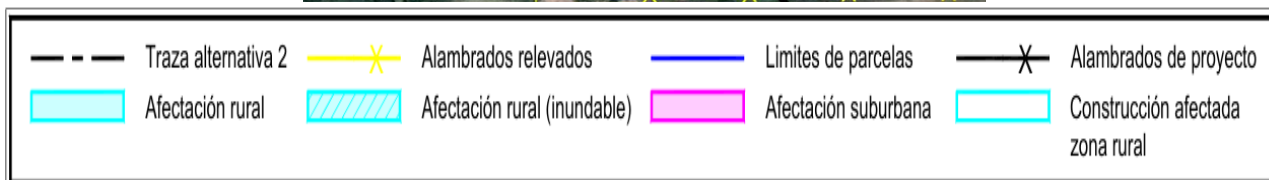
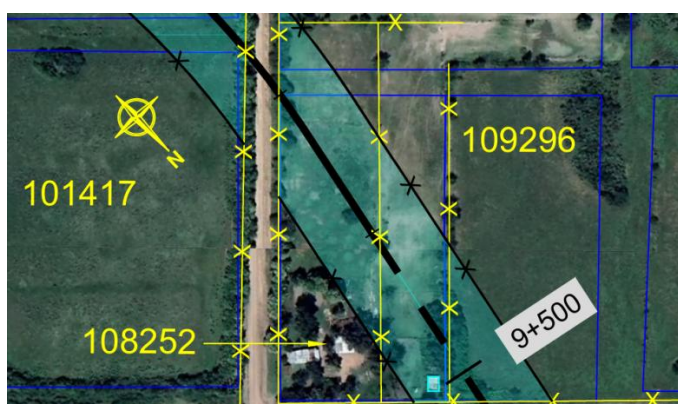


Figura 11.14: Vista general afectación de la Alternativa 3 (prog. 9+500)



Figura 11.15: Vista satelital construcción afectada parcela N° 108.252 (alternativa 3)

En la imagen satelital se observa que se trata de una construcción de una sola planta y cubierta de chapa. La traza afecta una superficie aproximada de 54 m².

Tabla 11.11: Resumen construcciones afectadas alternativa 3

Zona	ID de parcela	Área construida afectada	Tipo de construcción
		[m ²]	
Rural	108.252	54	-
TOTAL		54	

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las áreas construidas afectadas por la traza de la alternativa 3.

Tabla 11.12: Resumen construcciones afectadas para cada alternativa

Alternativas		1	2	3
Construcciones afectadas	Zona	[m ²]	[m ²]	[m ²]
	Rural	0	0	54
	Suburbana	318	282	0
	Urbana residencial	0	0	0
	Total	318	282	54

11.4 Costo de afectación de propiedades

En base al estudio de afectación de cada una de las alternativas se realizó una estimación de los costos de afectación de las propiedades, para lo cual se consideraron valores de mercado tanto para el terreno como para las edificaciones. Los valores resultantes se muestran en la tabla siguiente y en el Anexo se presenta el detalle de la evaluación de costos.

Tabla 11.13: Costo de afectación de propiedades de la Alternativa 1

Afectación de lotes - Alternativa 1			
Tipo de superficie	Costo Unitario (\$/Ha)	Superficie (Ha)	Costo total
Urbano residencial	\$ 675.510.000,00	0,11	\$ 73.476.357,56
Suburbano	\$ 207.770.500,00	10,75	\$ 2.233.796.375,78
Suburbano Inundable	\$ 103.885.250,00	3,11	\$ 323.258.771,49
Rural	\$ 8.188.000,00	18,15	\$ 148.574.950,90
Rural Inundable	\$ 4.094.000,00	31,17	\$ 127.610.858,86
			\$ 2.906.717.314,59

Afectación de Edificaciones - Alternativa 1			
Sector	Costo Unitario (\$/m ²)	Superficie (m ²)	Costo total
Expropiación de viviendas	\$ 818.800,00	318,00	\$ 260.378.400,00
Expropiación de galpones/construcciones secundarias	\$ 409.400,00	0,00	\$ 0,00
			\$ 260.378.400,00

Total		\$3.167.095.714,59
--------------	--	---------------------------

Tabla 11.14: Costo de afectación de propiedades de la Alternativa 2

Afectación de lotes - Alternativa 2			
Tipo de superficie	Costo Unitario (\$/Ha)	Superficie (Ha)	Costo total
Urbano residencial	\$ 675.510.000,00	0,00	\$ 0,00
Suburbano	\$ 207.770.500,00	3,95	\$ 821.131.559,10
Rural	\$ 8.188.000,00	40,51	\$ 331.660.445,37
Rural Inundable	\$ 4.094.000,00	38,69	\$ 158.383.239,96
			\$ 1.311.175.244,42

Afectación de Edificaciones - Alternativa 2			
Sector	Costo Unitario (\$/m²)	Superficie (m²)	Costo total
Expropiación de viviendas	\$ 818.800,00	0,00	\$ 0,00
Expropiación de galpones/construcciones secundarias	\$ 409.400,00	282,00	\$ 115.450.800,00
			\$ 115.450.800,00

Total	\$1.426.626.044,42
--------------	---------------------------

Tabla 11.15: Costo de afectación de propiedades de la Alternativa 3

Afectación de lotes - Alternativa 3			
Tipo de superficie	Costo Unitario (\$/Ha)	Superficie (Ha)	Costo total
Urbano residencial	\$ 675.510.000,00	0,00	\$ 0,00
Suburbano	\$ 207.770.500,00	4,30	\$ 893.054.482,02
Rural	\$ 8.188.000,00	46,28	\$ 378.972.905,71
Rural Inundable	\$ 4.094.000,00	38,69	\$ 158.383.239,96
			\$ 1.430.410.627,69

Afectación de Edificaciones - Alternativa 3			
Sector	Costo Unitario (\$/m²)	Superficie (m²)	Costo total
Expropiación de viviendas	\$ 818.800,00	0,00	\$ 0,00
Expropiación de galpones/construcciones secundarias	\$ 409.400,00	54,00	\$ 22.107.600,00
			\$ 22.107.600,00

Total	\$1.452.518.227,69
--------------	---------------------------

11.5 Costo total de inversión

Sumando los presupuestos de obras y los costos de afectación de propiedades se obtuvo el costo total de la inversión de cada alternativa. Si bien no presentan diferencias significativas en este aspecto, la alternativa 2 resultó ser la más económica teniendo en cuenta los altos costos de afectación que implica la alternativa 1.

Tabla 11.16: Costo total de inversión

Descripción	Presupuesto de obra	Costos de afectaciones	Costo total de inversión
Alternativa 1	\$ 30.823.244.551,63	\$ 3.167.095.714,59	\$ 33.990.340.266,21
Alternativa 2	\$ 33.140.761.575,04	\$ 1.426.626.044,42	\$ 34.567.387.619,47
Alternativa 3	\$ 34.034.088.853,83	\$ 1.452.518.227,69	\$ 35.486.607.081,52

12 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

El presente documento corresponde al Análisis Multicriterio del Proyecto de circunvalación en la ciudad de Nogoyá, provincia de Entre Ríos. La ciudad de Nogoyá es la ciudad capital del departamento Nogoyá. El área en estudio donde se plantearon las alternativas de circunvalación comprende la zona del ejido urbano de la ciudad de Nogoyá, desde el Parque Industrial hacia el oeste, la zona suburbana al suroeste y el sur de la ciudad y el Arroyo Nogoyá hacia el este, junto con los tramos de ruta de la RN 12 y la RP 26 y el área suburbana y rural aledaña a la localidad (Figura 12.1).

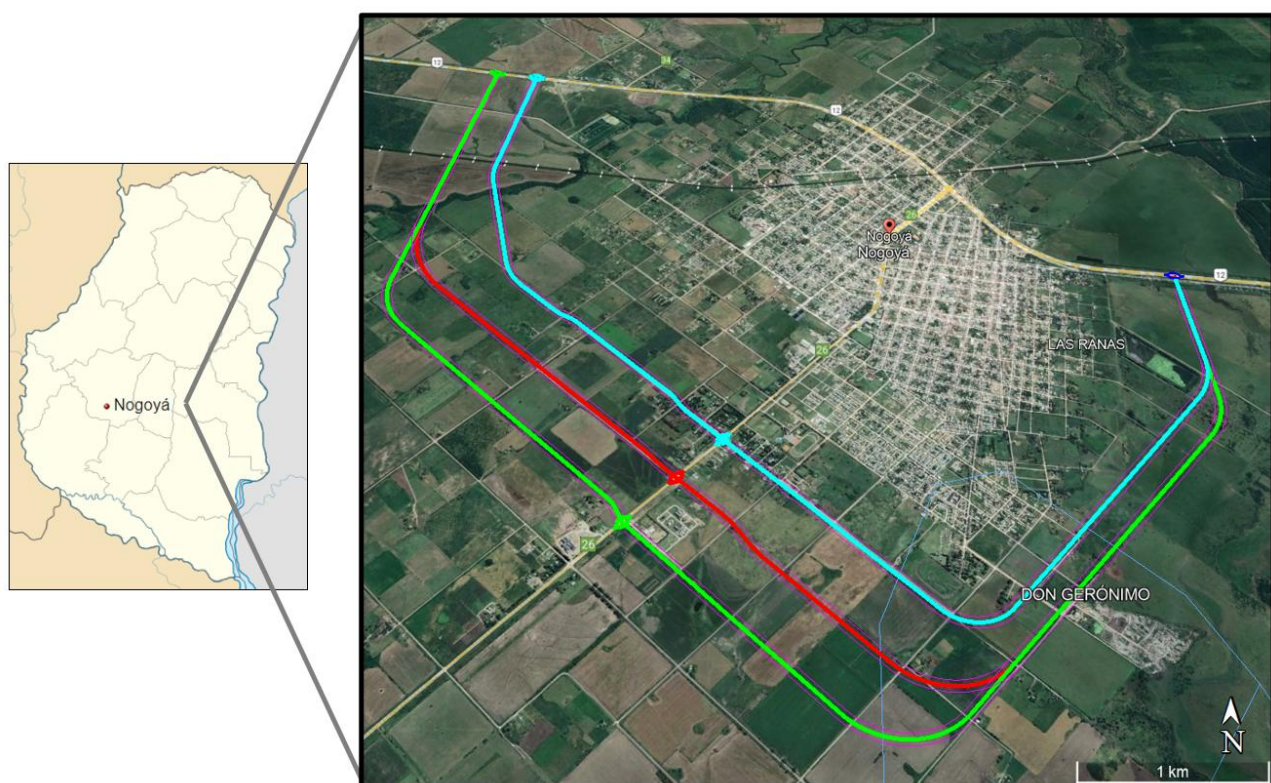


Figura 12.1: Ubicación de la ciudad de Nogoyá y alternativas de circunvalación.

La RN 12 y su continuación con la RP 39 conectan de este a oeste la zona centro sur de la provincia, que cuenta con la mayor producción agropecuaria. Este eje comunicacional se vincula a través de la RP 26 con la ciudad de Victoria y con el puente Rosario-Victoria. En la zona del gran Rosario se encuentra el complejo portuario agroexportador más importante del país, por lo que la gran parte de la producción de la zona centro sur de la provincia que tiene como destino llegar a los puertos del gran Rosario tienen que cruzar por la ciudad de Nogoyá (Figura 12.2).

El tránsito pesado que proviene de la RN 12, tanto del este como del oeste cruza por el centro de la ciudad en dirección de la RP 26, así como el tráfico internacional que cruza por el puente Rosario-Victoria y se dirige a Brasil y el centro norte de Uruguay.

Esta situación trae serios inconvenientes a la población local y al gobierno municipal que tiene que mantener el pavimento urbano por donde transita un flujo importante de camiones. De allí que la municipalidad de Nogoyá tiene como meta la construcción de una circunvalación que desvíe el tránsito pesado.

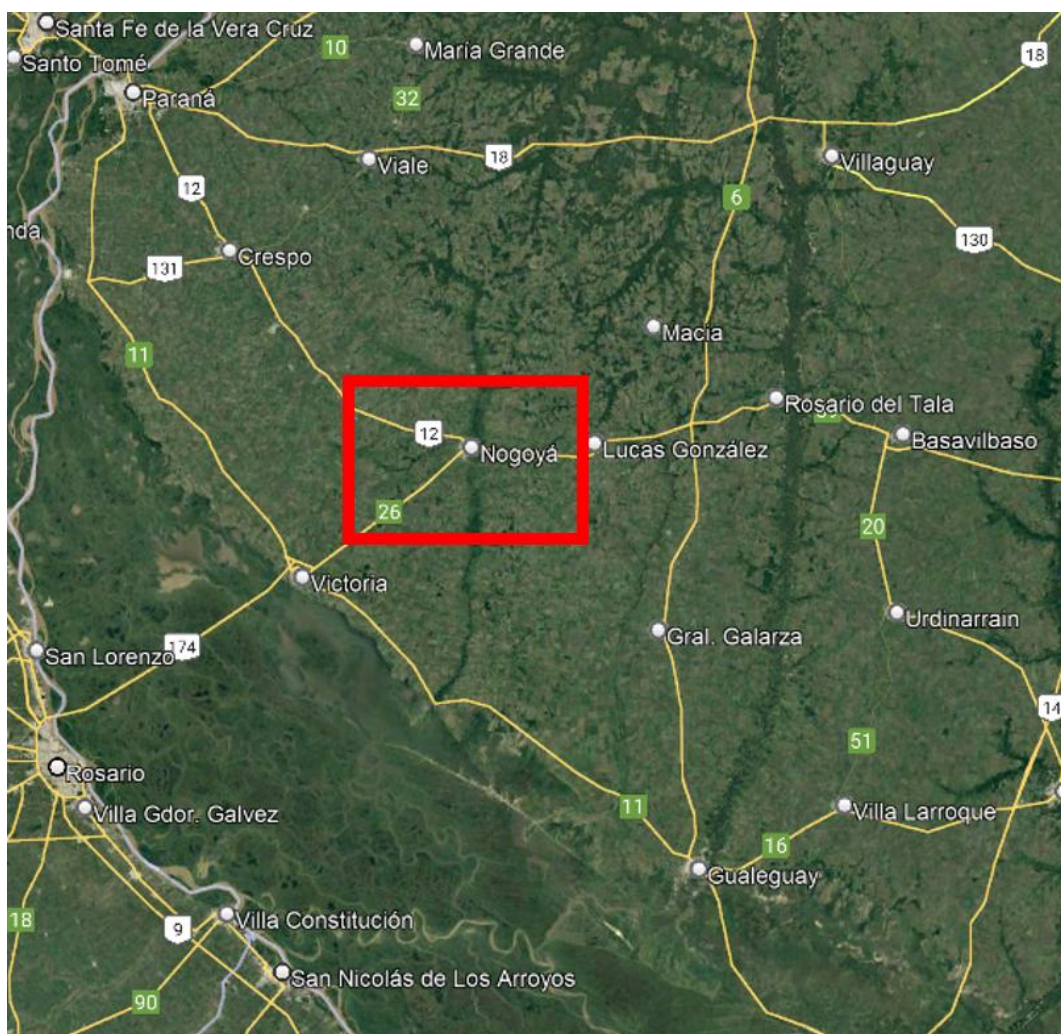


Figura 12.2: Rutas principales cercanas a Nogoyá



Figura 12.3: Tránsito pesado en la esquina de Av. Ejército Argentino y el inicio de la RP 26

Uno de los inconvenientes que ha tenido es que las rutas mencionadas pertenecen a distintas jurisdicciones, la nacional y la provincial, y las mismas solo se han ocupado de realizar reparaciones y refuerzos de la estructura de los pavimentos en los tramos que les corresponden.

12.1 Objetivos y alcance de la evaluación

El objetivo de esta Evaluación Multicriterio (EM) es la de evaluar la alternativa más conveniente para el proyecto de circunvalación en base a los estudios básicos y los diseños de ingeniería a un nivel de anteproyecto preliminar de las alternativas. Para ello se realizó una evaluación con una matriz multicriterio donde se analizaron distintos aspectos para valorar, teniendo en cuenta aspectos técnicos, urbanísticos, económicos y ambientales.

Como resultado de esta evaluación se puede recomendar la alternativa más conveniente para desarrollar el proyecto ejecutivo y poder concretar la obra.

12.2 Caracterización del ambiente. Áreas de influencia Directa e Indirecta.

En este capítulo se definen en primer término las Áreas de Influencia Directa (AID) e Indirectas (AII) del proyecto, entendiendo por éstas a la superficie geográfica susceptible de ser afectada directa e indirectamente por las obras y acciones propuestas en el proyecto, comprendiendo los medios naturales y antrópicos contenidos en ellas. Considerando AID y AII para las 3 alternativas planteadas.

Una vez delimitadas las AID y AII, se describen en cada una los componentes del medio físico-natural, biológico y antrópico, aquellos aspectos relacionados con el proyecto, que potencialmente podrían verse afectados positiva y/o negativamente con la ejecución del proyecto de circunvalación.

La descripción y análisis de los componentes ambientales y sociales que se describen en esta sección, conforman la Línea de Base o Diagnóstico Ambiental que permitirá conocer y evaluar el estado ambiental y social inicial en el que se encuentra la zona de estudio (situación sin proyecto), y pronosticar los posibles impactos derivados del proyecto. En tal sentido el cambio de las características de los componentes evaluados en la línea base por las distintas etapas y acciones que se desarrollen, podrán ser medidos y cuantificados en la etapa de monitoreo.

La determinación del área de influencia (AI) es el primer paso en un proceso de análisis y evaluación ambiental y social de un proyecto. Su correcta delimitación es fundamental para las etapas siguientes en el proceso de evaluación, ya que permite identificar como se mencionó antes, el área en que deben efectuarse mediciones y estudiar los efectos de los impactos potenciales derivados del proyecto.

El AI se compone como mínimo de dos niveles: el contexto regional (Área de Influencia Indirecta, AII) y el contexto local (Área de Influencia Directa, AID). La diferencia entre ambas radica en que a una escala regional la probabilidad de interacción entre las obras y el ambiente normalmente es de baja a media, el orden de magnitud espacial suele ser de varios cientos de km² o de varias decenas de kilómetros, y los impactos se producen generalmente de forma indirecta. En cambio, a una escala local o área de influencia directa usualmente se espera una probabilidad alta de interacción entre ambiente receptor y proyecto, se tienen órdenes de magnitud espaciales de hectáreas, y la ocurrencia de impactos ambientales directos e inmediatos.

Para este proyecto se definieron las siguientes áreas:

- **Área de Influencia Indirecta (AII):** Debido a la influencia propia del proyecto, el AII abarca toda la localidad de Nogoyá, su zona urbana y rural.
- **Área de Influencia Directa (AID):** Está incluye el área de localización de la infraestructura asociada al proyecto de circunvalación, y un área de su entorno teniendo en cuenta las características propias del proyecto y la sensibilidad del medio receptor. En tal sentido se tomó una franja de 100 metros hacia ambos lados de cada una de las 3 alternativas propuestas (Figura 12.4).

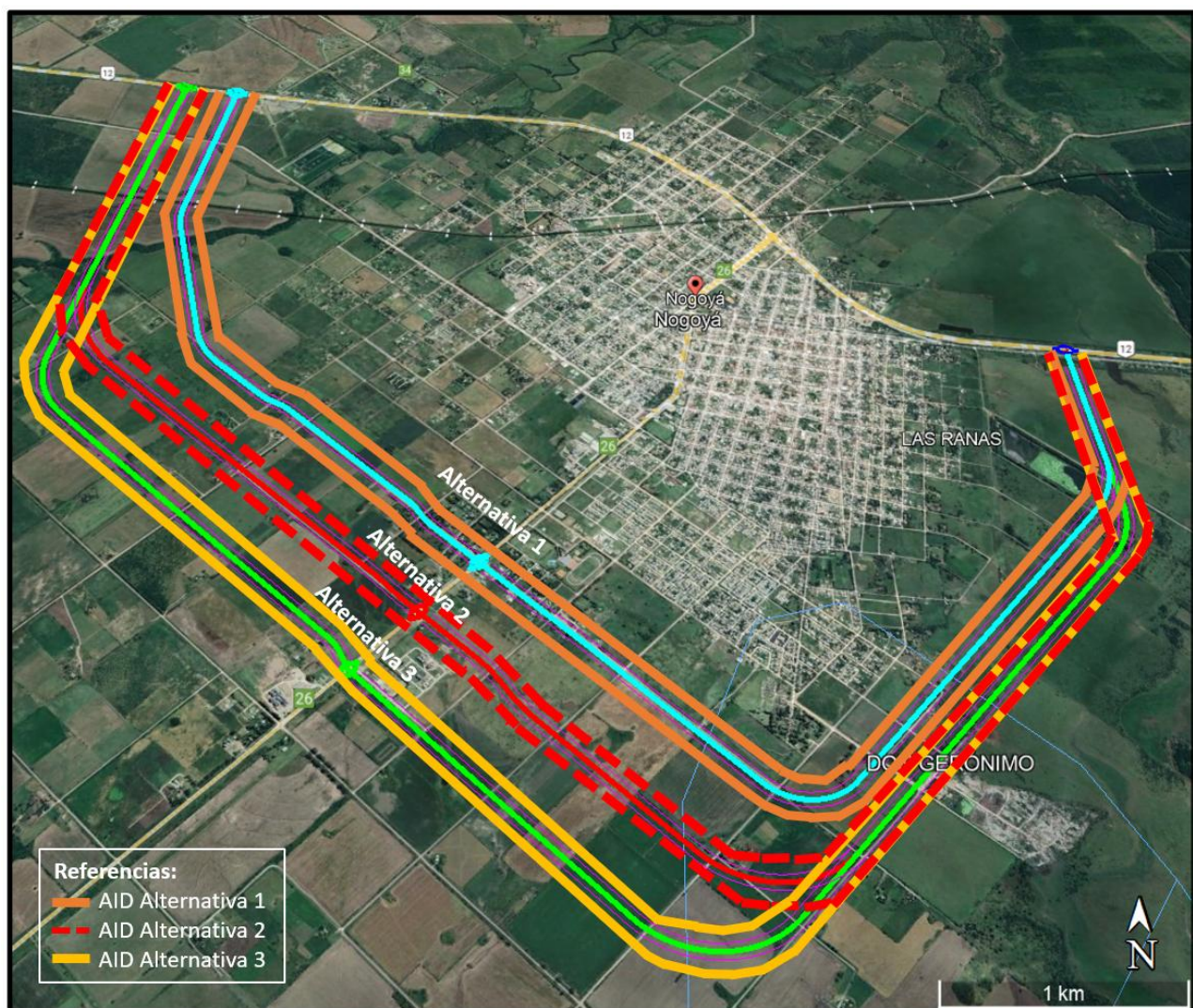


Figura 12.4: AID de cada una de las 3 alternativas del proyecto de circunvalación

Cabe destacar las siguientes consideraciones de cada alternativa (traza):

El inicio en el sur de las tres alternativas es coincidente, en la intersección con la RN 12 del lado este. En forma paralela a la RN 12 se encuentra una ruta existente, a unos 50 m de distancia, que presenta un terraplén de unos 3,50 m de altura (Figura 12.5). Este camino es usado principalmente los fines de semana como área de recreación y paseo, constituyendo el denominado “Paseo de los puentes”.

Las trazas propuestas bordean la laguna de tratamiento de líquidos cloacales, en forma paralela a la dirección de escurrimiento del arroyo (Figura 12.6).



Figura 12.5: Cruce con la ruta vieja, actual Paseo de los Puentes



Figura 12.6: Cruce cercano a las lagunas de tratamiento

- Alternativa 1:

La traza 1 pasa más cerca de estas lagunas y luego transcurre por una zona sin edificaciones, salvo una serie de viviendas precarias en las cercanías del basural (Figura 12.7).



Figura 12.7: Viviendas precarias en la zona de camino de la traza 1.

En la calle Vuelta de Obligado, se encuentra un sector parcialmente urbanizado antes de llegar a la RP 26. Luego sigue por una zona descampada, aunque se encuentran algunas viviendas aisladas (Figura 12.8, 12.9, 12.10).



Figura 12.8: Cruce de la RP 26 por la traza 1



Figura 12.9: Paso por calle Vuelta de Obligado de la traza 1 antes del cruce de la RP 26



Figura 12.10: Zona parcialmente urbanizada luego del cruce de la RP 26 por la traza 1

En progresiva 7+500 m, cruza el arroyo el arroyo Chañar y luego pasa por el Parque Industrial de Nogoyá, al oeste. Este último tramo se encuentra sin edificaciones en una zona de campo.



Figura 12.11: Zona con algunas viviendas aisladas en la traza 1 antes del arroyo Chañar



Figura 12.12: Finalización de la traza 1 cerca del límite del predio del Parque Industrial

- Alternativa 2 y 3:

Las trazas 2 y 3, luego de pasar las lagunas de tratamiento se separan de la traza 1. Cerca del final de este tramo pasan por el frente de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.



Figura 12.13: Paso por el frente de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos

- **Alternativa 2:**

La traza 2 dobla más alejada de la ciudad respecto a la traza 1, y continúa en esa dirección unos 4,5 km por una zona de campos, pasando por el límite de la Planta de Biodiesel más cercano a la ciudad. Inmediatamente después del cruce con la RP 26 se encuentra una vivienda en construcción.



Figura 12.14: Cruce de la traza 2 con la RP 26 por el límite sur de la Planta de Biodiesel

Perpendicular a la RN 12, la traza recorre unos 2 km por zonas de campos (Figura 12.15), y atraviesa el Arroyo Chañar en su progresiva 9+450 m aproximadamente (Figura 12.16).



Figura 12.15: Continuación de la traza 2 por una zona rural



Figura 12.16: Vista del cauce del arroyo Chañar

- **Alternativa 3:**

La traza 3, en el final se ubica unos 400 m más alejada de la ciudad, pasando por el frente de una hormigonera y un corralón de materiales antes de cruzar la RP 26 (Figura 12.17), luego presenta un pequeño desvío para evitar la afectación de un establecimiento agropecuario.



Figura 12.17: Cruce de la traza 3 de la RP 23

La planta urbana diagramada dentro de su casco céntrico cuenta con una cuadrícula irregular, de unas 125 has de superficie, con algunas calles oblicuas y anchos de calle reducidos a 11 m. El ejido municipal tiene una superficie aproximada de unos 110 km² (11.000 has), de los cuales el área urbana ocupa unas 1.100 ha, cerca del 10%. Los límites se extienden hasta el arroyo Nogoyá en el este, desde el cual se extiende unos 10 km hacia el oeste, y desde el centro se extiende unos 6 km hacia el norte y unos 5 km hacia el sur.

12.3 Caracterización del medio Físico – Natural

Los componentes del medio físico natural evaluados son los siguientes:

- Estudios geológicos, topográficos y de suelo
- Hidrología
- Variables climáticas

12.3.1 Estudios geológicos, topográficos y de suelo

- **Geología:** La información que se presenta en este apartado proviene del Informe del Estudio de factibilidad del Proyecto de circunvalación a la ciudad de Nogoyá.

La Geología Regional responde originalmente a la fracturación y dislocación del Basamento Cristalino que dio lugar a la formación de una amplia fosa o cuenca llamada Chaco-Paranaense. La misma fue posteriormente rellenada con sedimentos de origen continental y marino (depositados por una gigantesca ingresión marina que, a fines del Mioceno Medio o comienzos del Superior - hace aproximadamente 15 millones de años - formó el denominado "Mar Paranaense". Dicho mar penetró desde el Océano Atlántico, cubriendo el Noreste de la Argentina, Oeste del Uruguay y hasta el Sur del Paraguay. Estos depósitos integran la Formación Paraná, y lo constituyen niveles de arcilitas, arcilitas arenosas y arenas, y calcáreos fosilíferos. Las arcillas basales son muy plásticas (montmorilloníticas), de color gris verdoso, gris azulado y con estratificación laminar. Se superponen arcillas más arenosas, verde amarillentas con bancos

delgados de moluscos bivalvos. Superpuestas a las anteriores, se destacan arenas arcillosas con bancos ostreros cubiertos por capas de arena silíceas. La cubierta de esta formación se compone de importantes bancos calcáreos arenosos compactos.

Con posterioridad al retiro del Mar Paranaense, y a lo largo de la amplia cuenca del incipiente río Paraná, se depositaron desde el Mioceno tardío, y también durante el Plioceno (aproximadamente entre los 10 y los 5 millones de años antes del presente) sedimentos fluviales compuestos principalmente por arenas que conforman los estratos típicos observables en las barrancas de los alrededores de la Toma Vieja en la ciudad de Paraná. Estos sedimentos componen la denominada Formación Ituzaingó.

Está compuesta por arenas silíceas de grano fino a mediano y hasta gravas, de color amarillento ocráceo; rojizo y blanquecino con presencia de clastos férricos que constituyen parte de la matriz de los sedimentos. Presenta además areniscas de igual color bien silicificadas, intercalándose niveles limo-arcillosos castaño oscuro y gris verdoso claro. Esta formación se expone a la superficie en diversos puntos de la provincia, pero principalmente en la barranca del Río Paraná. En subsuelo, el espesor total de la Formación, aún no bien determinado, alcanzaría hasta 120 m, disminuyendo de Este a Oeste y Sudoeste.

A lo largo de la costa entrerriana se suelen hallar por sobre estos estratos un manto de suelos calcáreos, formados por precipitación química de carbonato de calcio, estructurado en tabiques y planchones, que pertenecen a la formación Alvear y pueden alcanzar hasta 9m de espesor.

La Formación Hernandarias cubre la superficie de la mayor parte de la provincia de Entre Ríos y por debajo de la superficie alcanza a las regiones vecinas de Santa Fe y Buenos Aires hacia el suroeste (s/ Iriondo 1980). El espesor típico de esta formación varía de 20 a 40 m; su formación data del Pleistoceno medio y se conforma con arcillas marrones y grises de tipo montmorillonítico con presencia de yeso en el área cercana a la localidad que le da el nombre.

Un perfil típico que suele observarse en las barrancas del río Paraná, aunque en algunos casos las formaciones Alvear y Tezanos Pintos puedan no encontrarse, se muestra en la figura siguiente.

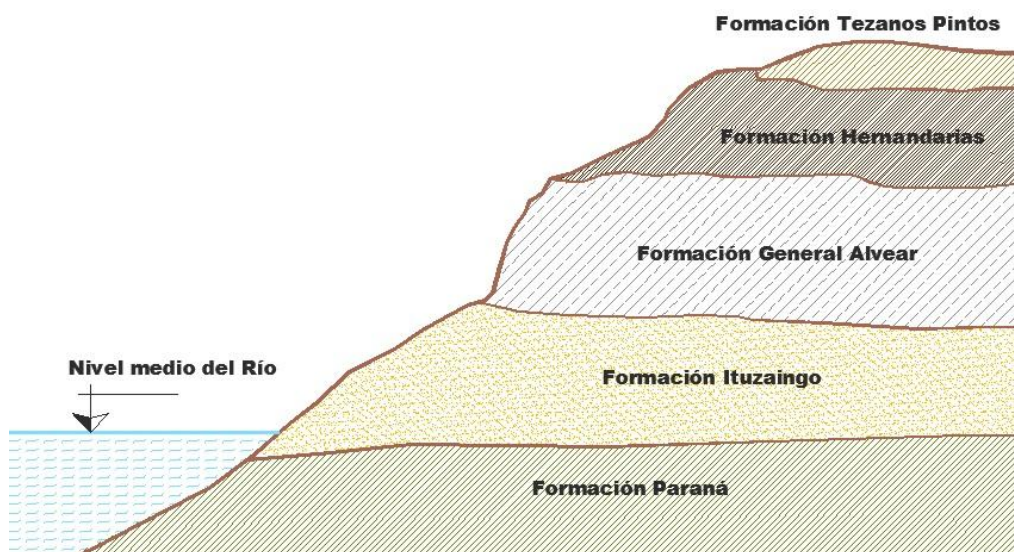


Figura 12.18: Perfil geológico de la costa entrerriana occidental

- **Geomorfología:** La totalidad de la región comprendida en este proyecto, se encuentra emplazada en una planicie ondulada.

- **Topografía:** En la Figura 12.19 se puede observar el mapa topográfico de la localidad de Nogoyá y su entorno, que presenta alturas de terreno que varían aproximadamente entre máximas de 60 m y mínimas de 12 m.

Además, se realizó un relevamiento topográfico en el lugar, hecho por personal y equipamiento propio de la Consultora Justo Domé y Asoc., en el que se tuvieron en cuenta las distintas trazas de proyecto.

La zona de estudio comprende el casco urbano de la ciudad de Nogoyá y el sector rural más cercano a ésta. Esta zona presenta una topografía de pendiente media, con algunos bajos bien definidos. El uso de los terrenos se divide entre zonas agrícolas, sectores residenciales correspondientes al casco urbano y en menor medida terrenos sin intervención con cobertura vegetal.

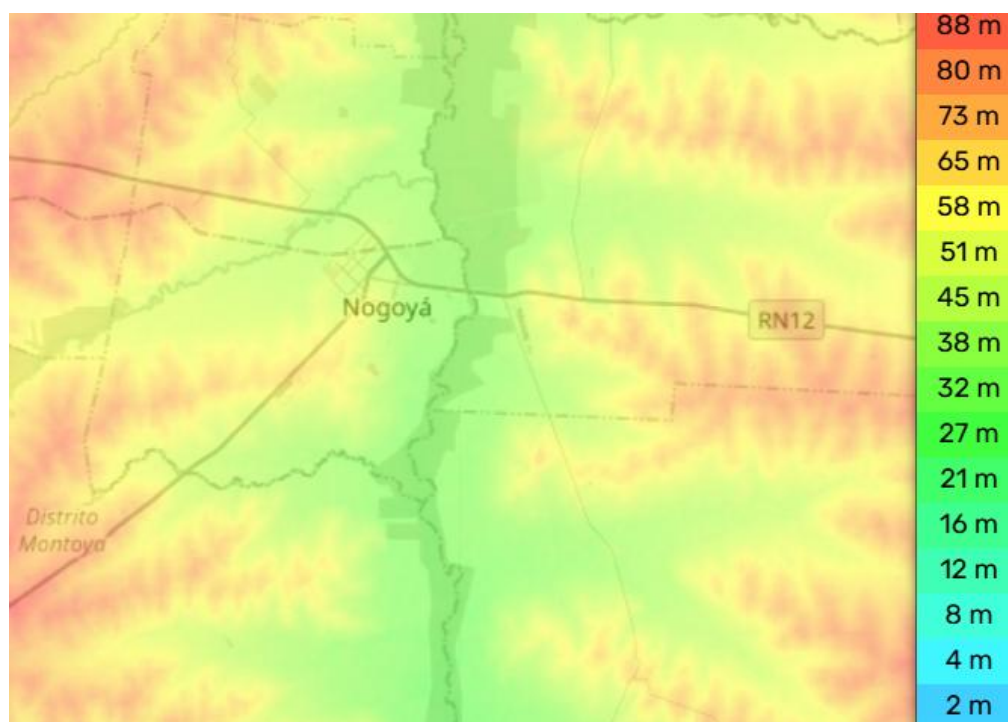


Figura 12.19: Mapa topográfico de Nogoyá.

- **Suelos:** Los suelos detectados en los estudios geotécnicos poseen las siguientes características predominante: Límite Líquido entre 27 % y 100 % con promedio de alrededor de 60%. Índice de Plasticidad (IP) variable entre 12 % y 64 % con promedio de alrededor de 40 %. Las humedades naturales varían entre 11 y 44 %, y en todos los casos se encuentran muy por debajo del Límite Líquido.

Los materiales, en su predominio, se clasifican bajo el sistema HRB como A-7-6 y A-7-5, y en menor medida se encontró un suelo A-6. Los suelos del sondeo N°7 son los que muestran menores valores de plasticidad, y los del sondeo N°2 presentan niveles similares de plasticidad, a excepción de los primeros 0,50 m de esta auscultación donde el IP es mayor a 50%.

El espesor de suelo vegetal se limita a 0,10 m de espesor.

De acuerdo a los Límites de Atterberg, los materiales que compondrían la base de asiento del terraplén poseen un alto potencial de hinchamiento.

12.3.2 Hidrología

- **Agua superficial:** La ciudad se encuentra entre dos cursos de agua importantes, el Río Chañar, en el tramo noroeste del área del proyecto de circunvalación y el Río Nogoyá, en el tramo sureste (Figura 12.20).



Figura 12.20: Cursos de agua superficiales.

Estos cursos de agua, cuando desbordan por las crecidas producen inundaciones que llegan a afectar sectores más bajos del casco urbano. Esto sucede en el Arroyo Chañar al oeste, donde las crecidas pueden llegar hasta la zona de calle Mitre, unos 800 m al este del arroyo, y en el Arroyo Nogoyá al este, el cual produce anegamientos importantes en este sector de la ciudad.

En el tramo paralelo al Arroyo Nogoyá esta circunvalación puede servir de terraplén de defensa de las inundaciones del arroyo, o puede plantearse a un nivel más bajo de una defensa externa más alta para minimizar los volúmenes del movimiento de suelos.

- **Estudios hidrológicos e hidráulicos:**

En la circunvalación intervienen principalmente dos grandes cursos de agua, el Arroyo Chañar al oeste de la traza y el Arroyo Nogoyá localizado al este de la misma. Para las trazas estudiadas de la circunvalación se realizó un estudio hidrológico de cuencas de aporte del A° Nogoyá y A° Chañar.

Adicionalmente se estudiaron los bajos y cursos menores incluyendo el diseño de alcantarillas. En la Figura 12.21 se muestra la traza de la circunvalación y la red hidrográfica de la zona.

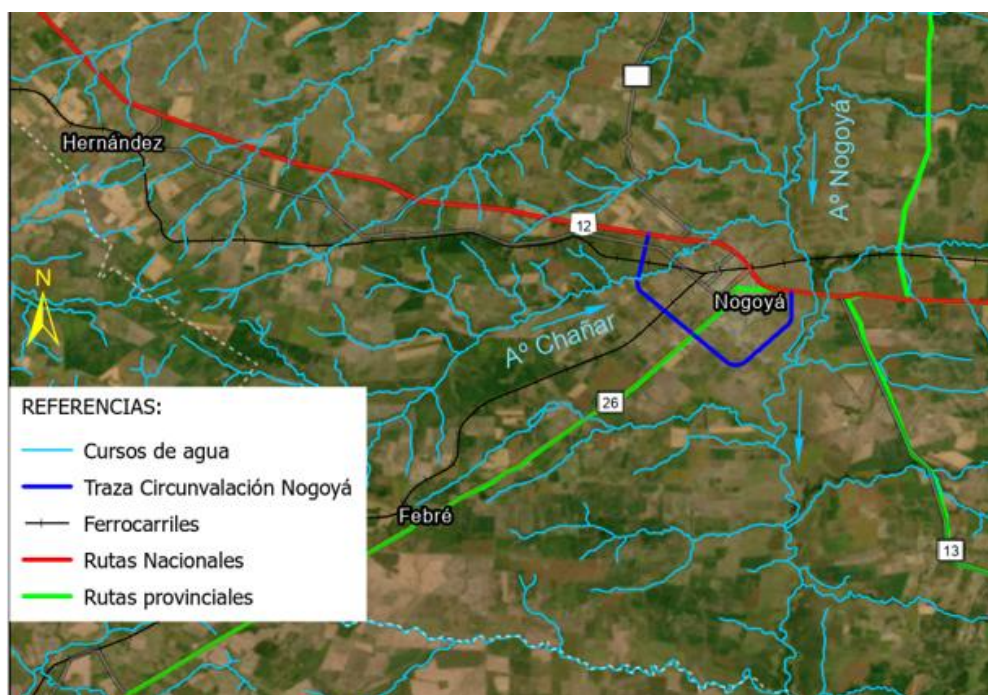


Figura 12.21: Hidrografía de la zona de Nogoyá

- **Características principales de las cuencas del arroyo Chañar y del arroyo Nogoyá**

La cuenca del Arroyo Chañar se encuentra al oeste de la localidad de Nogoyá, cuenta con una superficie de 129 km² aproximadamente (cierre en Circunvalación Nogoyá) y pertenece al sistema mayor de la cuenca del Arroyo Nogoyá (Figura 12.22).

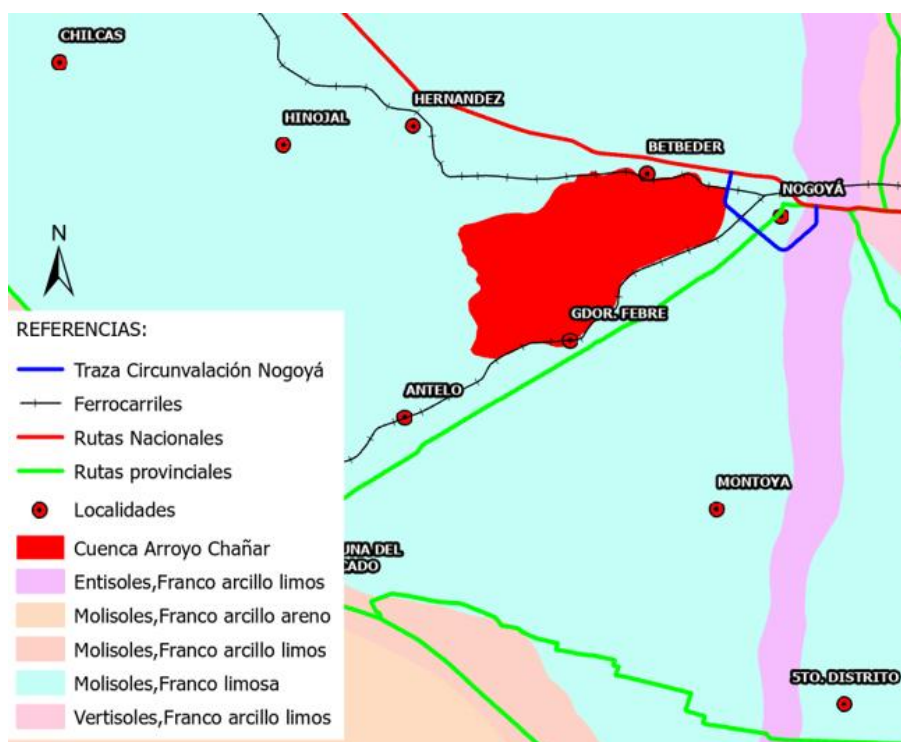


Figura 12.22: Suelos de la cuenca del Arroyo Chañar

La cuenca del Arroyo Nogoyá (Figura 12.23) se ubica en el extremo sudoeste de la provincia de Entre Ríos. Limita al este y norte con la cuenca del Río Gualeguay, por el oeste con la cuenca propia del Paraná Medio y por el sur con la zona del delta del Paraná. Esta cuenca, con una superficie aproximada de 3885 km², es parte del sistema de afluentes entrerrianos que desaguan en el Paraná y con ello participa de la Cuenca del Plata.

Con el objeto de estudiar el comportamiento hidráulico de los arroyos Chañar y Nogoyá en coincidencia con las trazas propuestas para la Circunvalación Nogoyá, se implementaron dos modelos hidráulicos, uno para cada arroyo.

- **Modelo hidráulico del arroyo Chañar**

Se desarrollaron dos alternativas de proyecto. La primera alternativa contempló un puente de 50 m de luz con dos tramos de 25 m cada uno. Para la segunda alternativa se planteó un puente de 60 m de luz total con 3 tramos de 20 m cada uno. En cuanto a las pilas se trata de pilas circulares de 1 m de diámetro en ambas alternativas.

Para ambas alternativas analizadas se presenta una revancha entre pelo de agua y fondo de viga del puente de 1 m para la recurrencia de diseño de 100 años. En ninguna de las alternativas el pelo de agua alcanzó el fondo de viga para una recurrencia de verificación de 200 años.

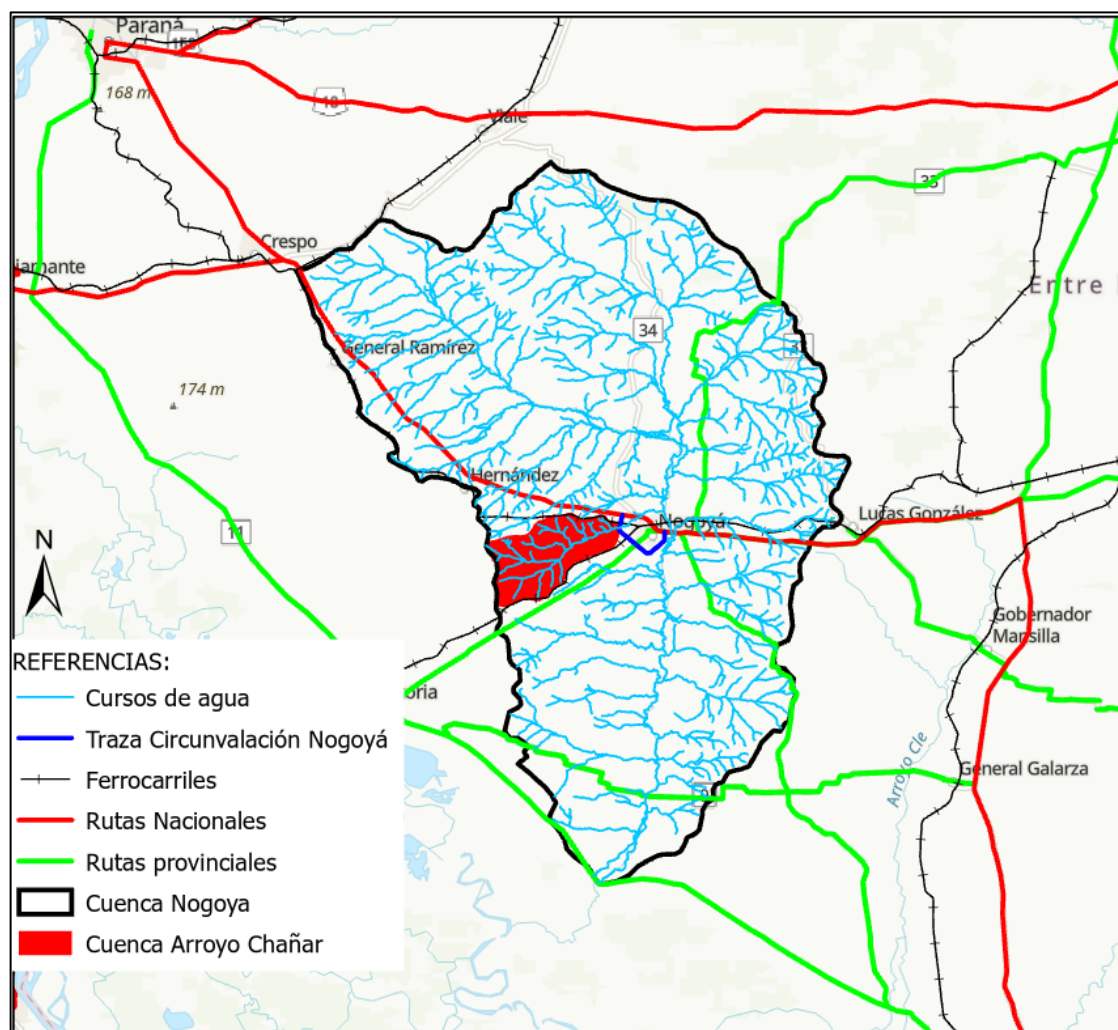


Figura 12.23: Cuencas hídricas A° Chañar y Arroyo Nogoyá

- **Modelo hidráulico del arroyo Nogoyá con y sin la traza de la circunvalación propuesta**

De la misma manera que se implementó la modelación hidráulica para la situación actual del Arroyo Nogoyá, se procedió a incorporar las mayores áreas inefectivas del curso con la presencia de la circunvalación.

Los valores obtenidos aguas arriba del puente de la RN 12, muestran que los incrementos de altura debido a la presencia de la circunvalación son insignificantes, menores a 3 cm y 9 cm para recurrencias de 100 y 500 años, respectivamente, y siendo aún menores estas diferencias aguas abajo de la RN 12 en el emplazamiento de la obra.

- **Estudio hidráulico de alcantarillas de las trazas**

El objetivo de este estudio fue determinar los caudales asociados a distintos tiempos de recurrencia para ser utilizados en el dimensionamiento de alcantarillas que permiten el drenaje de las superficies que afectan a las diferentes trazas propuestas para la circunvalación.

A continuación, se presenta la Figura 12.24 de las tres trazas planteadas como alternativas sobre las cartas topográficas de la zona para representar la topografía general del entorno.

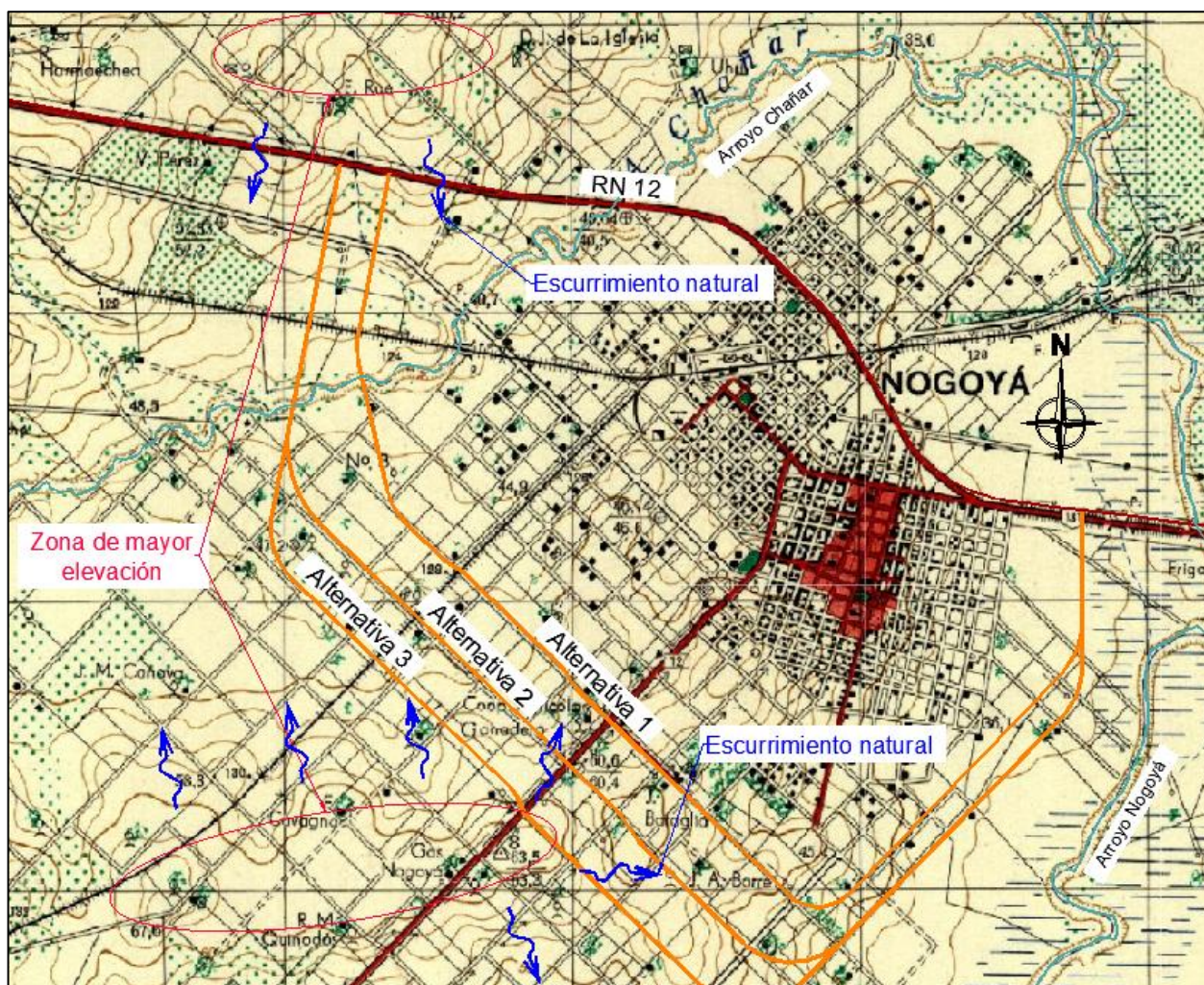


Figura 12.24: Trazas sobre cartas topográficas de la zona

Como descripción general de los escurrimientos en la zona de estudio, la ciudad se encuentra encerrada por dos cursos de agua importantes, el Arroyo Nogoyá al este y el Arroyo Chañar al oeste, por lo que gran parte de la superficie termina desaguando en estos cursos.

En general, los escurrimientos del área rural ubicada al suroeste de las trazas tienen dirección hacia el casco urbano. El sector este del casco urbano de la ciudad aporta hacia el Arroyo Nogoyá, cuyo cauce se encuentra posterior a las trazas proyectadas, mientras que el sector oeste de la ciudad desagua en el cauce del Arroyo Chañar.

- **Niveles freáticos:**

Durante labores de campaña se realizó la determinación instantánea de la lámina subterránea, pero en ninguno de los sondeos realizados hasta los 2,00 m de profundidad se detectó el nivel freático, desconociéndose su régimen de variación y/o alturas máximas.

12.3.3 Variables climáticas

Esta localidad se encuentra ubicada dentro de la región con clima templado pampeano. Las temperaturas son moderadas, promedio 18° C. Las lluvias son suficientes y las heladas más frecuentes que en el norte. Predominan los vientos pamperos y sudestadas, y menos frecuentes son el norte, el este y el oeste.

12.4 Caracterización del medio biológico

Los componentes del medio biológico a evaluarse y que se describen a continuación son los siguientes:

- Flora y fauna
- Áreas de valor patrimonial natural

12.4.1 Flora

Esta región se caracteriza por la existencia de una pradera herbácea con pastos de escasa altura que constituyen una verdadera alfombra pareja y verde en época de lluvia. Algunos sectores presentan cubiertas de malezas (cardo, abrojo, abrepuño, cepa, caballo, sorgo de alepo, etc.) que se mezclan con los cultivos.

En el área donde se prevé el desarrollo del proyecto de circunvalación, presenta un paisaje dado principalmente por las actividades propias de la agricultura y ganadería. Las modificaciones del suelo están dadas por la implantación de infraestructura rural y de servicios (alambrados, galpones, viviendas rurales y urbanas, red vial, redes de servicios, etc.).

12.4.2 Fauna

Las trazas consideradas para el proyecto de circunvalación poseen una intervención antrópica producto de las actividades agropecuarias, por lo que las especies de fauna que pueden estar presentes son las que se han adaptado a los agroecosistemas y su dinámica de labor rural.

Se caracteriza por una variada cantidad de especies autóctonas, entre las que se pueden encontrar: zorrinos, comadrejas, huroncitos, tucu-tucus, caranchos, chimangos, lagartijas, culebras, etc.

12.4.3 Áreas de valor patrimonial natural

En cuanto a la protección de los valores naturales, solo se deberá considerar un área de valor patrimonial natural en las proximidades de las alternativas para el proyecto de la circunvalación:

Bosques Nativos: A través del software QGIS, se pudo observar que en las cercanías de la localidad de Nogoyá, donde se contemplan las alternativas para el proyecto de circunvalación, se deberá considerar un cruce sobre el Arroyo Chañar (Figura 12.25), siendo este tramo del Arroyo Categoría I (roja) de niveles de conservación de Bosques nativos establecidas por la Ley Provincial N° 10.284 (Categoría I - roja, Categoría II - amarilla, Categoría III - Verde), según relevamiento de los datos del Portal de Datos espaciales correspondiente al Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo (OTBN) en la Provincia de Entre Ríos.

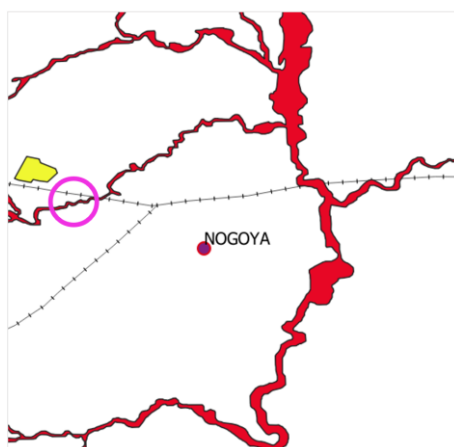


Figura 12.25: Visualización de datos de OTBN a través de QGIS.

12.5 Caracterización del medio socioeconómico y cultural

Los componentes del medio socioeconómico y cultural a evaluarse y que se describen a continuación, son los siguientes:

- Características de la población
- Actividades productivas
- Infraestructura de servicios (existente y/o interferencias).

12.5.1 Características de la población

La ciudad se desarrolló alrededor de la capilla construida por el Presbítero Andrés Quiroga y Taboada, bajo la advocación de la Virgen del Carmen, en julio de 1782.

Según los datos del censo de población y vivienda del año 2022 la ciudad de Nogoyá tenía una población de 27.372 habitantes y 10.262 viviendas, lo que da una cantidad de 2,7 hab. por vivienda.

El análisis del crecimiento poblacional de una ciudad es fundamental para comprender su dinámica y proyectar su futuro desarrollo. Este parámetro resulta de gran importancia, ya que se encuentra estrechamente vinculado al proceso de urbanización que experimenta la ciudad y, por ende, influye en la planificación urbana, la infraestructura vial y la gestión del territorio.

Del análisis realizado surge que la población de la ciudad presenta un crecimiento casi aritmético (una variación lineal) más que un crecimiento geométrico (variación exponencial), aunque con una cierta disminución del gradiente anual de incremento. Según este análisis, se llegaría a una población de unos 41.000 habitantes para el año 2074, en caso de seguir esta tendencia, lo que representa un incremento de 50% de la población en 50 años.

También se pudo observar que desde 2007 a 2024, en un período de 14 años, se dio una disminución del 7% del área total en la zona de expansión para la alternativa 1 y del 6 % para la alternativa 2 y 3. Considerando un avance similar de la urbanización en los próximos 50 años se tendría una reducción de 25% del área total en la zona de expansión para la alternativa 1 y de un 22% del total para las trazas 2 y 3, con lo cual aún quedaría 36% de superficie de expansión para la alternativa 1 y un 48% del total para las alternativas 2 y 3.

12.5.2 Actividades productivas

En el año 2003 se inaugura el viaducto Rosario-Victoria, con lo cual la zona central de la provincia de Entre Ríos comienza a llevar una gran parte de la producción agrícola a los puertos del gran Rosario pasando por la ciudad de Nogoyá que se vincula a la ciudad de Victoria por la RP 26. La ciudad cuenta con varios establecimientos industriales vinculados a la actividad agropecuaria, como una empresa láctea, acopios de granos y una planta de biodiesel.

Sin embargo, las fuentes de trabajo no son suficientes para la población y se ha visto en las últimas décadas que el departamento ha sido un fuerte emisor de población hacia centros urbanos más importantes. En el año 2018 se inaugura el Parque Industrial de Nogoyá junto a la RN 12, al noreste de la planta urbana, lo cual trae nuevas perspectivas de desarrollo.

12.5.3 Infraestructura de servicios (existente y/o interferencias).

- Ramal ferroviario:

En el año 1887 el ferrocarril llegó a la ciudad construyéndose la estación hacia el noroeste de la ciudad. Alrededor de la misma se genera una ampliación de la planta urbana, reforzada luego por el cruce de la RN 12 que la vincula a Paraná y a Concepción del Uruguay. Cabe destacar que las 3 alternativas tendrían un paso a nivel como se puede observar en la Figura 12.26.

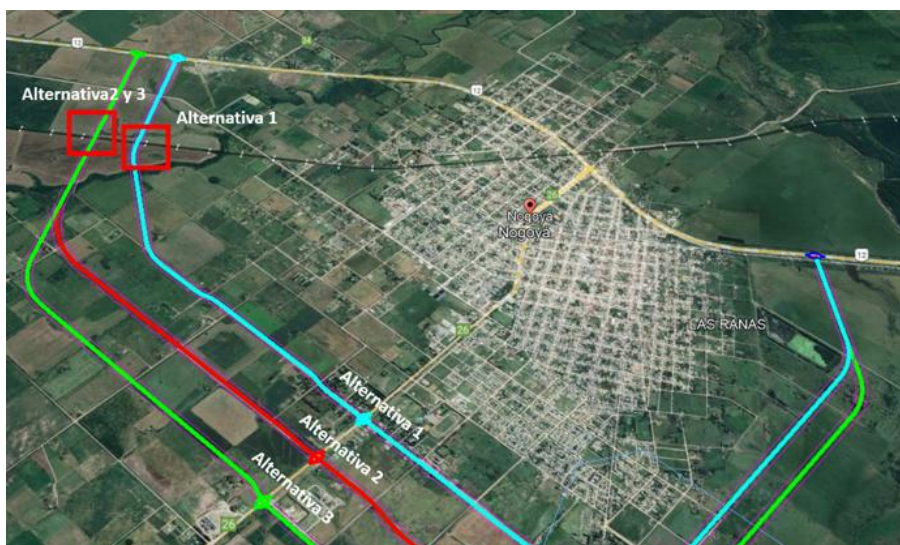


Figura 12.26: Cruces del FFCC en relación a las 3 alternativas de circunvalación.

- **Red de agua:**

En la Figura 12.27 se puede observar la cobertura de red de agua potable de la ciudad de Nogoyá.

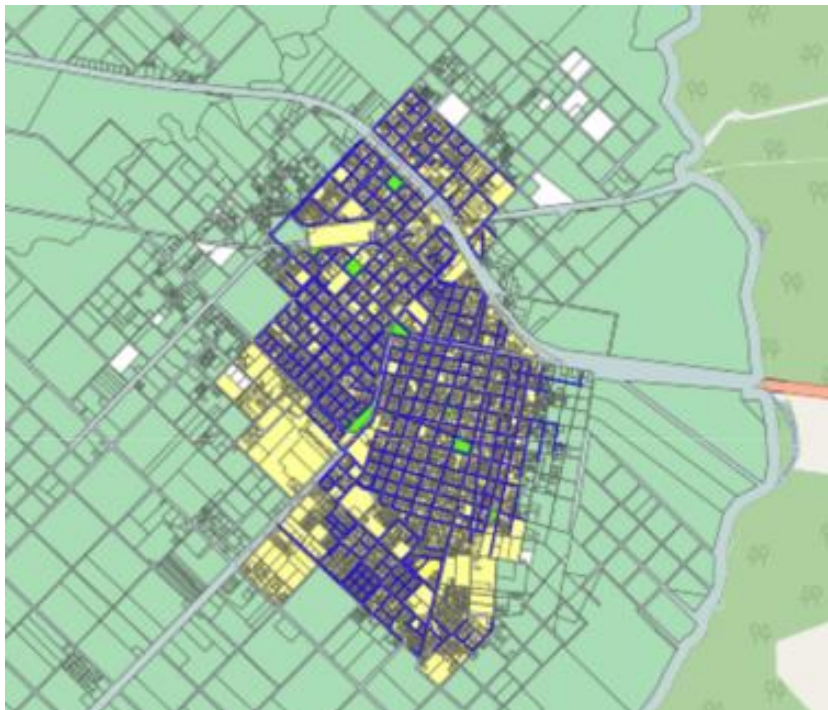


Figura 12.27: Cobertura de red de agua potable de la localidad de Nogoyá.

- **Red de cloaca:**

En la Figura 12.28 se puede observar la cobertura de red cloacal de la ciudad de Nogoyá.

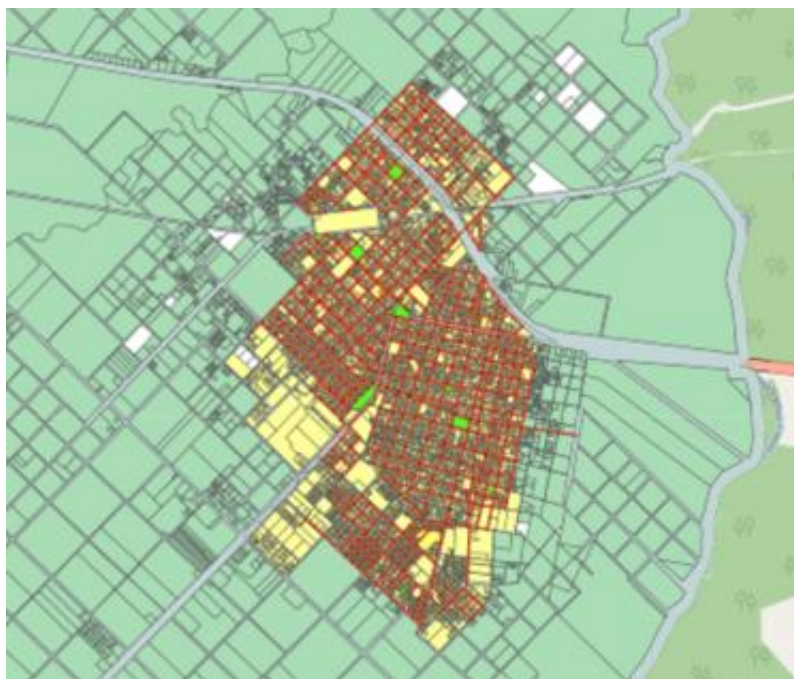


Figura 12.28: Cobertura de red de cloaca de la localidad de Nogoyá.

12.6 Evaluación socio ambiental

A continuación, se presenta una comparación de las alternativas de proyecto propuestas. La mejor alternativa será aquella que combine armoniosamente los objetivos y componentes del proyecto vial con los aspectos sociales y ambientales del área de influencia.

12.6.1 Matriz de selección de alternativas de trazado

Para la comparación y selección desde la óptica socio - ambiental de las alternativas que se han identificado, se atendieron aspectos que surgen como resultado de la recorrida del Área de Influencia Directa del proyecto, del camino existente y de los informes realizados por la Consultora Justo Domé y Asoc. sobre criterios técnicos y de diseño.

En el análisis de alternativas, se realizó una comparación donde se integraron aspectos sociales, ambientales y técnicos. La mejor alternativa será aquella que combine armoniosamente los objetivos y componentes del proyecto con los aspectos sociales y ambientales del área de influencia.

Para la comparación de alternativas en términos socio - ambientales, se seleccionaron aquellos componentes del medio más relevante con relación al proyecto. El nivel de relevancia fue dado por la función ambiental del componente, por su valoración social o institucional, y/o por su grado de vulnerabilidad al proyecto. La importancia relativa de los componentes seleccionados se asignó mediante la ponderación de cada uno de acuerdo con uno o más criterios, los que se hacen explícitos en cada componente.

El resultado de la comparación de alternativas finaliza con una conclusión de la selección propuesta, donde se integran los tres aspectos: social, ambiental y técnico.

12.6.2 Cálculo de los niveles de riesgo ambiental

Una vez seleccionados los elementos del medio a emplear para comparar ambientalmente las alternativas, se procede a valorar en una escala simple, en función de su importancia/valoración relativa a las condiciones locales, por ejemplo, con valores comprendidos entre 3 (máxima valoración) y 1 (mínima valoración).

Posteriormente, se procede a valorar el nivel de sensibilidad de cada componente frente a cada alternativa de proyecto, con valor 3 para la máxima sensibilidad y 1 para la mínima sensibilidad.

Empleando una tabla de doble entrada, se cruzan los componentes del medio ambiente (Cv) con sus niveles de sensibilidad (Sv) para cada alternativa del proyecto, obteniéndose así los niveles de riesgo (RA) para cada alternativa y componente del medio.

$$Cv \times Sv = RA$$

donde:

Cv = Componente Ambiental valorado (valorado de 1 a 3)

Sv = Nivel de Sensibilidad de cada componente frente a cada alternativa (valorado de 1 a 3)

RA = Nivel de Riesgo Ambiental

Una vez realizado el cálculo de los niveles de riesgo, éstos se ordenan en una escala de 0 (mínimo riesgo) a 1 (riesgo máximo), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RAp = RA(a,n) / RAm$$

donde:

RAp = Riesgo Ambiental ponderado.

RAa,n = Riesgo Ambiental del componente (a) para la alternativa (n).

RAm = Riesgo Ambiental máximo potencial (que surge de la combinación del componente más valorado, con el nivel máximo de sensibilidad. Es la peor condición potencial).

Los resultados se podrán visualizar directamente en forma de tabla, empleando una escala de colores para facilitar la lectura de los resultados.

El Riesgo Ambiental total de cada alternativa, será la sumatoria de sus riesgos ambientales normalizados para cada componente del medio seleccionado.

12.6.3 Análisis socio ambiental comparativo

A continuación, se presenta la evaluación de las distintas alternativas de proyecto en función de cada traza considerada, en base a los alineamientos propuestos, los anchos de zona de camino y las áreas adicionales necesarias para ubicar las rotondas.:

- **Ubicación y longitud de cada traza**

Alternativa 1:

- Esta traza se ubica más cercana al área urbana de la localidad de Nogoyá.
- La traza inicia en la intersección con la RN 12, este inicio es coincidente para las tres trazas.
- La traza finaliza en la RN 12 Oeste.
- La traza tiene una longitud de 10.020 m

Alternativa 2:

- Esta traza se ubica entre la propuesta de la Traza 1 y la Traza 3, y coincide con la propuesta por la municipalidad
- La traza inicia en la intersección con la RN 12, este inicio es coincidente para las tres trazas.
- La traza finaliza en la RN 12 Oeste, y el final de las alternativas 2 y 3 son coincidentes, diferenciándose solo en el trazado del lado Sudoeste.
- La traza tiene una longitud de 11.168 m.

Alternativa 3:

- Esta traza es la que se ubica más alejada del centro urbano.
- La traza inicia en la intersección con la RN 12, este inicio es coincidente para las tres trazas.
- La traza finaliza en la RN 12 Oeste, y el final de las alternativas 2 y 3 son coincidentes, diferenciándose solo en el trazado del lado Sudoeste.

- La traza tiene una longitud de 11.844 m.

- **Afectación de parcelas de cada traza**

Alternativa 1:

- La construcción afectada sobre la parcela N° 119440 se trata de una vivienda unifamiliar. La traza afecta solamente una porción de la vivienda, aproximadamente 65 m² de 121 m².
- La construcción afectada sobre la parcela N° 102370 se trata de una vivienda unifamiliar. La traza afecta el total de la vivienda, siendo aproximadamente 77 m².
- Sobre la parcela N° 50074 se encuentra afectada una vivienda unifamiliar. La traza afecta una porción de la vivienda, siendo aproximadamente 32 m² de 198 m².
- Resumen: afecta parcelas de la zona suburbana, área construida afectada: 174m².

Alternativa 2:

- La construcción afectada sobre la parcela N° 125427 se encuentra en proceso de elaboración, se observa que es de construcción tradicional y solo se encuentran realizadas las mamposterías. La traza afecta la mayoría de la superficie construida, siendo aproximadamente 241 m² de 282 m².
- Resumen: afecta parcelas de la zona suburbana, área construida afectada: 241m².

Alternativa 3:

- La construcción afectada sobre la parcela N° 108252 se trata de una construcción de una sola planta y cubierta de chapa. La traza afecta el total de la superficie, siendo aproximadamente 54 m².
- Resumen: afecta parcelas de la zona rural, área construida afectada: 54m².

- **Análisis de crecimiento poblacional**

Las tres alternativas permiten el crecimiento de la planta urbana dentro de los límites definidos por la RN 12 en este sector, ofreciendo áreas mucho mayores que las zonas urbanas actuales. Sin embargo, en la alternativa 1, la superficie destinada a la expansión es más reducida; la alternativa 2 plantea una expansión acorde con la proyección de población prevista; y la alternativa 3 sobredimensiona el área de expansión en comparación con dicha proyección.

- **Análisis de interferencias: servicios de agua y cloaca y cruce FFCC**

- Las tres trazas tendrían un paso a nivel y deben cruzar la línea del ferrocarril.
- La cobertura de red de agua y red de cloaca de la localidad no se vería afectada, ya que para las zonas consideradas en cada alternativa las redes no poseen cobertura.

- **Identificación de la vegetación aledaña, especialmente aquellos sectores con bosques nativos:**

En la Figura 12.29 se observan los cruces de las trazas proyectadas con el A° Chañar donde se prevé la ejecución de puentes, y se hallaron otros cruces existentes:

- dos aliviadores sobre la RN12;

- tres puentes, uno en el cruce con la RN 12, otro sobre Bv. Alberdi (ex Ruta n°131) y un puente en el cruce con las vías del FFCC.



Figura 12.29: Cruces sobre el Arroyo Chañar para las 3 trazas.

Si bien la zona del Arroyo Chañar es considerada de Categoría I (roja) según el OTBN de la provincia de Entre Ríos, se considera que, ante la construcción del cruce, la intervención sobre el mismo genera un impacto reversible. El mismo deberá ser dimensionado al momento de ejecutar las obras, realizando el relevamiento forestal y el plan de compensación.

- **Identificación de pasivos, unidades productivas o comerciales a la vera de la zona de camino:**

La ciudad cuenta con varios establecimientos industriales vinculados a la actividad agropecuaria, como una empresa láctea, acopios de granos y una planta de biodiesel.

- Entre las trazas 2 y 3 se identificó la planta de biodiésel, al suroeste de la localidad, con ingreso sobre la traza 3.

- Dentro de la zona de camino de las trazas 2 y 3 (tramo coincidente), al sureste de la localidad se ubica el basural, que ante una posible expropiación puede verse afectada su actividad.

Finalmente, se presenta a continuación la valoración de cada una de las alternativas propuestas en función de la matriz de análisis socio ambiental del proyecto de circunvalación para la ciudad de Nogoyá, Entre Ríos.

La matriz propiamente dicha se adjunta en el Anexo del presente informe. En este caso la valoración positiva es decreciente, es decir, la alternativa con menor valoración de riesgo resulta ser la más adecuada en los aspectos analizados.

Tabla 12.1: Evaluación socio-ambiental

Evaluación socio-ambiental				
Descripción	Proceso de obra	Social	Ambiente	Valoración de riesgo
	[1]	[2]	[3]	[4]
Alternativa 1	3,00	3,89	1,89	8,78
Alternativa 2	3,67	3,11	1,67	8,44
Alternativa 3	4,33	4,44	1,67	10,44

- [4] con valoración positiva decreciente (suma de valores parciales)

12.7 Evaluación técnica

Para la evaluación técnica de las distintas alternativas se consideró una escala de 0 a 10, con valoración positiva creciente y negativa decreciente.

Los criterios técnicos puestos en evaluación son los siguientes:

- interferencias y readecuación de servicios;
- complejidad técnica;
- plazo de ejecución.

Para la valoración de las alternativas propuestas en función de estos criterios, se tuvieron en cuenta las consideraciones que se mencionan a continuación.

- Interferencias y readecuación de servicios:

En este criterio se analiza la cantidad de interferencias que se presentan sobre cada traza planteada, y la necesidad de realizar traslados de estas interferencias que representan servicios, ya sean líneas eléctricas, gasoductos, conductos pluviales y cloacales, entre otros. Estos traslados generan complicaciones en el avance de obra y dificultan la logística.

Las principales diferencias entre las alternativas propuestas radican en la parte logística, que está directamente relacionada con los volúmenes de suelo a movilizar y la presencia de interferencias.

En este caso, la alternativa 1 implica una menor movilización de volúmenes de suelo respecto al resto de las alternativas debido a la longitud de la traza, que es un 10% menor que la alternativa 2 y alrededor de un 20% menor respecto a la alternativa 3.

En cuanto a la presencia de interferencias, se hallaron cruces de líneas eléctricas de baja y media tensión, de 7,6 y 13,2 Kv. En este aspecto, la alternativa 1 resultó la más perjudicada, ya que sobre esta traza se presenta la mayor cantidad de cruces con gasoductos y líneas eléctricas existentes. Además, se encontraron líneas eléctricas y de gas paralelas a la traza tentativa, dentro de la zona de camino, lo que implica la necesidad de traslados.

- Complejidad técnica:

La complejidad técnica apunta a la sofisticación de las técnicas constructivas necesarias para la ejecución de los trabajos. En este aspecto las alternativas no presentan mayores diferencias, ya que se requieren técnicas constructivas convencionales, pero las alternativas más largas demandan una logística más compleja y mayores volúmenes de obra que requieren una organización más compleja.

La necesidad de construir un puente sobre el curso del Arroyo Chañar, común para todas las alternativas planteadas, eleva el grado de complejidad técnica.

- Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de la obra afecta la vida cotidiana de los vecinos, al generar ruidos molestos, polvo y movimientos de maquinarias, y trae aparejado el retraso de la puesta en funcionamiento de la traza que resuelve la problemática. El plazo estimado varía entre 24, 27 y 30 meses para la alternativa 1, 2 y 3 respectivamente.

Los resultados de la evaluación técnica se resumen en la siguiente matriz.

Tabla 12.2: Evaluación técnica

Evaluación técnica				
Descripción	Interferencias y readecuación de servicios	Complejidad técnica y organizativa	Plazo de ejecución	Valoración
	[1]	[2]	[3]	[4]
Alternativa 1	5,7	7,5	10,0	7,7
Alternativa 2	8,4	7,7	8,9	8,4
Alternativa 3	9,2	7,4	8,0	8,2

- [1], [2] y [3] con valoración positiva creciente y negativa decreciente de 0 a 10
- [4] con valoración positiva creciente y negativa decreciente de 0 a 10. (Valor promedio)

12.8 Evaluación urbanística

En este sentido se evalúa el grado de afectación de las trazas propuestas sobre la urbanización de la ciudad de Nogoyá.

Es evidente que todas las alternativas propuestas implican una mejora sustancial para el tránsito de la zona, lo cual beneficia directamente a la población local. No obstante, una parte minoritaria de la población puede verse afectada por la necesidad de expropiar terrenos en sectores urbanos, suburbanos y rurales para ejecutar la obra.

A continuación, se mencionan los criterios evaluados para comparar las alternativas de solución propuestas.

- desarrollo urbano,
- tránsito interno,
- afectación de áreas urbanas, suburbanas y rurales.

- Desarrollo urbano:

Se evaluó la posibilidad de que el crecimiento del casco urbano alcance el sector de implantación de la traza propuesta para cada alternativa, lo que implicaría que la traza quede dentro del área urbana.

En este sentido, la alternativa 1 presenta una clara desventaja respecto a las otras alternativas analizadas, ya que su traza se emplaza más cerca del límite de la zona urbana.

- Tránsito:

Se evaluó el comportamiento del tránsito actual y futuro del lugar con la implantación de cada una de las trazas planteadas. La ejecución de cualquiera de las tres alternativas propuestas genera un beneficio significativo, evitando el ingreso de vehículos a la ciudad. A futuro, la traza de la alternativa 1 podría presentar inconvenientes en caso de ser alcanzada por el desarrollo de la urbanización.

- Afectación de áreas urbanas, suburbanas y rurales:

Se evaluó el grado de afectación sobre terrenos privados, que implican la necesidad de realizar expropiaciones, que luego se traducen en pérdidas económicas y de tiempo, y puede traer algunos inconvenientes en el ámbito social por el malestar de los vecinos propietarios.

La afectación de terrenos en zonas rurales resulta menos problemática que en zonas urbanas y suburbanas, ya que el ancho de camino suele afectar porciones menores de terreno, y la obra terminada valoriza las propiedades de los frentistas.

En este ítem se asignó un mayor valor a la alternativa que genera menor grado de afectación, y se castiga la particularmente la afectación sobre áreas urbanas y suburbanas.

La valoración positiva es creciente (de 0 a 10), es decir, la alternativa con mayor valoración de resulta ser la más adecuada en los aspectos analizados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del criterio urbano. Cabe aclarar que en la traza de la alternativa 1 el ancho de camino se redujo a 50 metros, justamente para reducir las porciones de terreno a expropiar. Esto se tuvo en cuenta a la hora de evaluar el grado de afectación y el comportamiento del tránsito futuro, ya que éste se vería limitado espacialmente ante la necesidad de agregar una trocha.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del criterio urbano.

Tabla 12.3: Evaluación urbanística

Evaluación urbanística				
Descripción	Desarrollo urbano	Tránsito	Grado de afectación	Valoración
	[1]	[2]	[3]	[4]
Alternativa 1	4	7	5,5	5,5
Alternativa 2	7,8	9	6,3	7,7
Alternativa 3	8	9	5,4	7,5

- [1], [2] y [3] con valoración positiva creciente y negativa decreciente de 0 a 10
- [4] con valoración positiva creciente y negativa decreciente de 0 a 10. (Valor promedio)

12.9 Evaluación económica

En este sentido se evaluaron los costos de inversión, que son proporcionales a la magnitud de las obras a ejecutar.

La valoración relativa se realizó entregándole un puntaje de 10 a la de menor costo y a las demás se les dio un valor porcentual siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{Valoración relativa} = \frac{\text{Valor de menor costo}}{\text{Valor alternativa}} * 10$$

Tabla 12.4: Evaluación económica

Evaluación Económica				
Descripción	Presupuesto de la obra	Costos de afectaciones	Costo total de inversión	Valoración relativa
	[1]	[2]	[3]	[4]
Alternativa 1	\$ 30.823.244.551,63	\$ 3.167.095.714,59	\$ 33.990.340.266,21	10,0
Alternativa 2	\$ 33.140.761.575,04	\$ 1.426.626.044,42	\$ 34.567.387.619,47	9,83
Alternativa 3	\$ 34.034.088.853,83	\$ 1.452.518.227,69	\$ 35.486.607.081,52	9,58

En este aspecto, la alternativa 1 implica un menor costo total de inversión respecto a las otras dos alternativas.

12.10 Evaluación multicriterio de alternativas

Finalmente se realiza un análisis multicriterio global de las alternativas planteadas.

Para ello, en primer término se individualizaron y enumeraron las metas generales del proyecto, que en nuestro caso corresponde al planteo de la solución de la problemática del tránsito que se ve obligado a ingresar a la ciudad de Nogoyá para continuar su viaje.

En la segunda etapa se estableció un número finito de alternativas de solución, que en nuestro caso son 3 las alternativas planteadas (filas de la matriz).

En la tercera etapa, se establecieron criterios comunes a partir de los cuales las alternativas fueron juzgadas, evaluando en qué medida cada uno de los criterios adoptados resultan afectados (columnas de la matriz). Se consideraron 4 criterios comunes para evaluar a las trazas alternativas de circunvalación, que son: criterio técnico, urbanístico, económico y socio ambiental, a los cuales se les asignó un peso relativo.

Se presenta a continuación el esquema de cálculo utilizado para la determinación de la Matriz de Decisión Multicriterio con la finalidad de evaluar las alternativas analizadas.

Tabla 12.5: Tabla resumen de las evaluaciones parciales

Descripción	Tabla resumen - Evaluación multicriterio			
	Socio ambiental	Técnico	Urbanístico	Económico
	decreciente 10 a 0	creciente 0 a 10	creciente 0 a 10	creciente 0 a 10
Alternativa 1	8,78	7,75	5,50	10,00
Alternativa 2	8,44	8,35	7,68	9,83
Alternativa 3	10,44	8,19	7,48	9,58
Factor de peso	30,00%	10,00%	30,00%	30,00%

Se realizó una compatibilización de los valores obtenidos, llevando a 10 los valores más favorables de cada criterio evaluado y escalando el resto de los valores en función de éste. A continuación se presenta la fórmula aplicada.

$$Valoracion\ compatibilizada = \frac{Valoracion\ de\ alternativa}{Mejor\ valoracion\ obtenida} * 10$$

Los valores escalados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 12.6: Tabla resumen de las evaluaciones parciales compatibilizadas

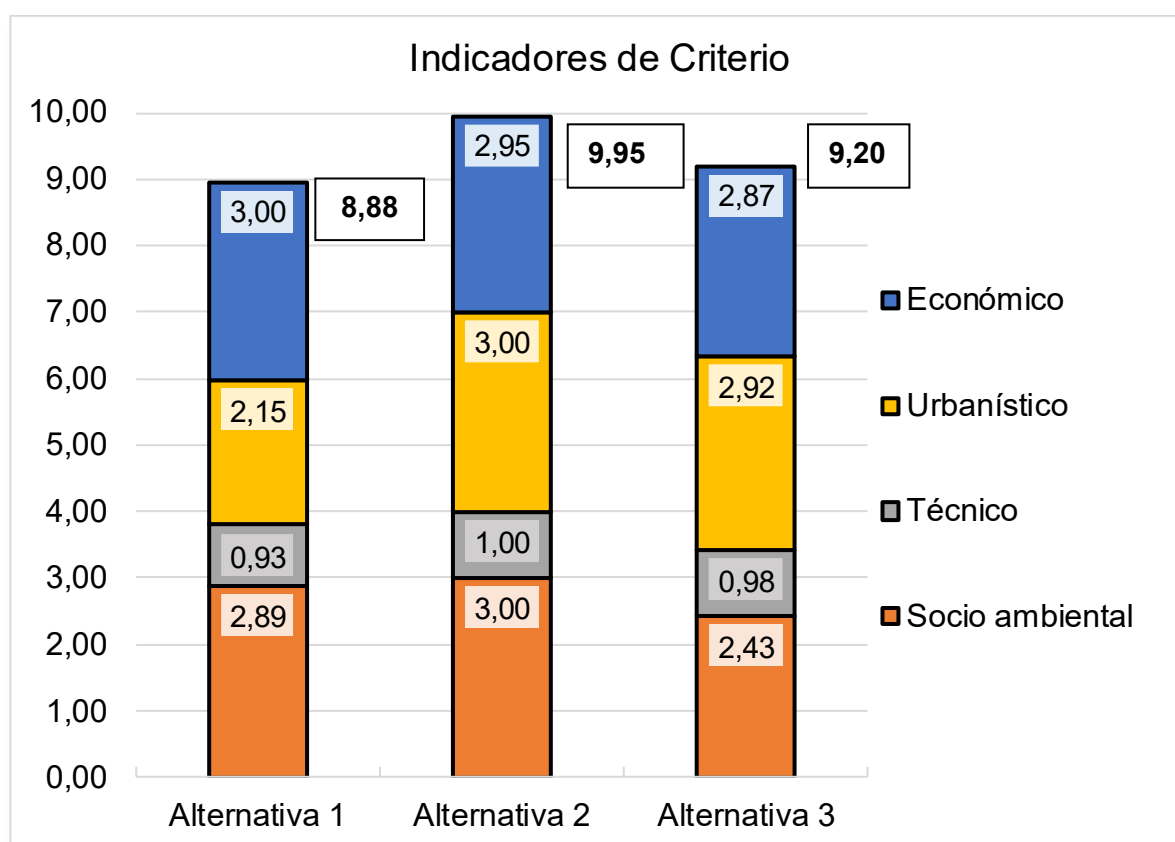
Tabla resumen. Valores escalados crecientes de 0 a 10				
Descripción	Socio ambiental	Técnico	Urbanístico	Económico
Alternativa 1	9,62	9,27	7,16	10,0
Alternativa 2	10,00	10,00	10,00	9,83
Alternativa 3	8,09	9,81	9,74	9,58
Factor de peso	30,00%	10,00%	30,00%	30,00%

Estos valores se afectaron al factor de peso señalado para cada criterio, obteniendo como resultado los valores expresados en la siguiente tabla.

Como se puede apreciar en el gráfico, la Alternativa 2 resultó ser la más beneficiosa en casi todos los aspectos, salvo en el económico donde la Alternativa 1 es la más conveniente y la Alternativa 3 no resultó beneficiosa en ninguno de los aspectos considerados.

Tabla 12.7: Tabla resumen de la Evaluación multicriterio

Descripción	Indicador de Criterio				Total
	Socio ambiental	Técnico	Urbanístico	Económico	
Alternativa 1	2,89	0,93	2,15	3,00	8,88
Alternativa 2	3,00	1,00	3,00	2,95	9,95
Alternativa 3	2,43	0,98	2,92	2,87	9,20


Figura 12.30: Resultados de la evaluación multicriterio

Como se puede apreciar en el gráfico la Alternativa 2 resultó ser la más beneficiosa en casi todos los aspectos, salvo en el económico donde la Alternativa 1 es la más conveniente y la Alternativa 3 no resultó beneficiosa en ninguno de los aspectos considerados.

El resultado final depende también de los factores de peso o importancia relativa que se dio a cada aspecto evaluado. Sin embargo, un análisis de sensibilidad de estos factores de peso siguió dando más favorable a la Alternativa dos, salvo que el factor de peso del criterio económico se lleve a un 90% y se reduzcan los otros factores al 10 % en conjunto. Lo cual demuestra lo robusto de la consideración de la Alternativa 2 como más favorable.

12.11 Conclusiones del análisis multicriterio

Todas las alternativas desarrolladas son factibles de ejecutarse y no presentan implicancias severas que las inhabiliten. Sin embargo, la Alternativa 2 resultó ser la más beneficiosa de acuerdo al análisis desarrollado.

El análisis multicriterio presenta un panorama detallado de las tres alternativas propuestas para el proyecto de circunvalación de la ciudad de Nogoyá, considerando aspectos socioambientales, de infraestructura y urbanísticos. Las principales conclusiones derivadas son las siguientes:

1. Ubicación y longitud:

- **Alternativa 1:** Es la más cercana al área urbana, con la longitud más corta (10.020 m), lo que puede implicar menores costos iniciales de construcción, pero una expansión urbana limitada.
- **Alternativa 2:** Tiene una longitud intermedia (11.168 m) y está en línea con la propuesta municipal, equilibrando accesibilidad y potencial de expansión urbana.
- **Alternativa 3:** Es la más alejada del centro urbano y la más extensa (11.844 m), lo que puede facilitar la expansión urbana a largo plazo, pero con mayores costos y afectaciones rurales.

2. Afectación de construcciones:

- La **Alternativa 1** afecta más viviendas (3 parcelas suburbanas, 174 m² construidos).
- La **Alternativa 2** presenta la mayor superficie construida afectada (241 m²), aunque una de las parcelas está en construcción.
- La **Alternativa 3** afecta solo una construcción (54 m²) en zona rural, siendo la menos impactante en términos de edificaciones.

3. Crecimiento poblacional:

- La **Alternativa 1** limita la expansión urbana debido a su proximidad a la zona construida.
- La **Alternativa 2** ofrece una expansión adecuada acorde a las proyecciones demográficas.
- La **Alternativa 3** propone una expansión sobredimensionada, lo que puede ser innecesario en el corto y mediano plazo.

4. Interferencias con servicios e infraestructura:

- Ninguna de las alternativas afecta las redes de agua o cloaca, ya que estas no cubren las áreas propuestas.
- Todas implican cruces ferroviarios y sobre el Arroyo Chañar, cuyo impacto es reversible con medidas de mitigación.

5. Vegetación y ecosistemas:

- El cruce del Arroyo Chañar afecta áreas de Categoría I (roja) según el OTBN. Aunque el impacto es reversible, será necesario un plan de compensación forestal.

6. Impacto en unidades productivas y pasivos ambientales:

- Las alternativas 2 y 3 afectan áreas cercanas a la planta de biodiésel y al basural, lo que podría complicar la viabilidad operativa de estas infraestructuras.

De este análisis se concluye que la alternativa 2 minimiza el impacto socioambiental en comparación con la Alternativa 1, proporciona una expansión urbana acorde a las necesidades proyectadas, sin sobredimensionarse como en la Alternativa 3, y responde a la propuesta municipal, facilitando su aceptación social y política.

12.11.1 Recomendación

Debido a que la Alternativa 2 se perfila como la opción más equilibrada para el desarrollo del proyecto de circunvalación, ya que proporciona una solución adecuada a las proyecciones de crecimiento urbano y minimiza la afectación de construcciones, se recomienda la adopción de esta alternativa.

Anexo 1 – Planillas de estudio geotécnico

- Clasificación de suelos
- Ensayo de Valor Soporte Relativo
- Ensayo dinámico cono de penetración (DCP)
- Densidad por el método de la arena
- Anexo fotográfico



Anexo 2 – Estudio de tránsito

- Datos TMDA histórico por tramo DNV.
- Censos de tránsito
- Factores temporales DNV.
- Proyecciones de TMDA para 15 y 30 años.

Datos históricos TMDA por tramo DNV

RUTA	Límites del Tramo	Prog. Inicio	Prog. Fin	TMDA	Año
RN 12	INT.R.P.39 (D) - ACC.A NOGOYA (I)	307.41	348.43	4400	2023
	INT.R.P.39 (D) - ACC.A NOGOYA (I)	307.41	348.43	4300	2022
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3900	2021
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	2850	2020
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4050	2019
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4140	2018
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4400	2017
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4300	2016
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4400	2015
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4300	2014
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4300	2013
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	4200	2012
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3450	2011
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3250	2010
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3200	2009
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3150	2008
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	3050	2007
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317.54	361.95	2800	2006

RUTA	Límites del Tramo	Prog. Inicio	Prog. Fin	TMDA	Año
RN 12	ACC.A NOGOYA (I) - INT.R.N.131 (I)	348.43	401.29	3251	2023
	ACC.A NOGOYA (I) - INT.R.N.131 (I)	348.43	401.29	3163	2022
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2885	2021
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2099	2020
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2989	2019
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3046	2018
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3174	2017
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3099	2016
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3175	2015
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3114	2014
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3385	2013
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	3072	2012
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2929	2011
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2778	2010
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2616	2009
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	420.1	2560	2008
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	401.34	2459	2007
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361.95	401.34	2267	2006

Censos de tránsito

i. Día Viernes 13/09/2024

PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Fecha	13/09/2024	Viernes
Hora inicio	10:59 hs	Hora fin	11:59 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Crespo - Nogoyá	Nogoyá - Crespo
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	4	4
Livianos (autos y camionetas)	88	81
Colectivos	5	4
Camiones s/ acoplado	6	16
Camiones c/ acoplado	2	5
Semi-remolques	10	7
Otros	0	0

TOTAL	232	veh.
% Total Veh. Pesados	23,71%	

PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Fecha	13/09/2024	Viernes
Hora inicio	12:00 hs	Hora fin	13:00 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Crespo - Nogoyá	Nogoyá - Crespo
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	4	0
Livianos (autos y camionetas)	105	98
Colectivos	4	1
Camiones s/ acoplado	9	12
Camiones c/ acoplado	8	5
Semi-remolques	6	6
Otros	0	0

TOTAL	258	veh.
% Total Veh. Pesados	19,77%	

A) Puesto 2: RP26 al Sur de Nogoyá

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	13/09/2024	Viernes
Hora inicio	9:15 hs	Hora fin	10:15 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	1	5
Livianos (autos y camionetas)	65	81
Colectivos	0	0
Camiones s/ acoplado	3	6
Camiones c/ acoplado	8	17
Semi-remolques	20	18
Otros	1	0

TOTAL	225 veh.
% Total Veh. Pesados	32,00%

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	13/09/2024	Viernes
Hora inicio	10:15 hs	Hora fin	11:15 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	2	9
Livianos (autos y camionetas)	75	89
Colectivos	3	1
Camiones s/ acoplado	7	8
Camiones c/ acoplado	9	10
Semi-remolques	21	24
Otros	0	0

TOTAL	258 veh.
% Total Veh. Pesados	32,17%

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	13/09/2024 Viernes
Hora inicio	11:15 hs	Hora fin	12:15 hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	7	7
Livianos (autos y camionetas)	76	74
Colectivos	1	2
Camiones s/ acoplado	6	2
Camiones c/ acoplado	4	16
Semi-remolques	17	20
Otros	3	0

TOTAL	235 veh.
% Total Veh. Pesados	28,94%

Ubicación	Nogoyá				
CENSISTA	Martinez				
PUESTO	2 (RP26 Sur)		Fecha	13/09/2024	Viernes
Hora inicio	12:15	hs	Hora fin	13:15	hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	3	10
Livianos (autos y camionetas)	75	68
Colectivos	0	2
Camiones s/ acoplado	11	12
Camiones c/ acoplado	8	15
Semi-remolques	15	13
Otros	0	0

TOTAL	232 veh.
% Total Veh. Pesados	32,76%

B) Puesto 3: RN12 al Este de Nogoyá

Ubicación	Nogoyá			
CENSISTA	Godoy			
PUESTO	3 (RN12 Este)		Fecha	13/9/2024 Viernes
Hora inicio	08:44	hs	Hora fin	10:44 hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Tala	Tala - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	18	8
Livianos (autos y camionetas)	290	110
Colectivos	3	4
Camiones s/ acoplado	17	16
Camiones c/ acoplado	30	11
Semi-remolques	54	40
Otros	3	0

TOTAL	604	veh.
% Total Veh. Pesados	28.97%	

Ubicación	Nogoyá			
CENSISTA	Godoy			
PUESTO	3 (RN12 Este)		Fecha	13/9/2024 Viernes
Hora inicio	10:44	hs	Hora fin	11:44 hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Tala	Tala - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	4	2
Livianos (autos y camionetas)	169	102
Colectivos	3	1
Camiones s/ acoplado	14	15
Camiones c/ acoplado	13	34
Semi-remolques	32	20
Otros	3	0

TOTAL	412	veh.
% Total Veh. Pesados	32.04%	

Ubicación	Nogoyá			
CENSISTA	Godoy			
PUESTO	3 (RN12 Este)	Fecha	13/9/2024	Viernes
Hora inicio	11:44 hs	Hora fin	12:44 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Tala	Tala - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	9	10
Livianos (autos y camionetas)	124	107
Colectivos	2	1
Camiones s/ acoplado	6	17
Camiones c/ acoplado	22	14
Semi-remolques	22	16
Otros	0	2

TOTAL	352	veh.
% Total Veh. Pesados	28.41%	

ii. Día Sábado 14/09/2024

A) Puesto 1: RN12 al Oeste de Nogoyá

PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Fecha	14/09/2024	Sábado
Hora inicio	9:00 hs	Hora fin	10:00 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Crespo - Nogoyá	Nogoyá - Crespo
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	4	2
Livianos (autos y camionetas)	107	88
Colectivos	3	1
Camiones s/ acoplado	5	9
Camiones c/ acoplado	7	5
Semi-remolques	7	4
Otros	0	2

TOTAL	244	veh.
% Total Veh. Pesados	16,8%	

PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Fecha	14/09/2024	Sabado
Hora inicio	10:00 hs	Hora fin	11:00	hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Crespo - Nogoyá	Nogoyá - Crespo
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	1	2
Livianos (autos y camionetas)	77	95
Colectivos	1	1
Camiones s/ acoplado	8	5
Camiones c/ acoplado	8	3
Semi-remolques	6	5
Otros	1	1

TOTAL	214	veh.
% Total Veh. Pesados	17,3%	

PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Fecha	14/09/2024	Sabado
Hora inicio	11:00 hs	Hora fin	12:00	hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Crespo - Nogoyá	Nogoyá - Crespo
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	6	8
Livianos (autos y camionetas)	97	78
Colectivos	5	3
Camiones s/ acoplado	5	10
Camiones c/ acoplado	2	5
Semi-remolques	8	5
Otros	1	1

TOTAL	234	veh.
% Total Veh. Pesados	18,4%	

PUESTO	1 (RN12 Oeste)	Fecha	14/09/2024	Sábado
Hora inicio	12:00 hs	Hora fin	13:00 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Crespo - Nogoyá	Nogoyá - Crespo
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	4	2
Livianos (autos y camionetas)	105	94
Colectivos	3	2
Camiones s/ acoplado	6	9
Camiones c/ acoplado	6	4
Semi-remolques	4	5
Otros	0	0

TOTAL	244	veh.
% Total Veh. Pesados	16,0%	

B) Puesto 2: RP26 al Sur de Nogoyá

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	14/09/2024	Sábado
Hora inicio	9:15 hs	Hora fin	10:15 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	5	9
Livianos (autos y camionetas)	77	82
Colectivos	1	0
Camiones s/ acoplado	2	8
Camiones c/ acoplado	9	15
Semi-remolques	13	16
Otros	1	2

TOTAL	240	veh.
% Total Veh. Pesados	26,70%	

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	14/09/2024 Sábado
Hora inicio	10:15 hs	Hora fin	11:15 hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	3	2
Livianos (autos y camionetas)	68	78
Colectivos	2	0
Camiones s/ acoplado	4	6
Camiones c/ acoplado	6	8
Semi-remolques	13	19
Otros	1	0

TOTAL	210 veh.
% Total Veh. Pesados	27,6%

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	14/09/2024 Sábado
Hora inicio	11:15 hs	Hora fin	12:15 hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	11	7
Livianos (autos y camionetas)	75	79
Colectivos	1	3
Camiones s/ acoplado	4	2
Camiones c/ acoplado	6	11
Semi-remolques	12	14
Otros	2	2

TOTAL	229 veh.
% Total Veh. Pesados	23,1%

PUESTO	2 (RP26 Sur)	Fecha	14/09/2024	Sábado
Hora inicio	12:15 hs	Hora fin	13:15 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Victoria	Victoria - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	6	12
Livianos (autos y camionetas)	76	81
Colectivos	2	3
Camiones s/ acoplado	7	8
Camiones c/ acoplado	8	13
Semi-remolques	11	10
Otros	2	1

TOTAL	240 veh.
% Total Veh. Pesados	25,9%

C) Puesto 3: RN12 al Este de Nogoyá

Ubicación	Nogoyá				
CENSISTA					
PUESTO	3 (RN12 Este)		Fecha	14/9/2024	Sábado
Hora inicio	08:44	hs	Hora fin	10:44	hs

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Tala	Tala - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	18	12
Livianos (autos y camionetas)	330	133
Colectivos	5	3
Camiones s/ acoplado	15	13
Camiones c/ acoplado	30	11
Semi-remolques	44	32
Otros	2	2

TOTAL	650 veh.
% Total Veh. Pesados	23.54%

Ubicación	Nogoyá			
CENSISTA				
PUESTO	3 (RN12 Este)	Fecha	14/9/2024	Sábado
Hora inicio	10:45 hs	Hora fin	11:45 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Tala	Tala - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	3	4
Livianos (autos y camionetas)	158	104
Colectivos	2	1
Camiones s/ acoplado	9	12
Camiones c/ acoplado	12	25
Semi-remolques	20	15
Otros	1	1

TOTAL	367	veh.
% Total Veh. Pesados	26.1%	

Ubicación	Nogoyá			
CENSISTA				
PUESTO	3 (RN12 Este)	Fecha	14/9/2024	Sábado
Hora inicio	11:45 hs	Hora fin	12:45 hs	

Tipo de Vehículo	Sentido de circulación	
	Nogoyá - Tala	Tala - Nogoyá
	Cant. censada	Cant. censada
Motos	8	12
Livianos (autos y camionetas)	121	111
Colectivos	2	1
Camiones s/ acoplado	5	11
Camiones c/ acoplado	16	10
Semi-remolques	18	14
Otros	1	2

TOTAL	332	veh.
% Total Veh. Pesados	23.2%	

Factores temporales DNV

1) Tabla factores horarios diarios

VIERNES			SÁBADO		
Hora	Factor Horario Diario	Peso Horario Diario PHD (%)	Hora	Factor Horario Diario	Peso Horario Diario PHD (%)
01:00	99,80	1,002	01:00	69,7	1,436
02:00	129,20	0,774	02:00	101,9	0,982
03:00	224,40	0,446	03:00	143	0,699
04:00	163,20	0,613	04:00	198,8	0,503
05:00	106,20	0,941	05:00	133,6	0,748
06:00	68,80	1,454	06:00	56,6	1,767
07:00	34,10	2,935	07:00	37,7	2,65
08:00	18,80	5,313	08:00	21,2	4,724
09:00	18,00	5,564	09:00	16,50	6,061
10:00	16,30	6,137	10:00	14,50	6,920
11:00	17,50	5,714	11:00	13,60	7,337
12:00	17,40	5,759	12:00	15,10	6,626
13:00	16,70	5,992	13:00	17,9	5,583
14:00	17,80	5,608	14:00	18,2	5,509
15:00	17,80	5,608	15:00	18,3	5,472
16:00	15,80	6,327	16:00	15,9	6,27
17:00	14,10	7,095	17:00	16,6	6,012
18:00	13,70	7,301	18:00	15,4	6,479
19:00	14,10	7,078	19:00	13,7	7,313
20:00	16,40	6,109	20:00	18	5,571
21:00	21,10	4,745	21:00	21,4	4,675
22:00	27,20	3,676	22:00	30,4	3,288
23:00	48,40	2,066	23:00	55,8	1,791
00:00	57,40	1,743	00:00	63,2	1,583

Tablas factores diarios mensuales (FDM)

Día	Factor Diario Mensual
Lunes	1,022
Martes	0,993
Miercoles	0,955
Jueves	0,915
Viernes	0,912
Sabado	1,148
Domingo	1,093

2) Tabla factores mensuales (FM)

Mes	Factor Mensual
1	1,030
2	0,979
3	1,020
4	1,001
5	1,047
6	0,992
7	0,993
8	1,011
9	0,992
10	0,974
11	0,960
12	1,004

Proyecciones TMDA para 15 y 30 años

Ruta	Nro.	Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
		Nº	Base	Proy	0	1	2	3	4	5	6
		Tramo	Tasa	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
CIRCUNVALACIÓN	1	Tramo ESTE	2.625	2.691	2.758	2.827	2.898	2.970	3.044	3.120	3.198
	2	Tramo OESTE	1.941	1.990	2.039	2.090	2.143	2.196	2.251	2.307	2.365

Ruta	Nro.	Años	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
		Nº	7	8	9	10	11	12	13	14
		Tramo	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
CIRCUNVALACIÓN	1	Tramo ESTE	3.278	3.360	3.444	3.531	3.619	3.709	3.802	3.897
	2	Tramo OESTE	2.424	2.485	2.547	2.611	2.676	2.743	2.811	2.882

Ruta	Nro.	Años	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
		Nº	15	16	17	18	19	20	21	22
		Tramo	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
CIRCUNVALACIÓN	1	Tramo ESTE	3.994	4.094	4.197	4.302	4.409	4.519	4.632	4.748
	2	Tramo OESTE	2.954	3.028	3.103	3.181	3.260	3.342	3.425	3.511

Ruta	Nro.	Años	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056
		Nº	23	24	25	26	27	28	29	30
		Tramo	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
CIRCUNVALACIÓN	1	Tramo ESTE	4.867	4.989	5.113	5.241	5.372	5.506	5.644	5.785
	2	Tramo OESTE	3.599	3.689	3.781	3.875	3.972	4.072	4.173	4.278



Anexo 3 – Salidas de la modelación hidráulica

- Salidas gráficas de verificación de alcantarillas en HY-8.



Anexo 4 – Cómputos métricos



Anexo 5 – Análisis de Precios



Anexo 6 – Presupuestos de obra



Anexo 7 – Planilla de Evaluación Socio-Ambiental

Anexo 8 – Planos

PU01_Plano de Ubicación.

PG01_Planimetría general.

PR01a02_Planialtimetrías de relevamiento Alternativa 1.

PR03a04_Planialtimetrías de relevamiento Alternativa 2.

PR05a07_Planialtimetrías de relevamiento Alternativa 3.

PC01_Planimetría de cuencas Alternativa 1.

PC02_Planimetría de cuencas Alternativa 2.

PC03_Planimetría de cuencas Alternativa 3.

PTO01_Perfiles tipo de Obra Básica

PTP01_Perfil Tipo de Pavimento Flexible

PLA01a04_Planialtimetrías Alternativa 1.

PLA05a08_Planialtimetrías Alternativa 2.

PLA09a12_Planialtimetrías Alternativa 3.

PTr01a07_Perfiles Transversales Alternativa 1

PTr08a16_Perfiles Transversales Alternativa 2

PTr17a25_Perfiles Transversales Alternativa 3

PLI01_Planimetria de iluminación Alternativa 1

PLI02_Planimetria de iluminación Alternativa 2

PLI03_Planimetria de iluminación Alternativa 3

PA01_Planimetria de afectación Alternativa 1

PA02_Planimetria de afectación Alternativa 2

PA03a04_Planimetria de afectación Alternativa 3

PS01a02_Planimetría Señalización Alternativa 1

PS03a04_Planimetría Señalización Alternativa 2

PS05a06_Planimetría Señalización Alternativa 3

PB01_Estación de Bombeo



PB02 a PB04_Estación de Bombeo

PB05_Edificio Anexo

PP01_Plano de Puente sobre Arroyo El Chanar Alternativa 1

PP02_Plano de Puente sobre Arroyo El Chanar Alternativa 2 y 3

PT01_Alcantarilla 0-41211

PT02_Cordon

PT03_Baranda metalica_H-10237

PT04_Alambrado H-2840 y Tranquera J-5084

PT05_Alcantarilla de caño y cabezal

PT06_Senalizacion Vertical

PT07_Columna de iluminación

TS01_Traslado de servicios Alt 1

TS02_Traslado de servicios Alt2

TS03_Traslado de servicios Alt3